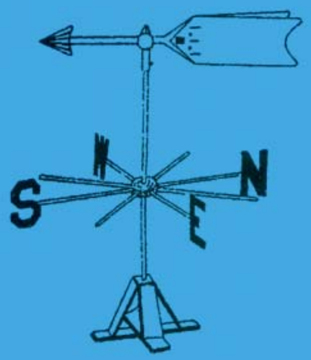
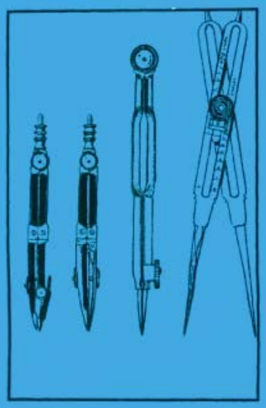
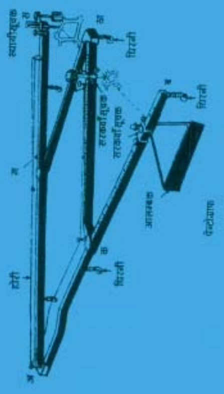
M.A./M.Sc. GE-05

वर्धमान महावीर खुला विश्वविद्यालय, कोटा







प्रायोगिक भूगोल

M.A./M.Sc. GE - 05

वर्धमान महावीर खुला विश्वविद्यालय, कोटा

प्रायोगिक भूगोल

पाठ्यक्रम अभिकल्प समिति

अध्यक्ष

प्रो. (डॉ.) नरेश दाधीच
कुलपति
वर्धमान महावीर खुला विश्वविद्यालय, कोटा (राज.)

संयोजक/समन्वयक

विषय समन्वयक / सलाहकार

प्रोफेसर (डॉ.)एस.सी. कलवार
पूर्व प्रोफेसर एवं विभागाध्यक्ष, भूगोल विभाग
राजस्थान विश्वविद्यालय, जयपुर(राज.)

सदस्य सचिव

डॉ. अशोक शर्मा
वर्धमान महावीर खुला विश्वविद्यालय, कोटा (राज.)

सदस्य

1. **प्रोफेसर (डॉ.) संतोष शुक्ला**
   प्रोफेसर एवं विभागाध्यक्ष,
   सामान्य एवं व्यावहारिक भूगोल विभाग
   एच.एस. गौर विश्वविद्यालय, सागर(मध्य प्रदेश)
2. **डॉ. जे.के. जैन**
   पूर्व एसोसिएट प्रोफेसर एवं विभागाध्यक्ष, भूगोल विभाग
   जय नारायण व्यास विश्वविद्यालय, जोधपुर(राज.)
3. **डॉ. बी.एल. शर्मा**
   विभागाध्यक्ष, भूगोल विभाग
   राजकीय स्नातकोत्तर महाविद्यालय, कोटा(राज.)
4. **प्रोफेसर (डॉ.) एन.एल. गुप्ता**
   पूर्व प्रोफेसर एवं विभागाध्यक्ष, भूगोल विभाग
   मोहनलाल सुखड़िया विश्वविद्यालय, उदयपुर(राज.)
5. **डॉ. मनोज गौतम**
   वरिष्ठ व्याख्याता, भूगोल विभाग
   राजकीय स्नातकोत्तर महाविद्यालय, कोटा(राज.)

सम्पादन तथा पाठ लेखन

सम्पादक

डॉ. आर.एन. मिश्रा
एसोसिएट प्रोफेसर
भूगोल विभाग
राजस्थान विश्वविद्यालय,जयपुर(राज.)

लेखक

1. **डॉ. जे.पी. जाट**
   असिस्टेंट प्रोफेसर,
   भूगोल विभाग
   राजस्थान
   विश्वविद्यालय,जयपुर(राज.)
2. **डॉ. संदीप यादव**
   वरिष्ठ व्याख्याता, भूगोल विभाग
   राजकीय स्नातकोत्तर महाविद्यालय,
   बून्दी(राज.)
3. **श्री रामावतार शर्मा**
   वरिष्ठ भूवैज्ञानिक
   भारतीय सर्वेक्षण विभाग
   पश्चिम वृत्त
   जयपुर(राजस्थान)
4. **डॉ. पी.आर. चौहान**
   पूर्व असिस्टेंट प्रोफेसर, भूगोल विभाग
   जय नारायण व्यास विश्वविद्यालय
   जोधपुर (राज.)
5. **डॉ. बी.सी. जाट**
   वरिष्ठ व्याख्याता, भूगोल विभाग
   राजकीय एन.के. पटवारी
   स्नातकोत्तर महाविद्यालय,
   नीम का थाना (राज.)
6. **डॉ. डी.डी. शर्मा**
   वरिष्ठ व्याख्याता, भूगोल विभाग
   राजकीय स्नातकोत्तर महाविद्यालय,
   श्रीगंगानगर(राज.)

अकादमिक एवं प्रशासनिक व्यवस्था

प्रो.(डॉ.) नरेश दाधीच	**प्रो. (डॉ.) एम.के. घड़ोलिया**	**योगेन्द्र गोयल**
कुलपति	निदेशक	प्रभारी
वर्धमान महावीर खुला विश्वविद्यालय,कोटा	**अकादमिक**	**पाठ्य सामग्री उत्पादन एवं वितरण विभाग**

पाठ्यक्रम उत्पादन

योगेन्द्र गोयल
सहायक उत्पादन अधिकारी,
वर्धमान महावीर खुला विश्वविद्यालय, कोटा

उत्पादन-पुनः मुद्रण : अक्टूबर, 2011 ISBN NO- 13/978-81-8496-037-2

इस सामग्री के किसी भी अंश को व. म. खु. वि., कोटा की लिखित अनुमति के बिना किसी भी रूप मे 'मिमियोग्राफी' (चक्रमुद्रण) द्वारा या अन्यत्र पुनः प्रस्तुत करने की अनुमति नहीं है।

व. म. खु. वि., कोटा के लिये कुलसचिव व. म. खु. वि., कोटा (राज.) द्वारा मुद्रित एवं प्रकाशित।

M.A./M.Sc. GE-05

वर्धमान महावीर खुला विश्वविद्यालय, कोटा

प्रायोगिक भूगोल

इकाई संख्या		इकाई	पृष्ठ संख्या
इकाई - 1	:	मानचित्र की परिभाषा एवं प्रकृति, मानचित्रकला का कलात्मक एवं वैज्ञानिक पक्ष, मानचित्र रचना का इतिहास, मानचित्रण की सामग्री एवं उपकरण की तकनीक	7–30
इकाई - 2	:	मानचित्रों का विवर्धन, लघुकरण एवं संयुक्तीकरण	50–31
इकाई - 3	:	भूवैज्ञानिक मानचित्र	66–51
इकाई - 4	:	मौसम मानचित्रों का निर्वचन एवं मौसम पूर्वानुमान	86–67
इकाई - 5	:	मानचित्र प्रक्षेप एवं उनका वर्गीकरण	110–87
इकाई - 6	:	शंक्वाकार प्रक्षेप : गणितीय रचना एवं विशेषताएँ	124–111
इकाई - 7	:	बेलनाकार प्रक्षेप : गणितीय रचना एवं विशेषताएँ	139–125
इकाई - 8	:	खमध्य प्रक्षेप : गणितीय रचना एवं विशेषताएँ	168–140
इकाई - 9	:	रूढ़ प्रक्षेप : गणितीय रचना एवं विशेषताएँ	190–169
इकाई - 10	:	आँकड़ों की गणना	238–191
इकाई - 11	:	सांख्यिकीय विधियाँ	253–239
इकाई - 12	:	निकटतम पड़ौस विश्लेषण का सैद्धान्तिक पक्ष, निकटतम पड़ौस विश्लेषण का प्रायोगिक अभ्यास, नगरीय केन्द्रों का स्थानिक विश्लेषण	282–254
इकाई - 13	:	वितरण, सममान रेखा विधि, वर्णमात्री एवं छाया मानचित्र, बिन्दु विधि एवं जनसंख्या पिरामिड आरेख	296–283
इकाई - 14	:	आर्थिक-सामाजिक आंकड़ों के निरूपण के त्रिविमीय आरेख एवं मानारेख	316–297
इकाई - 15	:	आलेख	317–341
इकाई - 16	:	भूगोल मे क्षेत्र अध्ययन	

परिचयात्मक

मानचित्रकला और प्रयोगात्मक भूगोल भौगोलिक तथ्यों के अध्ययन को वैज्ञानिक आधार प्रदान करते हैं । यह एक ऐसा विशिष्ट व्यक्तित्व वाला विज्ञान है जो पृथ्वी के सम्बन्ध में अनेक प्रकार के अत्यधिक जटिल तथ्यों को मानचित्रों, चार्टों, आरेखों व मानारेखों के माध्यम से प्रस्तुत करके सरल, सुस्पष्ट व बोधगम्य बनाता है । अंत: मानचित्रकला एक अन्तरानुशासनिक (Interdisciplinary) विज्ञान बन गया है जो विभिन्न भौतिक विज्ञानों, मानवीय विज्ञानों तथा सामाजिक विज्ञानों के मध्य कड़ी का कार्य करता है ।

प्रस्तुत पुस्तक में मानचित्र कला के रूढ़िगत चिह्न, आकारमिति, भूगर्भिक एवं मौसम मानचित्र, सांख्यिकीय विधियाँ, मानचित्र प्रक्षेप, दूर संवेद तथा वायु फोटोचित्र एवं भौगोलिक तंत्र विश्लेषण आदि को 16 इकाईयों में समाविष्ट किया गया है । जहाँ तक सम्भव हो सका है पुस्तक में विभित्र पक्षों को समझाने एवं प्रदर्शित करने का प्रयास किया गया है ।

आशा ही नहीं पूर्ण विश्वास है कि यह पुस्तक विद्यार्थियों एवं विद्वान अध्यापकों की अपेक्षाओं को पूरा करेगी ।

इकाई 1 : मानचित्र की परिभाषा एवं प्रकृति, मानचित्रकला का कलात्मक एवं वैज्ञानिक पक्ष, मानचित्र रचना का इतिहास, मानचित्रण की सामग्री एवं उपकरण की तकनीक (Definition and Nature of Cartography : The Art and Science of Cartography, History of Maps, Materials, Techniques, and Tools of Maps)

इकाई की रूपरेखा

1.0 उद्देश्य

1.1 प्रस्तावना

1.2 मानचित्र की परिभाषा एवं प्रकृत्ति

1.3 मानचित्रकला का कलात्मक एवं वैज्ञानिक पक्ष

  1.3.1 मानचित्रकला का कलात्मक पक्ष

  1.3.2 मानचित्रकला का वैज्ञानिक पक्ष

1.4 मानचित्र रचना का इतिहास

1.5 मानचित्रण की सामग्री एवं उपकरण

1.6 मानचित्रण की तकनीक

1.7 सारांश

1.8 शब्दावली

1.9 सन्दर्भ ग्रन्थ

1.10 बोध प्रश्नों के उत्तर

1.11 अभ्यासार्थ प्रश्न

1.0 उद्देश्य (Objectives)

इस इकाई के अध्ययन से आप जान पायेंगें -

- मानचित्रों का अर्थ एवं उनकी प्रकृत्ति,
- मानचित्र कला का कलात्मक बनाम वैज्ञानिक पक्ष,
- मानचित्र कला का विकास व इतिहास,
- मानचित्रण की तकनीक व काम आने वाले उपकरणों के बारे में।

1.1 प्रस्तावना (Introduction)

वर्तमान युग में मानचित्रों के बिना समाज पंगु प्रतीत होता है क्योंकि स्थिति ज्ञान करने, शोधकार्य, योजना और विकास के लिये, सैनिक गतिविधियों आदि में इनका उपयोग अत्यन्त

आवश्यक हो गया है। मानचित्रकला मानचित्र निर्माण का तकनीकी विकास है। भूगोलवेत्ता को उसके' कलात्मक पहलू एवं वैज्ञानिक पक्ष की जानकारी होनी आवश्यक है। वर्तमान मानचित्रकला को समझने के लिये उसके इतिहास पर दृष्टि डालने से विभिन्न युगों में इसका क्रमिक विकास समझ आता है। इस इकाई में हम मानचित्रकला में काम आने वाली सामग्री व उपकरणों की जानकारी प्राप्त करेंगे साथ ही मानचित्रण की विभिन्न तकनीकों का भी अध्ययन करेंगे।

1.2 मानचित्र की परिभाषा एवं प्रकृति (Meaning and Nature of Maps)

सम्पूर्ण पृथ्वी अथवा उसके किसी भाग का एक निश्चिय मापक और प्रक्षेप पर विभिन्न संकेतों द्वारा प्रदर्शन ही मानचित्र है। मानचित्र भूगोल का एक महत्वपूर्ण उपकरण है। ' 'मैप' ' अर्थात् 'मानचित्र' शब्द की उत्पति लैटिन भाषा के 'मापा' शब्द से हुई है जिसका अर्थ है 'कपड़े का मेजपोश'। यह भूतल का एक लघु मापक चित्र है। बाद में इसे 'मैपा मुण्डी' ' शब्द से पुकारा गया। विभिन्न विद्वानों ने इसे निम्न प्रकार से परिभाषित किया है।

इरविन रेज के अनुसार, "मानचित्र पृथ्वी के बड़े भाग के भू वितरण को चुने हुये संकेतों पर दर्शाने वाला एक ऐसा चित्र है जिसे कि मानो काफी ऊंचाई से घटायी गयी मापनी पर देखा जाता हो।"

फिन्च एवं ट्रिवार्था के अनुसार, "मानचित्र धरातल के आलेखी निरूपण होते हैं।"

वॉन रिपर के अनुसार, "पृथ्वी की सतह के लक्षणों का द्वि–विमितीय तल पर घटायी गयी मापनी द्वारा प्रदर्शन ही मानचित्र है।"

डडले स्टाम्प के अनुसार, "मानचित्र धरातल अथवा उसके किसी भाग का तथा वहाँ के भौतिक और राजनीतिक लक्षणों आदि का अथवा खगोलीय पिण्डों का कागज या किसी अन्य पदार्थ की समतल सतह पर निर्मित ऐसा चित्रण है, जिसमें अंकित प्रत्येक बिन्दु निश्चित मापनी या प्रक्षेप के अनुसार अपनी भौगोलिक अथवा खगोलीय स्थिति के अनुरूप स्थित होता है।"

आर. पी. मिश्रा तथा ए. रमेश के अनुसार, "समस्त पृथ्वी या उसके किसी भाग, आकाश या किसी अन्य आकाशीय पिण्ड के दृश्य एवं विचारे अवस्थितिक व वितरणात्मक प्रतिरूपों का मापनी के अनुसार प्रतीकात्मक आरेखन मानचित्र कहलाता है।"

आर. एन. सिंह तथा एल. आर. सिंह के अनुसार, "एक मानचित्र को पृथ्वी या उसके किसी भाग के धरतलीय नमूने का परम्परागत प्रतिरूप कह सकते हैं।"

इस प्रकार यह स्पष्ट है कि मानचित्र में अंकित आकृतियों का पृथ्वी तल के सम्बन्धित भाग से आनुपातिक सम्बन्ध है। मानचित्रों की रचना को मानचित्रकला अर्थात् 'कार्टोग्राफी' कहते है।

मॉन्कहाउस के अनुसार मानचित्रकला में धरातल के वास्तविक सर्वेक्षण से मानचित्र–मुद्रण तक, मानचित्रण के प्रक्रमों की सम्पूर्ण श्रृंखला सम्मिलित होती है।

स्टाम्प के अनुसार, "मानचित्र रचना की कला तथा वह विज्ञान जिस पर यह मानचित्रण आधारित है, मानचित्रकला कहलाता है।

इरविन रेज ने मानचित्र, उच्चावच प्रतिरूप, आवीक्षण रेखाचित्र व मानारेख आदि बनाने की कला एवं विज्ञान को मानचित्रकला कहा है। उन्होंने अपनी पुस्तक 'जनरल कार्टोग्राफी ' में मानचित्रकार को 50% भूगोंलवेत्ता, 30% कलाकार, 10%' गणितज्ञ तथा 10%' अन्य विषयों का ज्ञाता माना है। अत: मानचित्रकार को नक्शानवीस से कहीं अधिक तकनीकी दृष्टि से पारंगत होना अनिवार्य है

क्योंकि उसे मानचित्र की बहु–लक्षणीय तकनीक एवं क्षेत्र के विभिन्न स्वरूपों को प्रदर्शित करने में अपने अनुभवों का व्यापकता से उपयोग करना होता है। उसे प्रक्षेपों की जानकारी, मापक की जानकारी होनी चाहिये क्योंकि इनका मानचित्रों में व्यापक उपयोग होता है। अत: मानचित्रकला में कलात्मक एवं वैज्ञानिक पक्ष महत्वपूर्ण है जिनका विश्लेषण इस विषय की प्रकृति को समझने में सहायक होता है।

बोध प्रश्न – 1

1. मानचित्र किसे कहते है?

   ....

   ....

2. मानचित्रकला किसे कहते हैं?

   ....

   ....

3. मानचित्रकला की प्रकृति से क्या तात्पर्य है?

   ....

   ....

1.3 मानचित्रकला का कलात्मक एवं वैज्ञानिक पक्ष (The Art and Science of Cartography)

1.3.1 मानचित्रकला का कलात्मक पक्ष

मानचित्रों के द्वारा खगोलीय पिण्डों व पृथ्वी तल का निरूपण किया जाता है। ये निरूपण न केवल निश्चित वैज्ञानिक सिद्धान्तों के अनुरूप ही बनाया जाता है बल्कि इनमें कलात्मक पहलू भी शामिल होता है। अत: यह मानचित्र आलेखनों का अध्ययन होता है और कला आलेखनों का उत्कृष्ट रूप है। इसलिये एक मानचित्रकार एक कलाकार भी होता है। चूंकि मानचित्र निर्माण में कुछ वैज्ञानिक नियमों का उपयोग होता है इसलिये इसे किस सीमा तक कला कहा जाये एक विवादास्पद विषय है। मानचित्रकला और कलाकार का उद्देश्य समान नहीं होता क्योंकि कलाकार अपने विचारों को स्वच्छन्द रूप से मूर्त रूप देता है चाहे सामने वाले के लिये वह अस्पष्ट ही क्यों न हो जबकि एक मानचित्रकार मानचित्रण के नियमों से बंधा होता हैं जिससे मानचित्र स्वत: स्पष्ट व कलात्मक बनाता हैं। मानचित्र से दूरियों के अनुपात, आकृति, रंगों का चयन, विवरणों का स्पष्ट प्रदर्शन आदि को मानचित्रों का सौन्दर्य माने तो निश्चय ही मानचित्रकला को कला की श्रेणी में रखा जा सकता है।

1.3.2 मानचित्रकला का वैज्ञानिक पक्ष

मानचित्रकला वह विज्ञान है जिसमें पृथ्वी से सम्बन्धित विविध विषयों तथा तथ्यों को मानचित्रों, आरेखों तथा मॉडलों की सहायता से प्रस्तुत कर उन्हें सरल व आसान बनाया जाता है। मानचित्रकला की विषयवस्तु धरातल एवं कुछ सीमा तक खगोलीय पिण्ड है अत: भौतिक भूगोल

का ज्ञान उसके लिये आवश्यक हो जाता है। चूंकि मानचित्रों में भौगोलिक तथ्यों का वितरण दर्शाया जाता है इसलिये मानचित्रकार को तथ्यों के वितरण की सही स्थिति का ज्ञान होना आवश्यक होता है।

मानचित्र पर पृथ्वी के जटिल विवरणों का सामान्य चित्रण होता है अत: उसे उन सभी विषयों का भी समुचित ज्ञान होना चाहिये जिनके सहयोग से मानचित्र का निर्माण होता है। परिणामस्वरूप मानचित्रकला एक अन्तरा–अनुशासनिक विज्ञान है जो विभिन्न विषयों के मध्य सामंजस्य प्रस्तुत करता है।

उपरोक्त विश्लेषण से यह स्पष्ट है कि मानचित्रकला वैज्ञानिक विधियों, तर्क व तकनीकों पर आधारित है जिसकी प्रकृति कलात्मक एवं वैज्ञानिक दोनों ही है।

बोध प्रश्न – 2

1. क्या मानचित्र कला एक अन्तरा–अनुशासनिक विज्ञान है?

   ....

   ....

1.4 मानचित्र रचना का इतिहास (History of Map Making)

यद्यपि मानचित्र आधुनिक वैज्ञानिक युग की महत्वपूर्ण उपलब्धि है लेकिन परिवर्तित रूप में इसकी रचना की इतिहास बहुत पुराना है। प्राचीन समय में बने मानचित्र मुख्यत: छायाचित्रों तथा साधारण रेखाचित्रों के रूप में ही होते थे, जो मापक –रहित, आकार और स्थिति की शुद्धता भी नहीं रखते थे। मानचित्रों के वर्तमान स्वरूप को समझने के लिये उसके विकास के इतिहास का ज्ञान आवश्यक हो गया है। इस इकाई में हम उसके संक्षिप्त इतिहास को ही प्रस्तुत कर रहे हैं। मानचित्रकला के इतिहास को तीन अवस्थाओं में विभाजित किया जा सकता है।

- प्राचीन काल (400 ई. पश्चात तक)
- मध्यकाल (400 से 1700 तक)
- आधुनिक काल (1700 से अब तक)

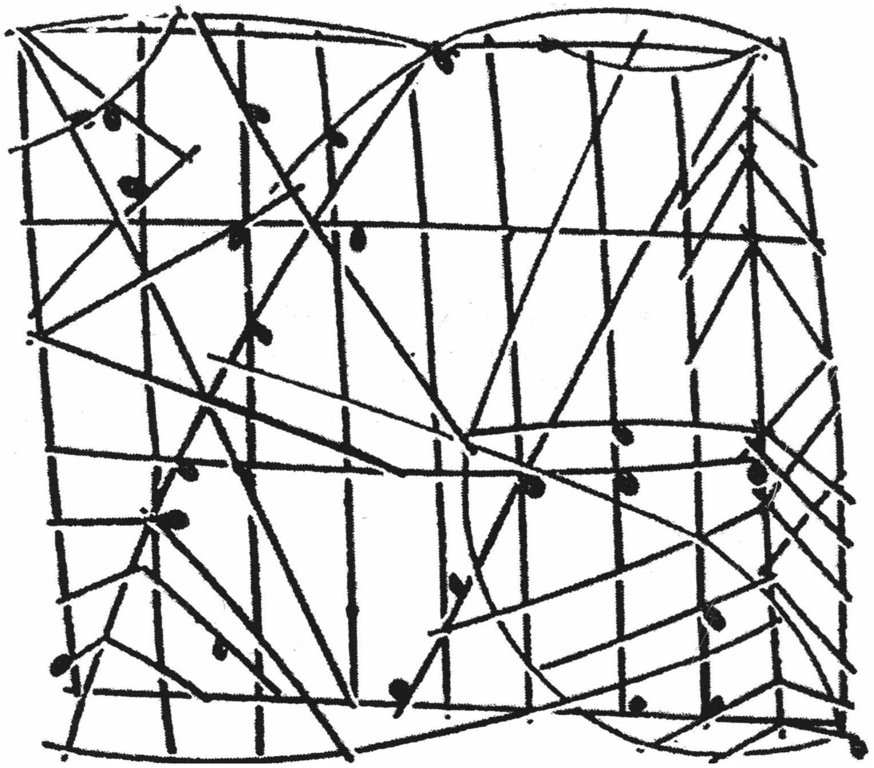
1.4.1 प्राचीन काल (Ancient Period)

इरविन रेज के अनुसार मानचित्रों का प्राचीन काल, मनुष्य के आरम्भ से लेकर चौथी शताब्दी के अन्त तक माना जाता है। प्राचीन काल को हम निम्न पाँच भागों में बाँटकर अध्ययन कर सकते हैं।

- अति प्राचीन कला
- यूनानी मानचित्रकला
- रोमन मानचित्रकला
- भारतीय मानचित्रकला
- पूर्वी एशिया की मानचित्रकला

1.4.1.1 अति प्राचीन काल

इस काल में मानव की आदिम अवस्था में बनाये गये मानचित्र आते है। आर्कटिक प्रदेश के एस्कीमों, प्रशान्त महासागर के पॉलिनेशियाई, सहारा की बददु जाति, तथा भारत के बन्जारे आज भी उसी पद्धति के मानचित्र बनाते हैं। ये मानचित्र चट्टानों, जानवरों की खाल, वृक्षों की छाल, लकड़ी के तख्तों आदि पर बनाये जाते थे। प्रशान्त महासागर के मार्शल द्वीपों के मानचित्र बहुत प्राचीन और अद्भुत हैं। नारियल के पत्ते की मध्य शिरा एवं कवचों से निर्मित इन समुद्री चार्टो को मार्शल द्वीपवासी 19वीं शताब्दी के मध्य तक काम में लेते थे। इसमें सीधी व वक्राकार रेखाओं से समुद्री मार्गो को प्रदर्शित किया गया था और द्वीप कवचों से बनाये जाते थे।



चित्र-1.1 : मार्शल द्वीपवासियों के जलयात्रा-चार्ट

अलास्का, कनाडा, बैफिन द्वीप एवं ग्रीनलैण्ड के एस्कीमों द्वारा बनाये गये मानचित्र विस्तृत क्षेत्र के हैं तथा इनमें समुद्र के वृहत क्षेत्र और उनमें स्थित द्वीप बहुत ही सही ढंग से बिना किसी सर्वेक्षण उपकरण के बनाये गये हैं।

मैक्सिकों के ऐजटेक, अमेरिका के रेड इन्डियन और पीरू की इनकी जाति के लोग भी मानचित्र बनाते थे लेकिन इनमें कोई मापक नहीं था। व ऐतिहासिक घटनाओं का चित्रण मिलता था। हारवर्ड विश्वविद्यालय के सेमाइटी संग्रहालय में रखी गयी मिट्टी की टिकिया पर बना मानचित्र बेबीलोनी मानचित्रकला के विकास का साक्ष्य प्रस्तुत करता है। इसमें दो पर्वतों के मध्य एक नदी दर्शायी गयी है जो सम्भवत: वहां से बहने वाली फरात नदी है। जो दक्षिण में किसी सागर या झील में गिरती दिखाई गयी है। यहाँ के लोग 12 पर आधारित संख्यात्मक प्रणाली प्रयोग करते थे।

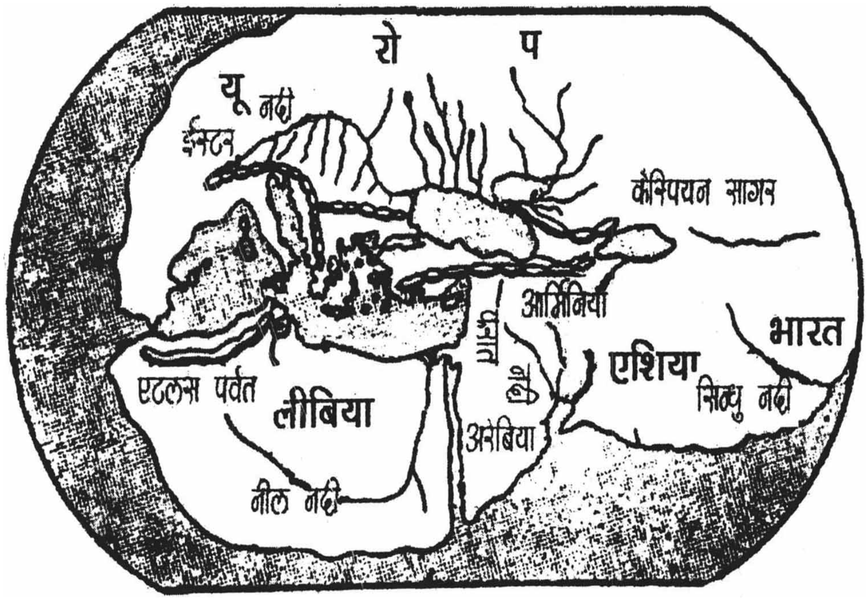
प्रमाणों से पता चलता है कि भू सर्वेक्षण का कार्य सर्वप्रथम मिस में नील नदी क्षेत्र से प्रारम्भ हुआ। रेम्सेस 11 ने ईसा से लगभग 1800 वर्ष पूर्व नील घाटी का भू–सर्वेक्षण करारोपण के उद्देश्य से करवाया और मानचित्र बनवाये। यूनानी भूगोलवेत्ता इरेटॉस्थेनीज़ ने इन मानचित्रों से ही पृथ्वी की परिधि की गणना की थी।

चित्र-1.2 : एस्कीमों मानचित्र

1.4.1.2 यूनानी मानचित्रकला

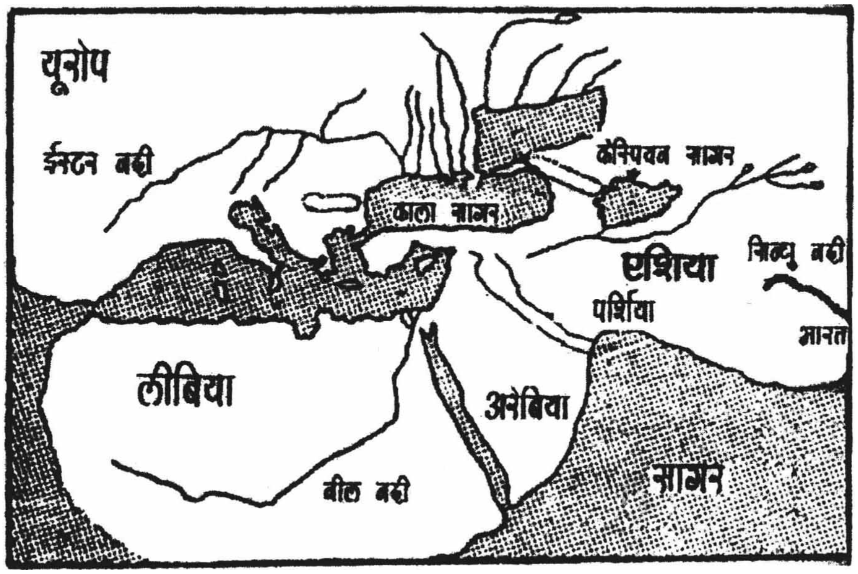
ये माना जाता है कि वर्तमान मानचित्रकला की नींव यूनानी सभ्यता के युग में पड़ चुकी थी। यहाँ की मानचित्रकला बहुत विकसित थी।

अनेग्ज़ीमैण्डर (Anaximander) ने अपने समय तक ज्ञात संसार का मानचित्र बनाया था। इसमें भूमध्यसागर के तटवर्ती क्षेत्र रख दक्षिणी एशिया के कुछ हिस्सों को दिखाया गया था। इन्हें भौगोलिक मानचित्र निर्माण का प्रथम निर्माता माना जाता है।



चित्र-1.3 : अनेग्ज़ीमैण्डर का संसार मानचित्र

यूनानी मानचित्रकला की अधिक जानकारी हमें हैरोडोटस (Herodotus) तथा स्ट्राबो (Strabo) के द्वारा लिखी पुस्तकों से मिलती है। हेरोडोटस ने भूमध्यसागर के समीपवर्ती इलाके का मानचित्र बनाया था जिसमें यूरोप, एशिया तथा अफ्रीका के भाग दर्शाये गए थे।

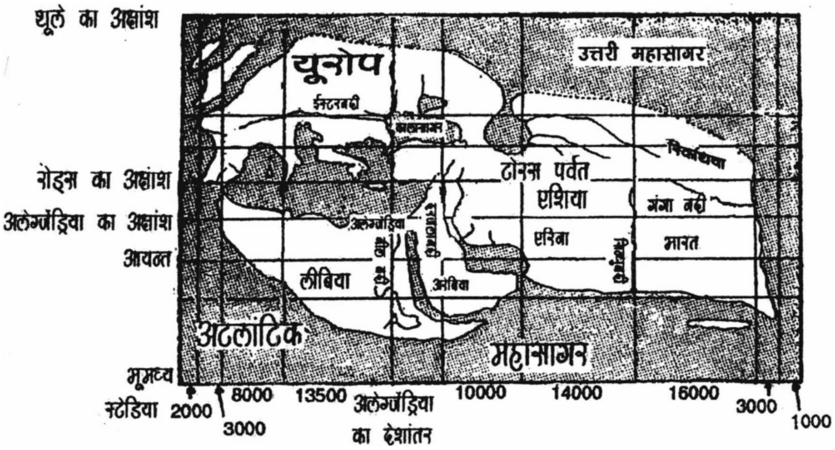


चित्र-1.4 : हैरोडोटस का संसार मानचित्र

हैकेटियस (Hecataeus) ने पृथ्वी को चपटी तथा तश्तरी के समान वृत्ताकार माना था। उन्होनें यूनान को पृथ्वी के कैंद्रीय भाग में स्थापित माना। पृथ्वी के चरो ओर महासागर की पेटी बताई।

चित्र-1.5 : हैकिटिस का संसार मानचित्र

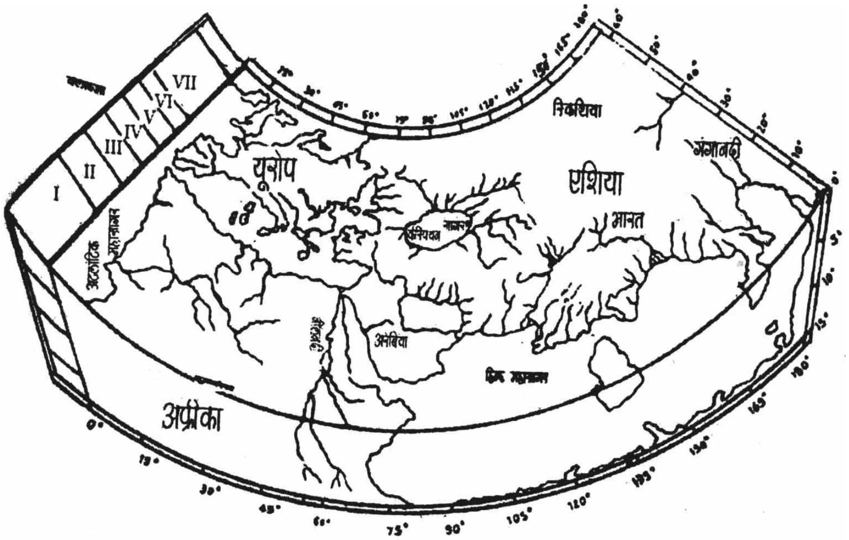
इरेटॉस्थेनीज (Eratoasthenes) ने नवीन वैज्ञानिक विधि से पृथ्वी को परिधि को मापने का प्रयास किया था। साथ ही उन्होंने वासयोग्य संसार का मानचित्र तैयार किया। इस मानचित्र में सात अक्षांश रेखाएँ व सात देशान्तर रेखाएं बनायी थी जिनके बीच की दूरियाँ असमान थी।



चित्र-1.6 : इरेटॉस्थेनीज का संसार मानचित्र

हिपारकस (Hipparchus) ने समान अन्तराल पर अक्षांश व देशान्तर रेखाएं बनाने का सुझाव दिया व अपने मानचित्र पर समान दूरी पर 11 अक्षांश रेखाएँ बनाई क्रेट्स (Crates) ने 150 ई. पूर्व में एक ग्लोब बनाया जिस पर वास योग्य संसार में तीन कल्पित महाद्वीप प्रदर्शित किये गये थे। पोसिडोनियस (Posidonius) ने रोड्स से अलेक्जेण्ड्रिया तक की दूरी तथा केनोपस (Canopus) नक्षत्र की सहायता से पृथ्वी की परिधि का परिकलन किया था।

क्लॉडियस टॉलेमी (Claudius Ptolemy) ने प्राचीन मानचित्रकला के विकास में महत्वपूर्ण योगदान दिया है। उनकी पुस्तक 'ज्याग्रफिया ' आठ खण्डों में विभाजित है। इस पुस्तक में विश्व मानचित्र निर्माण संबंधी सिद्धान्तों का वर्णन एवं उसका प्रयोग बताया गया है। साथ ही इस पुस्तक में 8000 स्थानों के नाम व उनके अक्षांश देशान्तर का भी उल्लेख किया है। इन पुस्तक में एक संसार का मानचित्र, 26 प्रादेशिक मानचित्र एवं 67 छोटे क्षेत्रों के मानचित्र दिये गये हैं। इनके मानचित्रों में अनेक त्रुटियाँ थी लेकिन मानचित्रकला के विकास में उनका महत्वपूर्ण योगदान रहा है।

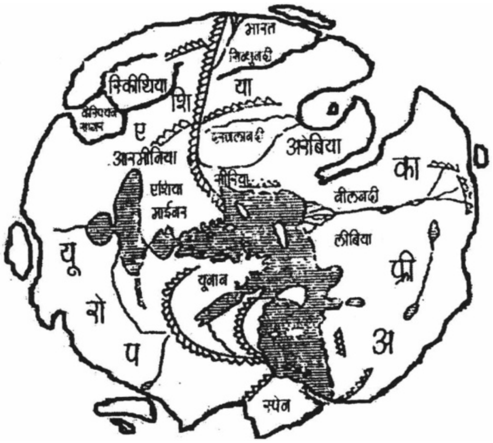


चित्र-1.7 : टॉलेमी का संसार मानचित्र

यूनानी युग में स्ट्रेबो (Strabo) के योगदान को नकारा नहीं जा सकता। उन्होंने अपने से पूर्व के सारे भौगोलिक तथ्यों का संकलन 17 पुस्तकों में किया और उसी के आधार पर ज्ञात संसार का मानचित्र बनाया।

1.4.1.3 रोमन मानचित्रकला (Roman Cartography)

यूनान के राजनीतिक पतन के साथ –साथ ही रोम साम्राज्य विस्तार होने लगा। रोम के शासकों का मुख्य उद्देश्य अपने साम्राज्य का विस्तार करना था अत: अधिकांश मानचित्र सैनिक व प्रशासकीय कार्यों के लिये बनाये जाते थे। रोमन मानचित्रकला का विकास दूसरी शताब्दी में हुआ और पांचवी शताब्दी में इसका अन्त हुआ। रोमन वैज्ञानिकों का मानचित्रकला के वैज्ञानिक विकास में कोई महत्वपूर्ण योगदान नहीं रहा। इनके मानचित्र प्रक्षेप रण गणितीय गणनाओं से रहित थे। रोम वैज्ञानिकों ने गोलाकार का निर्माण किया जिसमें आर्बिस टेरारम (Orbis Terrarum) अर्थात् विश्व मण्डल को एक चक्राकार मानचित्र के मध्य में रखा। इस मानचित्र में रोम साम्राज्य को बहुत विस्तृत तथा भारत, रूस, चीन आदि को बाहरी किनारे पर छोटा हमें 'प्यूटिंजर टेबुल' (Peutinger Table) नामक मानचित्र से प्राप्त होता है। यह चौथी शताब्दी में बना था। यह 21 फीट लम्बा और 1 फीट चौड़ा था। इसमें 534 चित्र बने हैं जिनमें से 311 यूरोप के, 161 एशिया के और 62 अफ्रीका के हैं। इसमें सही दिशायें दिखाने का कोई प्रयास नहीं है लेकिन विभिन्न स्थानों के बीच की दूरी रोमन मील में अंकित है।

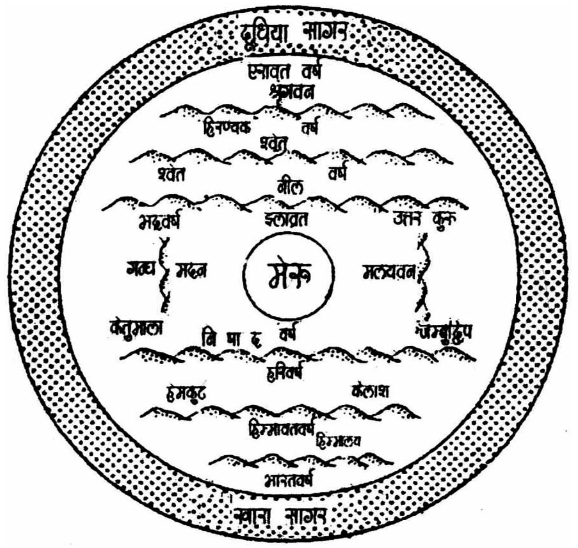


चित्र-1.8 : रोमन ऑरबिस टेरारम

1.5.1.4 भारतीय मानचित्रकला (Indian Cartography)

भारतीय भौगोलिक ज्ञान का वर्णन और समीक्षा स्व. प्रो. मुजफ्पर अली की पुस्तक 'पुराणों का भूगोल' में विस्तार से हैं उस समय भारतीयों को पृथ्वी ही नहीं वरन् समस्त विश्व का ज्ञान था। भारतीय भौगोलिक ज्ञान की अनेक जानकारियां हमें वैदिक साहित्य से प्राप्त होती है।

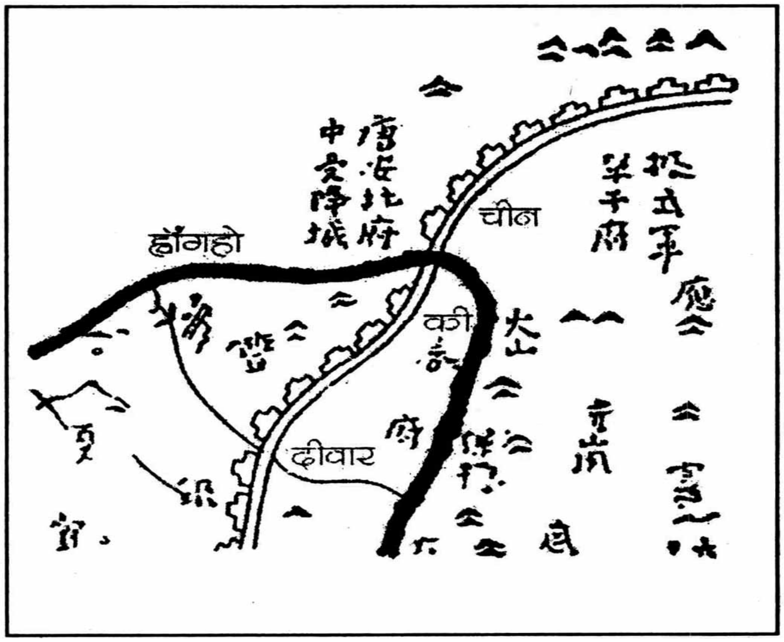
पुराणों में अफ्रीका, यूरोप व एशिया के सम्मिलित भू–भाग को सात 'द्वीपों ' – जम्बूद्वीप, प्लक्ष द्वीप, साल्मली द्वीप, कुश द्वीप, क्रोच द्वीप शक द्वीप तथा पुष्कर द्वीप में विभाजित बतलाया गया है। साथ ही इन द्वीपों के पर्वत, नदी, नगरों आदि का भी वर्णन मिलता है। महाभारत काल (1600 – 600 ई पूर्व) में भारतीय विद्वान पृथ्वी को गोल एवं चारों ओर से जल से घिरी हुई मानते थे।



चित्र-1.9 : महाभारतकालीन जम्बूद्वीप

1.4.1.5 पूर्वी एशिया की मानचित्रकला (Cartography of East Asia)

इस बात के प्रमाण मिले हैं कि पूर्वी एशिया में चीन के पास अच्छे मानचित्र थे जिनके द्वारा वे यात्रा करते थे। कागज के अविष्कार के बाद यहां मानचित्र कागज पर ही बनने लगे। ईसा से तीन शताब्दी पूर्व इन्हें मानचित्र कला का पूर्ण ज्ञान था। प्राचीन मानचित्रों को चीनी संग्रहालय में आज भी देखा जा सकता है। पि सियू (Pei Hsiu 224 –273 ई. प.) को चीनी मानचित्रकला का पिता कहा जाता है। उन्होंने मानचित्रकला को वैज्ञानिक स्वरूप दे दिया था। इस काल में चीनी मानचित्रकारों ने पर्शिया से जापान तक विस्तृत समस्त क्षेत्र के मानचित्र बनाये थे। शिह च्वांग (Hsieh Chuang) और चिया शेन (ChiaTan) भी अच्छे व प्रसिद्ध चीनी मानचित्रकार थे।



चित्र-1.10 : चिया शेन के मानचित्र का अंश

1.4.2 मध्य काल (Medieval Period)

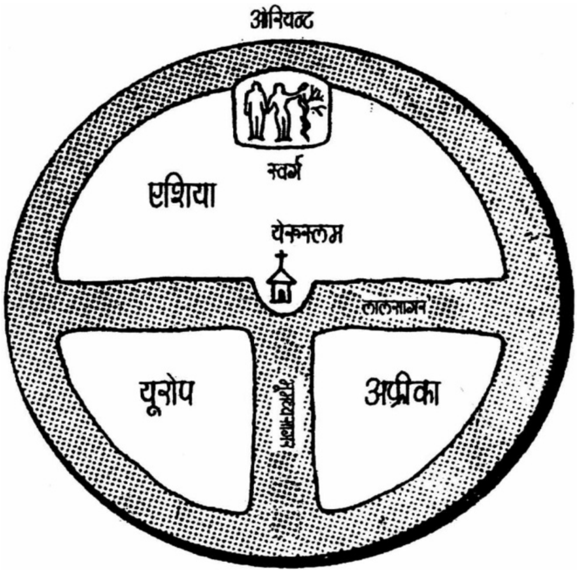
इस काल में मानचित्रकला का विकास मुख्यत: दो अलग – अलग काल में हुआ।

- मध्य काल का पूर्वार्द्ध काल (400–1200 ई.)
- मध्य काल का उत्तरार्द्ध काल (1200–1500 ई.)

इस युग के उत्तरार्द्ध में दिक सूचक यंत्र का आविष्कार हो गया था अत: मानचित्रकला इससे काफी प्रभावित हुई इसी कारण से इस काल को दो कालों में विभक्त करना ही उपयुक्त है।

1.4.2.1 पूर्वार्द्ध काल (Early Period)

वैसे तो मानचित्रकला का हास रोमन युग के पतन से शुरू हो गया था। इस काल को अन्ध काल कहा जाता है। इस समय ईसाई धर्म का बोल बाला था और सभी विद्वानों को ईसाई धर्म ग्रंथों के खिलाफ बोलने की अनुमति नहीं थी। चौथी शताब्दी के मुख्य मानचित्र तीर्थयात्रियों के लिये बने थे। जो ईसा मसीह की जन्मभूमि जेरूसलम में आते जाते थे। पृथ्वी को तश्तरी के समान गोल व चपटी माना तथा रोग वासियों के ' ऑरबिस टेरारम ' मानचित्र को सरल बनाते हुये ईसाई धर्म के अनुसार परिवर्तित करके भौगोलिक दृष्टि से महत्वहीन बना दिया गया। इस मानचित्र को ' टी – इन – ओ ' कहा गया । इसमें ' ओं ' शब्द पृथ्वी को दर्शाता है तो 'टी ' शब्द महाद्वीपों की आकृति पृथक करता है। इसकी क्षैतिज एवं ऊर्ध्वाधर पट्टियाँ क्रमश: डोन लाल सागर व भूमध्यसागर को प्रकट करती है।



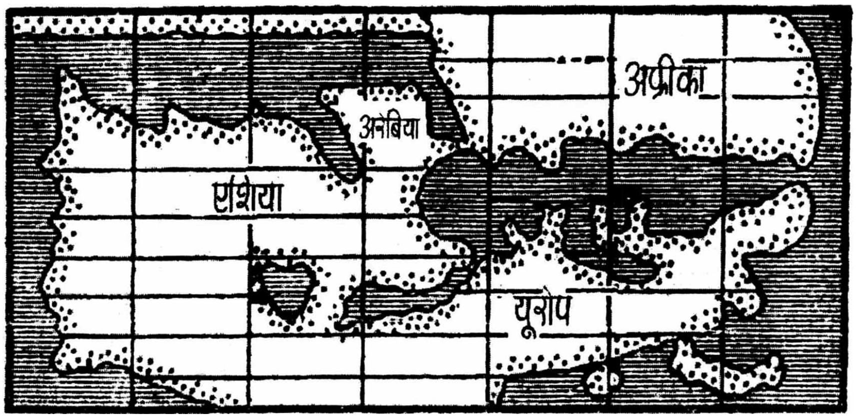
चित्र-1.11 : टी-इन-ओ मानचित्र

स्पेन के सेन्ट बीट्स ने 776 में ' ऑरबिस टेरारम ' को ईसाई धर्म के अनुसार परिवर्तित कर उसका महत्व कम कर दिया। इसमें स्वर्ग, आदम हव्वा, तथा वर्जित वृक्ष के अतिरिक्त स्वर्ग की चार नदियाँ – यांग्टिसी, गंगा, दजला–फरात भी प्रदर्शित की।

हेयरफ़ोर्ड का मानचित्र संसार के 'मैप्पा मुण्डी' का उत्कृष्ट उदाहरण है। इसका व्यास 1. 5 मीटर है और इसके ऊपरी भाग को पूर्वी दिशा माना है। इसमें बाईबल की कथाएँ अंकित है।

एब्सटॉर्फ का मानचित्र हेयरफोर्ड के मानचित्र से भिन्न था। यह 4 मीटर व्यास का व ईसामसीह के शरीर के रूप में प्रदर्शित किया गया था।

इस युग में यूरोप में मानचित्रकला का पतन हो रहा था वही अरब वासी, यूनानियों के आधार पर अच्छे मानचित्र बना रहे थे। अरब जगत का प्रसिद्ध मानचित्र इदरीसी ने सन 1154 में बनाया था। इसमें आयाताकार प्रक्षेप का आश्रय लिया गया था।

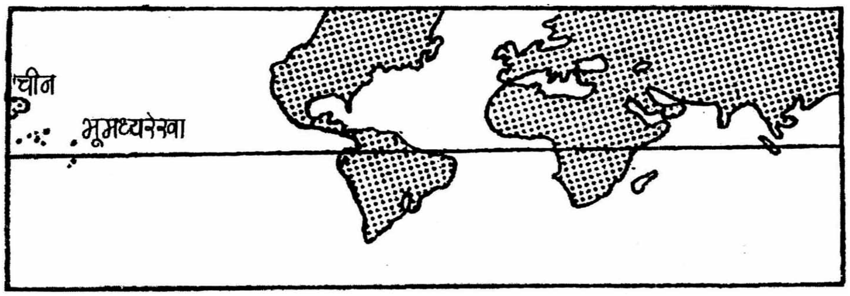


चित्र-1.12 : इदरीसी का संसार मानचित्र

1.4.2.2 उत्तरार्द्ध काल (Later Period)

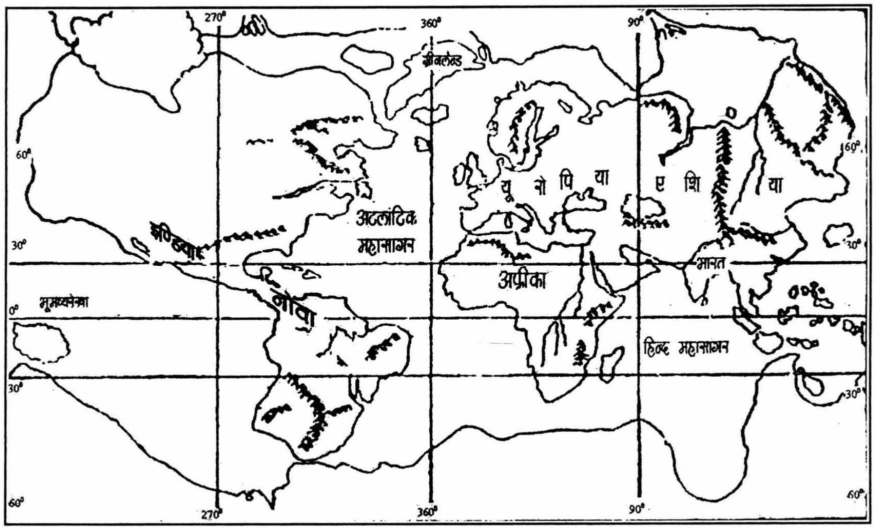
इस काल को पुनर्जागरण काल भी कहते हैं। इस काल में मानचित्रकला के पुन:विकास के आधार दिखाई पड़ने लगे। इस काल में टाल्मी की पुस्तक 'ज्याग्रफिया' को आधार बनाकर मुद्रण की तकनीकों के विकास के परिणामस्वरूप मानचित्रकला में क्रान्तिकारी परिवर्तन आया। इस समय नई दुनिया की खोज हुई व यात्राओं से विभिन्न क्षेत्रों का पता चला। डच मानचित्रकार मर्केटर ने यूरोप का मानचित्र और विश्व मानचित्र की रचना की। रोमन मानचित्र एक दिश नौपथ रेखा (Rhumbline) से युक्त प्रोटोलन शैली में बने थे। बाद में मानचित्रों मे प्रक्षेपों का भी प्रयोग किया गया। इस काल में थियोडोलाइट तथा प्लेन टेबुल आदि सर्वेक्षण– उपकरणों के अविष्कार ने भू –भागों के सही–सही सर्वेक्षण एवं मानचित्रण के कार्य को सरल बना दिया था।

जुऑन डी ला कोसा ने 1500 में संसार–मानचित्र बनाया था। वॉल्डीसीमुलर ने 1507 में संसार मानचित्र बनाया था जिसमें पहली बार दोनों अमेरिका महाद्वीपों को स्पष्ट रूप में एशिया महाद्वीप से अलग दिखलाया गया था। डीगो रिबरो ने 1529 में आधुनिक मानचित्रों से मिलता–जुलता एक संसार मानचित्र बनाया था।



चित्र-1.13 : डीगो रिबरों का संसार मानचित्र

मार्टिन बीहेम ने 1492 में एक ग्लोब बनाया था जो पार्थिव ग्लोबों में सबसे प्राचीन है। लगभग 50 से. मी. व्यास वाले इस ग्लोब पर भूमध्यरेखा, कर्क रेखा, मकर रेखा, आर्कटिक व अन्टार्कटिक वृत्त के अतिरिक्त नवीन खोजों को भी इस पर दिखाया गया था। लेकिन इस ग्लोब पर अमेरिका को नहीं दिखाया गया। 1515 व 1520 में जोहेनस स्कोनर ने दो ग्लोंबों का निर्माण किया। 1554 में मर्केटर में यूरोप का मानचित्र बनाया। लेकिन उन्हें सबसे अधिक प्रसिद्धि अपने शुद्ध दिशा तथा यथाकृतिक बेलनाकार प्रक्षेप से प्राप्त हुई। 1570 में अब्राहम ऑर्टिलियस ने 'थियेटरम ऑरबिस टेरारम ' नामक मानचित्रावली प्रकाशित की जो संसार की प्रथम आधुनिक मानचित्रावली मानी जाती है।



चित्र 1.14 मर्केटर का संसार मानचित्र

1.4.3 आधुनिक काल (Modern Period)

सत्रहवीं शताब्दी के प्रारम्भिक चरण में मानचित्र कला में एक नवीन वैचारिक क्रान्ति आयी। इसका मुख्य कारण वैज्ञानिक चिन्तन का विकास था। नये सर्वेक्षण उपकरणों के आविष्कार और मानचित्रण तकनीकों में सुधार से अपेक्षाकृत अच्छे मानचित्रों का निर्माण होने लगा। इसी समय छायांकन एवं प्रतीकों के द्वारा उच्चावच –निरूपण की विधि को विकसित करने का श्रेय फिलिप–बुआचे को जाता है। जे जी लेहमान ने हैश्यूर प्रणाली से उच्चावच प्रदर्शित किया। 1749 में पहली बार स्थल भागों पर समोच्च रेखाओं से उच्चावच प्रदर्शन मिलट डी मरकन ने किया। इससे पूर्व 1737 में पहली बार समुद्री भागों की समोच्च रेखायें फिलिप बुआचे ने खींची थी।

आधुनिक काल में विभिन्न देशों में राष्ट्रीय सर्वेक्षण विभागों की स्थापना हुई। ब्रिटेन में 1765 में फ्रांस में 1817 में, भारत में 1767 में, श्रीलंका में 1800 में तथा संयुक्त राजय में 1882 में सर्वेक्षण विभागों की स्थापना हुई। उन्नीसवीं सदी के उतरार्द्ध में, विशेषकर 1870 के बाद यूरोपीय देशों ने अपने –अपने उपनिवेशों में आर्थिक शोषण करने के लिये वहाँ के मानचित्रों का प्रकाशन भी शुरू हुआ। स्कॉटलैण्ड की मानचित्रावली 1895 में प्रकाशित करने का श्रेय जे जी बार्थोलोमेव को जाता है। दो विश्व युद्धों का मानचित्र रचना पर गहरा प्रभाव पड़ा। युद्ध काल में सैनिक दृष्टि से मानचित्रों की मांग बढ़ गई थी। 1961 में अन्तर्राष्ट्रीय मानचित्रकला स्वयं की स्थापना हुई

जिसका उद्देश्य विभिन्न देशों की मानचित्रकला को एक समान अन्तर्राष्ट्रीय मानक के अनुसार विकसित करना था। यू.एन.ओ में भी एक मानचित्रकला विभाग स्थापित किया गया है जो 1:2,000,000 मापक पर विश्व के अन्तर्राष्ट्रीय मानचित्र तैयार करता है। वर्तमान समय में शायद ही कोई ऐसा अध्ययन का विषय है, जिसमें आरेखों, मानचित्रों का प्रयोग नहीं किया जाता हो। आज मानचित्र जीवन का एक आवश्यक अंग बन गये है।

बोध प्रश्न – 3

1. अति प्राचीन युग में कौन से मानचित्र सम्मिलित किये जाते हैं?
   ....
   ....
2. यूनानी मानचित्रकारों को अत्यधिक महत्व किस लिए दिया गया?
   ....
   ....
3. टी–इन–ओ मानचित्र से क्या अभिप्राय है?
   ....
   ....
4. ज्याग्रफिया ' पुस्तक की क्या विशेषता है?
   ....
   ....
5. पुराणों में कितने द्वीपों का उल्लेख मिलता है?
   ....
   ....
6. शुद्ध दिशा तथा यथाकृतिक बेलनाकार प्रक्षेप किसने बनाया?
   ....
   ....
7. भारत में सर्वेक्षण विभाग की स्थापना कब हुई?
   ....
   ....

1.5 मानचित्रण की सामग्री एवं उपकरण (Tools and Material of Map Making)

मानचित्र–निर्माण में विज्ञान एवं कला दोनों की आवश्यकता होती है। स्वच्छ, सुन्दर मानचित्रों की रचना करने हेतु आवश्यक सामग्री, उपकरणों के प्रयोग निपुणता, आधुनिक तकनीकों का प्रयोग, मानचित्रकला एवं सिद्धान्तों का समुचित ज्ञान आदि की आवश्यकता होती है। मानचित्र निर्माण में उपकरणों के प्रयत्नों में निम्न सावधानियाँ रखनी चाहिये। स्याही का कार्य करने के बाद उससे सम्बन्धित पेन, पटरी एवं परकार को साफ करके रखना चाहिये। स्याही की दवात बन्द करनी

चाहिये। पेन को आवश्यकता से अधिक दबाकर नहीं चलाना चाहिये। रेखांकन पेन व परकार आदि के पेच ढीले करके रेखे व ड्रांइग बोर्ड की ऊपरी सतह पर पिन नहीं लगानी चाहिये।

मानचित्र निर्माण के लिये आवश्यक सामग्री रख उपकरणों को हम दो भागों में बांट सकते हैं –

I. आरेखण सामग्री

- आरेखण सतह
- पेन्सिल
- रबर
- स्याही
- आभाएँ
- जलरंग

II. आरेखण उपकरण

- अनुरेखण मेज
- आरेख पट्ट एवं आरेख पिन
- सैट स्क्वेयर
- समान्तर रेखक
- लचीले वक्र व फ्रेंच वक्र
- पैमाना
- चाँदा आरेखण पेन
- अक्षर लेखन यन्त्र
- परकार
- विभाजक
- अन्य

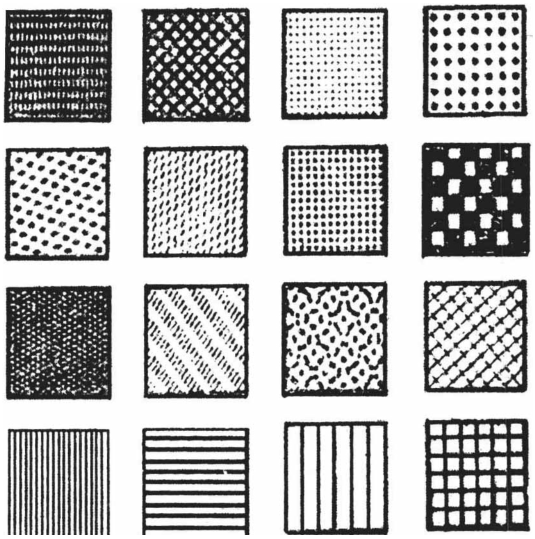
I. आरेखण सामग्री (Drawing Material)

1. **आरेखण सतह (Drawing Surface) :** यह वह समतल सतह है जिस पर कोई मानचित्र बनाया जाता है। इसमें कागज, अनुरेखण कागज (Tracing Paper), अनुरेखण कपड़ा, प्लास्टिक अथवा धातु की चादर, लकड़ी का तख्ता, दीवार आदि शामिल किये जाते है। अच्छे कागज में निम्न गुण होने चाहिये। तापमान एवं आर्द्रता के साथ कागज के आकार में अन्तर नहीं आना चाहिये। कागज की सतह चिकनी एवं सरन्ध्र (Porous) होनी चाहिये ताकि स्याही इसमें बैठकर स्थायी हो जाये। कागज मजबूत हो जिससे रबर के प्रयोग करने पर खराब न हो।
2. **पेन्सिल (Pencil) :** मानचित्रण में प्राथमिक कार्य पन्सिल से होता है। सुरमें की कठोरता के आधार पर पेन्सिल कई प्रकार की आती हैं। 6B का सुरमा अत्यन्त मुलायम होता है वहीं 9H का कठोरतम होता है। HB पेन्सिल मध्यम प्रकार की होती है।
3. **स्याही (Ink) :** मानचित्रण के लिये कई प्रकार की स्याही का उपयोग किया जाता है। मानचित्रों में अधिकतर काली स्याही का प्रयोग होता है; जो कि 'इण्डियन इंक' कहलाती है। यह स्याही गहरी काली व सूखने पर जल से घुलती नहीं है। इसके अतिरिक्त वीटो, ग्लोब,

केमिल, पेलिकन आदि कम्पनी की स्याहियाँ भी अच्छी व सस्ती होती हैं तथा अधिकाधिक उपयोग में आ रही है।

4. **रबर (Rubber) :** पेंसिल और स्याही की अवांछित रेखाओं को मिटाने के लिये रबर का प्रयोग किया जाता है। स्याही की रेखा कठोर रबर से और पेंसिल की रेखा को मुलायम रबर से मिटाते हैं।

5. **आभाएँ (Shades) :** किसी मानचित्र में भिन्न–भिन्न वस्तुओं का वितरण दिखलाने के लिये प्राय: छायाएँ बनानी पड़ती हैं। मानचित्र में मुद्रित आभाओं का प्रयोग हाथ से बनायी गयी छायाओं की अपेक्षा अच्छा होता है। इन छायाओं के उल्टी ओर मोम लगा होता है अत: दबाकर लगाने से यह मानचित्र पर चिपक जाती है और उसके बाद ब्लेड से छाया के अनावश्यक भाग को काट देते है।



चित्र-1.15 : मुद्रित आभाएँ

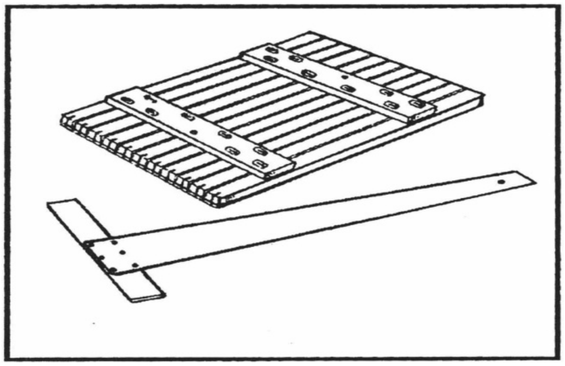
6. **जलरंग (Water Colour) :** कुछ मानचित्रों में पानी के रंगों का उपयोग करना पड़ता है। ये जलरंग टिकियों व तरल दोनों रूपों में मिलते हैं तथा प्रयोग करते समय इनमें आवश्यकतानुसार जल मिला दिया जाता हैं।

II. उपकरण (tools)

1. **अनुरेखण मेज (Tracing Table):** सागवान की लकड़ी से बने इस मेज का प्रयोग मानचित्रों के अनुरेखण के लिये किया जाता है। इस मेज के ऊपरी तल पर पारदर्शी काँच की चादर होती है जिसके नीचे की ओर बल्ब या ट्यूब लाइट लगी होती है। इस काँच पर मानचित्र रखकर बल्ब जला देते हैं जिससे इस मानचित्र का प्रतिबिम्ब ऊपर रखे ड्राइंग पेपर पर स्पष्ट दिखाई पड़ता है, जिस पर पेन्सिल फेरने से मूल मानचित्र ड्राइंग पेपर पर अंकित हो जाता है।

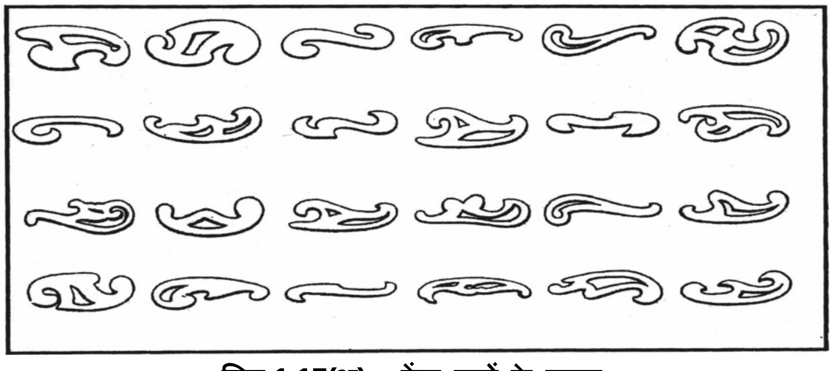
2. **आरेख पट्ट एवं आरेख पिन (Drawing Board and Thumb Tacks):** मानचित्र आरेख पट्ट पर रखकर बनाया जाता है। जो सुखायी गई कोमल लकड़ी का बना होता है। आरेख पट्ट के टी –स्क्वेयर की आकृति अंग्रेजी के 'T' अक्षर के समान होती है अत: इसे इसी नाम से पुकारते हैं। इस 'टी ' की मदद से ड्राइंग पेपर पर आरेख पट्ट के किसी भी किनारे के समान्तर रेखाएँ खीची जा सकती हैं।

कागज को पट्ट पर स्थिर रखने के लिये सेलोफेन टेप अथवा आरेख पिनों की आवश्यकता पड़ती है। इन पिनों का पट्ट के नीचे की ओर लगाते हैं ताकि पट्ट की ऊपरी सतह खराब न हो।

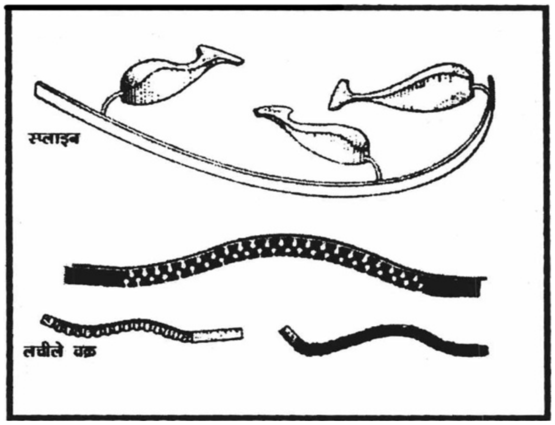


चित्र-1.16 : आरेख पट्ट एवं टी स्क्वेयर

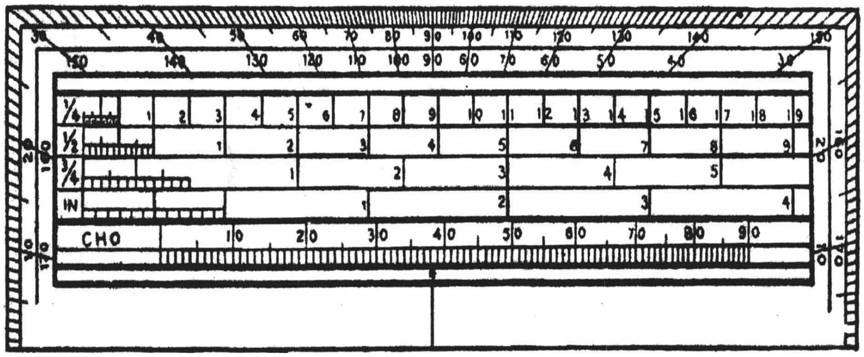
3. **सेट स्क्वेयर (Set Square):** ये लकड़ी अथवा प्लास्टिक के बने त्रिभुजाकार रूप के होते हैं। सेट दो प्रकार के होते हैं – साधारण तथा समंजनीय। इनका प्रयोग समानान्तर एवं लम्ब रेखाओं को खींचने के लिये होता है।
4. **समान्तर रेखक (Parallel Lines):** इसमें समान्तर रेखायें खींचने के लिये दो रेखक एक घूमते हुये रोलर पर लगे होते हैं। ये रोलर पीतल अथवा अन्य किसी धातु के बने होते हैं।
5. **लचीले वक्र एवं फ्रेन्च वक्र (Flexible Curves and French Curves):** मानचित्रण में बहुधा आकृतियों की वक्र रेखाएँ खींचनी पड़ती हैं। फ्रेन्च वक्र सेलुलाइड की पतली चादर को काटकर बनाये जाते हैं और ये अलग –अलग आकृति वाले होते हैं। इनका प्रयोग अक्षांश व देशान्तर रेखाएँ बनाने के लिये होता है। लचीले वक्र फ्रेन्च वक्र से अधिक उपयोगी हैं। ये कमर में बांधने की पेटी समान होते हैं। तथा इन्हें किसी भी आकृति में मोड़कर रखा जा सकता है। बड़ी वक्राकार रेखाओं के निर्माण में स्प्लाइन (Spline) का प्रयोग होता है।
6. **पैमाना (Scale):** इनकी मदद से रेखाओं की लम्बाई पढ़ी जा सकती है। ये लकड़ी, कागज, प्लास्टिक अथवा धातु के बने होते हैं। इस पर स्याही से काम करने के लिये यह ध्यान रखना आवश्यक है कि निब व पेन लम्बवत् रहे।
7. **चाँदा (Protractor):** इसका प्रयोग कोण मापने के लिये किया जाता है। ये तीन प्रकार के होते हैं – वृत्ताकार, अर्द्धवृत्ताकार व आयताकार।



चित्र-1.17(अ) : फ्रेंच वक्रों के प्रकार

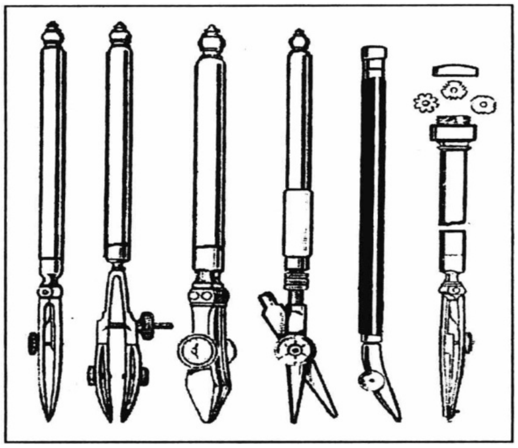


चित्र-1.17(ब) : स्प्लाइन एवं लचीले वक्र



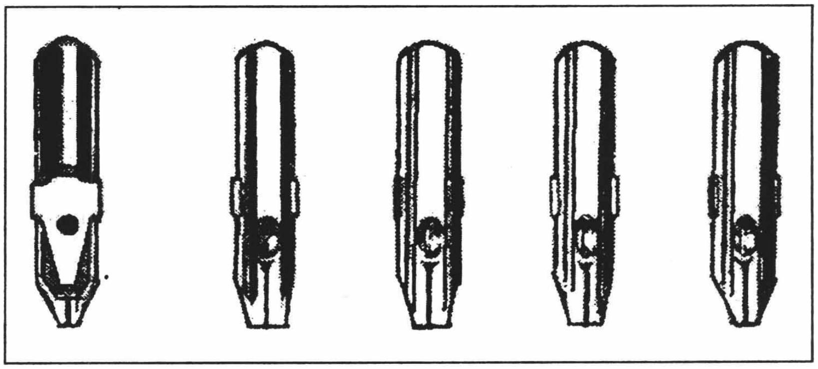
चित्र-1.18 : आयताकार चॉंदा

8. **आरेखण पेन (Drawing Pen):** मानचित्रों पर स्याही चढ़ाने एवं उसको पक्का करने के लिय विभिन्न प्रकार के आरेखण पेन काम में लिये जाते हैं। इनमें लाइनिंग पेन, बार्डर लाइन पेन, कन्टूर या कर्व पेन, डाटिंग पेन आदि मुख्य हैं। साधारण रेखा खींचने के लिए रोड पेन, मोटी रेखा बनाने के लिए बार्डर लाइन पेन, वक्राकार रेखाओं के लिए कर्व पेन, बिन्दुदार रेखाएँ खींचने के लिए डाटिंग पेन प्रयोग किये जाते है, जिन में स्याही ड्रापर से भरते हैं। कार्य समाप्ति पर फलकों को ढीला कर उनकी स्याही को कपड़े से साफ कर देना चाहिए।



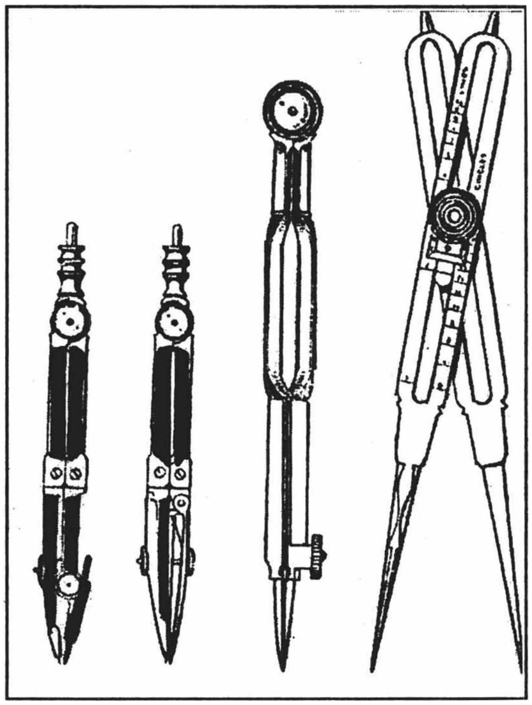
चित्र-1.19 : आरेखण पेनों के प्रकार

9. **अक्षर लेखन यन्त्र (Lettering Instrument):** हाथ से अक्षर लिखने के लिये विशेष प्रकार की निबों की आवश्यकता होती है। इन निबों की नोक गोल अथवा कलम के समान कटी होती है। इनकी मोटाई भिन्न –भिन्न होती है इसीलिये इन्हें विभिन्न नम्बरों से सम्बोधित करते हैं।



चित्र-1.20 : निबों के प्रकार

10. **विभाजक (Dividers):** ये दो प्रकार के होते है – साधारण एवं आनुपातिक। मानचित्र पर दो बिन्दुओं के बीच की दूरी मापने तथा रेखाओं का समान भागों में बांटने के लिये साधारण विभाजक काम आता है। इसके विपरीत आनुपातिक विभाजक मानचित्रों के विवर्धन तथा लघुकरण के काम आता है।
11. **परकार (Compasses):** इसका उपयोग चाप एवं वृत्त बनाने के लिये होता है। ये लोहे या पीतल के बने होते हैं। इंक परकार में स्याही का प्रयोग कर वृत्त बनाये जाते हैं। वृहद चापों अथवा वृतों के लिये बीम कम्पास का प्रयोग और छोटे वृत्तों के लिये रोटेटिंग कम्पास का प्रयोग करते हैं।



चित्र-1.21 : परकार एवं डिवाइडर्स

इन सभी उपकरणों के अलावा आरेखण मशीन, हैचिंग मशीन, कागज काटने की मशीन आदि भी मानचित्रण में काम आते है।

बोध प्रश्न 4

1. फ्रेन्च वक्र किसे कहते हैं?

....

....

2. अच्छे आरेखण कागज में क्या गुण होने चाहिये?

....

....

3. विभाजक एवं परकार में क्या अन्तर है?

....

....

1.6 मानचित्रण की तकनीक (Techniques Of Map Making)

मानचित्र निर्माण हेतु निम्न प्रक्रिया का अनुसरण होता है जो छः चरणों में पूर्ण होता है– (i) प्रक्षेप का चयन (ii) मापनी का चयन (iii) आकड़ों का संकलन (iv) मान चित्र संघटन (v) अक्षर लेखन तथा (vi) ओरखन

(i) प्रक्षेप का चयन (Selection of Projection): गोलाकार पृथ्वी का समतल सतह पर मानचित्र बनाने के लिये प्रक्षेप की आवश्यकता होती है। प्रक्षेप विभिन्न प्रकार के होते हैं और प्रत्येक प्रक्षेप के कुछ अपने विशिष्ट गुण व दोष होते हैं अतः प्रक्षेप का चयन, स्थिति, उद्देश्य, क्षेत्रफल, दिशा व आकृति को ध्यान में रखकर किया जाता है जैसे भू मध्यरेखीय क्षेत्रों के लिये बेलनाकार प्रक्षेप, मध्य अक्षांशों के लिये शंकु प्रक्षेप तथा ध्रुवीय क्षेत्रों के लिये खमध्य प्रक्षेप का चयन करते हैं। जिस प्रक्षेप पर मानचित्र बनाया गया है उसके नाम को मानचित्र के चौखटे में बायीं ओर लिख देते हैं जिससे पाठक मानचित्र में आयी त्रुटियों को समझ सके। वायुमार्गो व समुद्री मार्गों के लिये शुद्ध दिशा प्रक्षेप, वितरण मानचित्रों हेतु समक्षेत्र प्रक्षेप तथा राजनीतिक मानचित्रों के लिए शुद्ध आकृति वाले प्रक्षेपों में से किसी का चयन किया जाता है।

(ii) मापनी का चयन (Selection of Scale): स्थानों के बीच धरातल की दूरियों तथा मानचित्रों पर उन्हीं स्थानों के बीच दूरियों को शुद्ध दर्शाने के साथ–साथ कागज के आकार तथा मानचित्र निर्माण के उद्देश्यों की पूर्ति हेतु एक मापनी का चयन किया जाता है। मानचित्र पर मापनी प्रदर्शन करने की तीन विधियाँ है – कथन द्वारा, प्रदर्शक भिन्न द्वारा तथा आलेखी विधि के द्वारा। मूल आकार से भिन्न आकार में मानचित्र बनाये जाये तो उनके लिए आलेखी विधि ही प्रयोग करनी चाहिये।

(iii) आकड़ों का संकलन (Data Complication): प्रक्षेप और मापनी के सही चयनोपरान्त हमें उस क्षेत्र का रेखा मानचित्र की आवश्यकता होती है जो कि प्राथमिक मानचित्र को अनुरेखित करके बनाया जा सकता है। इसे सही आकार में बनाने के लिये इसका लघुकरण या विवर्धन

कर सकते है। कई बार भिन्न–भिन्न भागों के मानचित्रों को एक ही मापनी पर जोड़ना पड़ता है।

दूसरे चरण में हम मानचित्र पर आधार आँकडों को प्रस्तुत करते हैं जिससे मानचित्र अधिक उपयोगी बन सके। आधार आंकड़ें कई प्रकार के होते हैं और उन्हे मानचित्र की विषय वस्तु के अनुसार ही प्रदर्शित किया जाना चाहिए जैसे, फसलों के वितरण मानचित्र में समवर्षा रेखाओं को आधार आंकड़ों के रूप में दिखाया जा सकता हैं।

तीसरे चरण में आकड़ों के प्रदर्शन हेतु मात्रात्मक रण गुणात्मक विधियाँ प्रयोग में ली जाती हैं। गुणात्मक विधियों जैसे रंगारेख विधि (Chorochrmotic), चित्रीय विधि (Pictorial Method), वर्ण प्रतीकी विधि (Chorochromatic Method) तथा नामांकन विधि (Naming Method) के गुण प्रधान वितरण मानचित्र बनते है जबकि मात्रात्मक विधियों में बिन्दु विधि (Dot Method), सममान रेखा विधि (Isopleth Method), छायाविधि (Choropleth Method) आदि मुख्य हैं। इन विधियों में से उचित विधि का चयन कर मानचित्र आंकड़े को प्रदर्शित करना चाहिए।

(iv) मानचित्र संघटन (Map Comporition): इसके अन्तर्गत मानचित्र के चौखटे में रूपरेखा मानचित्र के द्वारा प्रयुक्त सतह के बाद कुछ रिक्त स्थान बचे रहते है जिनका उपयोग मानचित्र संघटन के आवश्यक तत्व जैसे मानचित्र शीर्षक, संकेत सूचिका, मापनी, अक्षांश व देशान्तर व आन्तरचित्र आदि को दर्शाने हेतु किया जाता है। मानचित्र संघटन में निम्न बातों को ध्यान में रखना चाहिए–

(a) मानचित्र का शीर्षक (Title of Map): मानचित्र का शीर्षक दर्शाते समय क्षेत्र का नाम, मानचित्र की विषय–वस्तु तथा आकड़ों का प्राप्ति वर्ष अवश्य लिखना चाहिए। शीर्षक सदैव पूर्ण, संक्षिप्त एवं स्पष्ट होना चाहिए।

(b) संकेत (Legend): मानचित्र में गुणात्मक एवं मात्रात्मक विधियों का प्रयोग होता है अत: मानचित्र के पठन हेतु उनके लिये संकेत बनाकर अर्थ लिखना आवश्यक होता है। संकेत में प्रतीक हेतु प्रयुक्त आकृति व आकार ठीक वैसा ही होना चाहिए जैसा की मानचित्र में बनाया गया है।

(c) चौखटा (Border): प्रत्येक मानचित्र को आयताकार या वर्गाकार चौखटे से घेरना आवश्यक होता हैं। मानचित्र के आकार के अनुरूप चौखटे की मोटाई निर्धारित करनी चाहिये। कभी–कभी दो रेखाएँ खींच कर चौखटा बनाया जाता है जिसमें अक्षांश देशान्तर के मान प्रदर्शित कर दिये जाते है।

(d) अक्षांश–देशान्तर रेखाएं (Latitudes and longitudesial lines): अक्षांश–देशान्तर रेखाओं के देने से मानचित्रों की उपयोगिता बढ़ जाती है। लेकिन ऐसा नहीं होना चाहिये कि इन रेखाओं के जाल से मानचित्र अस्पष्ट हो जाये। अगर ऐसा करना आवश्यक हो तो बारीक रेखाएँ बनानी चाहिए अन्यथा चौखटे पर अक्षांश–देशान्तर के चिह्न अंकित कर मान लिख देने चाहिए।

(e) आन्तरचित्र (Inset): मानचित्र के चौखटे में रिक्त स्थान पर एक अलग चौखटा बनाकर लघु मानचित्र बना देते है इसे आन्तरचित्र कहते हैं। इसकी विषय वस्तु मुख्य मानचित्र से सम्बन्धित होती है। इसका मापक, शीर्षक, संकेत सभी मुख्य मानचित्र से भिन्न होते हैं।

(f) दिकविन्यास (Orientation): जब मानचित्र पर अक्षांश–देशान्तर नहीं होते तो दिशा बोध कराने के लिय मानचित्र में उचित स्थान पर तीर या कम्पास फूल बनाकर उत्तर या N लिख देते हैं। सामान्यत: यह ऊपर की ओर होता है।

(v) अक्षर लेखन (Letter Writing): अक्षर लेखन का मानचित्र में बहुत महत्वपूर्ण स्थान है। मानचित्र का आकार, मानचित्र में प्रदर्शित स्थानों का तुलनात्मक महत्व तथा मुद्रण के पश्चात् मूल मानचित्र के आकार में होने वाले परिवर्तन आदितीनों तथ्य मानचित्र में काम लिये जाने वाले अक्षरों के आकार को निश्चित करते है। अक्षरों के आकार को 'प्वाइंट' कहते है जैसे 10, 12, 18 प्वॉइन्ट आदि। प्वॉइन्ट की ऊँचाई 173 मिलीमीटर होती है। अक्षरों के प्रकार जैसे सीधे, तिरछे, बड़े या छोटे का चयन निश्चित उद्देश्य की पूर्ति के लिये किया जाता है। अक्षर लेखन की कई शैलियाँ है जैसे गोथिक, रोमन, इटेलिक, आधुनिक आदि। इनका उपयोग मानचित्र पर समय और साधन के अनुरूप ही होना चाहिये। मानचित्र में विभिन्न तथ्यों के अनुरूप उनके निश्चित स्थान में है जहाँ अक्षर–लेखन उनके लिये किया जाता है जैसे पर्वित श्रेणियों और नदियों के नाम उनकी दिशा के समान्तर लिखे जाते है, नगरों के नाम अक्षांश रेखाओं के समान्तर लिखते हैं, बन्दरगाहों के नाम समुद्री भाग पर लिखे जाते हैं, महाद्वीपों के नाम फैला कर लिखे जाते हैं आदि।

(vi) मानचित्र का आरेखन (Drafting of a map): यह मानचित्र निर्माण की वास्तविक क्रिया है जो उसे स्वरूप प्रदान करती है।

सर्वप्रथम मानचित्र के चौखटे में उपयुक्त स्थान पर रूपरेखा मानचित्र खींचते हैं। फिर विभिन्न भौगोलिक तथ्यों की सही–सही अवस्थिति ज्ञात कर उसे पेंसिल से अंकित करते हैं। फिर आन्तरिक सीमायें, रेलमार्ग, सडकों तथा उन पर नगरों को अंकित करते हैं। सबसे बाद में मानचित्र पर अक्षर –लेखन का कार्य नियमानुसार सम्पन्न किया जाता है।

फिर इस पर स्याही से आरेखन करते है। स्याही से आरेखन के समय सर्वप्रथम अक्षर लेखन, फिर प्रतीकों को पक्का करना और अन्त में शेष कार्य सम्पन्न किया जाता है।

बोध प्रश्न – 5

1. मानचित्र के संकलन से क्या तात्पर्य हैं?

....

....

2. मानचित्र संघटन में किन बातों का ध्यान रखना जरूरी होता हैं?

....

....

3. संकेत सूचिका से क्या तात्पर्य हें?

....

....

4. आन्तर चित्र किसे कहते हैं?

....

....

1.7 सारांश (summary)

इस इकाई में मानचित्रकला के इतिहास पर दृष्टिपात करने से यह बात भली–भाँति ज्ञात हो जाती है कि मानचित्रकला का जितना विकास आधुनिक काल में हुआ है उतना विकास किसी अन्य युग में नहीं हुआ। मानचित्रकला में कला एवं विज्ञान दोनों का समावेश है, इसकी जानकारी ली। साथ ही हमने मानचित्रण के काम जाने वाले उपकरणों की समुचित जानकारी ली एवं मानचित्रण की विभिन्न तकनीकों को हमने इस इकाई में विस्तारपूर्वक समझा है।

1.8 शब्दावली (Glossary)

- **आर्बिस टेरारम :** विश्व मण्डल,
- **हैश्यूर :** उच्चावच निरूपण की विधि,
- **थियेटरम ऑरबिस टेरारम :** संसार की प्रथम आधुनिक मानचित्रावली,
- **स्प्लाइन :** बड़ी वक्राकार रेखा बनाने का उपकरण,
- **हैचिंग मशीन :** मानचित्र पर समान दूरी पर रेखा खींचने की मशीन ।

1.9 सन्दर्भ ग्रन्थ (Reference Books)

1. इन्द्रपाल व हेमशंकर : **मानचित्र एवं प्रक्षेप,** राज. हिन्दी ग्रन्थ अकादमी, जयपुर, 1987
2. सिंह, आर.एल : **प्रायोगिक भूगोल,** कल्याणी पब्लिशर्स, नयी दिल्ली 1991,
3. शर्मा, जे पी. : **प्रायोगिक भूगोल,** रस्तोगी पब्लिकेशन्स, मेरठ 2003,
4. मामोरिया व जैन : **प्रयोगात्मक भूगोल,** साहित्य भवन, आगरा 2001,
5. तिवारी व त्रिपाठी : **अभिनव प्रयोगात्मक भूगोल,** प्रयाग पुस्तक भवन, इलाहाबाद, 2003।

1.10 बोध प्रश्नों के उत्तर

बोध प्रश्न – 1

1. सम्पूर्ण पृथ्वी या उसके किसी भाग का एक निश्चिय मापक और प्रक्षेप पर विभिन्न संकेतों द्वारा प्रदर्शन ही मानचित्र है।
2. मानचित्र, उच्चावचन प्रतिरूप तथा चार्टों की रचना हेतु मूल सर्वेक्षण मुद्रण तक के सभी प्रक्रमों की कला एवं विज्ञान को मानचित्रकला कहते हैं।
3. मानचित्रण हेतु मानचित्रकार को भूगोल, गणित तथा अन्य विषयों का ज्ञान होना आवश्यक है ताकि वह धरातलीय लक्षणों का प्रदर्शन सापेक्षिक सम्बन्धों के अनुरूप कर सकें। इसकी प्रकृति में कलात्मक एवं वैज्ञानिक पक्ष महत्वपूर्ण होते हैं।

बोध प्रश्न – 2

1. मानचित्रकला विभिन्न विषयों जैसे भौतिक, सामाजिक, सांस्कृतिक, राजनीतिक एवं मानवीय विज्ञानों के बीच एक पुल की तरह है ओर उनके बीच एक सामंजस्य बनाये रखता है, इसीलिये यह एक अन्तर–शासनिक विज्ञान हैं ।

बोध प्रश्न – 3

1. वे मानचित्र जिन्हें मनुष्य ने जंगली अवस्था में बनाया था जैसे मार्शल द्वीपों के निवासियों के मानचित्र, एस्कीमो, रेड इण्डियन आदि के मानचित्र आदि। ये प्राय: मिट्टी, चट्टानों, खालों रण छालों पर बनाये जाते थे।
2. यूनानियों ने पृथ्वी को सर्वप्रथम गोलाकार अथवा अण्डाकार रूप में माना, भूमध्य रेखा, ध्रुवों की कल्पना की।
3. इसका तात्पर्य 'ओरबिस टेरारम' से है। इनमें अंग्रेजी का 'ओ' शब्द पृथ्वी को दर्शाता है तथा 'टी' शब्द महाद्वीपों की आकृति बताता है।
4. यह पुस्तक आठ खण्डों में विभाजित है जिसमें मानचित्र निर्माण सम्बन्धी विद्धान्तों का वर्णन एवं उसका प्रयोग अक्षांश– देशान्तर का भी उल्लेख किया है।
5. पुराणों से सात द्वीपों का वर्णन मिलता है।
6. इस प्रक्षेप को मर्केटर ने बनाया।
7. भारत में सर्वेक्षण विभाग 1767 में स्थापित हुआ।

बोध प्रश्न – 4

1. मानचित्रण में अक्षांश–देशान्तर तथा अन्य आवश्यकतानुसार आकृतियों की वक्र रेखाएं खींचने में इनका प्रयोग होता हैं।
2. तापमान एवं आर्द्रता के साथ कागज के आकार में अन्तर नहीं आना चाहिए। कागज की सतह चिकनी एवं सरन्ध्र होनी चाहिए। कागज मजबूत होना चाहिए।
3. विभाजक दो बिन्दुओं के बीच की दूरी मापने तथा रेखाओं को समान भागों में बाटने के लिये काम आता है जबकि परकार से वृत्त बनाये जाते हैं।

बोध प्रश्न – 5

1. संकलन में तीन कार्य सम्पन्न किये जाते हैं जैसे – रूपरेखा मानचित्र की रचना आधार आंकड़ों का चयन तथा वांछित आकड़ों का प्रदर्शन ।
2. शीर्षक, संकेत सूचिका, चौखटा, अक्षांश–देशान्तर रेखाएं, आन्तरचित्र एवं दिकविन्यास।
3. मानचित्र पर प्राकृतिक रण सांस्कृतिक लक्षणों का प्रदर्शित करने के लिये रंगों, प्रतीकों व छायाओं को प्रयुक्त करते हैं। इस सूचिका से मानचित्र पढ़ने में मदद मिलती है।
4. मानचित्र के चौखटे के अन्तर्गत रिक्त स्थानों पर एक पृथक चौखटा बनाकर लघु मानचित्र बना देते हैं, इसे आन्तरचित्र कहते हैं।

1.11 अभ्यासार्थ प्रश्न

1. 'मानचित्रकला एक कला होने के साथ–साथ विज्ञान भी हें' इस कथन की विवेचना कीजिए।
2. मानचित्रकला के इतिहास में यूनानियों के योगदान पर एक लेख लिखिए।
3. मानचित्रण की तकनीकों की विवेचना कीजिए।

इकाई 2 : मानचित्रों का विवर्धन, लघुकरण एवं संयुक्तीकरण (Enlargement, Reduction of Maps and Combination of Maps)

इकाई की रूपरेखा

2.0 उद्देश्य

2.1 प्रस्तावना

2.2 मानचित्रों के विवर्धन व लघुकरण की विधियाँ

2.3 मानचित्रों के विवर्धन व लघुकरण के अभ्यास

2.3.1 आलेखी विधियां

2.3.1.1 वर्ग विधि

2.3.1.2 समत्रिभुज विधि

2.3.1.3 किरण विधि

2.3.2 यांत्रिक विधियां

2.3.2.1 पेन्टोग्राफ विधि

2.3.2.2 इंडोग्राफ विधि

2.3.2.3 कैमरा ल्यूसिडा

2.3.2.4 समानुपातिक परकार

2.3.2.5 फोटोग्राफ विधि

2.3.2.6 फोटोस्टेट विधि

2.4 मानचित्रों का संयुक्तीकरण

2.5 मानचित्रों का क्षेत्रफल ज्ञात करना

2.5.1 वर्ग विधि

2.5.2 पट्टी विधि

2.5.3 ज्यामितीय विधि

2.5.4 डॉट प्लेनीमीटर विधि

2.6 प्लेनीमीटर का उपयोग

2.7 सारांश

2.8 शब्दावली

2.9 सन्दर्भ ग्रन्थ

2.10 बोध प्रश्नों के उत्तर

2.11 अभ्यासार्थ प्रश्न

2.0 उद्देश्य (Objectives)

इस इकाई का उद्देश्य है -

- मानचित्रों का विवर्धन व लघुकरण की विधियों को समझाना,

- मानचित्रों का विवर्धन व लघुकरण करने के प्रायोगिक अभ्यास,
- पड़ौसी राज्य या जिले या प्रदेश के मानचित्रों का संयुक्तीकरण स्पष्ट करना,
- मानचित्रों के माध्यम से क्षेत्रफल ज्ञात करना,
- प्लेनीमीटर के उपयोग को समझना।

2.1 प्रस्तावना (Introduction)

हमें समय–समय पर मानचित्रों को बड़ा व छोटा करने की आवश्यकता पड़ती है। मानचित्रों के विवर्धन एवं लघुकरण से तात्पर्य उनके मापक में पीरवर्तन से है। इस इकाई में हम इसके साथ ही विभिन्न मापनियों पर बने संलग्न क्षेत्रों के मानचित्रों को जोड़कर समस्त क्षेत्र का नयी मापनी पर नया मानचित्र बनाना समझ सकते है। साथ ही मानचित्रों से क्षेत्रफल ज्ञात करने की विधियां व प्लेनीमीटर से क्षेत्रफल ज्ञात करना दर्शाया गया है।

2.2 मानचित्रों के विवर्धन व लघुकरण की विधियाँ (Methods of Enlargement and Reduction of Maps)

मानचित्रों के विवर्धन एवं लघुकरण से तात्पर्य उनके मापक में परिवर्तन से है। उदाहरण, यदि 1 : 40,000 प्रदर्शक भिन्न पर बने मानचित्र को 1 : 20, 000 प्रदर्शक भिन्न पर बना दिया जाये तो इसे मापक –विवर्धन कहते हैं। इसमें मानचित्र का आकार मूल मानचित्र के आकार से बड़ा होगा और यदि मूल मानचित्र को 1 : 60, 000 प्रदर्शक भिन्न पर बनाया जाये तो यह मापनी–लघुकरण होता है जिसमें नया मानचित्र मूल मानचित्र से छोटे आकार वाला होगा।

मानचित्र मापक का विवर्धन दो मुख्य कारणों से किया जाता है : प्रथम, किसी आधार मानचित्र में यदि विस्तृत सूचनाएं बाद में सर्वेक्षण द्वारा अंकित करनी हो। द्वितीय, मानचित्र में जब अन्य बहु त सी सूचनाओं को अंकित करने के लिये अधिक स्थान की आवश्यकता पड़ती है जैसे, सैनिकों के प्रयोग के लिये युद्ध– क्षेत्रों के छोटे–छोटे मानचित्रों को बड़ा करके उनमें युद्ध सम्बन्धी जानकारियाँ अधिक स्पष्ट रूप से प्रदर्शित कर दिये जाते हैं। मापक लघुकरण की आवश्यकता बड़े मानचित्रों के एकीकरण हेतु होती है, जैसे यदि दो या अधिक मानचित्रों को एक ही स्थान पर बनाना हो तो उसका लघुकरण अनिवार्य हो जाता है।

मापनी को आवश्यकतानुसार छोटा–बड़ा बनाने के लिए निम्न विधियां काम में लायी जाती हैं :

1. आलेखी विधियों

(i) वर्ग विधि
(ii) समत्रिभुज विधि
(iii) किरण विधि

2. यांत्रिक विधियाँ

I. पेन्टोग्राफ विधि
II. इडोग्राफ विधि
III. कैमरा ल्यूसिडा
IV. समानुपातिक परकार
V. फोटोग्राफ विधि

VI. फोटोस्टेट विधि

2.2.1 आलेखी विधि

इसमें ज्यामिति की विभिन्न आकृतियों जैसे त्रिभुज, वर्ग की मदद से मानचित्र को छोटा या बड़ा किया जाता है।

2.2.1.1 वर्ग विधि (Square Method)

यह सबसे सरल विधि है। इसमें समान आकार के वर्गों का प्रयोग किया जाता है। मूल मानचित्र पर पेंसिल की सहायता से वर्गों का जाल बना दिया जाता है। इसके बाद नये मानचित्र के मापक के अनुसार परिकलन कर बनाये जाने वाले वर्ग की भुजा की लम्बाई ज्ञात कर नये जाल पर वर्गों का जाल बनाया जाता है। इस तरह नये जाल पर वर्गों के अक्षरों के सहारे मूल मानचित्र की अनुकृति उतार लेते हैं। इसमें नये वर्ग की भुजा ज्ञात करने का सूत्र है–

$$\text{नये वर्ग की भुजा की लम्बाई} = \frac{\text{नयी मापनी}}{\text{पुरानी मापनी}} \times \text{मूल मानचित्र पर बने वर्ग की भुजा की लंबाई}$$

यहां यह ध्यान रखें कि वर्ग जितने ही छोटे एवं अधिक संख्या में होते हैं नया मानचित्र उतना ही शुद्ध होता है।

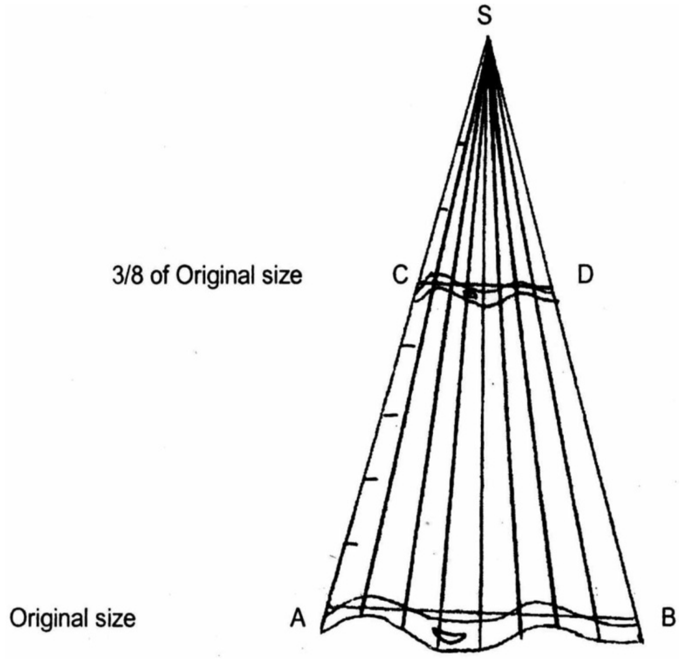
2.2.1.2 समान त्रिभुज विधि (Similar Triangle Method)

इसमें वर्गों के स्थान पर समान त्रिभुज का उपयोग होता है। इसका उपयोग केवल रेल मार्ग, सड़क मार्ग, नदी आदि को छोटा व बड़ा करने में होता है। समान त्रिभुज विधि में मानचित्रों को जितनी बार घटाना या बढ़ाना होता है, प्रत्येक बार मूल मानचित्र के त्रिभुज के समानाकृति वाला अलग त्रिभुज बनाया जाता है। इस त्रिभुज में जिस मार्ग की एवं निकटवर्ती भाग की आकृति बनानी हैं उसे इस प्रकार घेरेंगे कि अधिक विस्तार वाला भाग या डेल्टा वाला भाग आधार की ओर हो। त्रिभुज में नये मानचित्र में शुद्धता बनाने के लिये मूल मानचित्र में ही वर्ग बना देते हैं। नये मानचित्र के त्रिभुज का आधार निम्न सूत्र से ज्ञात किया जाता है –

$$\text{नये वर्ग की भुजा की लम्बाई} = \frac{\text{नयी मापनी}}{\text{पुरानी मापनी}} \times \text{मूल मानचित्र के त्रिभुज का आधार}$$

2.2.1.3 किरण विधि (Ray Method)

इस विधि में संकुचित क्षेत्रों जैसे सड़क, रेल–मार्ग, नदी–नहरें या लम्बे आकार वाले देश जैसे चिली, क्यूबा, इटली आदि के मानचित्रों का लघुकरण एवं विवर्धन किया जाता है। उदाहरण, किसी नदी के मानचित्र को 3/8 करना हो तो पहले नदी पर A व B डाल कर उसे मिलाइये, फिर AB से दूर S बिन्दु स्थित करें, यह S बिन्दु नदी रेखा से जितना ही दूर होगा मापक का अनुपात उतना ही सही होगा। अब, AS रेखा को 8 बराबर भागों में विभाजित कीजिए तथा S से तीसरे भाग से मूल नदी के मोड़ों को मिलाइये। इससे A बिन्दु CD रेखा पर अपने अनुपातों के अनुरूप ही अंकित हो जाएगा।



चित्र-2.1 : किरण विधि

बोध प्रश्न – 1

1. मानचित्रों के विवर्धन या लघुकरण करने की कौन –कौन सी विधियाँ हैं?
   ....
   ....
2. नये मानचित्र पर वर्ग की भुजा कैसे ज्ञात करते हैं?
   ....
   ....

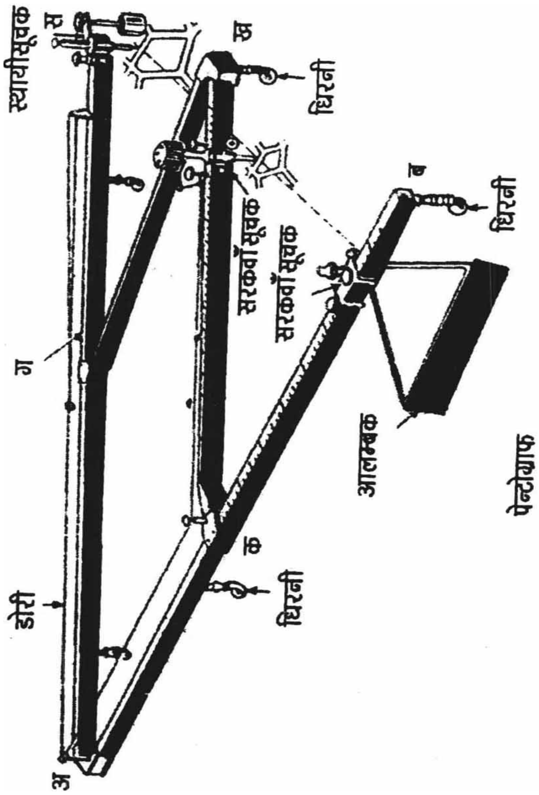
2.2.2 यांत्रिक विधियाँ (Mechanical Method)

इसके अन्तर्गत पेन्टोग्राफ, इडोग्राफ, कैमरा ल्यूसिडा, समानुपातिक परकार, फोटोस्टेट तथा फोटोग्राफिक उपकरणों द्वारा मानचित्रों का विवर्धन व लघुकरण बहुत ही आसानी से व शुद्धता से किया जाता हैं।

2.2.2.1 पेन्टोग्राफ विधि (Pantograph Method)

इस यन्त्र में पीतल या ऐलुमिनियम की चार छड़ें या भुजाएं होती हैं। इनमें से बाहर की दो भुजाएं बड़ी और अन्दर की दो भुजाएं छोटी होती हैं। इस यन्त्र की रचना समान्तर चतुर्भुज के सिद्धान्त पर आधारित है। फोटोस्टेट के प्रचलन से पेन्टोग्राफ का उपयोग कम हो गया है। यह यन्त्र मानचित्रों के लघुकरण तथा विवर्धन में प्रयुक्त किया जाता है। लेकिन अनुरेखक सुई को मूल–मानचित्र पर खिसकाते समय की थोड़ी सी त्रुटि विवर्धित मानचित्र पर बहुत बड़ी हो सकती है। चित्र में अ, ब एवं अ, स दो लम्बी भुजाएं हैं। ये दोनों अ बिन्दु पर जुड़ी रहती हैं। छोटी भुजाएं क, ख और ख, ग आपस में ख बिन्दु पर जुड़ी रहने के साथ –साथ लम्बी भुजाओं पर क्रमश: क

और ग स्थानों पर इस प्रकार जोड़ी गयी हैं कि इनसे बनने वाला अ, क, ख, ग चतुर्भुज समान्तर चतुर्भुज होता हैं।



चित्र-2.2 : पेन्टोग्राफ

इन भुजाओं के नीचे लगी छोटी–छोटी घिरनियाँ (Pulley) यन्त्र को इच्छित दिशा में घुमाने में मदद देती है। मुख्य भुजा अ ब के सहारे एक लोहे का भारी वजन त्रिकोनाकार में पेन्टाग्राफ को एक स्थान पर स्थिर रखता है। इसे आलम्बक (Fulcrum) कहते हैं। पेन्टोग्राफ की क ख एवं क ब भुजाओं पर 1 – 2, 1 – 3, 1 – 4, 1 – 5 आदि विभिन्न अनुपातों के चिन्ह बने होते है। इन दोनों भुजाओं में प्रत्येक पर एक सरकवाँ सूचक (Sliding Index) लगा होता है, जिसे एक पेच की मदद से भुजा पर बने किसी भी चिह्न पर कसा जा सकता है। ग स भुजा के सिरे पर एक स्थायी सूचक (Fixed Index) लगा होता है जिसमें विवर्धन करते समय पैन्सिल होल्डर तथा लघुकरण करते समय अनुरेखक होल्डर पिरोया जाता है। ग स भुजा पर लगे एक छोटे से हैण्डिल से पेन्सिल होल्डर तक एक डोरी बँधी होती है जिसकी मदद से आवश्यकता पड़ने पर पेन्सिल की नोंक को कागज की सतह से ऊपर उठाया जा सकता हैं अनुरेखक होल्डर लोहे का एक नोकदार कलम होता है जिसे मूल मानचित्र पर घुमाया जाता है।

जिस मानचित्र को छोटा करना हो उसे अ स भुजा के नीचे रखते हैं और खाली कागज क ख भुजा के नीचे रखते हैं। मूल मानचित्र को जिस अनुपात में घटाना हो (1:2, 1:3, 2:3, आदि) उसी के अनुसार अ ब एवं क ख भुजाओं के सरकवॉ सूचक को निश्चित अनुपात पर लाकर कस देंगे। अब सावधानीपूर्वक मूल मानचित्र की सीमा पर संकेतक को घुमाते जायेंगे। दूसरी तरफ पेन्सिल से खाली कागज पर छोटा मानचित्र बनता जायेगा। यदि मानचित्र को बड़ा बनाना है तो संकेतक एवं

मानचित्र दोनों को ही क ख भुजा के नीचे तथा पेन्सिल एवं कोरा कागज अ स भुजा पर स बिन्दु के नीचे रखेंगे। पेन्टोग्राफ के प्रयोग की दो प्रचलित विधियां है – ऊर्ध्वशीर्षी और व्युत्क्रम विधि।

बोध प्रश्न – 2

1. पेन्टोग्राफ इच्छित दिशा में कैसे घूमता है?

   ....

   ....

2. पैंटोग्राफ की रचना किस सिद्धान्त पर आधारित है?

   ....

   ....

2.2.2.2 इडोग्राफ विधि (Eidograph Method)

यह पेन्टोग्राफ से शुद्ध आकृति बनाने वाला यन्त्र है जिसका आविष्कार प्रोफेसर वालेस ने किया था। इसमें तीन अंशांकित भुजायें होती है। इनमें से दो भुजा एक दूसरे के समानान्तर तथा एक मध्यवर्ती भुजा होती है। सारा ही यन्त्र मध्यवर्ती भुजा के आलम्बक (Fulcrum) पर टिका रहता है। इसका आकार 'H' अक्षर जैसा होता है। मध्यवर्ती भुजा के दोनों सिरों पर एक घिरनी चक्र (Pulley Wheel) लगा रहता है, जो एक समायोज्य लौह हत्थे (Adjustable Steel Hand) प्रचलित होता है। इस यन्त्र की तीनों भुजा सौ बराबर भागों में अंशांकित होते हैं। इसकी एक भुजा पर पेन्सिल रखने का एवं दूसरी पर कर्णवत दिशा में संकेतक रखने का स्थान होता है। काम लेते समय इसकी दोनो लम्बाकार भुजाएं समानान्तर रहनी चाहिए। इसी तरह पेन्सिल व आलम्बक का मध्य भाग और संकेतक भी एक दिशा में रहना आवश्यक है। इसकी शेष प्रक्रिया पेन्टोग्राफ जैसी ही है।

बोध प्रश्न –3

1. इडोग्राफ का आविष्कार किसने किया?

   ....

   ....

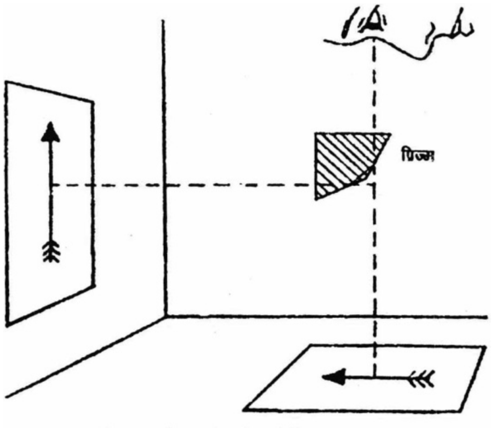
2. इडोग्राफ आकार कैसा होता है?

   ....

   ....

2.2.2.3 कैमरा ल्यूसिडा विधि (Camera Lucida Method)

इस विधि का प्रयोग मुख्यत: बड़े मानचित्रों को छोटा करने में किया जाता है और यह प्रकाशिक नियमों (Optical Principles) पर आधारित है। लघुकरण हेतु मूल–मानचित्र को ऊर्ध्वाधर तल (Vertical Plane) पर रखते हैं तथा उसका न्यूनीकृत प्रतिबिम्ब (Reduced Image) प्रिज्म (Prism) के माध्यम से क्षैतिजीय स्थिति (Horizontal Position) में ठीक नीचे स्थित कागज पर प्रतिबिम्बित हो जाता है।



चित्र-2.3 : कैमरा ल्यूसिडा की प्रयोग विधि

विवर्धन व लघुकरण की साफ तस्वीरें लेने के लिए मूल मानचित्र पर पर्याप्त प्रकाश पड़ना आवश्यक हैं इस विधि से लघुकरण अच्छी प्रकार होता है क्योंकि उसमें आशुद्धियों का विवर्धन नहीं हो पाता। यदि मूल मानचित्र और प्रिज्म के बीच की दूरी प्रिज्म और कागज के बीच की दूरी से कम है, तो परिणामस्वरूप बना हुआ मानचित्र बड़ा होगा और विलोम स्थिति में बना मानचित्र छोटा होगा।

बोध प्रश्न – 4

1. कैमरा ल्यूसिडा किस नियम पर आधारित है?

   ....

   ....

2. कैमरा ल्युसिडा विधि का प्रयोग मुख्यत: किस काम आता है?

   ....

   ....

2.2.2.4 समानुपातिक परकार (Proportional Compasses)

इस यन्त्र में दो छड़ें जुड़ी रहती हैं, जिनके दोनों सिरे नुकीले रहते हैं, जो विभाजक का कार्य करते हैं। दोनों छड़े एक दूसरे द्वारा कर्णवत जुड़े रहते हैं। इनका उपयोग वर्ग विधि या समरूप त्रिभुज विधि के साथ आसानी से किया जाता है। इसके एक सिरे पर मूल मानचित्र पर डाले गये वर्गो का माप व दूसरे सिरे पर नये मानचित्र के लिये वर्गों का माप समानुपात में आ जाता हैं। अत: वर्ग बनाने में सुविधा होती है।

2.2.2.5 फाटोग्राफ विधि (Photograph Method)

फोटोग्राफ के द्वारा मानचित्रों के विवर्धन एवं लघुकरण करने की विधि को सर्वोतम विधि माना जाता है। इस विधि में कैमरे की सहायता से फोटो फिल्म पर मानचित्र का नेगेटिव बनाकर आवश्यकता अनुसार आकार के मानचित्र के प्रिन्ट तैयार किये जाते हैं। इसमें शुद्धता अधिक होती है लेकिन ये बहुत महँगे होते हैं।

2.2.2.6 फोटोस्टेट विधि (Photostat Method)

आजकल फोटोस्टेट या जीरोक्स (Zerox) मशीनों का प्रयोग बहुत बढ़ गया है। यह प्राय: प्रतिबिम्ब या नकल बनाने के काम आती है। ये मशीनें इतनी ऑटोमेटिक होती है कि कुछ सेकन्डों में ही हम मानचित्र का विवर्धन एवं लघुकरण कर सकते हैं। इस विधि में ज्यादा बड़े मानचित्रों का लघुकरण व छोटे मानचित्रों का अधिक विवर्धन सीमित होता है क्योंकि मशीन में कागज की सीमा होती है व बड़े मानचित्रों की नकल में उसे छोटे–छोटे टुकड़ों में नकल कर चिपकाना पड़ता है। भूगोल विभागों में इस प्रकार की मशीनें आवश्यक हैं क्योंकि इससे छात्रों को मानचित्रों की प्रतिलिपियाँ आसानी से प्राप्त हो सकती हैं व सस्ती होती हैं।

बोध प्रश्न –5

1. फोटोग्राफ विधि में कौन सा यन्त्र काम में आता है?

   ....

   ....

2. जीरोक्स विधि फोटोग्राफ विधि से क्यों अच्छी होती है?

   ....

   ....

2.3 मानचित्रों के विवर्धन व लघुकरण के अभ्यास

2.3.1 वर्ग विधि

उदाहरण : 1:30,000,000 प्रदर्शक भिन्न पर बने महाराष्ट्र राज्य के मानचित्र को वर्ग विधि द्वारा 1:20,000,000 प्रदर्शक भिन्न पर विवर्धित कीजिए व मूल मानचित्र को 1:50,000,000 प्रदर्शक भिन्न पर छोटा करें।

विधि : एक मानचित्र पर 1 से. मीटर भुजा की लम्बाई वाले वर्गों की छ: क्षैतिज एवं पांच लम्बवत् पंक्तियाँ बनी हुई हैं। नये विवर्धित मानचित्र पर बनाये जाने वाले वर्गों की भुजा की लम्बाई की गणना मापक के अनुसार निम्नवत की जा सकती है।

नये मानचित्र के वर्ग की भुजा = $\frac{\text{नयी मापनी}}{\text{पुरानी मापनी}}$ x मूल मानचित्र पर बने वर्ग की भुजा की लम्बा

$= \frac{1:20000000}{1:30000000}$ x 1 से.मी

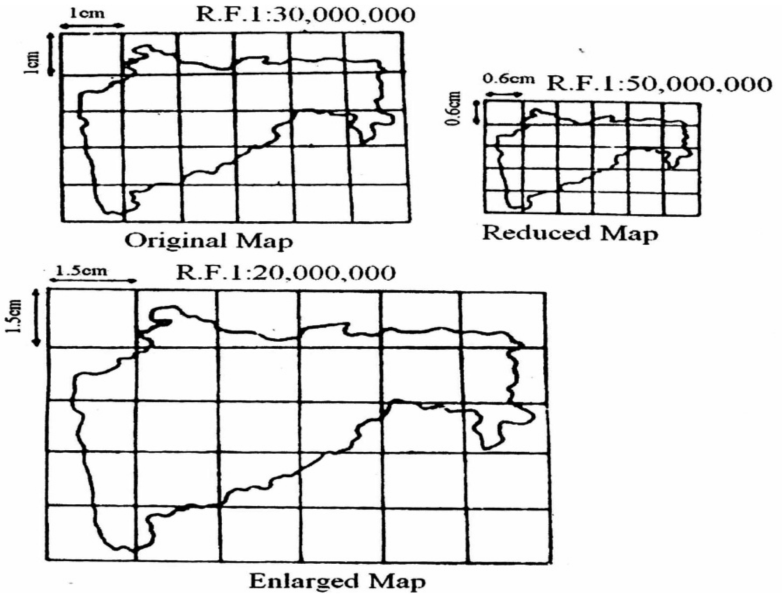
$= \frac{20000000}{30000000}$ x 1 से.मी = 1.5 से.मी

लघुकृत मानचित्र पर बने वर्ग की भुजा ज्ञात होगी –

$= \frac{\text{नयी मापनी}}{\text{पुरानी मापनी}}$ x 1 से. मी.

$= \frac{50000000}{30000000}$ x 1 से.मी.

$= \frac{30000000}{50000000} = \frac{30}{50} = \frac{3}{5} = 0.6$ से.मी.

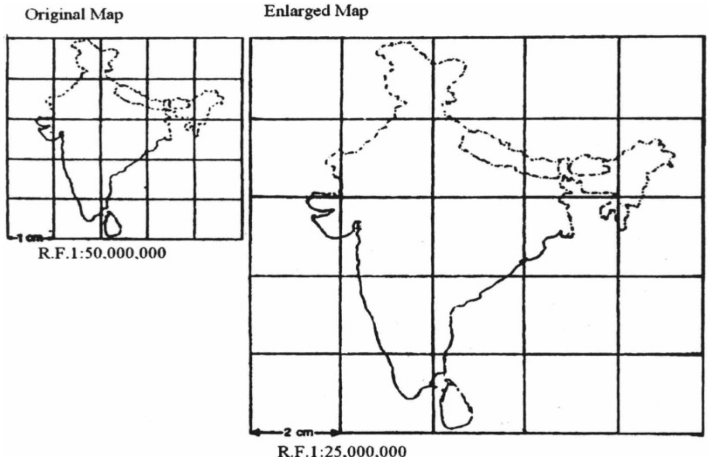


चित्र-2.4 : वर्ग विधि

उदाहरण – 1:50,0000,000 प्रदर्शक भिन्न पर बने भारत के मानचित्र का वर्ग विधि के द्वारा 1:25,000,000 प्रदर्शक भिन्न पर विवर्धन कीजिए। मूल मानचित्र पर 1 से.मी. भुजा के वर्ग बनाये गये हैं।

विधि – नये मानचित्र पर वर्ग की भुजा = $\frac{\text{नयी मापनी}}{\text{पुरानी मापनी}}$ x 1 से.मी.

= $\frac{1/250000000}{1/50000000}$ x 2 से.मी.



चित्र - 2.5

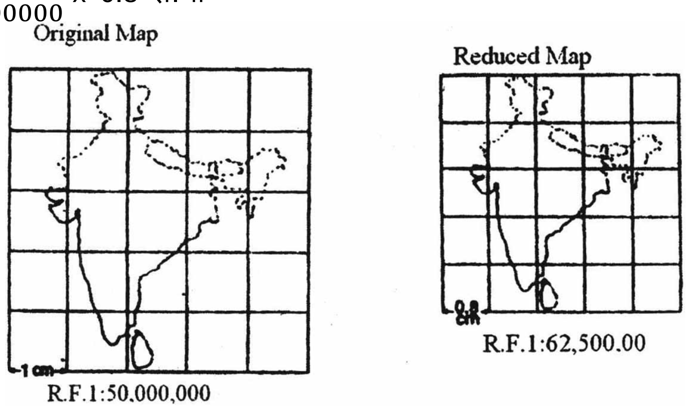
उदाहरण – 1:50,000,000 प्रदर्शक भिन्न पर बने भारत के मानचित्र का वर्ग विधि के द्वारा 1:62,500,000 प्रदर्शक भिन्न पर लघुकरण कीजिये।

विधि - मूल मानचित्र पर 1 से.मी. भुजा के वर्ग बनाये।

नये मानचित्र पर वर्ग की भुजा = $\frac{\text{नयी मापनी}}{\text{पुरानी मापनी}}$ x 1 से.मी.

$$= \frac{1/62500000}{1/50000000} \times 1$$

$$= \frac{50000000}{62500000} \times 0.8 \text{ से.मी}$$



चित्र-2.6 : इरेटॉस्थेनीज़ का संसार मानचित्र

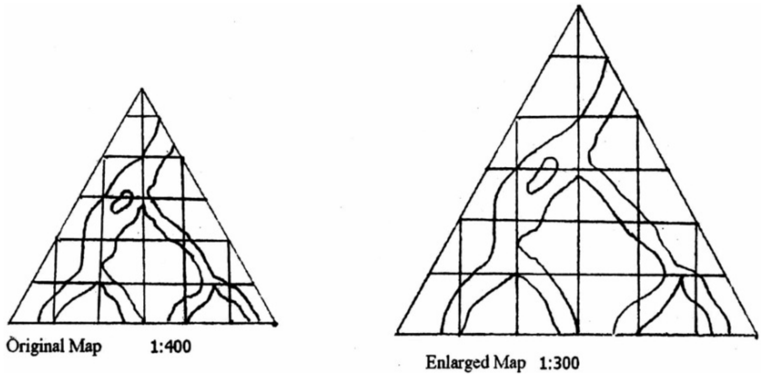
2.3.2 सम त्रिभुज विधि

उदाहरण : 1:400 प्रदर्शक भिन्न पर बने एक काल्पनिक नदी डेल्टा मानचित्र को प्रदर्शक भिन्न 1:300 पर बनाईए।

नये मानचित्र के त्रिभुज का आधार = $\frac{\text{नयी मापनी}}{\text{पुरानी मापनी}}$ x मूल मानचित्र के त्रिभुज का आधार

$$= \frac{1:300}{1:400} \times 6$$

$$= \frac{400}{300} \times 6 = 8 \text{ से.मी.}$$



चित्र - 2.7 : सम त्रिभुज

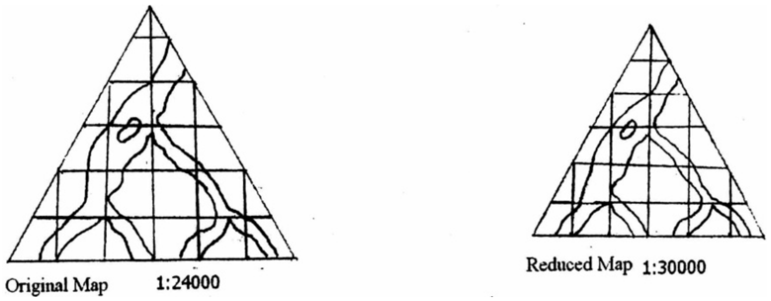
उदाहरण : 1:24,000 प्रदर्शक भिन्न पर बने एक नदी डेल्टा को 1:30000 प्रदर्शक भिन्न पर बनाइये।

विधि : मूल मानचित्र पर त्रिभुज का आधार = 6 से.मी.

नये मानचित्र पर त्रिभुज का आधार = $\frac{\text{नयी मापनी}}{\text{पुरानी मापनी}}$ x मूल मानचित्र के त्रिभुज का आधार

$$= \frac{1/30000}{1/24000} = 6$$

$$= \frac{24000}{30000} = 6 = \frac{24}{5} = 4.8 \text{ से.मी.}$$



चित्र-2.8 : सम त्रिभुज विधि से मानचित्र का लघुकरण

2.3.3 किरण विधि

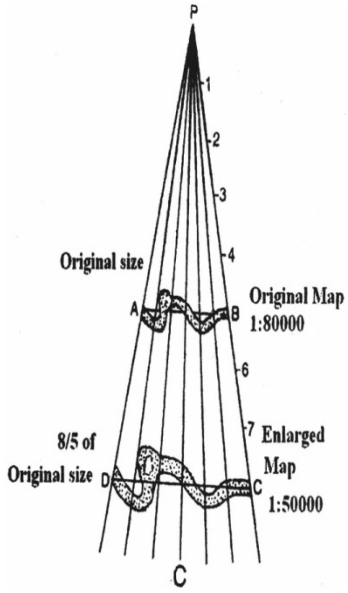
उदाहरण : 1:80,000 प्रदर्शक भिन्न पर बने किसी नदी के मानचित्र का कारण विधि द्वारा 1:50,000 प्रदर्शक भिन्न पर विवर्धन कीजिये।

विधि : $\times = \frac{\text{नयी मापनी}}{\text{पुरानी मापनी}}$

$$= \frac{1/50000}{1/80000}$$

$$= \frac{80000}{50000} = \frac{8}{5}$$

अर्थात मूल मानचित्र का 8/5 गुना विवर्धन किया जाना है। नीचे दिये चित्र के अनुसार A तथा B बिन्दुओं को सरल रेखा के द्वारा मिलाये। AB सरल रेखा के मध्यवर्ती बिन्दु पर लम्ब उठाये तथा इस लम्ब पर सुविधानुसार दूरी पर कोई बिन्दु S बिन्दु से मिलाएँ। SB रेखा को 5 समान भागो में विभाजित करें तथा जिस अंतर पर ये भाग बने है उसी अंतर से बढ़ी हुई SB रेखा पर B बिन्दु से आगे C बिन्दु तक 3 चिन्ह और अंकित करें जिससे SC रेखा 8 समान भागों में विभक्त हो जाए। अब C बिन्दु से AB के समान्तर CD रेखा खिचिए। C तथा D बिन्दुओं के मध्य बना मानचित्र मूल मानचित्र से 8/5 गुना विवर्धित होगा।



चित्र - 2.9 : किरण विधि

उदाहरण : 1:40,000 प्रदर्शक भिन्न पर बने किसी नदी के मानचित्र का 1:70,000 प्रदर्शक भिन्न पर किरण विधि के द्वारा लघुकरण कीजिये।

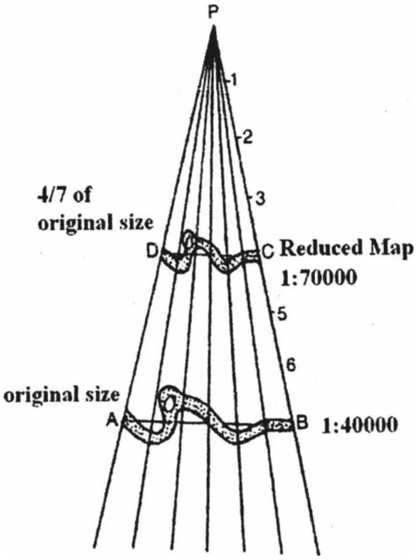
विधि : $x = \frac{\text{नयी मापनी}}{\text{पुरानी मापनी}}$

$$= \frac{1/70000}{1/40000}$$

$$= \frac{40000}{70000} = \frac{4}{7}$$

अत : मूल मानचित्र का 4/7 लघुकरण करना है।

अब ऊपर दिये गये उदाहरण की तरह नदी के दोनों सिरों के बिन्दु A तथा B को सरल के द्वारा मिलाइयें। AB रेखा के लम्ब अर्द्धक पर कोई बिन्दु D अंकित कीजिये तथा इस बिन्दु से नदी के महत्वपूर्ण बिन्दुओं पर सरल रेखाएँ खींचिये। SB रेखा को 7 समान भागों में बाँटकर S से B की ओर को चौथा भाग प्रदर्शित करने वाले बिन्दु C से AB के समान्तर CD रेखा खींचिये। C तथा D बिन्दुओं के मध्य बना मानचित्र मूल मानचित्र का 4/7 भाग होगा।



चित्र-2.10 : किरण विधि से लघुकरण

2.4 मानचित्रों का संयुक्तीकरण (Combination of maps)

भिन्न–भिन्न मापकों पर बने अलग– अलग प्रदेशों, जिलों, राज्यों, तहसीलों या अन्य प्रशासनिक इकाईयों के मानचित्रों को एक ही मापनी पर बनाने की विधि मानचित्र का संयोजन कहलाती है। अर्थात् अलग–अलग मानचित्रों को एक ही प्रदर्शक भिन्न पर जोड़ने की कला को मानचित्रों का संयोजन कहते हैं। इसमें वर्ग विधि का प्रयोग करते हैं और वो ही सूत्र इसमें काम आते हैं। इस विधि में परस्पर जोड़े जाने वाले दोनों मानचित्रों में वर्ग बनाने का कार्य उनके बीच की सीमा पर स्थित एक ही बिन्दु से प्रारम्भ करना चाहिए। मानचित्रों को जोड़ने के लिए वर्ग विधि के प्रयोग को निम्न उदाहरण से समझा जा सकता है।

उदाहरण : 1:20,000 तथा 1:37,500 प्रदर्शक भिन्न पर बने दो मानचित्रों को 1:30,000 प्रदर्शक भिन्न पर संयुक्त करें।

विधि : इसमें 1:30,000 प्रदर्शक भिन्न पर मानचित्र बनाने के लिये पहले मानचित्र का लघुकरण तथा दूसरे का विवर्धन करना होगा। अब मान लीजिये जुड़े हुए मानचित्र पर 1 से.मी. भुजा वाले वर्ग खींचे गये है, तो पहले मानचित्र पर वर्ग की भुजा होगी– $\frac{\text{नयी मापनी}}{\text{पुरानी मापनी}}$ x 1से.मी.

$$= \frac{1/20000}{1/30000} \times 1$$

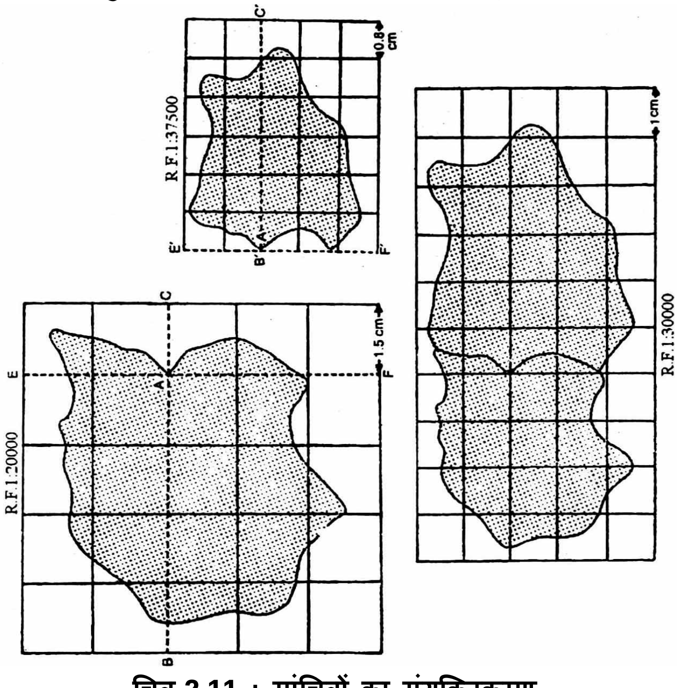
$$=\frac{30000}{20000}=1.5 \text{से.मी.}$$

इसी प्रकार, दूसरे मानचित्र पर वर्ग की भुजा ज्ञात करेंगे = $\frac{\text{नयी मापनी}}{\text{पुरानी मापनी}}$ x 1

$$=\frac{1/37500}{1/30000}\times 1$$

$$=\frac{30000}{37500}=0.8 \text{से.मी.}$$

मानचित्रों पर वर्ग खींचने से पहले उनकी उभयनिष्ट सीमा पर दोनों मानचित्रों में स्पष्ट पहचाने जाने वाला कोई बिन्दु A को चुनिये। अब 1:20,000 वाले मानचित्र में A से होती हुई BC तथा EF तथा 1:37500 वाले मानचित्र में A से होती हुई BC तथा EF लम्ब रेखाएँ खींचे। अब इन मानचित्रों पर ऊपर निकाले गये मापों के अनुसार वर्गो का जाल बनाइये। संयुक्त मानचित्र के लिये वर्गो की संख्या ज्ञात करने के लिये 1:20000 वाले मानचित्र में A से पश्चिम की ओर स्थित वर्गो की संख्या तथा 1:37500 में A से पूर्व की ओर स्थित वर्गो की संख्या का योग कर लेते हैं इसमें यह क्रमश: 4 व 6 अत: संयुक्त मानचित्र पर वर्गो की संख्या पूर्व से पश्चिम 4+6 = 10 होगी।



चित्र-2.11 : मांचित्रों का संयुक्तिकरण

बोध प्रश्न– 6

1. मानचित्रों के संयोजन हेतु कौन सी विधि काम में ली जाती हे?

   ....

   ....

2. दो मानचित्रों के संयोजन करते समय वर्ग विधि के अन्तर्गत किन बातों को ध्यान में रखना आवश्यक होता है?

   ....

....

2.5 मानचित्रों का क्षेत्रफल ज्ञात करना (Finding Areas of maps)

भूगोल के विद्यार्थियों को समय–समय पर गैर–प्रशासनिक क्षेत्रों का अध्ययन करते समय क्षेत्रफल ज्ञात करना पड़ता है अत: उन्हें मानचित्र से क्षेत्रफल ज्ञात करने की विधियों का ज्ञान होना चाहिये। मानचित्र से क्षेत्रफल की प्रमुख विधियां निम्न हैं –

- वर्ग विधि
- पट्टी विधि
- ज्यामितीय विधि
- डॉट प्लेनीमीटर विधि
- प्लेनीमीटर यंत्र द्वारा क्षेत्रफल अभिकलन

2.5.1 वर्ग विधि (Square Method)

यह क्षेत्रफल ज्ञात करने की सबसे सरल विधि है। इसमें मानचित्र पर वर्गों का जाल बना लेते हैं। फिर वर्गों को गिन लेते हैं। गणना करते समय जिन वर्गों का आध से अधिक भाग मानचित्र की सीमा के बाहर होते हैं उन्हें छोड़ देते हैं तथा जिनका आधे से अधिक भाग सीमा के अन्दर होता है उन्हें पूर्ण वर्ग माना जाता है।

नीचे चित्र में वर्गों की संख्या 167 हैं।

मानचित्र पर 1 वर्ग का क्षेत्रफल 1/4 वर्ग से.मी.

= 5.88 कि मी.

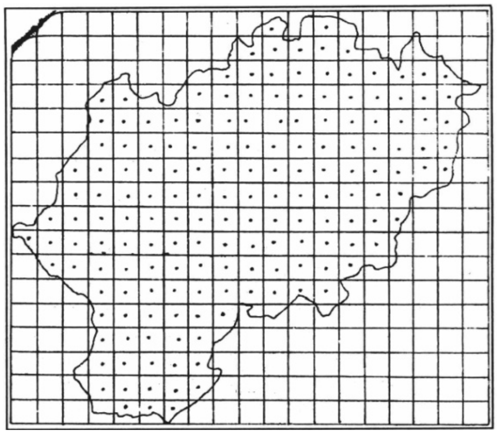
अत: 1/4 वर्ग से. मी. = 34.57 वर्ग कि. मी.

या 1 वर्ग से.मी. = 138.30 वर्ग कि.मी.

अत: मानचित्र का क्षेत्रफल = वर्गो का क्षेत्रफल x मापक क्षेत्रफल

$$=\frac{167}{4}\times 138.30$$

= 5774.03 वर्ग कि.मी.



चित्र-2.12 : वर्ग विधि

2.5.2 पट्टी विधि (Strip Method)

इस विधि में मानचित्र पर मापक के अनुसार अथवा 1 से.मी. चौड़ाई की समान्तर पट्टियाँ बनाई जाती है। पट्टी बनाते समय यह ध्यान में रखते हैं कि प्रत्येक मिट्टी में जितना अतिरिक्त क्षेत्र जुड़े उतना ही क्षेत्र पट्टी के बाहर छूट जायें अब प्रत्येक पट्टी की लम्बाई ज्ञात कर उनका जोड़कर लेते हैं व 1 से.मी से गुणा कर हम आयाताकार पट्टियों का क्षेत्रफल निकाल लेते हैं जिसे मापक के क्षेत्र फल से गुणा कर लेते है। निम्न चित्र में पट्टियों की लम्बाई का योग 84.65 से.मी. आता है।

पट्टियों की चौड़ाई 1/2 से.मी

अत: पट्टियों का क्षेत्रफल = 84.65 x ½ = 42.33 वर्ग कि.मी.

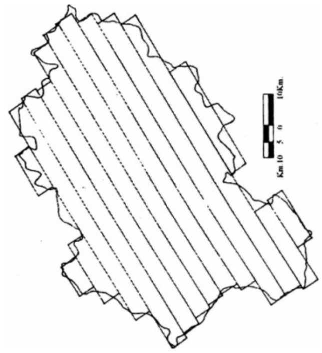
मापक के अनुसार 1/2 से.मी = 5.88 कि.मी

क्षेत्रफल 1 वर्ग से.मी = 138.30 वर्ग कि.मी

मानचित्र का क्षेत्रफल = पट्टियों का क्षेत्रफल x मापक का क्षेत्रफल

= 42.33 x 138.3

= 5854.24 वर्ग कि.मी.



चित्र-2.13 : पट्टी विधि

2.5.3 ज्यामितीय विधि (Geometrical Method)

इस विधि में मानचित्र पर त्रिभुज बनाकर, प्रत्येक त्रिभुज का सूत्रानुसार क्षेत्रफल ज्ञात करते हैं।

त्रिभुज का क्षेत्रफल = $\frac{\text{लम्ब} \times \text{आधार}}{2}$

मानचित्र के शेष बचे हुये हिस्से में माध्य कोटि नियम के द्वारा क्षेत्रफल निकालते है। इसमें समान अन्तर पर मानचित्र की सीमा पर लम्ब डाले जाते हैं और इस हिस्से की माध्य लम्बाई को आधार रेखा की लम्बाई से गुणा करके क्षेत्रफल निकाला जाता है। निम्न चित्र में 3त्रिभुज बनाये है वे बचे हुये हिस्से को 6 खण्डों में बांट कर समान दूरी पर लम्ब डालें हैं।

Δ 1 का क्षेत्रफल = 15.69 वर्ग से.मी

Δ 2 का क्षेत्रफल = 7.02 वर्ग से.मी

Δ 3 का क्षेत्रफल = 4.49 वर्ग से.मी

समस्त त्रिभुजों का क्षेत्रफल = 27.2 वर्ग से.मी.

खण्ड A का क्षेत्रफल 2.30 वर्ग से.मी

खण्ड B का क्षेत्रफल 4.46 वर्ग से.मी

खण्ड C का क्षेत्रफल 1.48 वर्ग से.मी

खण्ड D का क्षेत्रफल 5.65 वर्ग से.मी

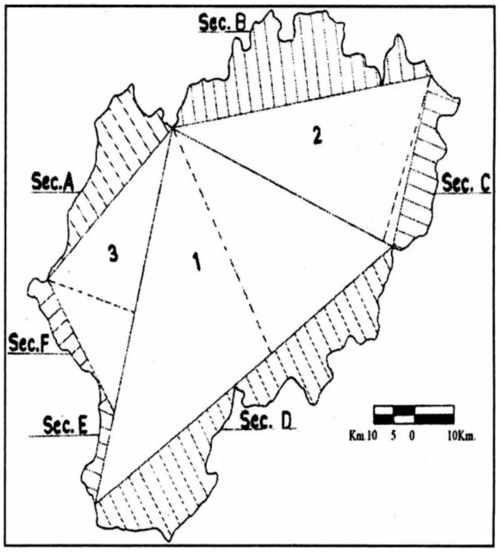
खण्ड E का क्षेत्रफल 0.38 वर्ग से.मी

खण्ड F का क्षेत्रफल 0.59 वर्ग से.मी

अत: सम्पूर्ण क्षेत्रफल = 42.06 वर्ग से.मी.

मापक 1/2 से.मी. = 5.88 वर्ग कि.मी.

1 वर्ग से.मी = 138.30 वर्ग कि.मी.



क्षेत्रफल = 42.06 x 138.30

= 5816.89 वर्ग कि.मी.

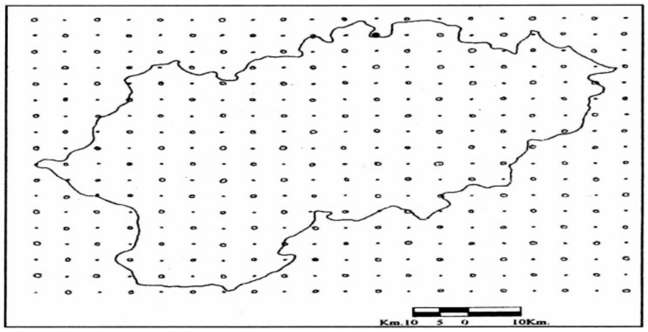
चित्र-2.14 : ज्यामितीय विधि

2.5.4 डॉट प्लेनीमीटर विधि (Dot Planimeter Method)

इस विधि का सर्वप्रथम उपयोग 1954 में डब्लू.एफ.वुड ने किया था। इस विधि में मानचित्र पर एक निश्चित दूरी जैसे 1 से.मी. के अन्तर पर एक बिन्दु व एक गोला बना देते हैं। फिर मानचित्र के अंदर स्थित बिन्दु व गोलों को गिन लिया जाता हैं। मानचित्र सीमा को स्पर्श करने वाले केवल बिन्दु अथवा गोलों को ही गिना जाता है। निम्न चित्र में 164 गोले व बिन्दु मानचित्र में स्थित हैं वे 6 गोले सीमा को स्पर्श करते हैं अत: कुल संख्या = 170

मापक के अनुसार 1 वर्ग सेमी. = 138.30 वर्ग कि.मी.

क्षेत्रफल = $\frac{170}{4} \times 138.30$ = 5877.75 वर्ग कि.मी.



चित्र-2.15 : डॉट प्लेनीमीटर विधि

बोध प्रश्न – 7

1. मानचित्रों का क्षेत्रफल ज्ञात करने की कौन–कौन सी विधि हैं?

   ....

   ....

2. ज्यामितीय विधि में किस आकृति का उपयोग क्षेत्रफल मापन हेतु किया जाता है?

   ....

   ....

2.6 प्लेनीमीटर का उपयोग (Use of Planimeter)

जे.एम्सलर ने प्लेनीमीटर का अविष्कार किया है। यह यन्त्र 28 इन्च, 4० इन्च, 48 इन्च अथवा 71 से.मी से 1 मीटर तक लम्बे आकार में बनाये जाते हैं। इसमें एक अनुरेखक भुजा (Tracer Arm) होती है जिसके एक सिरे पर अनुरेखक बिन्दु तथा उस पर एक समायोज्य आधार होता है। तथा दूसरे सिरे पर वर्नियरयुक्त वाहक (Carriage) होता है जो मापक पहिये (Measuring Wheel) पर आधारित होता है। यह 100 समान भागों में विभाजित होता है। इसकी सहायता से मापक पहिये की परिधि का 1/1000 वॉ भाग तक पढ़ा जा सकता है। इसी के साथ एक गणन

चक्रिका (Counting Dial) लगी होती है, जो मापक पहिये के पूर्ण चक्रों की संख्या पढ़ने के काम आता है। यन्त्र के लघु दण्ड को ध्रुव भुजा (polearm) कहते हैं, जिसका एक सिरा सॉकेट के द्‌वारा वाहक से जुड़ा होता है तथा दूसरे सिरे पर आलम्बक (Fulcrum) होता है। प्लेनीमीटर के एक छोर पर आवर्धक लेन्स (magnifying lens) होता हैं जिससे मापक पहिये तथा अनुरेखक भुजा की स्थिति पढ़ने में मदद मिलती हैं।

प्रत्येक यन्त्र के साथ सारणी आती है जिसके प्रथम कॉलम में मानचित्रों की कुछ प्रमुख मापनियाँ होती है। दूसरे में मापनियों के अनुसार अनुरेखक भुजा पर वर्नियर की स्थिति लिखी होती है। तीसरे कॉलम में पहले व दूसरे खण्ड में मापक पहिये के एक चक्र का क्रमश: धरातल तथा मानचित्र पर क्षेत्रफल का मान अंकित होता है। चौथे कॉलम में अचर मूल्य लिखे होते हैं जिनका प्रयोग केवल उस दशा में करते है जब ध्रुव भुजा मानचित्र की सीमा के अन्दर स्थित हो। सामान्यत: इसका प्रयोग नहीं करते तथा मानचित्र को छोटे भागों में बांट कर उनका क्षेत्रफल ज्ञात करते हैं ताकि ध्रुव भुजा मानचित्र की सीमा में न रह सकें।

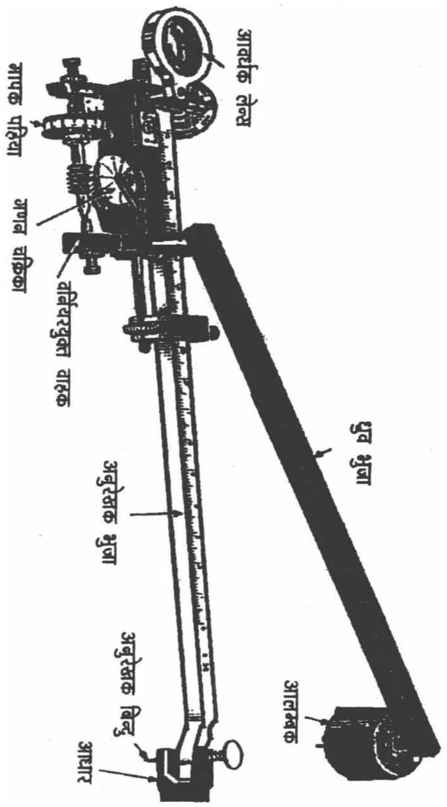
इस यन्त्र के प्रयोग की दो विधियां है : –

प्रथम विधि : इस विधि में आलम्बक मानचित्र से बाहर रखा जाता है। यह विधि सरल व अधिक शुद्धता के लिये उपयोगी है। इसमें अनुरेखन बिन्दु को क्षेत्र के मध्य में रखते हैं तथा ध्रुव भुजा को इसके समकोण स्थिति पर स्थिर करते हैं। मापक चक्र तथा गणन चक्रिका से अनुरेखन भुजा घुमाने से पहले एवं बाद की स्थितियों पर चक्करों की संख्या अंकित कर, इनका अन्तर सारणी में उक्त मापनी के समक्ष कॉलम तीन में मापक पहिये के एक चक्र के क्षेत्रफल से गुणा करके मानचित्र का क्षेत्रफल ज्ञात करते हैं।

इसका सूत्र है –

क्षेत्रफल = मापक पहिये के एक चक्र का क्षेत्रफल x (अन्तिम पाठ्यांक – प्रारम्भिक पाठ्यांक)

द्‌वितीय विधि : इस विधि में आलम्बक मानचित्र के अन्दर रखा जाता है। इस विधि से बड़े तथा विस्तृत क्षेत्र का क्षेत्रफल ज्ञात किया जा सकता है। इसमें अनुरेखन बिन्दु का मानचित्र की सीमा पर घुमाते हैं। मापक चक्र तथा गुणन चक्रिका से अनुरेखन भुजा घुमाने से पहले एवं बाद की स्थितियों पर चक्करों की संख्या अंकित कर, इनका अन्तर सारणी में अचर मूल्य से घटाया जायेगा (यदि अनुरेखन बिन्दु की गति पीछे की ओर है) नहीं तो अचर मूल्य को जोड़ा जायेगा (यदि गति आगे की ओर है)।



चित्र-2.16 : प्लेनीमीटर का उपयोग

बोध प्रश्न – 8

1. प्लेनीमीटर का आविष्कार किसने किया?
   ....
   ....
2. प्लेनीमीटर से क्षेत्रफल ज्ञात करने की कितनी विधि हैं?
   ....
   ....
3. प्लेनीमीटर के उपयोग में किस बात का सामान्यत: ध्यान रखते है?
   ....
   ....

2.7 सारांश (Summary)

इस इकाई में हमने मानचित्रों के विवर्धन एवं लघुकरण की विभिन्न विधियों का उपयोग समझा। साथ ही इन्हीं विधियों के माध्यम से मानचित्रों के संयुक्तीकरण को समझा व इसके उपयोग को जाना। इसी इकाई में हमने मानचित्रों के क्षेत्रफल ज्ञात करने की आलेखी व यान्त्रिक विधियों को विस्तार से जानने की कोशिश की।

2.8 शब्दावली (Glossary)

- **विवर्धन :** मानचित्र के मापक में परिवर्तन कर बड़ा बनाना,
- **लघुकरण :** मानचित्र के मापक में परिवर्तन कर छोटा बनाना,
- **पेन्टोग्राफ :** यन्त्र जिसकी सहायता से मानचित्रों का लघुकरण वा विवर्धन किया जा सकता है।
- **प्लेनीमीटर :** यन्त्र जिसकी सहायता से मानचित्रों का क्षेत्रफल ज्ञात किया जाता हैं।

2.9 संदर्भ ग्रन्थ (Reference books)

1. इन्द्रपाल व हेमशंकर : **मानचित्र एवं प्रक्षेप,** राज. हिन्दी ग्रन्थ अकादमी, जयपुर, 1987
2. सिंह, आर.एल : **प्रायोगिक भूगोल,** कल्याणी पब्लिशर्स, नयी दिल्ली, 1991
3. शर्मा, जे. पी : **प्रायोगिक भूगोल,** रस्तोगी पब्लिकेशन्स, मेरठ, 2003
4. भल्ला, एल.आर : **प्रायोगिक भूगोल,** कुलदीप पब्लिकेशन्स, अजमेर, 1996

2.10 बोध प्रश्नों के उत्तर

बोध प्रश्न – 1

1. मानचित्रों को लघुकृत व विवर्धत करने की दो विधियों हैं – आलेखी एवं यांत्रिक।
2. नये मानचित्र पर वर्ग की भुजा की लम्बाई निम्न सूत्र से ज्ञात करते हैं –

$$\text{नये वर्ग की भुजा की लम्बाई} = \frac{\text{नयी मापनी}}{\text{पुरानी मापनी}} \times \text{मूल मानचित्र पर बने वर्ग की भुजा की लम्बाई}$$

बोध प्रश्न – 2

1. इसकी भुजा के नीचे लगी छोटी–छोटी घिरनियाँ यन्त्र को इच्छित दिशा में घुमाने में मदद करती है।
2. पेन्टोग्राफ की रचना समान्तर चतुर्भुज के सिद्धान्त पर आधारित है।

बोध प्रश्न – 3

1. इसका अविष्कार प्रोफेसर वालेस ने किया।
2. इसका आकार 'H' अक्षर जैसा होता है।

बोध प्रश्न – 4

1. कैमरा ल्यूसिडा प्रकाशिक नियमों पर आधारित है।
2. इसका प्रयोग बड़े मानचित्रों को छोटा करने में किया जाता है।

बोध प्रश्न – 5

1. इस विधि में कैमरे विधि का प्रयोग होता हैं।
2. इसमें मानचित्रों की नकल आसानी से कम समय में और सस्ती होती हैं।

बोध प्रश्न – 6

1. मानचित्रों का संयोजन में वर्ग विधि का प्रयोग करते हैं।
2. इस विधि में परस्पर जोड़े जाने वाले दोनों मानचित्रों में वर्ग बनाने का कार्य उनके बीच की सीमा पर स्थित एक ही बिन्दु से प्रारम्भ करना चाहिए।

बोध प्रश्न – 7

1. मानचित्रों का क्षेत्रफल ज्ञात करने की क्रमश: 5 विधियाँ हैं – वर्ग विधि, पट्टी विधि, ज्यामितीय विधि, डाँट प्लेनीमीटर विधि और प्लेनीमीटर यन्त्र द्वारा।

2. ज्यामितीय विधि में त्रिभुज के क्षेत्रफल निकालने का उपयोग होता है।

बोध प्रश्न – 8

1. प्लेनीमीटर का अविष्कार जे. एम्सलर ने किया।
2. इस यन्त्र से दो विधियों द्‌वारा क्षेत्रफल ज्ञात करते हैं।
3. इसमें दी गई सारणी में चौथे कॉलम का प्रयोग नहीं करते व कोशिश की जाती है कि ध्रुव भुजा चित्र की सीमा के अन्दर स्थित न हो।

2.11 अभ्यासार्थ प्रश्न

1. 1:4,000 मापनी पर बने किसी मानचित्र को वर्ग विधि के द्‌वारा 1:2,000 मापनी पर विवर्धित तथा 1:6000 मापनी पर लघुकृत कीजिये।
2. दो समीपवर्ती राज्यों के मानचित्र 1:20,000 तथा 1:30,000 मापनी पर बने हैं। दोनों का वर्ग विधि के द्‌वारा 1:25,000 मापनी पर एक संयुक्त मानचित्र बनाइये।
3. क्षेत्रफल ज्ञात करने की विभिन्न विधियों का सचित्र वर्णन करें।
4. प्लेनीमीटर यन्त्र की बनावट समझाते हुये, क्षेत्रफल ज्ञात करना स्पष्ट करें।

इकाई 3 : भूवैज्ञानिक मानचित्र (Geological Map)

इकाई की रूपरेखा

3.0 उद्देश्य

3.1 प्रस्तावना

3.2 भूवैज्ञानिक मानचित्रों के प्रकार

3.3 भूवैज्ञानिक मानचित्रों के रीतिगत चिह्न एवं छायांकन विधि

3.4 भूवैज्ञानिक मानचित्रों के सम्बन्ध में कुछ आवश्यक बिन्दु

3.5 शैल संस्तर की मोटाई ज्ञात करने की विधि

3.6 भूवैज्ञानिक अनुभागों की रचना

3.6.1 अनुप्रस्थ अथवा क्षैतिज शैल संस्तरों के भूवैज्ञानिक मानचित्र

3.6.2 नट शैल संस्तरों के भूवैज्ञानिक मानचित्र

3.6.3 विषमविन्यस्त संस्तरों के भूवैज्ञानिक मानचित्र

3.6.4 वलित शैल संस्तरों के भूवैज्ञानिक मानचित्र

3.6.5 भ्रंशित शैल संस्तरों के भूवैज्ञानिक मानचित्र

3.7 सारांश

3.8 शब्दावली

3.9 सन्दर्भ ग्रन्थ

3.10 बोध प्रश्नों के उत्तर

3.11 अभ्यासार्थ प्रश्न

3.0 उद्देश्य (Objective)

इस इकाई के अध्ययन के उपरान्त आप समझ सकेंगे कि –

- भूवैज्ञानिक मानचित्र की उपयोगिता।
- भूवैज्ञानिक मानचित्रों के विभिन्न प्रकार एवं उनकी उपयोगिता।
- भूवैज्ञानिक मानचित्र में प्रयुक्त रीतिगत चिह्न एवं छायांकन की विधियों।
- भूवैज्ञानिक अनुभागों की रचना विधि।

3.1 प्रस्तावना (Introduction)

भूवैज्ञानिक मानचित्र की परिभाषा –किसी भी क्षेत्र अथवा स्थान के स्थलाकृतिक मानचित्र (topographical map) पर रीतिगत चिन्हों (conventional signs) या छाया–विधि (Shading Methods) के द्वारा उस क्षेत्र में पाये जाने वाले विभिन्न प्रकार के शैल दृश्यांशों (rock outcrops) के वितरण एवं स्वरूप के चित्रण को भूवैज्ञानिक मानचित्र (geological map) कहते हैं।

इस प्रकार भूवैज्ञानिक मानचित्र में उस क्षेत्र की शैल–संस्तरों की जानकारी, उनका वितरण, नमन की मात्रा व दिशा (amount of dip and direction) वलन एवं भ्रंश (fold and fault) की जानकारी मिलती है। किसी भी भूवैज्ञानिक मानचित्र में (भूवैज्ञानिक मानचित्र में) आवश्यकतानुसार अनुभाग (sections) बनाकर शैल–संस्तरों की पूरी जानकारी जैसे नमन की मात्रा व दिषा, उनका

अध्यारोपण क्रम (order of super imposition), मोटाई (thickness) आदि जानी जा सकती है। अलग– अलग भूवैज्ञानिक काल (geological time) में निर्मित चट्टानों अथवा शैलों को मानचित्र में दर्शाने के लिए छायाओं (shadings) के माध्यम से संकेत में काल –क्रम के अनुसार रखा जाता है। इसमें सबसे पुरानी शैलों (oldest rock) को संकेत के सबसे नीचे भाग या खाने में तथा सबसे नयी शैल (youngest rock) को सबसे ऊपर वाले भाग या खाने में छायाओं द्वारा (by shading) प्रदर्शित किया जाता है। अत: भूवैज्ञानिक मानचित्र के द्वारा किसी भी क्षेत्र अथवा प्रदेश की शैल संरचना (rock structure) के बारे में अध्ययन कर उनके लक्षणों को स्पष्ट कर सकते हैं।

भूवैज्ञानिक मानचित्रों का सर्वाधिक उपयोग भूविज्ञान (geology) भौतिक भूगोल (physical geography) एवं सिविल अभियांत्रिकी (Civil engineering) संबंधी कार्यो में प्रमुखता से होता है। खनिजों की खोज, बहुउद्देशीय अभियांत्रिकी परियोजनाओं एवं भूआकृतियों के अध्ययन तथा सह, नदी, झील, हिमनद व वायु के विभिन्न कार्यो व विकास का अध्ययन भूवैज्ञानिक मानचित्रों द्वारा बड़ी सुगमता व सरलता से करके महत्वपूर्ण उपयोगी जानकारियां प्राप्त की जा सकती हैं।

3.2 भूवैज्ञानिक मानचित्रों के प्रकार (types of geological maps)

सामान्यत: भूवैज्ञानिक मानचित्र चार प्रकार के होते हैं

1. पृष्ठीय मानचित्र (Surficial maps)
2. दृश्यांश मानचित्र (outcrop maps)
3. क्षेत्रीय मानचित्र (Areal maps)
4. संरचनात्मक मानचित्र (structural maps)

उपरोक्त मानचित्रों का संक्षिप्त विवरण निम्न प्रकार से है : –

3.2.1 पृष्ठीय मानचित्र (Surficial maps)

पृथ्वी का धरातल (earth's surface) विभिन्न प्रकार की चट्टानों अथवा शैलों (rocks) से बना है। इन शैलों या चट्टानों के फैलाव एवं प्रकृति के बारे में जानकारी दर्शाने वाले मानचित्रों को पृष्ठीय मानचित्र कहते हैं। इन मानचित्रों का उपयोग जलाशय (reservoir) के निर्माण में, बांध (dam) के निर्माण में परिवहन के कार्यो में, अपवाह (drainage) के कार्यो में बडा लाभकारी रहता है।

3.2.2 दृश्यांश मानचित्र (outcrop maps)

धरातलीय शैलों या चट्टानों के नीचे पायी जानें वाली शैलों को आधार शैलें (bed rocks) कहते हैं। परन्तु जब धरातलीय शैलें अपरदनी क्रिया (erosional activity) के द्वारा हट जाती है इनके नीचे पायी जाने वाली आधार शैले नग्न होकर, धरातल पर दिखाई देने लग जाती है।

- दृश्यांश मानचित्र में उस क्षेत्र या प्रदेश के उन स्थानों को दर्षाया जाता है जिन स्थानों पर आधार शैलें धरातल पर दिखाई देती हैं।
- दृश्यांश मानचित्र खनिज पदार्थो की खोज के साथ ही भवन निर्माण सामग्री (building stones) की जानकारी प्राप्त करनें में भी बहुत सहायक होते हैं।

3.2.3 क्षेत्रीय मानचित्र (Areal maps)

किसी भी स्थान, क्षेत्र या प्रदेश की भूवैज्ञानिक बनावट (geological formulation) के प्लान दृश्य की (plan view of the area) जानकारी दर्शाने वाले मानचित्र को क्षेत्रीय भूवैज्ञानिक मानचित्र (areal geological maps) कहते हैं।

इस प्रकार के मानचित्र में भूवैज्ञानिक इकाइयों (geological units) को, दिखाई देनें वाली तथा अनुमानित (inferred) दोनों प्रकार की इकाइयों को एक लगातार क्रम के रूप में दर्षाया जाता है। प्रत्येक भूवैज्ञानिक इकाई को अलग–अलग मान्य रीतिगत चिन्हों द्वारा या छायाओं के माध्यम से प्रदर्शित किया जाता है। भूआकृति विज्ञान (geomorphology) व भौतिक भूगोल तथा भौतिक भूविज्ञान (physical geology) में क्षेत्रिय भूवैज्ञानिक मानचित्रों का उपयोग किया जाता है।

3.2.4 संरचनात्मक मानचित्र (Structural maps)

जैसे उपरोक्त नाम से ही स्पष्ट हो जाता है अर्थात संरचनात्मक भूवैज्ञानिक मानचित्र में भूवैज्ञानिक संरचना (geological structure) को संरचनात्मक रीतिगत चिन्हों (conventional structural symbols) के द्वारा दर्शाया जाता है। संरचना कई बार थोडी–थोडी दूरी पर बदलती भी रहती है। वहां पर उन बनी हुई संरचनाओं को रीतिगत चिन्हों से प्रदर्शित करते हैं। इस प्रकार जहां पर भूवैज्ञानिक संरचना जटिल एवं कठिन होती है, वहां पर संरचनात्मक मानचित्र की उपयोगिता बढ़ जाती है। मानचित्र में प्रयोग किये गये रीतिगत चिन्हों को निर्देशिका (legend or index) में लिखना परम आवश्यक है।

कई भूगोलवेत्ताओं व भूगर्भ वैज्ञानिकों नें भूवैज्ञानिक मानचित्रों को मात्र दो भागों में विभक्त किया है।

(i) अपोढ भूवैज्ञानिक मानचित्र (geological drift map)

(ii) ठोस भूवैज्ञानिक मानचित्र (solid geological map)

उपरोक्त वर्गीकरण में पृष्ठीय तथा दृश्यांश मानचित्रों को अपोढ मानचित्र की श्रेणी में रखा जाता है तथा क्षेत्रीय व संरचनात्मक मानचित्रों को ठोस मानचित्रों की श्रेणी में रखा जाता है। यह ध्यान रखनें योग्य है कि हम यहां पर ठोस मानचित्रों के अन्तर्गत क्षेत्रीय भूवैज्ञानिक मानचित्रों का ही अध्ययन करेंगें।

बोध प्रश्न – 1

1. भूवैज्ञानिक मानचित्र से आप क्या समझते हैं?

....

....

2. भूवैज्ञानिक मानचित्र की मुख्य उपयोगिता क्या है?

....

....

3. भूवैज्ञानिक मानचित्र कितने प्रकार के होते हैं?

....

....

4.	दृश्यांश मानचित्र क्या होता है?	
	....	
	....	

3.3 भूवैज्ञानिक मानचित्र के रीतिगत चिन्ह एवं छायांकन विधि (Conventional signs and shading method of geological maps)

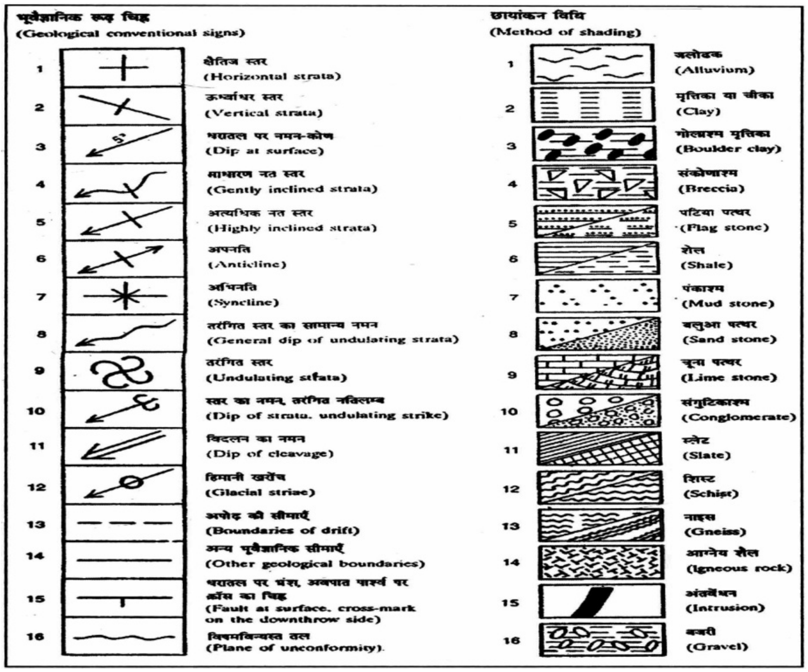
किसी भी भूवैज्ञानिक मानचित्र में दिखाये गये शैल संस्तरों की संपूर्ण जानकारी जैसे उनकी भूवैज्ञानिक आयु, वलन, भ्रंश, लीनिएशन (lineation), फोलीएशन (Foliation), नमन एवं नतिलम्ब (dip and strike) आदि को विभिन्न रीतिगत चिन्हों एवं छायाओं द्वारा व्यक्त किया जाता है। अलग–अलग देशों में रीतिगत चिन्हों एवं छायाओं में परस्पर अन्तर होता है, अत: मानचित्र में प्रयोग किये गये रीतिगत चिन्हों तथा छायाओं का निर्देशिका (legend or index) में लिखना आवश्यक है।

भूवैज्ञानिक मानचित्र में शैल–संस्तरों की आयु को दो प्रकार से व्यक्त किया जा सकता है:–

(i) रंग विधि द्वारा

(ii) अक्षर विधि द्वारा

रंग विधि में अलग–अलग रंगों से अलग–अलग प्रकार के शैल–संस्तरों को दर्शाया जाता है, जबकि अक्षर विधि में रीतिगत अक्षरों के द्वारा अथवा भूवैज्ञानिक युग के नाम का प्रथम अक्षर उस शैल –संस्तर में लिखकर आयु दर्शायी जाती है।



रीतिगत चिन्ह एवं छायांकन विधि

बोध प्रश्न – 2

1. भूवैज्ञानिक मानचित्र में शैल संस्तरों को आयु को किस प्रकार प्रदर्शित किया जाता हैं।

…………………………………………………………………………………………

…………………………………………………………………………………………

3.4 भूवैज्ञानिक मानचित्रों के सम्बंध में कुछ आवश्यक बिन्दु (Some essential points about geological maps)

3.4.1 संस्तर तथा संस्तरण तल (bed and bedding plane)

संस्तर का अर्थ परत (layer) अथवा स्तर (startum) होता है। किसी भी शैल की मोटाई (thickness) एवं शैल–लक्षणों जैसे रंग (Colour), गठन (Texture), खनिज संयोजन (mineral composition), कणों का आकार (size of grains) आदि वाली परत जो ऊपर व नीचे की शैलों से स्पष्ट विभाजित तलों (division planes) द्वारा अलग हो संस्तर कहलाती है। संस्तर की मोटाई कुछ मिलीमीटर से कई मीटर तक होती हैं तथा इसमें शैल लक्षण निश्चित रण एक प्रकार के होते हैं, साथ ही ये ऊपर व नीचे सरंतर से विभाजन तल द्वारा पृथक होनी चाहिए।

3.4.2 शैल दृशांस (Rock out crop)

किसी भी शैल–संस्तर का धरातल पर दिखाई देने वाल भाग उस शैल संस्तर का दृश्यांस (out crop) कहलाता है। धरातल पर रेत, कंकर तथा मिट्टी का आवरण होता है जिसके नीचे शैल संस्तर होते हैं। जब जल, तथा हिमनद आदि से मिट्टी तथा रेत आदि का यह आवरण अनाच्छादन (Denudation) द्वारा हट जाता है तब उस स्थान पर नीचे के शैल संस्तर दृश्यासों के रूप में धरातल पर दिखाई देते हैं जिससे उस क्षेत्र में पायी जाने वाली शैलों की जानकारी मिलती है।

3.4.3 नमन तथा नमन की दिशा (dip and dip direction)

किसी भी संस्तरण तल (bedding plane) तथा उसे काटने वाले क्षैतिज तल (Horizontal plane) के बीच बनने वाला कोण से उस संस्तरण तल का नमन कोण होता है, इस कोण के ढलान की दिशा को नमन की दिशा कहते हैं।

नमन कोण दो प्रकार का होता है ।

1. यर्थाथ कोण (True dip) अथवा वास्तविक नमन कोण
2. आभासी नमन कोण (Apparent dip)

वास्तविक नमन कोण नतिलम्ब रेखा (Strike line) से 90^o कोण पर होता है जबकि आभासी नमन कोण 90^o कोण के अतिरिक्त दिशा में मापा हुआ कोण होता है।

3.4.4 नतिलम्ब रेखा (Strike line)

किसी भी संस्तरण तल को जब कोई काल्पनिक क्षैतिज तल, जिस भी रेखा के मध्य से काटता है तब उस रेखा की दिषा को नतिलम्ब कहते हैं। नतिलम्ब रेखा तथा वास्तविक नमन कोण एक दूसरे से 90^o पर अवस्थित होते हैं।

यह एक महत्वपूर्ण बात है कि किसी नतिलम्ब रेखा पर स्थित समस्त बिन्दुओं की समुद्रतल से ऊँचाई समान होती है अतः नतिलम्ब रेखाओं को संरचनात्मक रेखाएँ (Structural line) अथवा संस्तरिय सम्मोच रेखाएँ (Startum colour line) भी कहते हैं।

3.4.5 वलन (Fold)

शैल संस्तरों पर बाह्य एवं आन्तरिक दबाव के कारण से सरल, सपाट व सीधे संस्तर लहरनुमा आकृतियों में बदल जाते हैं, जिन्हें वलन (Fold) कहते हैं। विभिन्न प्रकार के वलनों को अलग–अलग नामों से वर्गीकृत किया जाता है।

3.4.6 भ्रंश (Fault)

जब शैल संस्तरों पर बाह्य दबाव, आंतरिक दबाव व उपरी दबाव अत्याधिक हो जाता है, तब शैल संस्तरों में दरारें (Fractures) आ जाती है तथा शैल खण्ड ऊपर या नीचे की ओर स्थानान्तरित हो जाते हैं, इन्हें भ्रंश कहते हैं। भ्रंश भी विभिन्न प्रकार के होते हैं।

3.4.7 विषम विन्यास (Unconformity)

जब किसी भी क्षेत्र में अपरदन (Erosion) स्थानान्तरण (Transportation) व जमाव (Deposition) के कारण शैल– संस्तरों का बनना शुरू हो जाता है, किन्तु कई बार विभिन्न कारणों से इनका निर्माण नहीं हो पाता है तथा काफी समय बाद फिर शैल संस्तरों का निर्माण नये सिरे से शुरू होता है। इस प्रकार के शैल संस्तरों में कमी आ जाती है, इसे विषम विन्यास कहते हैं। विषम विन्यास भी कई प्रकार के होते हैं।

बोध प्रश्न – 3

1. संस्तर से क्या तात्पर्य है?

   ....

   ....

2. शैल दृशांस क्या है?

   ....

   ....

3. नमन कोण क्या होता है?

   ....

   ....

4. नतिलम्ब रेखा क्या होती है?

   ....

   ....

5.	वलन तथा भ्रंश में क्या अन्तर हैं?
	....
	....
6.	विषम विन्यास क्या है?
	....
	....

3.5 शैल संस्तर की मोटाई ज्ञान करने की विधि (Determination of the thickness of आ rock bed)

शैल संस्तरों की मोटाई दो प्रकार की होती है।

1. वास्तविक मोटाई (True thickness)
2. उर्ध्वाकार मोटाई (Vertical thickness)

3.5.1 वास्तविक मोटाई (True thickness)

किसी भी शैल संस्तर के ऊपर एवं नीचे तलों के मध्य की लम्ब दूरी (perpendicular distance) को उस संस्तर की वास्तविक मोटाई कहते हैं।

3.5.2 उर्ध्वाकार मोटाई (Vertical Thickness)

जब किसी शैल संस्तर के ऊपर के तथा नीचे के तल के मध्य उर्ध्वाकार दिशा में मोटाई मापी जाती है तो इसे उर्ध्वाकार मोटाई कहते हैं।

संस्तरों की मोटाई ज्ञात करने के लिए दो प्रकार की विधियाँ अपनायी जाती है जो कि निम्नलिखित है।

1. ग्राफिय विधि (Graphical Method)
2. त्रिकोणमीतीय विधि (Trigonomatic Method)

बोध प्रश्न – 4

1.	शैल की वास्तविक मोटाई तथा ऊध्वाधर मोटाई में क्या अन्तर है?
	....
	....

3.6 भूवैज्ञानिक अनुभागों की रचना (Construction of geological sections)

किसी भी भूवैज्ञानिक मानचित्र में दर्शायी गयी शैलों के अध्ययन जैसे, शैल संस्तरों की आयु, अनुक्रमण, नमन, उनकी मोटाई, चौडाई एवं भूवैज्ञानिक इतिहास (Geological History) को भली भांति समझने में भूवैज्ञानिक अनुभागों की उपयोगिता अत्यंत लाभकारी होती है। अनुभाग रचना

के द्वारा यह प्रदर्शित किया जाता है कि भूवैज्ञानिक मानचित्र पर बनायी गई रेखा के सहारे धरातल को ऊर्ध्वाकार दिशा (Vertical distance) में नीचे तक काट दिया जाये तो धरातल के नीचे अवस्थित शैल–संस्तर किस तरह दिखाई देगें।

इस प्रकार भूवैज्ञानिक मानचित्र पर बनायी गई सरल रेखा को, जिसके आधार पर अनुभाग बनाया जाता है, उसे काट रेखा (Section line) कहते हैं।

किसी भी भूवैज्ञानिक मानचित्र में काट रेखा को अनुभाग बनाने के लिए खींचने से पूर्व मानचित्र का अध्ययन भली प्रकार से कर लेना आवश्यक है इसमें शैल संस्तरों की आयु, नमन की मात्रा व दिषा व संपूर्ण क्षेत्र में इनकी समानता या असमानता, विषम विन्यास (Unconformity) की उपस्थिति या अनुपस्थिति आदि बातों की जानकारी पूर्व में कर लेना आवश्यक है।

भूवैज्ञानिक मानचित्र से शैल–संस्तरों के अनुक्रमण, आयु नमन, चौडाई मोटाई तथा भूवैज्ञानिक इतिहास आदि की जानकारी प्राप्त की जा सकती है। भूवैज्ञानिक मानचित्रों में प्रदर्शित इन सभी को समझने में अनुभाग बहुत सहायक होते हैं। अनुभाग बनाकर यह बताया जाता है कि यदि किसी दी गई रेखा के सहारे धरातल का उर्ध्वाधर दिशा में नीचे तक कर दिया जाये तो धरातल के नीचे स्थित शैल–संस्तर किस रूप में दिखाई पडेगे।

काट रेखा (Line of section) के सहारे अनुभागों की रचना की जाती है। वह सरल रेखा जिसे अनुभाग बनाने के लिए मानचित्र पर खींचा गया हो काट रेख कहलाती है।

अनुभाग बनाने के लिये यह आवश्यक है कि भूवैज्ञानिक मानचित्र का भली भांति निरीक्षण किया जाये। जिससे कि निम्म्न जानकारी ली जा सके –

1. मानचित्र में प्रदर्शित संस्तर का प्रकार (अर्थात क्षैतिज, नत, वलित, अवलित किस प्रकार का है)।
2. संस्तरों के नमन कीं मात्रा व दिशा।
3. नमन की मात्रा व दिशा मानचित्र में सभी जगह समान है या भिन्न–भिन्न। किन किन संस्तरों में समान है व किन में भिन्न।
4. काट रेखा की स्थिति, क्षैतिज है अथवा नतः।
5. यदि काट रेखा नत है तो आभासी नमन (जिसके अनुसार अनुभाग बनाया जायेगा) का मान क्या है।

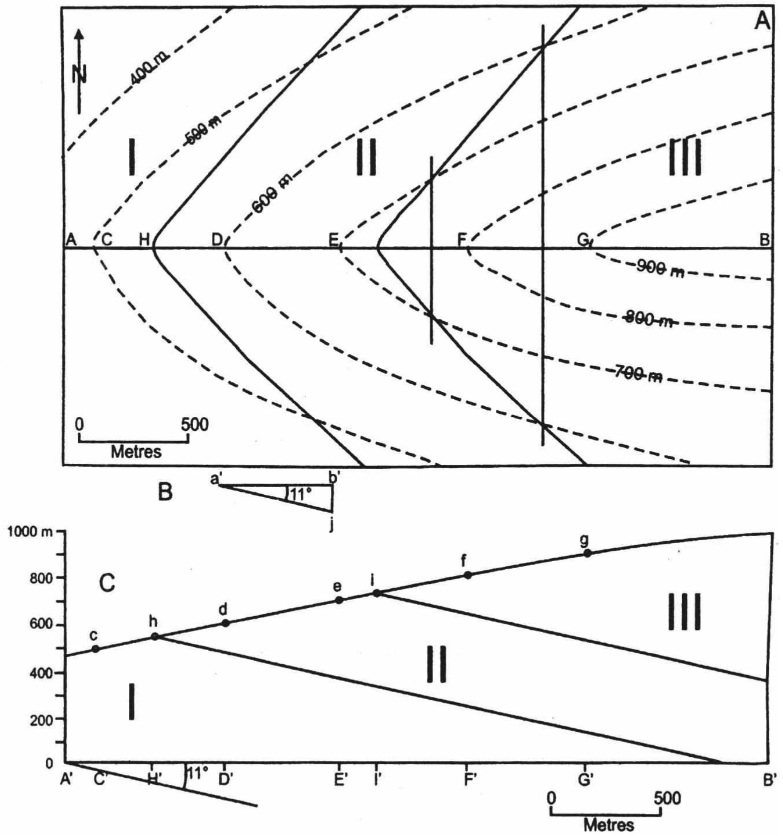
मानचित्र निरीक्षण द्वारा उपरोक्त जानकारी को प्राप्त करके, निम्नलिखित विधि द्वारा भूवैज्ञानिक अनुभागों की रचना की जाती है।

1. सर्वप्रथम मानचित्र पर एक काट रेखा AB खींचिये।
2. (चित्र संख्या A) A'B' को आधार रेखा के रूप में बनाइये जो काट रेखा AB के बराबर हो (चि. स.C)।
3. काट रेखा पर जहाँ सम्मोच रेखाएँ मिलती हैं, उन्हें प्रतिच्छेदन बिंदु कहते हैं। चित्र सं. A में दर्शित प्रतिच्छेदन बिन्दुओं C', D', E', F', G को किसी कागज की पट्टी की सहायता से आधार रेखा A'B' पर C', D', E', F', G' बिन्दुओं के रूप में अंकित करें।
4. अब C'c', D'd', E'e', F'f', तथा G'g' लंब, C' D' E' F' G' बिन्दुओं पर उठाइये। ये लंब संबंधित समोच्च रेखाओं की मापनी के अनुसार ऊँचाइयाँ प्रकट करने वाले होंगे।

5. c, d, e, f, g, बिंदुओं को मिलाइये जो कि एक निष्कोण वक्र का निर्माण करेगा। यह वक्र धरातलीय परिच्छेदिका (Surface Profile) होगा जो कि मानचित्र में प्रदर्शित दोज की काट रेखा के सहारे बनाई गई।
6. नमन कोण ज्ञात करने की विधि के अनुसार मानचित्र में नतिलम्ब रेखाएँ बनाकर संस्तर का नमन कोण ज्ञात कीजिये। जो कि उदाहरण मानचित्र के लिए 11^o है। मानचित्र में दर्शित तीर से ज्ञात होता है कि नमन की दिशा 30^o उ.पू. है अत: अनुभाग की आधार रेखा के नीचे पूर्व की ओर 11^o का D' A' J कोण बनायें।

यहाँ यह ध्यान रखना आवश्यक होगा कि –

- यदि काट रेखा नतिलंब रेखा के बीच का कोण 90^o के बराबर नहीं है अर्थात काट रेखा नत है।



अनुभाग बनाने की विधि

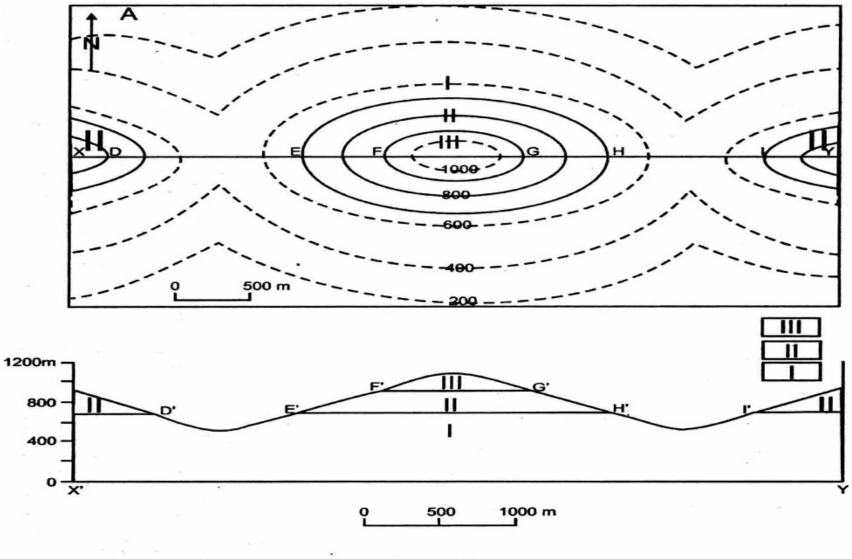
- अनुभाग को आभासी नमन के अनुसार बनाया जायेगा।
- संस्तरों का आभासी नमन ज्ञात करने के लिए दो नतिलम्ब रेखाओं के मध्य काट रेखा की लम्बाई को क्षैतिज तुल्यांक माना जायेगा। यह क्षैतिज तुल्यांक त्रिभुज बनाकर यर्थाथ नमन ज्ञात करने के काम आता है।
- यदि नमन की दिशा पश्चिम होती तो हम आधार रेखा के नीचे पश्चिम की ओर अर्थात D' A' J की विपरीत दिशा में नमन कोण बनाते।

- अत: H व I बिन्दु जो कि हमें संस्तरण तलों व काट रेखा के प्रतिच्छेदन से प्राप्त हुए हैं। इन्हें हम पहले बताई विधि के अनुसार आधार रेखा पर स्थानान्तरित करेंगे। अत: H' व J' पर अनुभाग की परिच्छेदिका को क्रमश: h तथा u बिंदुओं पर काटते हुए लंब उठायेंगे।
- अत: hh' व ii रेखायें खींचेंगे जो कि A' J रेखा के समानांतर h तथा u बिंदुओं से खींची गई होगी। ये hh ' व ii रेखायें अनुभाग में विभिन्न संस्तरों को प्रकट करेंगी।
- अब उन रंगो को जो कि मानचित्र पर संस्तरों में भरे गये हैं। अनुभाग में बनाये गये संस्तरों में भी वही रंग भरे जायेंगें। अत: अनुभाग की क्षैतिज तथा ऊर्ध्वाधर मापनियाँ बनाकर अनुभाग की रचना का काम पूरा करेंगे।

उपरोक्त जानकारी भूवैज्ञानिक मानचित्र से प्राप्त कर अलग–अलग प्रकार से पाये जाने वाले संस्तरों के अनुभाग भी भिन्न – भिन्न प्रकार से बनाये जाते हैं, जो मुख्यत: निम्न प्रकार से हैं –

3.6.1 अनुप्रस्थ अथवा क्षैतिज शैल–संस्तरों के भूवैज्ञानिक मानचित्र (Geological map of horizontal rock beds)

जब भूवैज्ञानिक मानचित्र में शैल–संस्तरों की सीमाओं को कंटूर रेखाऐं (Contour lines) या समोच्च रेखाऐं नहीं काटती हैं तो इस प्रकार के मानचित्र को अनुप्रस्थ अथवा क्षैतिज (Horizontal) शैल–संस्तरों का भूवैज्ञानिक मानचित्र कहते हैं।



क्षैतिज संस्तर

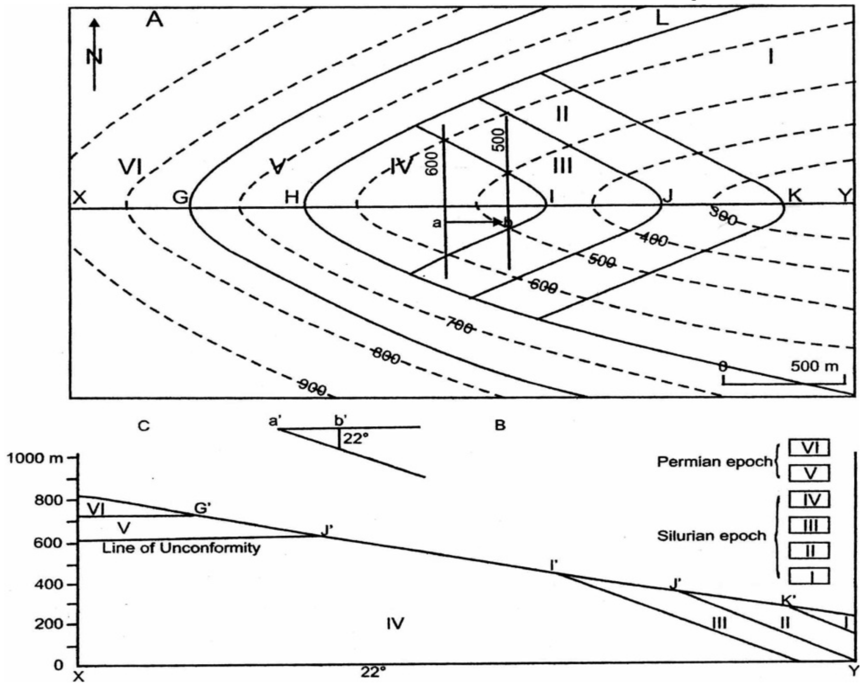
3.6.2 नत शैल संस्तरों के भूवैज्ञानिक मानचित्र (Geological map of inclined rock beds)

जब भूवैज्ञानिक मानचित्रों में संस्तरों की सीमाएं वक्राकर रेखाओं के रूप में समोच्च (contour) रेखाओं को काटती है, तो इस प्रकार के मानचित्रों को, नत संस्तर वाले भूवैज्ञानिक मानचित्र कहते हैं। इसमें किसी भी संस्तर की दोनों सीमाएं अथवा संस्तरण तल एक दूसरे के थोडे बहुत समान्तर होते है।

3.6.3 विषम विन्यस्त संस्तरों के भूवैज्ञानिक मानचित्र (Geological map of unconformable beds)

जब किसी भी भूवैज्ञानिक मानचित्र में, किसी भी क्षेत्र कि भूवैज्ञानिक संरचना में दो या दो से अधिक भूवैज्ञानिक भ्रशों के (Geological era) शैल समूह अनुस्तरी (Discordent) रूप से व्यवस्थित होते हैं तब इस प्रकार के मानचित्र को विषम विन्यास्त संस्तरों वाला भूवैज्ञानिक मानचित्र कहते हैं।

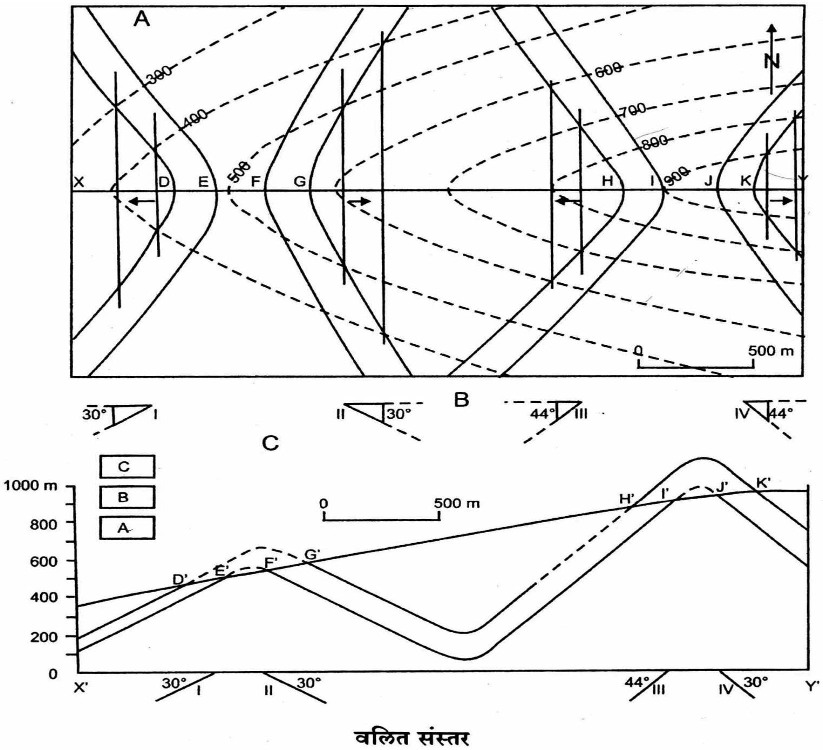
इस प्रकार के मानचित्र में एक युग के शैल समूह के संस्तरणतल दूसरे युग के शैल समूह के संस्तरण तल के सामानान्तर स्थित नहीं होते है। इस प्रकार कि स्थिति को विषम विन्यास (Unconformity) कहते हैं। दो अलग–अलग तरह के शैल समूह को एक दूसरे से अलग करने वाले तल को विषम विन्यास तल (Plane of unconformity) कहते हैं। तथा जिस रेखा के माध्यम से यह तल धरातल का प्रतिछेदन करती है, उस रेखा को विषम विन्यास रेखा (line of unconformity) कहते हैं। इस तल को भूवैज्ञानिक अनुभाग में रीतिगत चिन्ह के द्वारा प्रकट करते हैं। इस प्रकार के मानचित्र में सावधानी से अध्ययन करने पर एक शैल समूह के संस्तर दूसरे शैल समूह के संस्तरों को अपने नीचे समेटे हुए प्रतीत होते हैं। साथ ही ढके जाने वाले शैल समूह के संस्तरों की सीमाएं ढकने वाले संस्तर की सीमा पर अचानक समाप्त हो जाते हैं, यह लक्षण विषम विन्यस्त भूवैज्ञानिक मानचित्रों को पहचानने कि सरल किन्तु विशिष्ट पद्धति है।



विषमविन्यास संस्तर

3.6.4 वलित शैल संस्तरों के भूवैज्ञानिक मानचित्र (Geological maps of folded rock beds)

जब भूवैज्ञानिक मानचित्र में एक संस्तर के दृश्यांस (out crop) कई स्थानों पर प्रकट होते हैं, जिससे यह ज्ञात होता है कि प्रदर्शित संस्तर वलित है तब इस प्रकार के मानचित्र को वलित शैल संस्तरों का भूवैज्ञानिक मानचित्र कहते हैं। इस प्रकार के मानचित्र में संस्तर के नमन की दिशा उसकी ऊपर या नीचे अवस्थित संस्तर की अपेक्षा कम अथवा अधिक एवं विपरीत दिशा में भी हो सकती है।



वलित संस्तर

3.6.5 भ्रंशित शैल–संस्तरों के भूवैज्ञानिक मानचित्र (Geological maps of faulted rock beds)

जब आंतीरक बलों के प्रभाव से शैल–संस्तरों में विखण्ड होता है एवं टूटे हुए खण्डों का ऊपर, नीचे अथवा किसी भी दिशा में स्थानांतरण होता तब इसे भ्रंश (Fault) कहते हैं। जिस तल के सहारे शैल–खण्ड स्थानांतरित होते हैं उसे भ्रंश तल (fault plane) कहते हैं। शैल खण्डों के विभिन्न प्रकार के स्थानांतरण से विभिन्न प्रकार के भ्रशों के प्रकारों का निर्माण होता है।

भूवैज्ञानिक मानचित्र में भ्रंषतल एक रेखा द्वारा प्रदर्शित किये जाते हैं तथा इस रेखा के दोनों सिरों पर F–F अक्षर लिखा होता है, साथ ही अंश रेखा के दोनो ओर एक प्रकार के शैल संस्तर के भाग परस्पर स्थानतीरत अर्थात् एक दूसरे से अलग होकर कुछ दूरी पर अवस्थित रहते हैं। इस प्रकार अपरोक्त लक्षणों से किसी भी भूवैज्ञानिक मानचित्र भ्रंश को आसानी से पहचाना जा सकता है।

बोध प्रश्न – 5

1. काट रेखा क्या होती है?

....

....

2. नत शैल संस्तरों के भूवैज्ञानिक मानचित्र किस प्रकार के होते हैं?

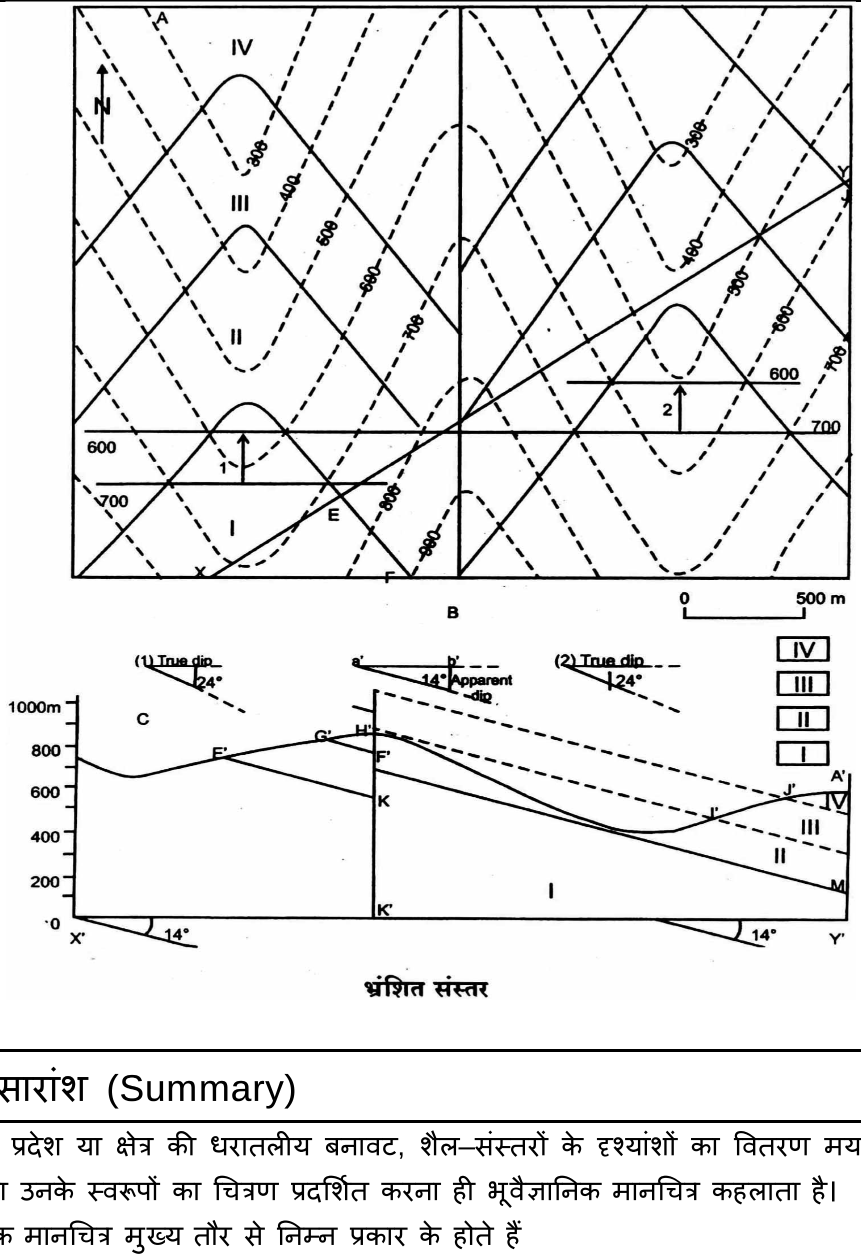
....

....

3. भ्रंश तल क्या होता है?

....

....



भ्रंशित संस्तर

3.7 सारांश (Summary)

किसी भी प्रदेश या क्षेत्र की धरातलीय बनावट, शैल–संस्तरों के दृश्यांशों का वितरण मय मात्रा व दिशा तथा उनके स्वरूपों का चित्रण प्रदर्शित करना ही भूवैज्ञानिक मानचित्र कहलाता है।

भूवैज्ञानिक मानचित्र मुख्य तौर से निम्न प्रकार के होते हैं

1. पृष्ठीय मानचित्र
2. दृश्यांश मानचित्र
3. क्षेत्रीय मानचित्र
4. संरचनात्मक मानचित्र

किसी भी भूवैज्ञानिक मानचित्र को बनाते समय उस क्षेत्र में पाये जाने वाले शैल संस्तरों के नमन की मात्रा व दिशा, वलन, भ्रंश एवम् विषम विन्यास आदि की जानकारी कर लेना आवश्यक है, क्योंकि उसी के अनुरुप ही भूवैज्ञानिक मानचित्र के अनुभाग की रचना की जाती है। रीतिगत चिन्हों का प्रदर्शन किया जाता है तथा उसी के अनुसार निर्देशिका बनाकर व्याख्या की जाती है। उपरोक्त तथ्यों को ध्यान में रखकर हम किसी भी प्रदेश की धरातलीय बनावट तथा उसमें पाये जाने वाले शैल–संस्तरों का वितरण तथा विभिन्न भूवैज्ञानिक रचनाऐं जैसे वलन, भ्रंश, विषव विन्यास आदि की व्याख्या कर सकते हैं।

3.8 शब्दावली (Glossary)

- **आधार शैल :** धरातलीय शैलों के नीचे पायी जाने वाली शैल।
- **संस्तरण तल :** शैल की मोटाई एवं लक्षणों के आधार पर शैलों के ऊपरी व निचलर परतों में स्पष्ट विभाजित तल।
- **शैल दृशांस :** किसी भी शैल संस्तर का धरातल पर दिखाई देने वाला भाग।
- **नमन कोण :** किसी संस्तरण तल तथा उसे काटने वाले क्षैतिज तल के बीच बनने वाला कोण।
- **नतिलम्ब रेखा :** किसी संस्तरण तल को कोई काल्पनिक क्षैतिज तल जिस रेखा के सहारे काटता है, उस रेखा की दिशा को नतिलम्ब रेखा कहते हैं।
- **वलन :** शैल संस्तरों पर बाह्य एवं आन्तरिक दबाव के कारण सपाट संस्तर का लहरनुमा आकृति में बदलाव।
- **भ्रंश :** शैल संस्तरों पर बाह्य एवं आन्तरिक दबाव के कारण शैल संस्तरों में दरार के कारण ऊपर या नीचे की ओर स्थानान्तरित होना।
- **भ्रंश तल :** जिस तल के सहारे शैल खण्ड स्थानान्तरित होते हैं।
- **शैल की वास्तविक मोटाई :** शैल संस्तर के ऊपर एवं नीचे तलों के मध्य की लम्ब दूरी।
- **काट रेखा :** भूवैज्ञानिक मानचित्र पर बनायी गई सरल रेखा जिसके आधार पर अनुभाग बनाया जाता है।
- **विषम विन्यास तल :** दो अलग–अलग तरह के शैल समूह को एक दूसरे से अलग करने वाली तल।

3.8 संदर्भ ग्रन्थ (Reference Books)

1. मोंक हाउस, एफ. जे. तथा विल्किन्सन, एच. आर. : **मेप्स एण्ड डायग्राम : रिचर्ड क्लेलिमिटेड सफोक,** यू.एस.ए.
2. शर्मा, जे. पी. : **प्रायोगिक भूगोल,** रस्तोगी पब्लिकेशन, मेरठ, भारत
3. सिम्पसन, ब्रॉन : **जिओलोजिकल मेप्स,** परगामान प्रेस, ऑक्सफोर्ड

3.9 बोध प्रश्नों के उत्तर

बोध प्रश्न – 1

1. किसी भी क्षेत्र अथवा स्थान के स्थलाकृतिक मानचित्र पर रीतिगत चिन्हों या छाया विधि के द्वारा क्षेत्र में पाये जाने वाले विभिन्न प्रकार के शैल दृश्यांशों के वितरण एवं स्वरूप के चित्रण को भूवैज्ञानिक मानचित्र कहते हैं।
2. भूवैज्ञानिक मानचित्रों के द्वारा किसी भी क्षेत्र की शैल संरचना के बारे में अध्ययन कर उनके लक्षणों को स्पष्ट कर सकते।
3. भूवैज्ञानिक मानचित्र 4 प्रकार के होते हैं – 1. पृष्ठीय, 2. दृश्यांश, 3. क्षेत्रीय 4. संरचनात्मक मानचित्र।
4. जब धरातलीय शैल अपरदन द्वारा नग्न हो जाती है तथा नीचे आधार शैल धरातल पर दिखलाई पड़ने लगती है तो उसे दृश्यांश मानचित्र कहते हैं।

बोध प्रश्न – 2

1. भूवैज्ञानिक मानचित्र में शैल संस्तरों की आयु को दो प्रकार से व्यक्त करते हैं। पहला रंग विधि द्वारा व दूसरा अक्षर विधि ।

बोध प्रश्न – 3

1. शैल की मोटाई एवं लक्षणों के आधार पर ऊपरी व निचली परत की शैलों से स्पष्ट विभाजित तल को संस्तर कहते हैं।
2. किसी भी शैल संस्तर का धरातल पर दिखाई देने वाला भाग शैल दृश्यांस कहलाते है।
3. किसी संस्तरण तल तथा उसे काटने वाले क्षैतिज तल के बीच बनने वाला कोण नमन कोण कहलाता है।
4. किसी संस्तरण तल को कोई काल्पनिक क्षैतिज तल जिस रेखा के सहारे काटता है। उस रेखा की दिशा को नति लम्ब रेखा कहते हैं।
5. जब शैल संस्तर बाह्य एवं आन्तरिक दबाव के कारण सपाट संस्तर लहरनुमा हो जाते हैं उसे वलन तथा जब इनमें दरार के कारण शैल ऊपर या नीचे की ओर स्थानान्तरित हो जाते हैं उसे भ्रंश कहते हैं।
6. जब किसी क्षेत्र में अपरदन के समय विभिन्न कारकों से शैल संस्तरों का निर्माण नहीं होता, परन्तु काफी समय बाद उनका पुन: नये सिरे से निर्माण शुरू हो जाता है एवं शैल संस्तरों में कमी आ जाती है तब उसे विषम विन्यास कहते हैं।

बोध प्रश्न – 4

1. किसी भी शैल संस्तर के ऊपर तथा नीचे तलों के मध्य की लम्ब दूरी वास्तविक मोटाई एवं इसके मध्य ऊर्ध्वाधर दिशा में मापी गई मोटाई ऊर्ध्वाधर मोटाई कहलाती है।

बोध प्रश्न – 5

1. भूवैज्ञानिक मानचित्र पर बनाई गई सरल रेखा जिसके आधार पर अनुभाग बनाया जाता है काट रेखा कहते हैं।
2. जब भूवैज्ञानिक मानचित्र में संस्तरों की सीमाएं वक्राकार रेखाओं के रूप में जिस तल के सहारे शैल खण्ड स्थानान्तरित होते हैं भ्रंश तल कहलाता है।

3. सम्मोण रेखाओं को काटती हैं तो इस प्रकार के मानचित्र को नत शैल संस्तर मानचित्र कहते हैं।

3.9 अभ्यासार्थ प्रश्न

1. भूवैज्ञानिक मानचित्र किसे कहते हैं?
2. भूवैज्ञानिक मानचित्र की उपयोगिता एवम् महत्व को समझाइये?
3. भूवैज्ञानिक मानचित्र प्रमुख रुप से कितने प्रकार के होते हैं एवम् उनकी व्याख्या किजिए ।
4. निम्न लिखित पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए

   I. नति एवम् नतिलम्ब
   II. संस्तर तथा संस्तरण तल
   III. शैल दृश्यांश
   IV. यर्थाथ तथा आभासी नमन
   V. वलन एवं भ्रंश
   VI. विषम विन्यास

5. भूवैज्ञानिक मानचित्र में क्षैतिज संस्तरों की पहचान कर अनुभाग रचना कैसे की जाती है समझाइए?

इकाई 4 : मौसम मानचित्रों का निर्वचन एवं मौसम पूर्वानुमान (Interpretation of weather maps and weather forecast)

इकाई की रूपरेखा

4.0 उद्देश्य

4.1 प्रस्तावना

4.2 जलवायु के तत्व तथा मौसम यंत्रों की जानकारी

4.2.1 तापमान

4.2.2 आर्द्रता

4.2.3 वायुदाब

4.2.4 पवन

4.2.5 वर्षण

4.2.6 मेघ प्रकार

4.2.7 अन्य वायुमण्डलीय पीरघटनाएँ

4.3 मौसम प्रतीक

4.3.1 वायु दिशा एवं वेग के प्रतीक

4.3.2 मेघावरण प्रतीक

4.3.3 समुद्र दशा के प्रतीक

4.3.4 वर्षा की मात्रा प्रतीक

4.3.5 अन्य मौसम प्रतीक

4.4 भारतीय मौसम मानचित्रों का अध्ययन एवं व्याख्या

4.4.1 भारतीय दैनिक मौसम मानचित्र–जनवरी

4.4.2 भारतीय दैनिक मौसम मानचित्र–जुलाई

4.5 मौसम पूर्वानुमान

4.6 सारांश

4.7 शब्दावली

4.8 संदर्भ ग्रंथ

4.9 बोध प्रश्नों के उत्तर

4.10 अभ्यासार्थ प्रश्न

4.0 उद्देश्य (Objective)

इस इकाई का अध्ययन करने के उपरान्त आप समझ सकेंगे–

- मौसम के विभिन्न तत्वों के बारे में,
- मौसम यंत्रों की जानकारी
- मौसम प्रतीकों की पहचान एवं,

- भारतीय मौसम मानचित्रों की व्याख्या करना।

4.1 प्रस्तावना (Introduction)

किसी भी निश्चित स्थान पर किसी विशेष समय पर प्रेक्षित वायुमण्डलीय दशाओं को उस स्थान का मौसम कहते हैं जैसे किसी स्थान का प्रात: कालीन अथवा संध्याकालीन मौसम। यह अल्पकालिक होता है, अत: किसी स्थान पर एक ही दिन में कई प्रकार के मौसम देखे जा सकते हैं। इसका अध्ययन प्राचीन समय से ही आरम्भ हो गया था लेकिन वर्तमान में इसका अध्ययन विकसित होकर मौसम विज्ञान के रूप में होने लगा है। भारत में मौसम विभाग की स्थापना सन् 1864 ई. में हुई थी। इसका मुख्यालय नई दिल्ली में स्थित है। देश के विभिन्न भागों में स्थित मौसम प्रेक्षणशालाएँ हैं जो नियमित इन आकड़ों को केन्द्रीय मौसम प्रेक्षणशाला, पुणे को प्रेषित करती है। इस विभाग द्वारा दैनिक मौसम मानचित्रों का प्रकाशन होता है। यह विभाग मौसम – गुब्बारों, कृत्रिम उपग्रहों से मौसम सम्बन्धी आकड़े प्राप्त करता है।

4.2 जलवायु के तत्त्व तथा मौसम यंत्रों की जानकारी (Elements of climate and knowledge of meterological instruments)

तापमान, वायुदाब, पवन वेग, आर्द्रता, वर्षा इत्यादि मौसम के प्रमुख तत्व हैं जिनके मापन हेतु विभित्र मौसम यंत्रों का उपयोग किया जाता है।

4.2.1 तापमान (Temperature)

वातावरण में उष्मा या ठण्ड की मात्रा को तापमान कहते हैं। इसके मापन हेतु थर्मामीटर का उपयोग किया जाता है, जिसमें सेन्टीग्रेड एवं फारेनहाइट मापनियों का उपयोग होता है। डेनियल फारेनहाइट ने 1910 में फारेनहाइट मापक का विकास किया था जबकि एन्डर्स सैलिसियस ने 1972 में सेन्टीग्रेड मापक का विकास किया। सेन्टीग्रेड में गलनांक 0^o जबकि फारेनहाइट में 32^o होता है एवं सेन्टीग्रेड में क्वथनांक 100^o व फारेनहाइट में 212^o होता है। इनको सुविधानुसार एक दूसरे में बदला जा सकता है।

(i) सेन्टीग्रेड से फारेनहाइट में रूपान्तरण का सूत्र: $^oF = (9/5 \times {^oC}) + 32$

(ii) फारेनहाइट से सेन्टीग्रेड में रूपान्तरण का सूत्र: $^oC = 5/9 \times (F^o - 32)$

उदाहरण - 45^o सेन्टीग्रेड = $(9/5 \times 45) + 32$

= 113^o फारेनहाइट

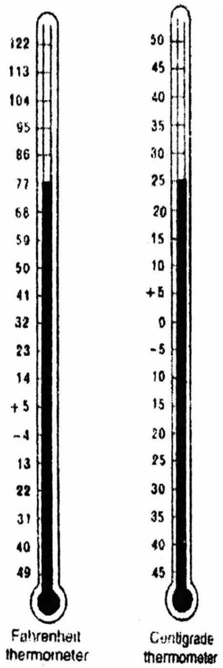
इसी प्रकार 50^o फारेनहाइट = $(50 - 32) \times 5/9$

= -10^o सेन्टीग्रेड

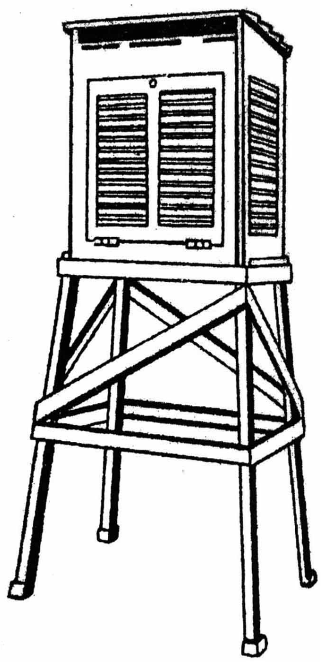
(I) साधारण तापमापी (Simple temperature): साधारण तापमापक समान मोटाई वाले संछिद्र की एक पतली काँच नली होती है जिसका एक सिरा बल्ब के रूप में होता है जिसमें पारा भरा होता है। इस नली को बन्द करने से पूर्व उसके अन्दर की सारी हवा निकाल दी जाती है। तापमान में वृद्धि से बल्ब का पारा गर्म होकर ऊपर की ओर बढ़ने लगता है। तापमान

मालूम करने के लिए इस नली पर अंकित चिह्नों की मदद से फारेनहाइट या सेल्सियस में पढ़ लेते हैं।

किसी भी स्थान पर तापमापी यंत्र को सूर्य की धूप या विकिरण से बचाने के लिए स्टीवेन्सन स्क्रीन से ढक देते हैं जो एक दोहरी परत का जालीदार लकड़ी का बक्सा होता है (चित्र–4.2)। यह धरातल से एक मीटर ऊँचा रखा जाता है व इस पर सफेद रंग होता है।



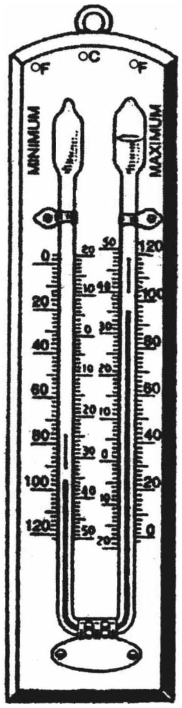
चित्र–4.1 : तापमापी



चित्र–4.2 : स्टीवेन्सन स्क्रीन

(II) अधिकतम व न्यूनतम तापमापी यंत्र (Six’s Maximum and minimum thermometer):

इसे सर्वप्रथम सिक्स नामक वैज्ञानिक ने बनाया था। यह "U " आकार की काँच की नली होती है। जिसकी एक भुजा पर न्यूनतम व दूसरी भुजा पर अधिकतम तापमान पढ़ सकते है, जो सेन्टीग्रेड व फारेनहाइट दोनों में पड़े जा सकते हैं। तापमान को अधिकतम वाली भुजा पर नीचे से ऊपर की ओर व न्यूनतम वाली भुजा पर ऊपर से नीचे की ओर पढ़ा जाता है (चित्र – 4.3)। प्रत्येक नली के ऊपरी भाग में एल्कोहॉल व निचले भाग में पारा भरा होता है। ये दोनों नलियां लकड़ी के एक बोर्ड पर लगी होती हैं तथा लकड़ी पर भुजाओं के ऊपर 'अधिकतम' (Maximum) व 'न्यूनतम' (Minimum) शब्द लिखे होते हैं। 24 घण्टे में अधिकतम व न्यूनतम तापमान को जानने के लिए नली में लगे सूचक को चुम्बक की मदद से नली में पारे की ऊपरी सतह पर सटा देते है। तापमान में वृद्धि के कारण न्यूनतम ताप वाले बल्ब का एल्कोहॉल गर्म होकर फैलता है जिसके दबाव से नीचे भरा हुआ पारा सूचक को छोडकर नीचे खिसकने लगता है। इस कारण अधिकतम नली का परा सूचक के साथ ऊपर उठने लगता है। इसी तरह तापमान कम होने पर अधिकतम नली का पारा सूचक को छोडकर नीचे होने लगता है। इस प्रकार दोनों स्थितियों में सूचक के नीचे अंकित मानों को पढ़कर न्यूनतम व अधिकतम तापमान मालूम किए जा सकते हैं।

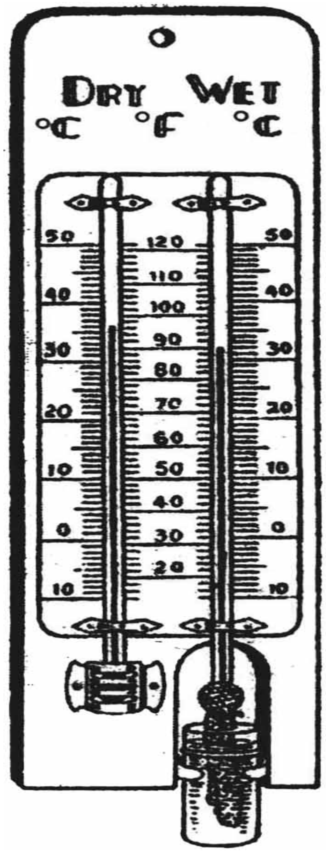


चित्र-4.3 : अधिकतम एवंन्यूनतम तापमापी

4.2.2 आर्द्रता (Humidity)

वायु में मौजूद जलवाष्प की मात्रा को आर्द्रता कहते हैं। वायु में जलवाष्प की वास्तविक मात्रा को निरपेक्ष आर्द्रता कहते हैं तथा इसे ग्राम प्रति घन मीटर या ग्रेन प्रति घन फुट हवा में व्यक्त किया जाता है। दिये गये तापमान में हवा की निरपेक्ष आर्द्रता तथा उस तापमान परहवा की जलवाष्प क्षमता के प्रतिशत अनुपात को सापेक्षिक आर्द्रता कहते है।

(i) आर्द्र एवं शुष्क बल्ब तापमापी यंत्र (Wet and dry bulb thermometer) : इस यंत्र से सापेक्षिक आर्द्रता ज्ञात की जाती है। इस यंत्र में दो तापमापी पास –पास लकड़ी की पट्टी पर लगे होते हैं। दोनों तापमापी के बल्ब में पारा भरा होता है। एक तरफ खुले बल्ब वाली नाली पर शुष्क (Dry) और बन्द बल्ब वाली पर आर्द्र (Wet) लिखा रहता है। आर्द्र बल्ब मलमल के कपड़े से लिपटा रहता है (चित्र – 4.4)। इस कपड़े का निचला भाग पानी से भरे एक छोटे बर्तन में डूबा रहता है। दोनों तापमापी पर तापमान पढ़ कर, दोनों का अन्तर ज्ञात करके तालिका 4.1 की मदद से सापेक्षिक आर्द्रता ज्ञात की जाती है।



चित्र-4.4:आर्द्र एवं शुष्क बल्ब तापमापी

तालिका : 4.1 : सापेक्षिक आर्द्रता (%) तथा ओसांक (०फा.)

शुष्क-बल्ब का तापमान (°फा०)	शुष्क-बल्ब तथा आर्द्र-बल्ब के तापमानों का अन्तर																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	20	22	24
40	92	83	75	68	60	52	45	37	29	22	15	7								
	(38)	(35)	(33)	(30)	(28)	(25)	(21)	(18)	(13)	(7)	(–1)	(–14)								
45	93	86	78	71	64	57	51	44	38	31	25	18	12	6						
50	93	87	80	74	67	61	55	49	43	38	32	27	21	16	10	5				
	(48)	(46)	(44)	(42)	(40)	(37)	(34)	(32)	(29)	(26)	(22)	(18)	(13)	(8)	±10	(–13)				
55	94	88	82	76	70	65	59	54	49	43	38	33	28	23	19	14	5			
60	94	89	83	78	73	68	63	58	53	48	43	39	34	30	26	21	13	5		
	(58)	(57)	(55)	(53)	(51)	(49)	(47)	(45)	(43)	(40)	(38)	(35)	(32)	(29)	(25)	(21)	(11)	(–8)		
65	95	90	85	80	75	70	66	61	56	52	48	44	39	35	31	27	20	12		
70	95	90	86	81	77	72	68	64	59	55	51	48	44	40	36	33	25	19	12	6
	(69)	(67)	(66)	(64)	(62)	(61)	(59)	(57)	(55)	(53)	(51)	(49)	(47)	(44)	(42)	(39)	(33)	(26)	(17)	(2)
75	96	91	86	82	78	74	70	66	62	58	54	51	47	44	40	37	30	24	18	12
80	96	91	87	83	79	75	72	68	64	61	57	54	50	47	44	41	35	29	23	18
	(79)	(77)	(76)	(74)	(73)	(72)	(70)	(68)	(67)	(65)	(63)	(62)	(60)	(58)	(56)	(54)	(50)	(44)	(39)	(32)
85	96	92	88	84	80	76	73	70	66	62	60	56	52	50	46	44	38	32	27	22
90	96	92	89	85	81	78	74	71	68	65	61	58	55	52	49	47	41	36	31	26
	(89)	(87)	(86)	(85)	(83)	(82)	(81)	(79)	(78)	(76)	(75)	(73)	(72)	(70)	(69)	(67)	(63)	(59)	(55)	(51)
95	96	93	89	86	82	79	76	72	69	66	63	60	58	54	52	50	44	38	34	29
100	96	93	89	86	83	80	77	73	70	68	65	62	59	56	54	51	46	41	37	33
	(99)	(98)	(96)	(95)	(94)	(93)	(91)	(90)	(89)	(87)	(86)	(85)	(83)	(82)	(80)	(79)	(76)	(72)	(69)	(65)

(कोष्ठकों में ओसांक लिखे गये हैं।)

उदाहरण : यदि शुष्क–बल्ब का तापमान 70° फा. तथा आर्द्रबल्ब का तापमान 60° फा. हो तो सापेक्षिक आर्द्रता ज्ञात करें।

हल : शुष्क बल्ब का ताप = 70° फा

आर्द्र बल्ब का ताप = 60° फा

∴ दोनों बल्बों के ताप का अन्तर = 70° - 60° = 10°फा.

सारणी 4.1 में 70 के सामने तथा 10 के नीचे लिखी संख्या के अनुसार, सापेक्षिक आर्द्रता = 55%

(ii) केश आर्द्रतामापी (Hair Hygrometer) : इस यंत्र का विकास 1783 ई. में डी सौस्सर ने किया था। इस यंत्र में एक फ्रेम के सहारे मानव केशों का एक गुच्छा लटका होता है। आर्द्रता में घटाव या वृद्धि के कारण गुच्छे के केशों की लम्बाई में होने वाले परिवर्तन से यंत्र में एक सुई डायल पर घूमती है जिसके द्वारा सापेक्षिक आर्द्रता का प्रतिशत मान डायल पर पढ लेते हैं। इसमें शुद्धता शुष्क एवं आर्द्रबल्ब तापमापी से कम होती है।

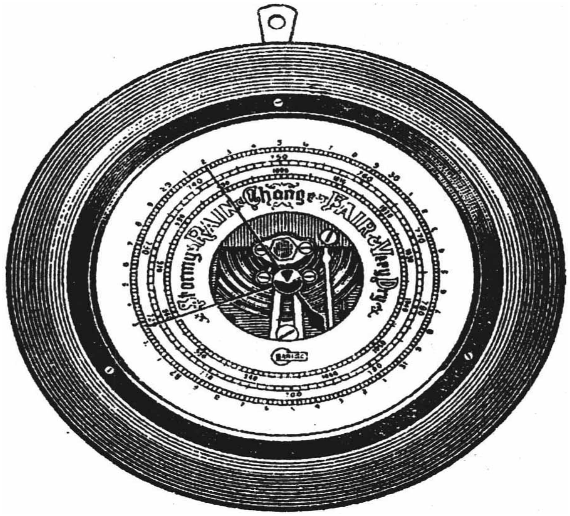
4.2.3 वायुदाब (Pressure)

किसी सतह पर वायुमण्डल के वजन से उत्पन्न बल को वायुमण्डलीय दाब कहते हैं। ये ही मौसम की अन्य दशाओं को प्रभावित करता है। इसे वायुदाब मापी या बैरोमीटर से मापते हैं। इसकी इकाई इंच, मिलीमीटर या मिलीबार में होती है। वायुदाब ऊँचाई के साथ कम होता जाता है।

(i) निर्द्रव वायुदाबमापी (Aneroid Barometer) : इस यंत्र का अविष्कार सन् 1843 में लूसियन विडाई ने किया था। इसमें पारा या अन्य कोई तरल पदार्थ काम में नहीं लाया जाता है। इसे 'एनरॉयड' बैरोमीटर भी कहते है जिसका अर्थ होता है आर्द्रता रहित। यह घड़ी के आकार का बना हुआ होता है जिसके डायल पर वायुदाब के मान इंच तथा मिलीबार में अंकित होते हैं। यह हवारोधी उपकरण है। यंत्र के अन्दर गोल एवं पतली आकृति वाला एक धात्विक बक्सा होता है

जिसके अन्दर एक पतला व लचीला ढक्कन होता है जिस पर वायुदाब में होने वाले परिवर्तन का आसानी से असर देखा जा सकता है। वायुदाब से यह ढक्कन ऊपर नीचे होने लगता है। और डायल पर सुई में सम्पन्न होने से वह घूमने लगती है और डायल पर वायुदाब को पढ़ लिया जाता है। डायल पर झंझावत, वर्षा, परिवर्तन, स्वच्छ एवं अतिशुष्क जैसे मौसम दशाओं

के सूचक चिह्न एवं नाम अंकित होते है जिससे आगामी मौसम का पूर्वानुमान लगाया जा सकता है लेकिन ऐसा करने से पूर्व इसे उस स्थान की समुद्र तल से ऊँचाई के अनुसार संमजित करना जरूरी होता है। छोटा व हल्का होने के कारण यह ज्यादा लोकप्रिय है।



चित्र-4.5 : निर्द्रव वायुदाबमापी

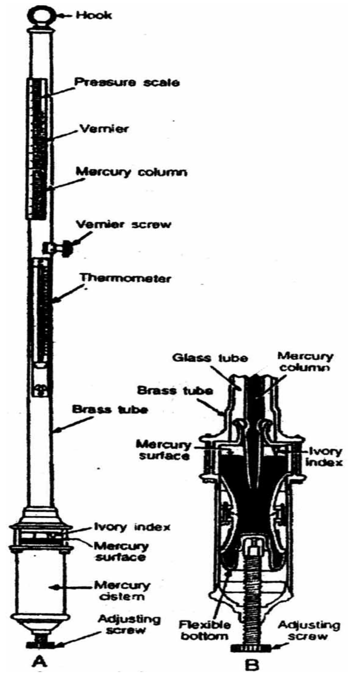
(ii) फोर्टिन का वायुदाबमापी (Fortin's Barometer) : पारे युक्त बैरोमीटर में यह सबसे अधिक काम में आता है। इसमें एक मीटर लम्बी कॉच की एक नली होती है। पारे से भरी इस नली का ऊपरी भाग बन्द और निचला भाग खुला रहता है। खुला भाग नीचे पारे से भरी चमड़े की थैली में डूबा रहता है। सबसे नीचे समायोजन पेंच लगा रहता है इसी को घुमाकर थैली में भरे पारे को ऊपर नीचे खिसकाया जाता है। थैली के पारे की सतह से थोड़ा ऊपर हाथी दाँत का बना एक नुकीला गजदन्त सूचक (Ivory Index) लगा होता है। इस तरह पूरी शीशे की नली पीतल की खोल से ढकी होती है। सिर्फ थोड़ा सा भाग दिखाई देता है जिस पर मिलीबार में मापनी अंकित होती है। मापनी पर ही वर्नियर (Vernier) लगा रहता है जिसे पेंच की सहायता से खिसका कर मुख्य मापक के सहारे वायुदाब पढ़ते है। वायुदाब पढ्ने के लिए सर्वप्रथम निचले समायोजन पेंच (Adjusting screw) से थैली में भरे पारे को इतना ऊपर किया जाता है, जिससे वह सूचक की नोंक को छूने लगे। इसके बाद वायुदाब मापक के पास पारे के ऊपरी सतह को देखकर वर्नियर को इतना खिसकाते है कि वर्नियर का शून्य पारा स्तम्भ का ऊपरी भाग एक सीध में आ जाये तब वर्नियर मापक की मदद से मुख्य मापक पर वायुदाब पढ़ते हैं।

वायुमण्डलीय दाब की माप इकाईयों के परस्पर रूपान्तरण का कोई मानक सूत्र नहीं है, फिर भी निम्नलिखित रूपान्तरण से काफी सीमा तक शुद्ध मूल्य प्राप्त हो जाते हैं।

1 इंच = 25.40 मिलीमीटर = 33.86 मिलीबार

1 मिलीमीटर = 0.039 इंच = 1.33 मिलीबार

1 मिलीबार = 0.029 इंच = 0.75 मिलीमीटर

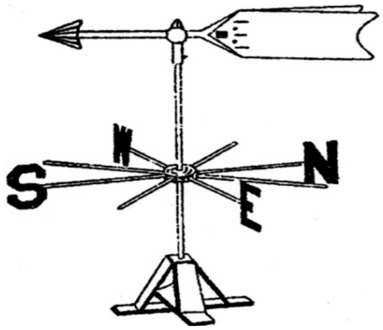


चित्र-4.6 : फोर्टिन का वायुदाबमापी

4.2.4 पवन (Wind)

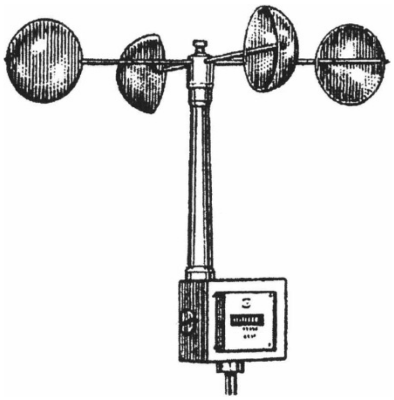
हवा की क्षैतिजीय गति का अनुमापन 'पवन' शब्द के माध्यम से होता है। सामान्तः मौसम मानचित्र पर पवन गति की दिशा और पवन गति का वेग अंकित किया जाता है।

(i) वात् दिगदर्शी (Wind Vane) : जिस दिशा की ओर से पवन आती है उस दिशा को पवन की दिशा कहते हैं। वात् दिगदर्शी से पवन की दिशा ज्ञात की जाती है। यह एक आवर्ती प्लेट या कुकुट का बना होता है जो एक लम्बत् छड़ द्वारा संतुलित होता है। यह प्लेट (तीर नुमा) या कुकुट बॉल बेयरिंग युक्त सॉकेट में इस प्रकार लगा होता है कि पवन चलने पर इसके घूमने में कोई रूकावट उत्पन्न न हो। इस तीर नुमा प्लेट के चौड़े पीछे वाले भाग को पुच्छ (Tail) कहते हैं। नीचे मुख्य डण्डे पर दिशा सूचक चार छड़े लगी रहती हैं जिन पर दिशा सूचक अक्षर N, E, S एवं W अंकित होते हैं। इस यंत्र में तीर की नोंक पवन की दिशा को बतलाती है। इस यंत्र को 8 – 10 मीटर की ऊँचाई पर खुले स्थान में या छत आदि पर इस स्थिति में रखे की प्रत्येक दिशा सूचक छड़ अपनी सही दिशा की ओर स्थित हो।



चित्र-4.7 : वात् दिग्दर्शी

(ii) वायु वेग मापी (Anemometer) : वायु वेग मापी कई प्रकार के होते हैं जिनमें रॉबिन्सन का वायु वेगमापी सर्वाधिक लोकप्रिय है (चित्र – 4. 8)। इस यंत्र में चार भुजाएँ होती हैं जिनपर एक –एक अर्द्धगोलीय धातु की कटोरी लगी होती है। इन सभी कटोरियों का मुँह एक ओर को होता है। हवा का वेग जितना अधिक होगा उतनी ही तेजी के साथ ये कटोरियां घूमती हैं। इस यंत्र पर नीचे एक मीटर लगा होता है जिस में सूई के छूने से वायु का वेग मील/किमीटर/नॉट प्रति घण्टा के रूप में पढ़ा जा सकता है।

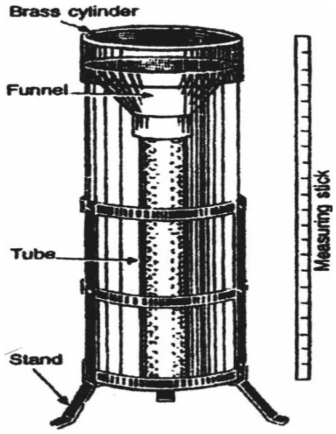


चित्र-4.8 : वायुवेगमापी

4.2.5 वर्षण (Precipitation)

धरातल पर मेघों से आर्द्रता गिरने की क्रिया को वर्षण कहते हैं। यह कई रूपों में होती है जैसे वर्षा, हिम, तुषार, ओला तथा ओस। वर्षा का मात्रा इंच या मिलीमीटर में दर्शाते हैं।

वर्षा की मात्रा को वर्षामापी (Raingauge) से मापते है। यह एक 5 इंच से 8 इंच व्यास वाले धातु के बेलन का बना होता है। बेलन के ऊपरी भाग पर एक कीप लगी होती है जो वर्षा जल को एकत्रित कर एक नली में पहुँचती रहती है (चित्र– 4.9)। नली में जमा हुये जल को एक मापन छड़, जिस पर मिलीमीटर में मापक अंकित होते है, द्वारा माप कर संबंधित मान को 10 से भाग देते है। 10 का भाग इसलिये देना जरूरी होता है क्योंकि कीप के मुँह का क्षेत्रफल नली के मुँह के क्षेत्रफल का दस गुना होता है। साधारणतय: वर्षा मापी की स्थापना भू–सतह से 12 इंच ऊपर होनी चाहिये। वर्षा मापी का पाठ्यांक वर्षा के दिनों में हर रोज प्रात : 8 बजे लिया जाता है।



चित्र-4.9 : मेघों के प्रकार

हिम की मोटाई मापने के लिये भी समतल स्थान चुनते हैं जहाँ हिम अपनी मूल मात्रा में पड़ा हो। हिम की परत में मापक छड़ गाड़कर उसकी मोटाई निश्चित की जाती है ।

4.2.6 मेघ प्रकार (Cloud types)

ज्यादातर मेघ वायु के ऊपर उठने एवं शीतलन से निर्मित होते हैं। जब धरातल के ऊपर की हवा अपने ओसांक से अधिक शीतल हो जाती है तो मेघों की उत्पत्ति होने लगती है। बादलों को उनकी ऊँचाई, आकार, रंग आदि के आधार पर विभिन्न वर्गों में बांटा गया है। ऊँचाई की दृष्टि से मेघों को 4 मुख्य वर्गों में विभाजित किया है (तालिका– 4.2) उच्च, मध्यम, निम्न रख ऊर्ध्व विकसित। इन्हें पक्षाम (Cirrus), स्तरी (Stratus) एवं कपासी (Cumulus) उपवर्गों में बांटा गया है।

तालिका – 4. 2 : मेघों के प्रकार

मुख्य वर्ग	उपवर्ग	संकेताक्षर	धरातल से ऊंचाई(कि.मी.)
उच्च मेघ	पक्षाभ(Cirrus)	Ci	6.0–12.0
	पक्षाभ कपासी (Cirrocumulus)	Cc	5.5
	पक्षाभ स्तरी (Cirrostratus)	Cs	5.5
मध्य मेघ	मध्य कपासी(Altocumulus)	Ac	2.4–5.5
	मध्य स्तरी(Altostratus)	As	2.4–5.5
निम्न मेघ	स्तरी कपासी(Stratocumulus)	Sc	0.3–2.4
	वर्षा स्तरी(Nimbostratus)	Ns	0.9–2.4
	स्तरी (Stratus)	St	0.09
ऊर्ध्व विकसित	कपासी (Cumulus)	Cu	0.9–3.0
	कपासी वर्षा(cumulonimbus)	Cb	0.9–3.0

4.2.7 अन्य वायुमंडलीय परिघटनाएँ

(i) ओला (Hail) : ये विभिन्न आकार की छोटी –छोटी हिम की पारदर्शी कड़ी टुकड़ियां होती हैं जो कपासी वर्षा मेघों से गिरती हैं। इनका व्यास 2 से 5 मिलीमीटर तक होता है।

(ii) फुआर (Drizzle) : जल की बहुत बारीक तथा समान बूँदों का वर्षा के रूप में लगातार छिड़काव क्वार कहलाता है। इसमें बूँदों का व्यास 0.5 मिलीमीटर से भी कम होता हैं।

(iii) मरीचिका (Mirage) : वायुमण्डल की प्रकाशकिरणों के प्रत्यावर्तन से उत्पन्न दृष्टिभ्रम को मरीचिका कहते हैं। उदाहरण मरूभूमि में जल राशि का भ्रम।

(iv) ओस (Dew) : वर्षा, हिम, ओला एवं कुआर वायुमण्डल में उत्पन्न होते हैं जबकि ओस धरातल पर उत्पन्न होती है। रात में जब ताप निष्क्रमण से धरातल ठण्डा हो जाता है तो इसके सम्पर्क में आकर हवा की जलवाष्प, संघनन द्वारा ओस में बदल जाती है।

(v) हिम (Snow) : बर्फ के बारीक क्रिस्टलों के रूप में ठोस जल के वर्षण को हिम कहते हैं।

(vi) तुहिन (Rime) : जब पाला और नमी युक्त कोहरा साथ –साथ पड़ते हैं, तो खेदार हिमकण वायु के अग्रभाग में जमा हो जाते हैं। इन अपारदर्शी हिमकणों को तुहिन कहते हैं।

(vii) सहिम वृष्टि (Sleet) : हिम और जलवृष्टि का साथ–साथ वर्षा के रूप में गिरना।

(viii) तुषार (Frost) : जब धरातल का तापमान हिमांक से नीचे गिर जाता है तो उसके सम्पर्क में आने वाली हवा की जलवाष्प जल में परिवर्तित होने के बजाय बर्फ क्रिस्टलों में बदल कर धरातल पर जम जाती हैं।

(ix) धुन्ध, कोहरा (Mist, fog) : हवा में धूल अधिक मात्रा में जमा हो जाने से धुन्ध उत्पन्न होती है। इसमें दृश्यता कम हो जाती है। यदि हवा की सापेक्षिक आर्द्रता 70% से अधिक हो तो धुन्ध सघन होकर कुहासे में बदल जाती है। इसमें दृश्यता एक किलोमीटर तक ही होती है। जब सापेक्षिक आर्द्रता 90% से अधिक हो तो कुहासा कोहरे में बदल जाता है और दृश्यता एक किमीटर से भी कम हो जाती है।

(x) तड़ित झंझा (Thunder storm) : गर्जन तथा रजत प्रदीप्ति से युक्त तूफान तड़ित झंझा कहलाता है।

(xi) आभामण्डल (Halo) : सूर्य अथवा चन्द्रमा के चारों ओर बनने वाले प्रकाश वलय को आभामण्डल कहते हैं।

(xii) राशिचक्रीय प्रकाश (Zodiacal Light) : आकाश में निस्तेज प्रकाश का ऐसा शंकु जो सूर्यास्त के बाद गोधूली में पश्चिमी क्षितिज से राशि चक्र के चतुर्दिक एवं पूर्वी क्षितिज से सूर्योदय से पहले के उषाकाल में दर्शित हो।

(xiii) कोल (Coal) : दो निम्न दाब तथा दो उच्चदाब के केन्द्रों के मध्य स्थित क्षेत्र को कोल कहते हैं।

बोध प्रश्न – 1

1. सैल्सियस से फारेनहाइट में तापमान के रूपान्तरण की क्या विधि है?

   ………………………………………………………………………………………

   ………………………………………………………………………………………

2. निरपेक्ष आर्द्रता व सापेक्षिक आर्द्रता में क्या भेद है?

   ………………………………………………………………………………………

   ………………………………………………………………………………………

3. निर्द्रव वायुदाबमापी को किस नाम से पुकारते हैं?

   ………………………………………………………………………………………

   ………………………………………………………………………………………

4. वर्षामापी में मान को 10 से भाग क्यों देते हैं?

   ………………………………………………………………………………………

   ………………………………………………………………………………………

5. यदि शुष्क बल्ब का तापमान 80° फा. तथा आर्द्र बल्ब का तापमान 65° फा. हो तो सापेक्षिक आर्द्रता ज्ञात करें।

   ………………………………………………………………………………………

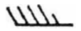
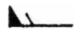
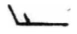
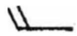
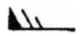
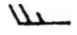
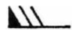
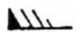
   ………………………………………………………………………………………

4.3 मौसम प्रतीक (Weather Symbols)

वर्तमान में प्रतीकों की सहायता से मानचित्रों पर मौसम की दशा प्रकट की जाती है। ये प्रतीक अन्तर्राष्ट्रीय मान्यता प्राप्त है। प्रमुख मौसम प्रतीक निम्नलिखित है : –

4.3.1 वायु दिशा एवं वेग के प्रतीक (Symbols of wind direction and velocity)

वायु की दिशा एवं गति को तीर की आकृति से दिखाया जाता है। जिस तरफ से वायु जाती है, उधर वायुगति के प्रतीक पंख लगा देते है। सामान्यतया वायु की गति मील व नाट प्रति घण्टा में दिखाई जाती है।

प्रतीक	मील प्रति घण्टा	नॉट	प्रतीक	मील प्रति घण्टा	नॉट
	शान्त	शान्त		44-49	38-42 (40)
	1-4	1-2 (5 से कम)		50-54	43-47 (45)
	5-8	3-7 (5)		55-60	48-52 (50)
	9-14	8-12 (10)		61-66	53-57 (55)
	15-20	13-17 (15)		67-71	58-62 (60)
	21-25	18-22 (20)		72-77	63-67 (65)
	26-31	23-27 (25)		78-83	68-72 (70)
	32-37	28-32 (30)		84-89	73-77 (75)
	38-43	33-37 (35)		119-123	103-107 (105)

चित्र-4.10 : वायुवेग के प्रतीक

4.3.2 मेघावरण के प्रतीक (Symbols of cloud cover)

मेघावरण विभिन्न मौसमी तत्वों के पारस्परिक अन्तर्सम्बन्ध का परिणाम है। आकाश में मेघावरण की मात्रा को वृत्त के प्रति आठवें भाग के रूप में दर्शाते हैं। वृत में भरे भाग से मेघाच्छादन की मात्रा का पता चलता है।

क्रमांक	निम्न या मध्यम मेघ	ऊँचे मेघ	मेघावरण की मात्रा
1.			मेघ रहित आकाश
2.			1/8 आकाश मेघमय
3.			1-4 आकाश मेघमय
4.			3/8 आकाश मेघमय
5.			1/2 आकाश मेघमय
6.			5/8 आकाश मेघमय
7.			3/4 आकाश मेघमय
8.			7/8 आकाश मेघमय
9.			मेघाछन्न आकाश
10.			अस्पष्ट आकाश

चित्र-4.11 : मेघावरण के प्रतीक

4.3.3 समुद्र की दशा (Sea Condition)

मौसम मानचित्रों में सागरीय अवस्था को प्रदर्शित करने के लिए निम्न संकेताक्षरों का प्रयोग किया जाता है।

समुद्र की दशा	समुद्र की अवस्था संकेताक्षर
शान्त (calm)	Cm
अत्यन्त तरंगित (Smooth)	Sm
अल्प तरंगित (Slight)	SL
सामान्य तरंगित (Moderate)	Mod
प्रक्षुब्ध (Rough)	Ro
अतिप्रक्षुब्ध (Very rough)	V.Ro
उच्च तरंगित (High)	Hi
अत्युच्च तरंगित (Very high)	V.Hi
प्रलयंकारी (Phenomenal)	Ph
तरंग की दशा (Wave direction)	– W →

4.3.4 वर्षा की मात्रा (Amount of rainfall)

मौसम मानचित्र में वर्षा की मात्रा को दर्शाने के लिए मेघावरण प्रतीक के वृत्त के समीप दक्षिण पूर्व की ओर वास्तविक वर्षा को सेन्टीमीटर में लिख देते है। इसे कम वर्षा के प्रतीक उपयोग में लेते हैं। 0.25 से 0.74 से.मी. वर्षा को '——' प्रतीक से एवं 0.75 से 1.49 से.मी. वर्षा को '1' प्रतीक से दिखाते हैं।

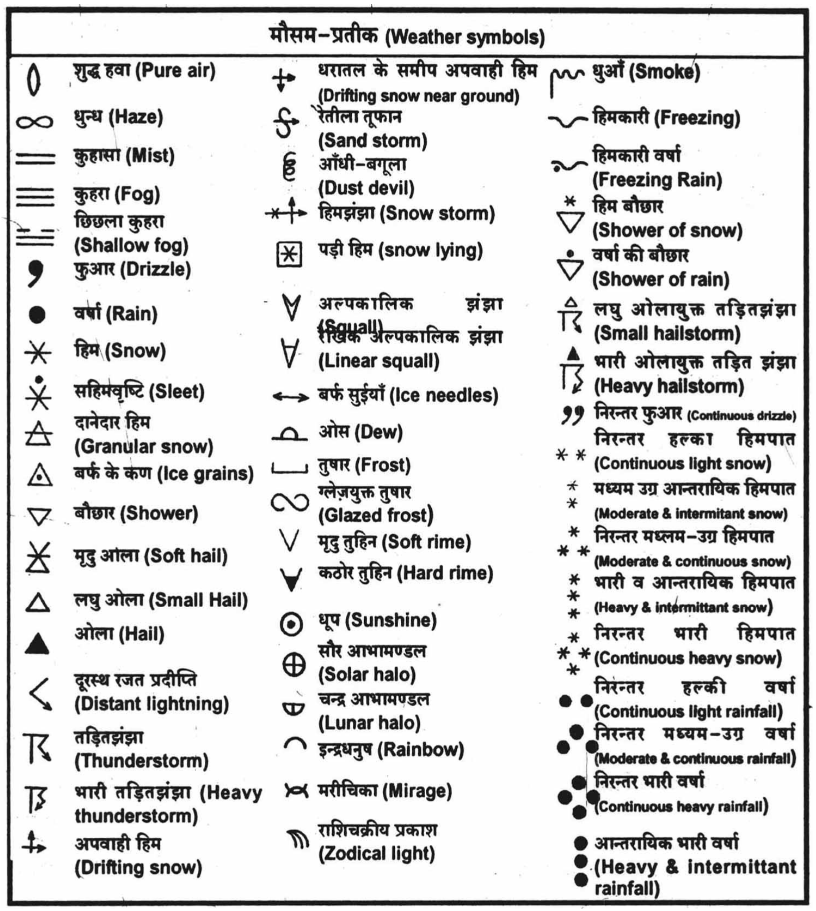
4.3.5 अन्य मौसम प्रतीक (Other Weather Symbols)

आगे मौसम सम्बन्धी अन्य घटनाओं के प्रतीक दिखलाये गये हैं। मानचित्र पर इन्हें अंकित करते समय निम्न बातों का ध्यान दिया जाता है।

(i) यदि किसी मौसमी घटना में सांतव्य (Continuity) है तो उसके प्रतीक को पास –पास दो बार बनाते है जैसे निरन्तर वर्षा, निरन्तर हिमपात आदि।

(ii) यदि दो घटनाएँ एक साथ घटित हो रही हैं तो उनके प्रतीकों को एक दूसरे के ऊपर बनाया जाता है जैसे ओलायुक्त तड़ित झंझा।

(iii) किसी घटना की तीव्रता (Intensity) को प्रकट करने के लिए उसके प्रतीकों की तीव्रता की' मात्रा के अनुसार ऊपर नीचे बनाते है – मध्यम तीव्रता पर दो बार एवं गंभीर तीव्रता पर तीन बार।



चित्र-4.12 : मौसम प्रतीक

बोध प्रश्न – 2

1. दैनिक मौसम मानचित्रों में समुद्र की दशा को कैसे प्रकट करते हैं?

   ....

   ....

2. शान्त हवा को दर्शाने के लिए किस प्रतीक का प्रयोग होता हैं?

   ....

   ....

4.4 भारतीय मौसम मानचित्रों की व्याख्या (Interpretation of Indian daily weather maps)

भारतीय दैनिक मौसम मानचित्रों के अध्ययन से पूर्व इनमें प्रयुक्त प्रतीकों को भलीभांति समझ लेना चाहिए। किसी दैनिक मौसम मानचित्र का निम्न शीर्षकों में अध्ययन किया जाना चाहिए।

(i) प्रारम्भिक सूचना (Introductory information) : इसमें दैनिक मौसम मानचित्र की रिपोर्ट देखकर ऊपर अंकित दिनांक, समय लिखना चाहिए। प्राय: मौसम मानचित्रों पर 8.30 बजे या

17.30 बजे का समय अंकित रहता है जो क्रमश: पिछले 9 घण्टे की मौसमी दिशाओं व 24 घण्टों की मौसमी दशाओं को प्रदर्शित करता है। उक्त समय के आगे (IST) भारतीय प्रमाणित समय अथवा (GMT) ग्रीनविच औसत समय लिखा रहता है।

(ii) वायुदाब (Pressure) : मानचित्र पर वायुदाब की टेढ़ी –मेढ़ी रेखायें बनी रहती हैं जिन्हें समदाब रेखायें कहते है। और ये 2 मिलीबार के अंतराल पर खिची जाती हैं। उच्च वायुदाब वाले क्षेत्र L अक्षर से दर्शाया जाता है। समदाब रेखाओं से विभिन्न प्रकार की आकृतियों का निर्माण होता हैं जैसे V आकार, वृत्ताकार, अण्डाकार, जो अलग – अलग प्रकार के मौसम को दर्शाती है।

(iii) अधिकतम और न्यूनतम तापमान में विचलन (Deviation between maximum and minimum temperature) : मुख्य मानचित्र के नीचे दो छोटे मानचित्रों में तापमान का विचलन प्रदर्शित रहता है।

(iv) मेघावरण (Cloud Cover) : मौसम मानचित्र में छोटे से छोटे वृत्तों से मेघाच्छादन दिखाया जाता है। वृत्त के छायांकित भागों को देखकर मेघाच्छादन की मात्रा ज्ञात की जाती है। अन्य मौसमी घटनाओं जैसे – धुन्ध, कोहरा, इन्द्रधनुष, तड़ित झंझा आदि को मानचित्र पर विभिन्न प्रतीकों के माध्यम से दिखाया जाता है।

(v) वायुदिशा (Wind direction) : मानचित्र लघुवृत्तों में तीर के सम्पर्क से मेघाच्छादन के साथ वायुदिशा दर्शायी जाती है। वायु की गति के बारे में जानकारी तीर के पृष्ठ भाग में बने पंखों के संकेतों द्‌वारा होती है। पंख में बनाये गये त्रिभुजों एवं तिरछी रेखाओं की संख्या एवं लम्बाई द्‌वारा वायु गति का सही अनुमान लगाया जा सकता है।

(vi) समुद्र की दशा (Sea Condition) : दैनिक मौसम मानचित्र में तट के समीप सागरीय दशा को Cm, Sm, SI, Mod, Ro, Hi, आदि संकेताक्षरों से दिखाया जाता है।

4.4.1 भारतीय दैनिक मौसम मानचित्र – जनवरी

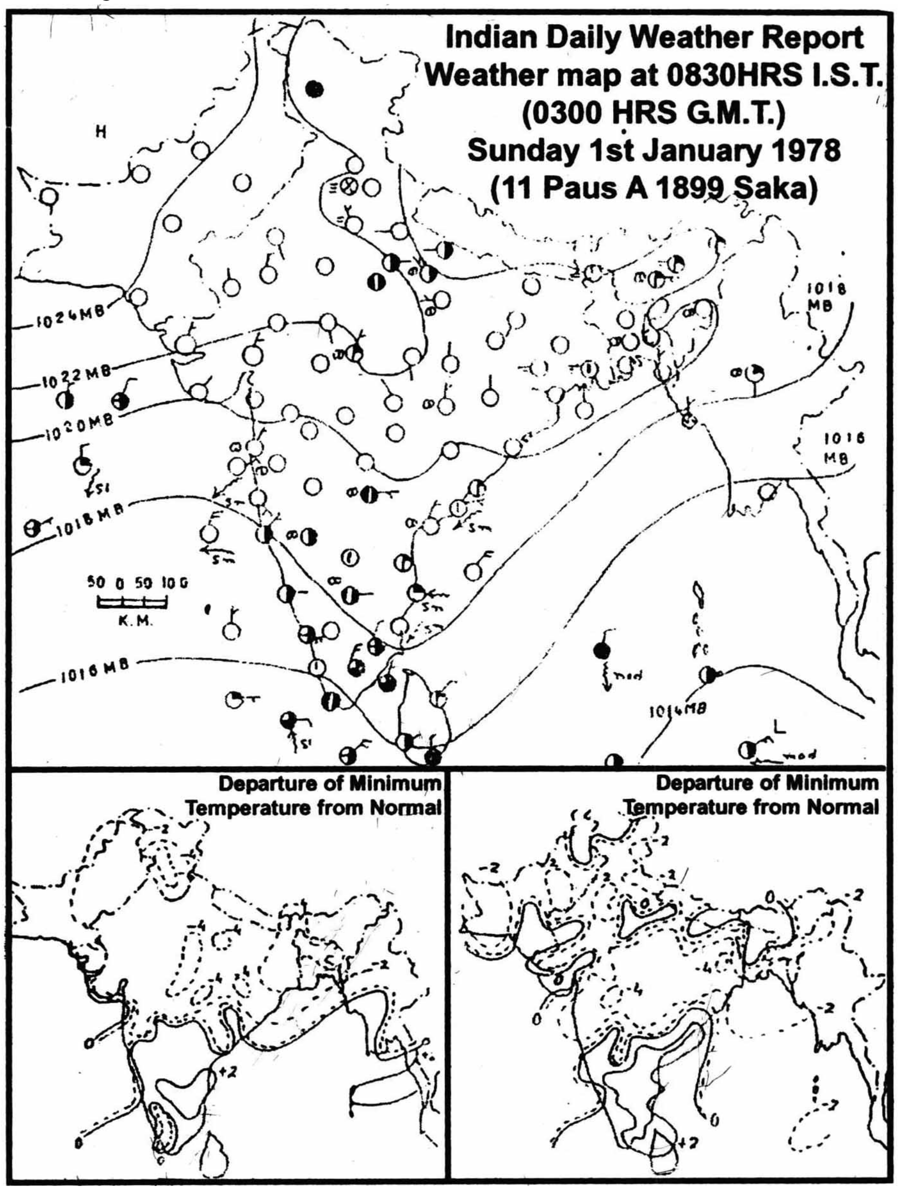
(i) प्रारम्भिक सूचना : यह भारतीय दैनिक मौसम मानचित्र रविवार, 1 जनवरी 1978 (पौष 11 शक 1899) भारतीय मानक समय (IST) के अनुसार 8.30 बजे (ग्रीनविच औसत समय 0300 बजे) की मौसम सम्बन्धी दशाओं को प्रदर्शित करता हैं।

(ii) वायुदाब : शीतकाल का चरमोत्कर्ष होने के कारण इस माह में भारत के स्थलीय क्षेत्र पर उच्च वायुदाब और समुद्री क्षेत्र पर अपेक्षाकृत निम्म वायुदाब है –

1. **उच्च वायुदाब के क्षेत्र :** मानचित्र में उच्च वायुदाब का क्षेत्र उत्तरी पश्चिमी मध्य प्रदेश से उत्तर पश्चिम में राजस्थान हरियाणा, दिल्ली ओर पंजाब तक है। यहाँ वायुदाब 1022 मिलीबार से अधिक है।
2. **निम्न वायुदाब के क्षेत्र :** निम्न वायुदाब के क्षेत्र प्राय: स्थलीय क्षेत्र पर न होकर समुद्री क्षेत्र पर है। इनमें प्रथम निम्न वायुदाब क्षेत्र अरब सागर में पश्चिमी घाट के तट पर है। वायुदाब की मात्रा 1018 मिलीबार से दक्षिण की ओर कम होती गई है। दूसरा निम्न वायुदाब का क्षेत्र अण्डमान निकोबार द्‌वीप समूह का दक्षिणी भाग है।
3. **वेज :** उत्तरी पश्चिमी भारत में उच्च वायुदाब का वेज विकसित हुआ है। यह राजस्थान से पाकिस्तान की ओर फैलता गया है।

(iii) पवन प्रवाह : मौसम मानचित्र में पवनों की दिशा एवं वेग पर वायुदाब का प्रभाव स्पष्ट देखा जा सकता है।

1. **वायु की दिशा :** वायुदाब के वितरण के अनुसार वायु दिशा निर्धारित हुई है। उत्तरी भारत में हवाओं की सामान्य दिशा उत्तर पश्चिम से दक्षिण पूर्व की ओर है। राजस्थान और उत्तरी पश्चिमी मध्यप्रदेश से हवायें उत्तर से दक्षिण की ओर आ रही है। प्रायद्वीपीय भारत के पूर्व में उत्तर पूर्व से हवायें दक्षिण अथवा दक्षिण पश्चिम की ओर प्रवाहित हो रही है।
2. **वायु की गति :** उत्तरी भारत में हवाओं की गति बिल्कुल मन्द है। गंगा के मैदान, छोटा नागपुर पठार एवं पूर्वान्तर क्षेत्र में वायु की गति 3 से 5 नॉट प्रति घण्टा है। प्रायद्वीपीय भारत में वायु की गति 5 से 10 नॉट प्रति घण्टा है।



चित्र-4.13 : भारतीय मौसम मानचित्र- जनवरी

(iv) मेघाच्छादन : सम्पूर्ण भारत में केवल दो क्षेत्रों में आंशिक या पूर्ण मेघाच्छादन है।

1. मध्यवर्ती गंगा मैदान में आंशिक मेघाच्छादन है।
2. प्रायद्वीपीय भारत में तमिलनाडू केरल, कर्नाटक एवं तटवर्ती आन्ध्र में भी आंशिक मेघावरण है। अण्डमान में भी मेघावरण देखा जा सकता है। इसके अलावा सम्पूर्ण भारत में आकाश साफ है।

(v) वर्षा का वितरण : मानचित्र का अवलोकन करने पर स्पष्ट होता है कि भारत में इस समय कहीं भी वर्षा नहीं हुई है।

(vi) धुन्ध एवं कोहरा : पूर्वोत्तर भारत में अधिकांश स्थानों पर धुन्ध और कोहरा है। दिल्ली, हरियाणा के पास छिछला कोहरा, मध्यवर्ती उत्तर प्रदेश में धुन्ध, उत्तरी मध्य प्रदेश में भी धुन्ध छायी है। आन्ध्र और कर्नाटक में भी धुन्ध देखी जा सकती है।

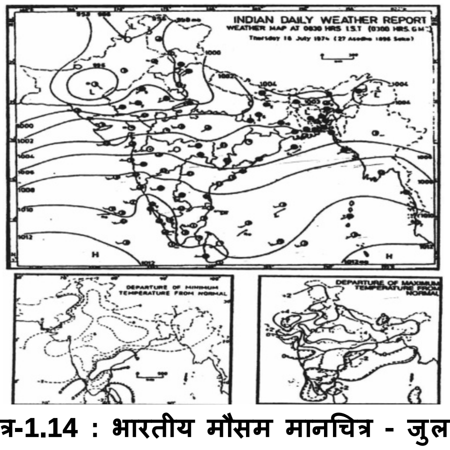
(vii)समुद्र की दशा : कोंकण तट और कन्याकुमारी तट पर अल्प तरंगित पानी की सतह है। ऐसे ही आन्ध्र और तमिलनाडू तट पर भी अल्प तरंगित है जबकि अण्डामन –निकोबार के पास मध्यम तरंगित समुद्र है।

(viii) सामान्य से अधिकतम तापमान का विचलन : प्राय: उत्तरी दक्कन से लेकर सम्पूर्ण उत्तरी भारत में सामान्य से 40 सेल्सियस या इससे अधिक अधिकतम तापमान है। पश्चिमोत्तर भारत, निचली गंगा घाटी और मालवा क्षेत्र में अधिकतम तापमान सामान्य से 40 सेल्सियस से कम है, जबकि दक्षिणी प्रायद्वीप में उत्तरी तमिलनाडू दक्षिणी कर्नाटक में अधिकतम तापमान सामान्य से 20 सेल्सियस था इससे भी अधिक है।

(ix) न्यूनतम तापमान का सामान्य से विचलन : चार दक्षिणी राज्यों को छोडकर न्यूनतम तापमान सामान्य से भी कम है। मालवा व पश्चिमी भारत में यह 20 सेल्सियस से भी कम है जबकि तमिलनाडू और आन्ध्र तट पर न्यूनतम तापमान सामान्य से 20 सेल्सियस से भी अधिक है।

4.4.2 भारतीय दैनिक मौसम मानचित्र – जुलाई

(I) प्रारम्भिक सूचना : यह मौसम मानचित्र, वृहस्पतिवार, दिनांक 18 जुलाई 1974 (आषाढ़ 27 शक 1986) के भारतीय प्रमाणिक समय 8.30 बजे प्रात: (ग्रीनविच औसम समय 0300 बजे) की मौसमी दशाओं को प्रदर्शित करता है।



चित्र-1.14 : भारतीय मौसम मानचित्र - जुलाई

(II) वायुदाब : इस मानचित्र पर 2 मिलीबार के अन्तर पर वायुदाब रेखायें खींची गई है जिनका परिसर 996 मिलीबार से 1012 मिलीबार के बीच पाया जाता है।

1. **उच वायुदाब के क्षेत्र :** मानचित्र में उच वायुदाब का एक विस्तृत क्षेत्र दक्षिणी– पश्चिमी अरब सागर एवं दक्षिणी पूर्वी बंगाल की खाड़ी के सागरीय क्षेत्र पर फैला हुआ प्रदर्शित किया गया है। यह क्षेत्र 1012 मिलीबार वायुदाब रेखा द्वारा सीमांकित है।
2. **निम्न वायुदाब के क्षेत्र :** इस मानचित्र पर चार क्षेत्र निम्न वायुदाब के है। पहला क्षेत्र दक्षिणी पाकिस्तान एवं पश्चिमी जैसमलेर पर स्थित है। दूसरा क्षेत्र पेशावर से उत्तर में उत्तरी पाकिस्तान, पूर्वोत्तर अफगानिस्तान एवं जम्मू कश्मीर के गिलगित क्षेत्र पर फैला है। तीसरा क्षेत्र बांग्लादेश एवं दक्षिणी मेघालय के ऊपर स्थित है, जबकि चौथा केन्द्र उत्तरी म्यानमार और असम–अरूणाचल प्रदेश, नागालैण्ड के ऊपर स्थित है।
3. **समदाब रेखाओं की प्रवृत्ति :** समदाब रेखाओं ने उत्तर पश्चिम एवं पूर्व में मानसून गर्त बना दिया है। जिसकी अक्ष राजस्थान के गंगानगर से अलीगढ़, लखनऊ रख पूर्णिया होती हुई खोन्सा तक फैली है। लक्षद्वीप पर दूसरे गर्त की स्थिति देखी जाती है जिसके कारण समदाब रेखाओं में उत्तर की ओर झुकाव देखा जाता है।

(III) पवन प्रवाह : वायुदाब से पवन की दिशा को गति मिलती है –

1. **पवन दिशा :** मानचित्र में पवनें वर्षाकालीन दक्षिणी पश्चिमी मानसून हवाओं की दिशा का सम्यक् निरूपण करती है। पश्चिमी तट, मध्य भारत और दक्षिण राजस्थान में पवनों की दिशा मुख्यत: पश्चिमी है। पूर्वी तट एवं बंगाल की खाड़ी पर इनकी दिशा दक्षिणी पश्चिमी है।
2. **पवन गति :** उत्तरी भारत की तुलना में प्रायद्वीपीय भारत में वायु वेग अधिक है। मंगलौर तट, भोपाल और त्रिचिरापल्ली के पास वायु वेग 20 नॉट के लगभग है, जबकि कच्छ, उत्तरी लक्षद्वीप, रत्नागिरी, कोलकता, इन्दौर के पास हवा की गति 15 नॉट प्रति घण्टा और पणजी, मदुराई, हैदराबाद, विशाखापट्टनम, अहमदाबाद आदि में वायु वेग 10 नॉट प्रति घण्टा है। राजस्थान, महाराष्ट्र, बिहार के आन्तरिक भागों में यह 5 नॉट प्रति घण्टा है।

(IV) मेघाच्छादन : पश्चिमी बंगाल, असम, मेघालय, बिहार, उड़ीसा, पश्चिमी तट, मध्यवर्ती राजस्थान, हिमाचल प्रदेश एवं उत्तर प्रदेश के पहाड़ी भागों के अधिकांश मौसम केन्द्र मेघाच्छादन है। दिल्ली, जोधपुर, बीकानेर, नागपुर, रायपुर, जगदलपुर, विशाखापट्टनम, मछलीपत्तनम, हैदराबाद, रत्नागिरी, बंगलौर आदि में आकाश का 7/8 भाग मेघाच्छादन है। इसी प्रकार श्रीनगर, सूरत, जबलपुर, पणजी, गुवाहाटी आदि का आकाश 3/4 भाग बादलों से ढका हुआ है। अम्बाला, अकोलो, पेशावर आदि का आकाश मेघरहित है। भुज, अहमदाबाद, लाहौर में धुन्ध तथा मछलीफ्तनम में क्वार मुख्य वायुमण्डलीय घटनाएँ है।

(V) वर्षा का वितरण : मानचित्र के अनुसार मानसून पूर्वोत्तर राज्यों, बिहार के मैदानी क्षेत्र, पूर्वी उत्तर प्रदेश, पश्चिमी राजस्थान और केरल तट पर क्रियाशील है और इन क्षेत्र में विस्तृत वर्षा हुई है। पश्चिमी उत्तर प्रदेश, हरियाणा, पंजाब, पूर्वी राजस्थान, पूर्वी मध्य प्रदेश, कोंकण एवं कर्नाटक के आंतरिक भागों में प्रकीर्णित वर्षा हुई है। देश के शेष भागों में मौसम शुष्क रहा।

पिछले घण्टो के दौरान प्रमुख मौसम केन्द्रों पर प्राप्त वर्षा की मात्रा (से.मी) इस प्रकार है – सिलचर 10.5, पनगढ 9.8, बीकानेर 8.8, कालीकट 8.5, कोलार स्वर्ण खदान 8.0, रीवा 6.2, धर्मशाला 5.5, सीकर 5.2, दार्जिलिंग 5.1, पटना 5.0, ऊधमपुर 4.9, कैलाशहर 4.6।

(VI) समुद्र की दशा : उत्तरी लक्षद्वीप रण श्रीलंका तट के पूर्व में सागर प्रक्षुब्ध, कोनार्क के समीप और मद्रास के पूर्व अल्पतरंगित तथा मद्रास के पास अत्यल्प तरंगित है।

(VII) न्यूनतम तापमान का सामान्य विचलन : बिहार, उत्तरीपूर्वी भारत, पूर्वोत्तर उत्तर प्रदेश, पूर्वी पंजाब, पश्चिमी हिमाचल प्रदेश, उत्तरी राजस्थान आदि विस्तृत क्षेत्र में न्यूनतम तापमान सामान्य से 20 सेन्टीग्रेड का कम पाया गया है। दक्षिणी भारत में विचलन शून्य अथवा समकक्ष है।

(VIII) अधिकतम तापमान का प्रसामान्य से विचलन : दक्षिणी पश्चिमी राजस्थान में दिन का तापमान सामान्य से 60 सेन्टीग्रेड अधिक है। उत्तरी पूर्वी राजस्थान तथा अधिकांश मध्यप्रदेश में अधिकतम तापमान 40 सेन्टीग्रेड अधिक है। दक्षिण में केरल व आन्ध्रप्रदेश के कुछ हिस्सों में सामान्य से 20 सेन्टीग्रेड कम है।

बोध प्रश्न – 3

1. दैनिक मौसम मानचित्रों में वायुमण्डलीय दाब प्रकट करने की क्या विधि है।
   ....
   ....

4.5 मौसम पूर्वानुमान

आने वाले मौसम की पूर्व सूचना को मौसम पूर्वानुमान कहते हैं। यह एक कठिन कार्य है क्योंकि वायुमण्डल अत्यधिक परिवर्तनशील है। मौसम पूर्वानुमान में निम्न बातों पर ध्यान दिया जाता है:

(1) पूर्वानुमान से समय में वायुदाब केन्द्रों के संचरण मार्ग का पता लगाना,

(2) वायुदाब केन्द्रों की तीव्रता को मालूम करना,

(3) पूर्वानुमान की अवधि के मध्य में वायु राशि की भौतिक विशेषताओं में परिवर्तन की संभावना ज्ञात करना।

मौसम पूर्वानुमान की विधियों को तीन वर्गों में विभाजित किया गया है –

1. **भौतिक समीकरण विधि (Method of physical equation) :** भौतिक विज्ञान के नियमों को सूत्रों व समीकरण के माध्यम से व्यक्त किया जाता है। इन समीकरणों में वर्तमान दशा का सही मान रखकर आगामी समय में होने वाली दशाओं का शुद्ध अभिकलन किया जा सकता है। लेकिन यह इतना सरल नहीं है; इसमें मुख्यत: दो कठिनाइयों का सामना होता है – प्रथम, उपयुक्त प्रेक्षणों के अभाव में आगामी मौसम का शुद्ध ज्ञान प्राप्त नही होता। द्वितीय, वायुमण्डलीय प्रक्रमों को निर्धारित करने वाले सूत्र व समीकरण जटिल होने के कारण हल नहीं किये जा सकते। इन्हें कम्प्यूटरों की मदद से हल किया जाता है।
2. **सांख्यिकीय विधि (Statistical method) :** दैनिक मौसम मानचित्रों में प्रदर्शित दशाओं के सांख्यिकीय विश्लेषण के आधार पर किसी स्थान के मौसम की भूतकालीन तथा भविष्य की दशाओं के अन्तर्सम्बन्धों को समझा जा सकता है। पुराने व नये मौसम मानचित्रों की तुलना

से मौसम का पूर्वानुमान लगा दिया जाता है। आधुनिक युग में यह काम अब कम्प्यूटरों की मदद से सरल हो गया है। इस विधि से किये गये पूर्वानुमानों में प्राथमिकता होती है।

3. **पूर्व अनुभव विधि (Past experience method)** : यह एक जटिल विधि कार्य है व मौसम का पूर्वानुमान में वैज्ञानिक अपने लम्बे अनुभव का लाभ उठाते हैं। मौसम को प्रभावित करने वाले स्थानीय कारक जैसे जल –थल विन्यास, पर्वत श्रेणियाँ आदि को सूत्र से प्रकट नहीं किया जा सकता परन्तु वह अपने ज्ञान के आधार पर ठीक ढंग से इन कारकों का मौसम पर असर समझ कर पूर्वानुमान लगा सकता है।

आज विकसित देशों की तरह ही भारत में भी मौसम के पूर्वानुमान में रडार, कृत्रिम उपग्रह, कम्प्यूटर आदि का प्रयोग दिनों दिन बढ़ता जा रहा है।

बोध प्रश्न – 4

1. मौसम पूर्वानुमान से क्या तात्पर्य है?

   ....

   ....

4.6 सारांश (Summary)

इस इकाई में मौसम का तात्पर्य समझाया गया है तथा मौसम यंत्रों में साधारण तापमापी, अधिकतम व न्यूनतम तापमापी यंत्र, आर्द्र एवं शुक बल्ब तापमापी, निर्द्रव वायुदाबमापी, फार्टिन का वायुदाबमापी, वर्षामापी यंत्रों की बनावट व इनसे मौसमी सूचना ज्ञात करने के तरीके की विवेचना की गई है। मौसम मानचित्र का अध्ययन करने के लिये मौसम प्रतीक चिन्हों से अवगत कराया गया है। मौसम मानचित्रों का वर्णन अच्छी तरह कर सकें, इसके लिये जनवरी व जुलाई के मौसम मानचित्रों का सचिव वर्णन किया गया है। साथ ही मौसम पूर्वानुमान में काम आ रही विधियों की भी जानकारी दी गई है।

4.7 शब्दावली (Glossary)

- **मौसम :** किसी निश्चित स्थान की अल्पकालिक वायुमण्डलीय दशाएँ।
- **तापमान :** वातावरण में उष्मा या ठंड की मात्रा।
- **गलनॉक :** जमाब बिन्दु।
- **क्वथनांक :** उबलने का बिन्दु।
- **निरपेक्ष आर्द्रता :** वायु में जलवाष्प की वास्तविक मात्रा।
- **सापेक्षिक आर्द्रता :** तापमान में हवा की निरपेक्ष आर्द्रता तथा उस तापमान पर हवा की जलवाष्प क्षमता के प्रतिशत में अनुपात।
- **नॉट :** वायु गति को मापने वाली इकाई।

4.8 सन्दर्भ पुस्तकें (Reference books)

1. मामोरिया एवं जैन : **मानचित्रांकन एवं प्रायोगिक भूगोल,** साहित्य भवन, आगरा, 1985
2. शर्मा, जे पी. : **प्रयोगात्मक भूगोल की रूपरेखा,** रस्तोगी पब्लिकेशन्स, मेरठ, 2000
3. चौहान, पी. आर : **प्रयोगात्मक भूगोल,** वसुन्धरा प्रकाशन, गोरखपुर, 2001

4. तिवारी, आर. सी. : **अभिनव प्रयोगात्मक भूगोल,** प्रयाग भवन, इलाहाबाद, 2003
5. Singh R.L : **Elements of practical geography,** Kalyani Publishers New Delhi, 1979.

4.9 बोध प्रश्नों के उत्तर

बोध प्रश्न – 1

1. फारेनहाइट में तापमान ज्ञात करने के लिये 9/5 को सेल्सियस से गुणा करके 32 जोड़ने पर तापमान डिग्री फारेनहाइट में बदल जाता है।
2. हवा में जलवाष्प की वास्तविक मात्रा निरपेक्ष आर्द्रता कहलाती है तथा दिये हुये तापमान में हवा की निरपेक्ष आर्द्रता उस तापमान पर हवा की जलवाष्प क्षमता के प्रतिशत में अनुपात को सापेक्षिक आर्द्रता कहते हैं।
3. इसे 'एनरॉयड ' बैरोमीटर के नाम से पुकारते हैं।
4. 10 का भाग इसलिये देना जरूरी होता है क्योंकि कीप के मुहँ का क्षेत्रफल नली के मुँह का क्षेत्रफल का दस गुना होता है।
5. दोनों बल्बों के ताप का अन्तर = 80^o - 65^o = 15^o फा. । सारणी 4. 1 के अनुसार 80^o के सामने तथा 15 के नीचे संख्या के अनुसार, सापेक्षिक आर्द्रता = 44%।

बोध प्रश्न – 2

1. इन मानचित्रों में समुद्र की दशा को संकेताक्षरों के द्वारा प्रकट किया जाता है।
2. शान्त हवा दर्शाने के लिये गोले में गोला बनाते हैं।

बोध प्रश्न – 3

3. मौसम मानचित्र में वायुमण्डलीय दाब को समदाब रेखाओं के द्वारा प्रकट करते है।

बोध प्रश्न – 4

1. आने वाले मौसम की पूर्व सूचना बताने को मौसम पूर्वानुमान कहते हैं।

4.10 अभ्यासार्थ प्रश्न

1. सापेक्षिक आर्द्रता एवं निरपेक्ष आर्द्रता में अन्तर स्पष्ट करते हुए सापेक्षिक आर्द्रता ज्ञात करने की विधि समझाइये।
2. वायुमण्डलीय दाब अथवा तापमान मापने के यंत्रों की बनावट व प्रयोग विधि लिखिये।
3. दैनिक मौसम मानचित्रों की व्याख्या करते समय किन –किन बातों की विवेचना की जाती है?
4. जनवरी अथवा जुलाई के मौसम मानचित्र का सचित्र वर्णन कीजिए।
5. मौसम पूर्वानुमान की विधियों को समझाइये।

इकाई 5 : मानचित्र प्रक्षेप एवं उनका वर्गीकरण (Map Projections and their classification)

इकाई की रूपरेखा

5.0 उद्देश्य
5.1 प्रस्तावना
5.2 अक्षांश तथा देशान्तर रेखाएँ
5.2.1 अक्षाँश
5.2.2 अक्षाँश रेखाएँ
5.2.3 देशान्तर रेखाएँ
5.3 प्रक्षेप खींचने की गणितीय विधि
5.4 प्रक्षेपों का वर्गीकरण
5.4.1 प्रकाश के प्रयोग के अनुसार
5.4.2 प्रयोजन के अनुसार या निश्चित गुणों के अनुसार
5.4.3 रचना के अनुसार
5.5 प्रक्षेपों के गुण
5.6 प्रक्षपों की रचना
5.7 सारांश
5.8 शब्दावली
5.9 सन्दर्भ ग्रन्थ
5.10 बोध प्रश्नों के उत्तर
5.11 अभ्यासार्थ प्रश्न

5.0 उद्देश्य (Objective)

इस इकाई को पढ्ने के बाद आप समझ सकेंगे कि –

- मानचित्र प्रक्षेप की परिभाषा,
- अक्षांश व देशान्तर रेखाओं का तात्पर्य,
- प्रक्षेपों के निर्माण की गणितीय विधि
- विभिन्न आधारों पर प्रक्षेप का वर्गीकरण व उनकी विशेषतायें,
- प्रक्षेप की रचना में ध्यान रखने योग्य बातें।

5.1 प्रस्तावना (Introduction)

पृथ्वी गेंद की तरह गोल है। यद्यपि अपनी दैनिक गति के कारण यह ध्रुवों पर से पिचक गई है जिसके कारण इसका ध्रुवीय व्यास (12710 कि मी.) भूमध्य रेखीय व्यास (12753 कि.मी) से लगभग 43 कि.मी छोटा है। यदि 1.5 मीटर व्यास का एक ग्लोब बनाया जाए तो इस पर ध्रुवीय और मध्य रेखीय व्यासों का अन्तर केवल एक सेंटीमीटर का पाँचवा भाग होगा। यदि इससे भी छोटे व्यास का ग्लोब बनाया जाए तो यह अन्तर और भी कम हो जाएगा। इसलिए अपने कार्यो

के लिए पृथ्वी को एक गोला मान लेते हैं और इसका प्रतिरूप ग्लोब लेते हैं। परन्तु ग्लोब का प्रयोग प्रयोगात्मक कार्यो के लिए कठिन है क्योंकि : –

1. ग्लोब छोटा होने के कारण पृथ्वी के धरातल की सूक्ष्म कृतियों को प्रकट नहीं कर सकता।
2. इसको दूर करने के लिए यदि हम यह कहें कि ग्लोब को बड़े मापक जैसे 1 सें मी. = 10 कि.मी पर बना लें तो ग्लोब का व्यास 12 मीटर के लगभग होगा। ऐसा ग्लोब निम्न कारणों से अनुपयोगी होगा : –
   (a) ऐसे बड़े ग्लोब को रखने के लिए बहुत बड़े कमरे को बनाना पड़ेगा जिसके निर्माण पर बहुत खर्चा आएगा।
   (b) ऐसे ग्लोब को एक स्थान से दूसरे स्थान पर ले जाना कठिन होगा यहां तक कि हटाना या घुमाना भी।
   (c) इस पर बने देशों का अध्ययन करने के लिए सीढ़ी का प्रयोग करना पड़ेगा।
   (d) इतना बड़ा ग्लोब बनाने के लिए पदार्थ पर अधिक खर्च होगा।
3. ग्लोब के द्वारा विभिन्न भू भागों की तुलना ठीक प्रकार से नहीं की जा सकती क्योंकि एक समय में ग्लोब का एक ही भाग हमारे सामने होता है। उदाहरण के लिए यदि भारत और संयुक्त राज्य अमरीका के क्षेत्रफल की तुलना करें तो देखेंगे कि यदि भारत हमारे सामने है तो संयुक्त राज्य अमरीका दिखाई नहीं देता। यदि संयुक्त राज्य अमरीका सामने है तो भारत दिखाई नहीं देता ।
4. युद्ध क्षेत्र आदि में जहां बड़े मापक (Large scale) वाले मानचित्रों की आवश्यकता पड़ती है, वहाँ ग्लोब का प्रयोग असम्भव है ।
5. भौगोलिक उपकरणों के अध्ययन और प्रदर्शन के लिए अलग–अलग ग्लोबों की आवश्यकता होगी इसलिए यह सम्भव नहीं कि संसार के धरातल, जलवायु, वनस्पति, खनिज पदार्थ, जनसंख्या, व्यापार आदि के विवरण प्राप्त करने के लिए अलग–अलग विवरणों के ग्लोब लें और प्रति दिन घर से कॉलिज या कॉलिज से घर लाया जाए।
6. ग्लोब पर पैमाने से दूरियों को नापना भी सरल नहीं है क्योंकि ग्लोब पर दूरियाँ केवल धागे से ही नापी जा सकती हैं।

इन कठिनाईयों और असुविधाओं को दूर करने के लिए पृथ्वी के गोलाकार धरातल को समतल तल पर बनाना पड़ा। यही विधि प्रक्षेप है। परन्तु वास्तविक रूप में यह क्रिया भी असम्भव है।

उदाहरण के लिए यदि हम किसी रबड़ की गेंद के आधे भाग को बिना तोड़े समतल धरातल पर फैलाने का प्रयास करें तो देखेंगे कि उसके किनारे ऊपर उठ जाते हैं केवल बीच का कुछ भाग ही समतल धरातल पर स्थिर हो पाता है। इसके विपरीत यदि किनारों को दबा कर चपटा करने का प्रयास करें तो देखेंगे कि किनारे फट जाते हैं। इसी प्रकार यदि हम यह चाहें कि एक समतल धरातल (वाले एक कागज) को ग्लोब के चारों ओर चिपका कर ग्लोब की उस पर पूर्ण रूप से उतार लें तो यह भी तब तक सम्भव नहीं है जब तक कागज को मोड़ न दें। क्योंकि समतल धरातल पर बिना सिकुड़नों तथा सिलवटों के, गोल वस्तु को शुद्ध रूप से प्रकट नहीं किया जा सकता। ऐसे में प्रक्षेप का उद्देश्य असफल हो जाता है। समतल कागज ग्लोब के केवल एक ही भाग को छू सकता है समस्त भागों को नहीं।

ग्लोब पर या पृथ्वी पर किसी स्थान कि स्थिति को जानने के लिए कल्पित रेखाएं बनाई गई हैं जिन्हें अक्षांश और देशान्तर रेखाएं कहते हैं। इन रेखाओं के जाल (Graticule of mesh) को ही यदि समतल धरातल पर प्रकट किया जाए तो हमारे उद्देश्य प्रक्षेप की पूर्ति हो सकती है। परन्तु यह भी कठिन है, क्योंकि ग्लोब पर देशान्तर रेखाएँ अक्षाँश रेखाओं को समकोण पर काटती हैं और ध्रुव पर जाकर एक बिन्दु पर मिल जाती हैं। यदि मानचित्र पर देशान्तर रेखाओं को अक्षांश रेखाओं पर समकोण पर काटते हुए दिखाया जाए तो देखेंगे कि देशान्तर रेखाएँ एक बिन्दु पर नहीं मिलती और एक दूसरे के समानान्तर हो जाती हैं। इसके कारण क्षेत्र के आकार, या क्षेत्र फल या दूरी आदि में अन्तर आ जाता है।

प्रक्षेप का अर्थ उस चित्र से है जो प्रकाश द्वारा प्रसारित किसी वस्तु के प्रतिबिम्ब से समतल धरातल पर बनता है जैसे सिनेमा में फिल्म का पर्दे पर फैलाव। प्रक्षेप बनने का यही सिद्धान्त है। अब यदि हम प्रक्षेप बनाने के लिए प्रकाश का प्रयोग करे (ग्लोब तारो (Wires) का बना हो ओर कागज में लिपटा हो) तो देखेंगे कि प्रकाश के कारण अक्षांश और देशान्तर रेखाओं की छाया कागज पर पडेगी लेकिन साथ ही यह भी स्पष्ट होगा कि जो स्थान प्रकाश के पास है वहाँ अशुद्धि बहुत कम होती है और जो स्थान प्रकाश से दूर है वहाँ अशुद्धि अधिक होती है।

यह सत्य है कि पृथ्वी के धरातल के छोटे–छोटे भागों जैसे जापान, श्री लंका पुर्तगाल आदि का मानचित्र समतल धरातल पर बनाना कठिन नहीं है और न ही अधिक अशुद्धियों का डर है परन्तु यह बात भी अवश्य है कि समस्त भू–मंडल के धरातल को समतल कागज या धरातल पर सही रूप से प्रकट करना कठिन है।

प्रकाश द्वारा ग्लोग के अक्षांश, देशान्तर रेखाओं के क्रम के फैलाव का दृष्टांत केवल सिद्धान्त स्पष्ट करने के लिए है, वास्तव में गणित तथा ज्यामिती विधियों द्वारा अक्षाँश तथा देशान्तर रेखाओं को समतल कागज पर बना देते है। इस प्रकार "प्रक्षेप वह साधन है जिसके द्वारा ग्लोब की अक्षाँश तथा देशांतर रेखाओं को समतल धरातल या कागज़ पर अवतरित किया जा सके

'Map projection is a systematic drawing of parallels of latitude and meridian of longitude on a plane surface for the whole earth or a part of it on certain scale.'

'Mathematically the term projection means the plane as viewed from a fixed point'

कुछ अन्य परिभाषाएँ :

(i) "Map projection is a means of representing the lines of latitude and longitude of the globe on a flat sheet of paper" (J.A. Steers)
अर्थात मानचित्र प्रक्षेप ग्लोब की अक्षांश व देशान्तर रेखाओं को सपाट कागज पर प्रदर्शित करने की एक विधि है।

(ii) "Map projection is the representation on a plane surface, of the meridians of longitude and parallels of latitude reference to which defines any point on the earth surface." (J. Mainwaring)

(iii) "A map projection is simply a device for representing the parallels and meridians of the earth's surface on a flat map." (G.P. Kellaway)

(iv) "A map projection is some method of representing on a sheet of paper the lines of latitude and longitude of the globe" (John bygott)

(v) "A map projection is an orderly system of parallels and meridians used as basis for drawing map on flat surface" (A.N. strahler)

प्रक्षेप की रचना में निम्नलिखित बातों को ध्यान में रखा जाता है :

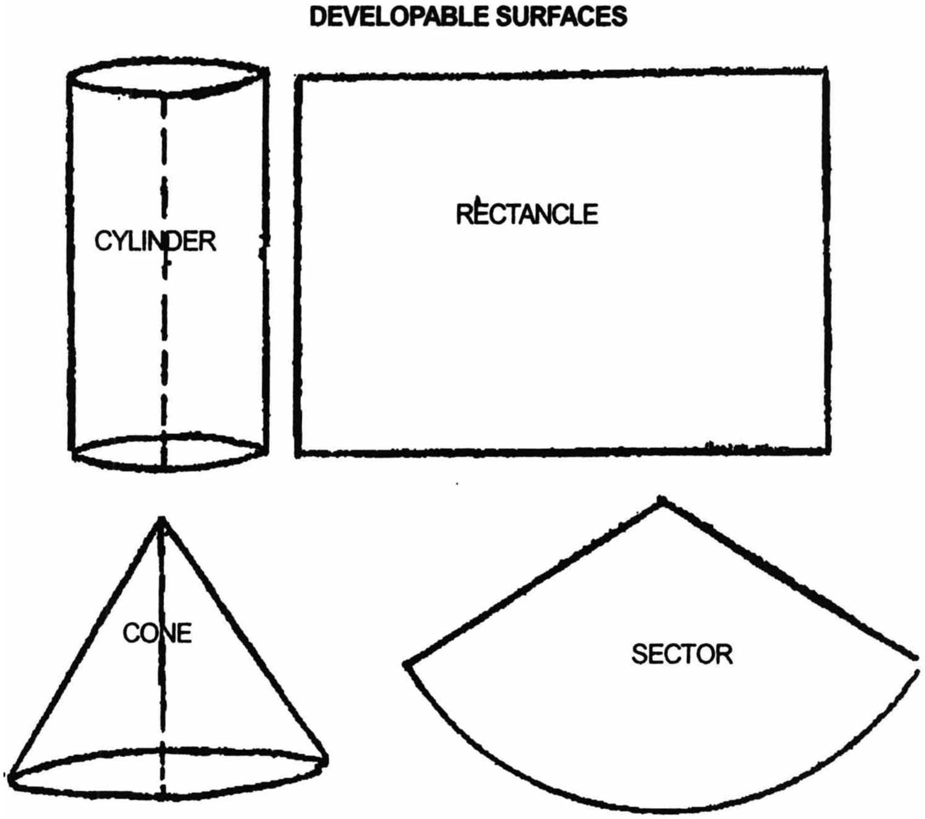
(a) अक्षांश और देशान्तर रेखाओं काजाल

(b) मापक एवं दिशा

(c) पृथ्वी की गोलाई का चपटे तल पर प्रदर्शन

प्रक्षेप बनाते समय ग्लोब के अक्षांश और देशान्तर रेखाओं के जाल को समतल धरातल के अतिरिक्त विकास योग्य (Developable surface) तल पर भी बनाया जा सकता है। शंकु (Cone) और बेलन (Cylinder) इस प्रकार के तल है। विकास योग्य तल से तात्पर्य है कि जिसको एक ओर से काटकर फैलाया जा सके। शर्त यह है कि यह तल पतले होने चाहिऐं जैसे कागज या धातु की पतली चादर।

बेलन को इसके अक्ष के समानान्तर एक रेखा पर काट कर फैलाने पर आयताकार या वर्गाकार आकृति प्राप्त की जा सकती है। इसी प्रकार शंकु को इसके शीर्ष (Apex) से आधार तक एक सीधी रेखा में काटने पर इसे एक वृतांश (Sector) के आधार में प्राप्त किया जा सकता है। (देखें चित्र नं.5.1)



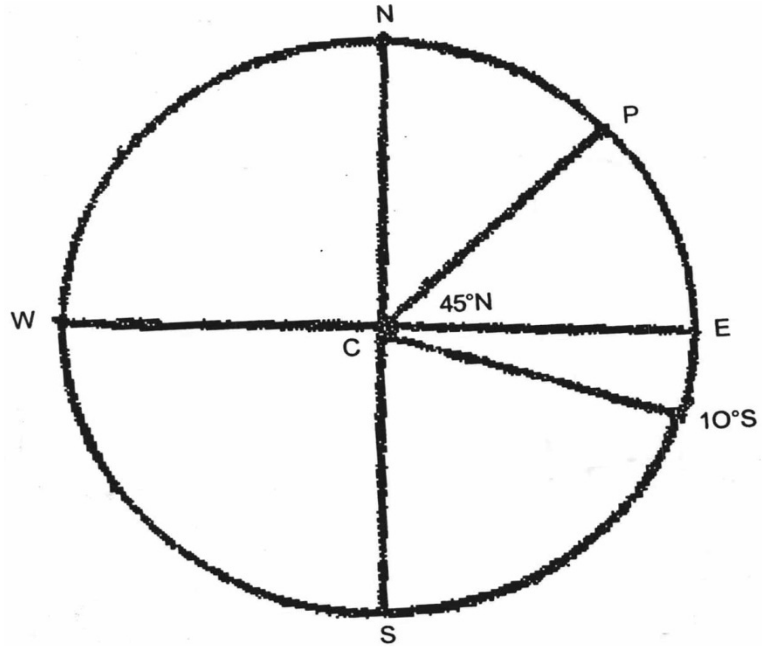
चित्रा - 5.1

5.2 अक्षांश तथा देशान्तर रेखाएँ (lines of latitude and longitude)

5.2.1 अक्षाँश (Latitudes)

भूमध्य रेखा से उत्तर तथा दक्षिण की ओर ध्रुवों तक पृथ्वी के केन्द्र पर नापी जाने वाली कोणात्मक दूरी को अक्षांश कहते है। चित्र नं. 2 में NCS ग्लोब की धुरी (Axis) है। N उत्तरी ध्रुव, S दक्षिणी ध्रुव और C पृथ्वी या ग्लोब का केन्द्र है। WCE भूमध्य रेखीय व्यास है। किसी स्थान P का अक्षांश PCE द्वारा नापा जाता है। क्योंकि यह स्थान भूमध्य रेखा के उत्तर में है इसलिए इस स्थान के अक्षांश के साथ उत्तरी (जैसे 45^o उत्तर क्योंकि PCE =45^o) लिखा जाता है। यदि कोई स्थान भूमध्य रेखा के दक्षिण में है तो उसके साथ दक्षिण लिखा जाता है जैसे 10^{o}S।

एक गोले में 360^o होते है। पृथ्वी गोलाकार है। यदि भूमध्य रेखा से एक सीधी रेखा में उत्तरी या दक्षिणी ध्रुव तक जायें तो हम गोले का 1/4 भाग पार करेंगे। इस प्रकार उत्तरी ध्रुव का अक्षांश भी 90^o उत्तरी = 90^o तथा दक्षिणी ध्रुव का अक्षांश भी 90^o दक्षिणी होगा। इस प्रकार पृथ्वी तल पर अक्षांश 0^o से लेकर 90^o उत्तर तथा 90^o दक्षिण तक होते हैं। प्रत्येक अक्षांशीय अंश को 60 भागों में विभक्त किया जाता है। प्रत्येक भाग को एक मिनट कहते हैं। प्रत्येक मिनट के 60 भाग किए जाते हैं और प्रत्येक भाग सैकिण्ड कहलाता है।



चित्र - 5.2

5.2.2 अक्षांश रेखाएँ (Lines of latitudes)

वे कल्पित रेखाएँ जो उन स्थानों में से गुजरती हैं जिनकी भूमध्य रेखीय तल से एक ही दिशा में कोणात्मक दूरी एक समान हो उन्हें अक्षांश रखाएँ कहते हैं । ग्लोब पर देखने से अक्षांश रेखाओं कि निम्न लिखित विशेषताएं स्पष्ट होती हैं :

(i) प्रत्येक अक्षांश रेखा एक पूर्ण वृत होती है और उसकी दूरी ध्रुव से समान होती है।

(ii) प्रत्येक अक्षाँश अपने तल (Plane) में स्थित होता है जो पृथ्वी के अक्ष से समकोण बनाता है।

(iii) भूमध्य रेखा केन्द्रीय अक्षांश रेखा है जिसकी दूरी दोनों ध्रुवों से समान होती है। इसे आरम्भिक या 0^o अक्षांश रेखा भी कहते

(iv) सभी अक्षांश रेखाएं एक दूसरे के समानान्तर (parallel) होती हैं इसलिए उन्हें अक्षांश मृत (parallel of latitudes) भी कहा जाता है।

(v) सब अक्षांश रेखाओं की लम्बाई बराबर नहीं होती। भूमध्य रेखा की लम्बाई सबसे अधिक होती है $2\pi r$ इसे महान वृत (Great Circle) भी कहते हैं। यह पृथ्वी को दो बराबर भागों में बांटती है।

(vi) सभी अक्षांश रेखाएं छोटे वृत होते हैं । यह भी पृथ्वी को दो भागों में बाँटते हैं परन्तु यह भाग आपस में बराबर नहीं होते ।

(vii) ध्रुवों की ओर, भूमध्य रेखा से, अक्षांश रेखाओं की लम्बाई कम होती जाती है। यहाँ तक कि 90^o की अक्षांश रेखा बिन्दु मात्र होती है।

अक्षांश रेखाओं की लम्बाई भूमध्य रेखा को ईकाई मानकर

भूमध्य – – – 1.00000 15^o	अक्षांश रेखा – – – 0.96593
30^o अक्षांश रेखा = 0.8660345^o	अक्षांश रेखा = 0.70711
60^o अक्षांश रेखा = 0.50000 75^o	अक्षांश रेखा = 0.25882
(भूमध्य रेखा से आधी)	
90^o अक्षांश रेखा = 0.00000 (या बिन्दु मात्र)	

(viii) 90^o अक्षांश के अतिरिक्त दूसरी सभी अक्षांश रेखाएं देशान्तर रेखाताऐं को समकोण पर काटती है।

(ix) अक्षांश रेखाएं पूर्व पश्चिम दिशा इंगित करती हैं।

(x) भूमध्य रेखा के निकट 1^o अक्षांश रेखा के मध्य दूरी 110.57 कि.मी तथा ध्रुवों के निकट 111.13 कि.मी होती है।

(xi) दो अक्षांश रेखाओं के मध्य के क्षेत्र को कटि बन्ध (Zone) कहते है।

5.2.3 देशान्तर रेखाएँ (Lines of longitudes)

वे कल्पिक रेखाएँ जो उत्तरी तथा दक्षिणी ध्रुवों को मिलाऐं, उनके बीच न्यूनतम दूरी को बताएं तथा भूमध्य रेखा को समकोण पर काटे उन्हें देशान्तर रखाएं कहते है। ग्लोब पर देखने से इनकी निम्नलिखित विशेषताएँ स्पष्ट होती है : –

(i) देशान्तर रेखाएँ अर्द्धवृत होती है जो एक ध्रुव से दूसरे ध्रुव तक फैली होती है।

(ii) दो विपरीत (opposite) देशान्तर रेखाएं मिलकर एक पूर्ण महान वृत बनाते है।

(iii) सब देशान्तर रेखाओं की लम्बाई बराबर होती है।

(iv) यह रेखाएं अक्षांश रेखाओं की भांति आपस में समानान्तर नहीं होती। इनके बीच अधिकतम दूरी भूमध्य रेखा पर होती है। (11.32 कि.मी) ध्रुवों की ओर जाने पर इनके बीच का अन्तर कम होता जाता है। यहां तक कि ध्रुव पर सब देशान्तर रेखाएं आपस में मिल जाती है।

(v) किसी भी एक अक्षांश रेखा पर इनके अध्य पारस्परिक दूरियाँ समान रहती हैं।

(vi) क्योंकि यह रेखा दोनों ध्रुवों को मिलाती हैं इसलिए उत्तर दक्षिण दिशा को बताती है।

(vii) देशान्तर रेखाएँ अक्षांश रेखाओं को समकोध पर काटती है।

(viii) दो देशान्तर रेखाओं के मध्य का क्षेत्र गौर (Gore) कहलाता है।

एक देशान्तर रेखा पर स्थित सभी स्थानों पर सूर्य ऊँचे से ऊँचा (दोपहर) एक ही समय होता है। इस लिए इन रेखाओं को मध्यान्ह रेखाएं (Meridians) भी कहते हैं। Meridians शब्द की उत्पत्ति लैटिन भाषा से है जिसका अर्थ Mid Day या दोपहर होता है।

पृथ्वी के गोलाकार होने के कारण एक समस्या आती है कि किस देशान्तर रेखा से गिनती आरम्भ करें या किसी देशांतर रेखा को पूर्व में तथा किसे पश्चिम मे मानें। इस समस्या के समाधन के लिए उस देशांतर रेखा को जो इंग्लैंड में स्थित रायल वेद्यशाला ग्रीन बीच के स्थान से होकर जाती है आरम्भिक रेखा या प्रधान देशान्तर रेखा या 0^o देशान्तर रेखा माना गया है। यूनान काल में इसे केनेरी द्वीप से होकर गुजरने वाली रेखा बताया गया है। इस रेखा के दायीं ओर 180^o, तथा बांई ओर भी 180^o देशान्तर रेखायें बनाई गई हैं। दाँई ओर का भाग 0^o– 180^o तक पूर्वी गोलार्द्ध बांई ओर का भाग 0^o– 180^o तक पश्चिमी गोलार्द्ध कहलाता है। 180^o की देशान्तर रेखा एक ही होती है इसे पूर्वी अथवा पश्चिमी कुछ भी कहा जा सकता है। वास्तव में 0^o और 180^o देशान्तर रेखाएं स्वयं किसी दिशा को नहीं बताती बल्कि एक प्रकार से पूर्वी तथा पश्चिमी गोलार्द्धों की सीमाएं बनाती हैं।

बोध प्रश्न – 1

1. मानचित्र प्रक्षेप से आप क्या समझते हैं?

   ....

   ....

2. अक्षांश तथा देशान्तर रेखाओं में अन्तर स्पष्ट कीजिये।

   ....

   ....

3. महान वृत्त से क्या तात्पर्य है?

   ....

   ....

5.3 प्रक्षेप खेंचने की गणितीय विधि

प्रक्षेपों का निर्माण करते समय गणितीय विधि का प्रयोग किया जाता है, जिससे कार्य में अधिक शुद्धता रहती है। अत: छात्रों को त्रिकोणमिति का ज्ञान होना आवश्यक है। किसी समकोण त्रिभुज में किन्हीं दो भुजाओं के अनुपात को त्रिकोणमितीय अनुपात कहते हैं।

5.3.1 त्रिकोणमितीय अनुपात (Trignometric ratio)

किसी समकोण त्रिभुज में किन्हीं दो भुजाओं के अनुपात को त्रिकोणमितीय अनुपात कहते हैं। त्रिकोणमितीय अनुपात को समझने के लिए निम्न उदाहरण 5.2.1 की सहायता लेते है।

माना कि ABC एक समकोण त्रिभुज है, (चित्र – 5.2 अ) जिसमें ∠ABC समकोण है, तथा ∠CAB = ∅ हो, तो

(i) $\frac{BC}{AC} = \frac{\text{लम्ब}}{\text{कर्ण}}$ = sin e∅ या ज्या ∅

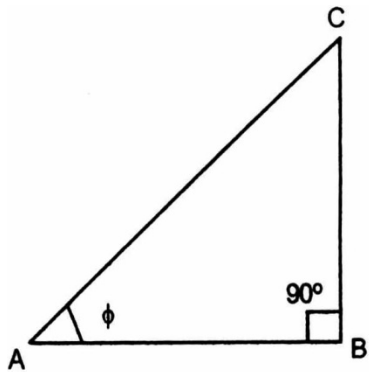
(ii) $\frac{AB}{AC} = \frac{\text{आधार}}{\text{कर्ण}}$ = cos in e ∅ या कोटिज्या ∅

(iii) $\frac{BC}{AB} = \frac{\text{लम्ब}}{\text{आधार}}$ = tan∅ या स्पर्शज्या ∅

(iv) $\frac{AB}{BC} = \frac{\text{आधार}}{\text{लम्ब}}$ = cot∅ या कोटी स्पर्शज्या ∅

(v) $\frac{AC}{AB} = \frac{\text{कर्ण}}{\text{आधार}}$ = sec ∅ या व्युत्क्रम ∅

(vi) $\frac{AC}{BC} = \frac{\text{कर्ण}}{\text{लम्ब}}$ = cosec∅ या व्युत्क्रमज्या ∅



चित्र : 2.5 (अ)

यहाँ यह जानना आवश्यक है, कि–

(i) त्रिकोणमितीय अनुपात का मान न्यून कोण ∅ पर निर्भर करता है, न कि समकोण त्रिभुज की आकृति पर। क्योंकि प्रत्येक कोण के लिए त्रिकोणमितीय अनुपात का मान अद्‌वितीय होता है, इस कारण से त्रिकोणमितीय अनुपात को त्रिकोणमितीय कलन भी कहते हैं।

(ii) (2)sin ϕ, cos ϕ, taϕn ϕ, ———— इत्यादि का अर्थ कदापि नहीं है, कि sin या cos या tan या ———— को ϕ से गुणा किया गया है। अर्थात्

Sin $\phi \neq$ sin ϕ

Cos $\phi \neq$ cos x ϕ

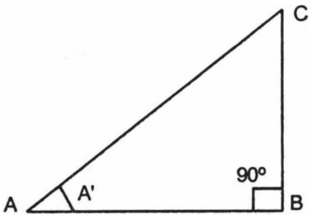
(iii) किसी भी धनात्मक न्यून कोण के त्रिकोणमितीय अनुपात सदैव धनात्मक होते हैं।

उदाहरण – 5.3 : त्रिभुज ABC में कोण B समकोण है, कोण A के लिए सभी त्रिकोणमितीय अनुपात लिखिए?

हल : चित्र 5.2 (ब) के अनुसार भुजा AC कर्ण है, तथा कोण A' की सम्मुख भुजा BC है। अत: ∆ABC में भुजा AB आधार, भुजा BC लम्ब भुजा Ac कर्ण है।

∴ sin A' = $\frac{\text{लम्ब}}{\text{कर्ण}} = \frac{BC}{AC}$

Cos A' = $\frac{\text{आधार}}{\text{कर्ण}} = \frac{AB}{AC}$



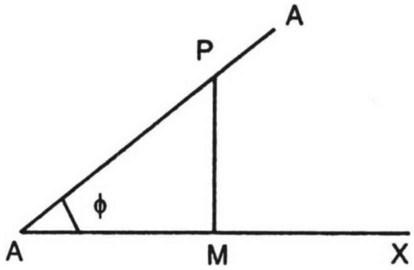
चित्र : 5.2 (ब)

Tan A' = $\frac{\text{लम्ब}}{\text{आधार}} = \frac{BC}{AB}$

इसी प्रक्रिया से अन्य त्रिकोणमितीय अनुपात निकाले जा सकते हैं।

5.3.2 त्रिकोणमितीय अनुपातों में परस्पर सम्बन्ध (Relation between trigonometric ratios)

त्रिकोणमितीय अनुपातों में परस्पर सम्बन्ध उदाहरण 5.2(3) की सहायता से समझा जा सकता है। किसी समकोण त्रिभुज OMP में कोण ∅ के लिए भुजा OM आधार तथा भुजा OP कर्ण हैं। (चित्र – 5.2 (स))



चित्र : 5.2 (घ)

(i) sin∅ . cosec∅ = 1

∴ $\sin\varnothing = \frac{PM}{OP}$ ....(1)

तथा $\text{cosec}\varnothing = \frac{OP}{PM}$ .....(2)

समीकरण (1) और (2) का गुणा करने पर

$\sin\varnothing . \text{cosec}\varnothing = \frac{PM}{OP} \text{ X } \frac{OP}{PM} = 1$

अर्थात sin∅ cosec∅ = 1

$\Rightarrow \sin\varnothing = \frac{1}{\text{cosec}\varnothing}$

या $\text{cosec}\varnothing = \frac{1}{\sin\varnothing}$

अत: sin∅ और cosec∅ परस्पर व्युत्क्रम (Alternative reversible)

(ii) cos∅.sec∅ = 1

∴ $\cos\varnothing = \frac{\text{आधार}}{\text{कर्ण}} = \frac{OM}{OP}$ .....(3)

$\text{Sec}\varnothing = \frac{\text{कर्ण}}{\text{आधार}} = \frac{OP}{OM}$ ......(4)

समीकरण (3) और (4) का गुणा करने पर

$\text{Cos}\varnothing. \text{ Sec}\varnothing = \frac{OM}{OP} \text{ X } \frac{OP}{OM} = 1$

या $\text{Cos}\varnothing = \frac{1}{\text{Sec}\varnothing}$ या $\text{Sec}\varnothing = \frac{1}{\cos\varnothing}$

अत: cos∅ और Sec∅ परस्पर व्यूटकर्म संबंध रखते हैं।

(iii) tan∅.cot∅ = 1 (चित्र 5.1 स से)

$\tan\varnothing = \frac{PM}{OM}$ ....(5)

$\cot\varnothing = \frac{OM}{PM}$ ......(6)

समीकरण (5) और (6) का गुणा करने पर

$\tan\varnothing. \cot\varnothing = \frac{PM}{OM} \text{ X } \frac{OM}{PM} = 1$

या $\tan\phi = \frac{1}{\cot\phi}$ या $\cot\phi = \frac{1}{\tan\phi}$

अत: $\tan\phi$ और $\cot\phi$ परस्पर व्यूटकर्म संबंध रखते हैं।

(iv) $\tan\phi = \frac{\sin\phi}{\cos\phi}$

समीकरण (1) और (3) से

$$\frac{\sin\phi}{\cos\phi} = \frac{PM/OM}{OM/PM} = \frac{PM}{OM} \times \frac{OP}{OM} = \frac{\text{लम्ब}}{\text{आधार}} = \tan\phi$$

(v) $\cot\phi = \frac{\cos\phi}{\sin\phi}$

समीकरण (1) और (3) से

$$\frac{\cos\phi}{\sin\phi} = \frac{OM/OP}{PM/OP} = \frac{OM}{OP} \times \frac{OP}{PM} = \frac{\text{आधार}}{\text{लम्ब}} = \cot\phi$$

(vi) $\sin^2\phi + \cos^2\phi = 1$

समीकरण (1) और (3) से

$$\sin^2\phi + \cos^2\phi = \left[\frac{PM}{OP}\right]^2 + \left[\frac{OM}{OP}\right]^2$$

$$= \frac{PM^2 + OM^2}{(OP^2)} = \frac{OP^2}{(OP^2)} = 1$$

(vii) $1 + \tan^2\phi = \sec^2\phi$

$\tan\phi = \frac{PM}{OM}$

$$\therefore 1 + \tan^2\phi = 1 + \frac{PM^2}{OM^2} = \frac{OM^2 + PM^2}{OM^2} = \frac{OP^2}{OM^2} \left(\because \sec\phi = \frac{OP}{OM}\right)$$

(viii) $1 + \cot^2\phi = \operatorname{cosec}^2\phi$

$\cot\phi = \frac{OM}{PM}$

$$\therefore 1 + \cot^2\phi = 1 + \frac{OM^2}{PM^2} = \frac{OM^2 + PM^2}{PM^2} = \frac{OP^2}{OM^2}$$

5.3.3 त्रिकोणमितीय सर्वसमिकाएँ (Trignometric identities)

त्रिकोणमितीय सर्वसमिका के अन्तर्गत ऐसे त्रिकोणमितिय सम्बन्धों का प्रयोग किया जाता है, जिनके प्रयुक्त कोण के सभी मान सदैव सत्य हो तथा जिन मानों पर प्रयुक्त त्रिकोणमितीय अनुपात पारिभाषित हो। त्रिकोणमिति में सभी सम्बन्ध सर्वसमिकाएँ नहीं होती है। उदाहरणार्थ $\sin\phi = \cos\phi$ केवल एक समीकरण है, क्योंकि यह ϕ के सभी मानों के लिए सत्य नहीं है।

त्रिकोणमितीय सर्वसमिकाओं को सिद्ध करते समय निम्न बिन्दुओं का ध्यान रखना चाहिए –

(i) सर्वसमिका में जटिल पक्ष की तरफ से प्रारम्भ करते हैं तथा मूलभूत सर्वसमिकाओं का प्रयोग करते हुए दूसरा पक्ष ज्ञात करते हैं।

(ii) यदि सर्वसमिका में कई त्रिणोकमितीय अनुपात विद्यमान हो तो सभी अनुपातों को sin या cos में व्यक्त करना सुविधाजनक होता है।

(iii) यदि समस्या में कोई करणी चिन्ह (Radical sign) हो तो उसे यथासम्भव हटाना चाहिए।

(iv) कुछ समस्याओं में पीरमेयकरण का उपयोग भी किया जा सकता है ।

उदाहरण : 5.4(4) में दिये गए सर्वसमिका को सिद्ध कीजिए –

$$\sqrt{\sec^2\emptyset + \text{cosec}^2\emptyset} = \tan\emptyset + \cot\emptyset$$

हल : वाम पक्ष - $\sqrt{\sec^2\emptyset + \text{cosec}^2\emptyset}$

$= \sqrt{(1 + \tan^2\emptyset) + (1 + \cot^2\emptyset)}$ (मूल सर्वसमिका के उपयोग से)

$= \sqrt{\tan^2\emptyset + 2 + \cot^2\emptyset}$

$= \sqrt{\tan^2\emptyset + 2\tan\emptyset\cot\emptyset + \cot^2\emptyset}$ ($\because \tan\emptyset\cot\emptyset = 1$)

$= \sqrt{(\tan\emptyset + \cot\emptyset)^2)}$

$= \tan\emptyset + \cot\emptyset$ दक्षिणी पक्ष

बोध प्रश्न – 2

1. यदि $\tan\emptyset = \sqrt{3}$ तो $\sin\emptyset$ का मान ज्ञात करो।

....

....

2. त्रिकोणमितीय अनुपात को परिभाषित कीजिये।

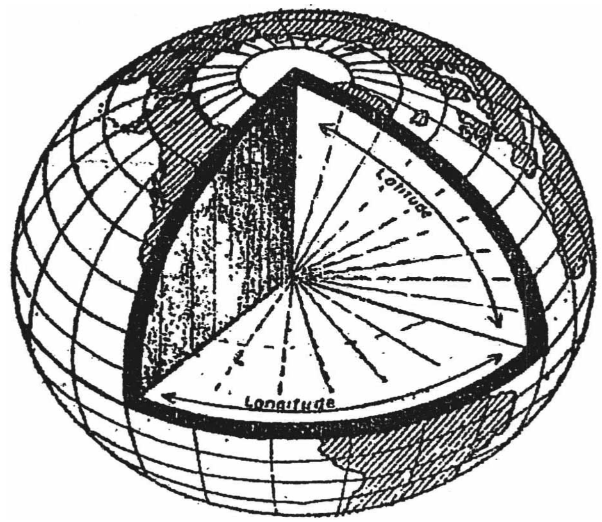
....

....

5.4 प्रक्षेपों का वर्गीकरण (classification of Map projection)

हम पीछे पढ़ चुके हैं कि प्रक्षेप – गोलाकार तल से अक्षांश तथा देशान्तर रेखा जाल को समतल या विकास योग्य धरातल पर स्थानान्तरित करना है । यह भी देखा है कि इस क्रिया में समतल धरातल पर ग्लोब के विभिन्न भागों को एक ही समय में पूर्ण रूप से शुद्ध नहीं उतारा जा सकता। इसलिए विश्व के भिन्न –भिन्न भागों तथा भिन्न –भिन्न उपयोगों (Purposes) के लिए मानचित्र प्रक्षेप बनाने कि विभिन्न विधियां है। प्रक्षेपों का वर्गीकरण निम्न प्रकार से कर सकते है।

1. प्रकाश के प्रयोग के अनुसार (with the help of light)
2. प्रयोजन के अनुसार (According to purpose) या निश्चित गुणों के अनुसार (Properties)
3. रचना विधि के अनुसार (According to construction)
4. परम्परागत (Conventional)



चित्र - 5.3

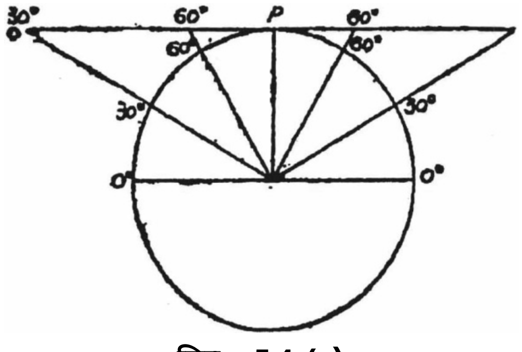
प्रथम विधि के अनुसार प्रक्षेप दो प्रकार के हैं :

5.4.1 प्रकाश के प्रयोग के अनुसार

(i) अनानुदृष्टि या असंदर्श प्रक्षेप (Non–Perspective) : इन प्रक्षेपों में अक्षांश व देशान्तर रेखाओं की रचना प्रकाश की सहायता की अपेक्षा गणित द्वारा की जाती है। अधिकतर इन प्रक्षेपों में ग्लोब के किसी न किसी गुण को शुद्ध रखा जाता है इसलिए इनका उपयोग अधिक होता है। इस पुस्तक में बेलनाकार तथा शंकुआकार अनानुदृष्टि प्रक्षेपों का वर्णन किया गया है।

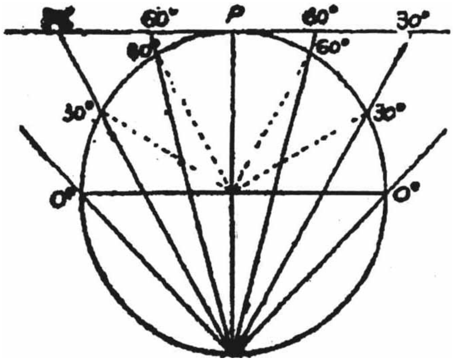
(ii) अनानुदृष्टि रेखागणितीय या संदर्श प्रक्षेप (Geometrical or perspective) : वे प्रक्षेप जिनमें ग्लोब के अक्षांश और देशान्तर रेखाओं के जाल को, किसी द्युतिमान (Illuminous) बिन्दु से प्रकाश की सहायता से प्रसारित करके समतल कागज या तल पर उतारा जाता है उन्हें अनुदृष्टि प्रक्षेप कहते हैं। इस क्रिया में प्रकाश की स्थिति तीन स्थानों पर हो सकती –

(a) जब प्रकाश पृथ्वी (ग्लोब) के केन्द्र पर स्थित हो तो उससे नोमोनिक (Gnomonic) प्रक्षेप बनते हैं। (चित्र– 5.4 a)



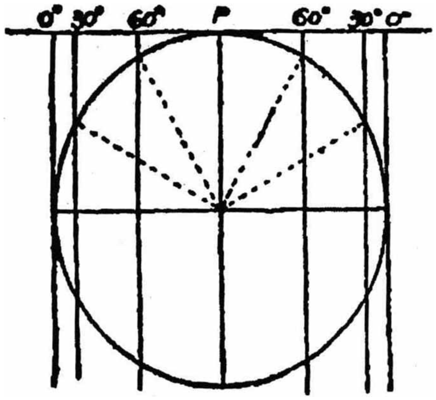
चित्र - 5.4 (a)

(b) प्रकाश को पृथ्वी या ग्लोब के व्यास के एक सिरे पर रखने से स्टिरीयोग्राफिक (stereographic) प्रक्षेप बनते हैं। (चित्र– 5.4 b)



चित्र - 5.4 (b)

(c) जब प्रकाश ग्लोब से बाहर अनन्त (Infinity) दूरी पर स्थित हो तो ओरथोग्राफिक (orthographic) (लम्ब रेखीय) प्रक्षेप बनते हैं। (चित्र– 5.4c)



चित्र - 5.4 (c)

इन प्रक्षेपों में अनानुदृष्टि प्रक्षेप की अपेक्षा ग्लोब के बहुत कम गुणों को शुद्ध रखा जाता है इसलिए इनका अधिक उपयोग नहीं होता। इस पुस्तक में केवल तीन ध्रुवीय उर्ध्ववर्ती अनुदृष्टि प्रक्षेपों का वर्णन किया गया है।

5.4.2 प्रयोजन के अनुसार या निश्चित गुणों के अनुसार

ग्लोब या इसके किसी भाग का बिल्कुल शुद्ध प्रक्षेप बनाना तो असम्भव सा है परन्तु किसी एक प्रक्षेप में कुछ निश्चित गुण को रखना कठिन नहीं है। गुण के आधार पर प्रक्षेप का उपयोग किया जाता है और उसी के आधार पर प्रक्षेपों का वर्गीकरण किया जाता है जो निम्नलिखित है:

(a) शुद्ध क्षेत्रफल प्रक्षेप (Equal area or homolographic) : विभिन्न वस्तुओं के वितरण, को दिखाने के लिए, राजनीतिक और सांख्यिकीय मानचित्र को बनाने के लिए शुद्ध क्षेत्रफल प्रक्षेप की आवश्यकता होती है क्योंकि इनमें क्षेत्रफल का विशेष महत्व होता है।

शुद्ध क्षेत्रफल प्रक्षेप से तात्पर्य है कि ग्लोब के प्रदर्शित किए जाने वाले भाग का क्षेत्रफल मानचित्र प्रक्षेप पर बराबर रखा जाए।

इस प्रकार के प्रक्षेपों में क्षेत्रफल तो शुद्ध रहता है परन्तु आकृति या दिशा आदि में अन्तर आ जाता है। उदाहरण के लिए एक–दो सें.मी भुजा वाले वर्ग का क्षेत्रफल (4 वर्ग से.मी) 4 से.मी लम्बी और 1 सें.मी चौड़ी भुजाओं वाली आयात के बराबर है (4 वर्ग सें.मी) परन्तु

आकृति और दिशा में अन्तर आ जाता है। (चित्र– 5.5)। इसी प्रकार एक आयत के क्षेत्रफल को एक चतुर्भुज (Parallelogram) के क्षेत्रफल के बराबर उसी आधार और ऊंचाई के बीच रखकर कर सकते हैं। (चित्र–5.56) इसमें भी आकृति और दिशा में अन्तर स्पष्ट होता हैं। ABCD एक आयत है और ABCD एक चतुर्भुज है।

इसी प्रकार ग्लोब से शुद्ध क्षेत्रफल प्रक्षेप बनाते समय अक्षांश रेखाओं के मापक में वृद्धि और देशान्तर रेखाओं के मापक में कमी की जाती है। या अक्षांश रेखाओं की लम्बाई ग्लोब के अनुरूप और उनके मध्य की लाम्बिक दूरियां समान रखी जाती है।

(b) शुद्ध आकृति प्रक्षेप (True shape or orthomorphic) : नौ संचालन, सागरीय धाराओं के मार्ग, पवनों की दिशा सूचित करने वाले मानचित्रों, साधारण राजनीतिक मानचित्रों के लिए शुद्ध आकृति प्रक्षेप की आवश्यकता होती है।

शुद्ध आकृति प्रक्षेप से तात्पर्य है ग्लोब के प्रदर्शित किए जाने वाले भाग का आकार मानचित्र प्रक्षेप पर भी वैसा ही बने।

प्रक्षेप पर इस विशेषता को बनाए रखने के लिए आवश्यक है ग्लोब की भाँति, प्रक्षेप पर अक्षांश और देशान्तर रेखाएं समकोण पर काटें तथा मानचित्र के किसी भी बिन्दु पर अक्षांशीय तथा देशान्तरीय मापक में अनुपातीय वृद्धि या कमी हो। ऐसे प्रक्षेपों में आकृति की रक्षा करते हुए क्षेत्रफल को शुद्ध रखना असम्भव है। चित्र–5.6, में ABCD एक (मानले) ग्लोब का भाग है AB,CD अक्षांश रेखाएं और AD,BC देशान्तर रेखाएं हैं AC इसकी दिशा है। इनकी आकृति और दिशा को शुद्ध रखने के लिए आवश्यक है दोनों दिशाओं में अनुपातीय वृद्धि हो। AB को यदि B' तक बढ़ाया है तो AD को D' तक बढ़ाना पड़ेगा। AC' इसकी दिशा रहेगी।

(c) शुद्ध दिशा प्रक्षेप (Conformal) : जिन प्रक्षेपों में दो स्थानों को मिलाने वाली सीधी रेखा की दिशा ग्लोब या पृथ्वी के अनुसार शुद्ध हो उन्हें शुद्ध दिशा प्रक्षेप कहते है। जैसे मरकेटर प्रक्षेप।

कई प्रक्षेपों में प्रक्षेप के केन्द्र से विभिन्न बिन्दुओं का दिकमान (Bearing) को शुद्ध हो उन्हें खमदह् (Azimuthal) प्रक्षेप कहते हैं। जैसी सभ्ज्ञी ध्रुवीय ऊर्ध्ववर्ती प्रक्षेप।

(d) शुद्ध दूरी प्रक्षेप (True distance) : सड़क, रेल यातायात, नदियों के विस्तार को दिखाने के लिए शुद्ध दूरी प्रक्षेपों की आवश्यकता होती है।

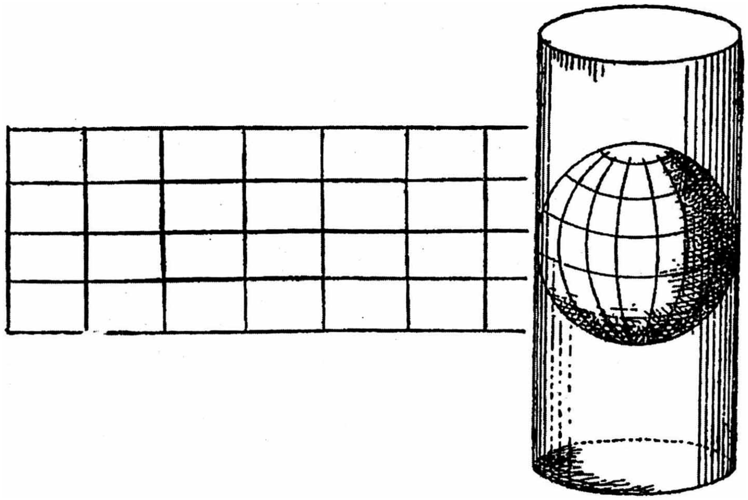
शुद्ध दूरी प्रक्षेप से तात्पर्य है ग्लोब पर प्रदर्शित दो स्थानों के मध्य की दूरी प्रक्षेप पर भी समान दिखाई जाए। इस प्रकार के प्रक्षेपों में अक्षांशीय दूरियां अकसर बराबर रखी जाती है। इस प्रकार के प्रक्षेपों में दूरियाँ तो शुद्ध आ जाती हैं परन्तु क्षेत्रफल आकृति, दिशा में अन्तर आ जाता है।

5.4.3 रचना के अनुसार

1. **बेलनाकार प्रक्षेप (Cylindrical) :** इस प्रकार के प्रक्षेपों की रचना में यह कल्पना की जाती है कि कागज का एक खोखला बेलन (cylinder) ग्लोब को घेरे हुए है और भूमध्य रेखा को दूता है तथा ग्लोब के मध्य में प्रकाश रखा है (अपने कार्यो के लिए वास्तव में प्रकाश का प्रयोग

नहीं करते) इस प्रकार ग्लोब की अक्षांश और देशान्तर रेखाओं के जाल की छाया कागज के बेलन पर पड़ेगी जिनको गहरा कर लिया जाता है। इसके पश्चात् बेलन को ग्लोब के अक्ष के समानान्तर एक देशान्तर रेखा के सहारे काट कर समतल धरातल के रूप में फैला देते हैं और एक आयताकार आकृति प्राप्त करते हैं।

(चित्र–5.7) बेलनाकार प्रक्षेप वैसे तो कई प्रकार के हैं परन्तु अपने अध्ययन के लिए निम्नलिखित प्रकार लेते है –



चित्र - 5.7

(i) साधारण बेलनाकार प्रक्षेप (Simple cylindrical projection)

(ii) शुद्ध क्षेत्रफल बेलनाकार प्रक्षेप (Cylindrical equal area or homolographic projection)

(iii) शुद्ध आकृति बेलनाकार प्रक्षेप (True shape or orthomorphic cylindrical or Mercator's projection)

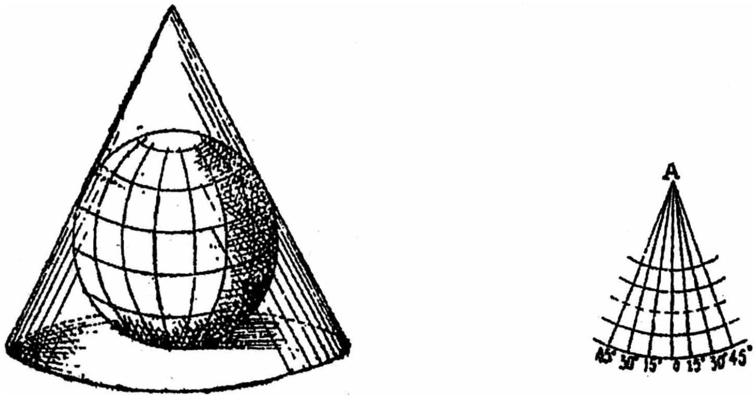
बेलनाकार प्रक्षेपों में निम्नलिखित विशेषताओं की समानता रहती है : –

1. अक्षाँश रेखाएँ सीधी लेटी हुई, सरल–भूमध्य रेखा के बराबर और समानान्तर होती हैं। 90^{o} अक्षांश रेखा जो ग्लोब पर बिन्दु होती है प्रक्षेप पर भूमध्य रेखा के बराबर होती है। अक्षांश रेखाओं की पारस्परिक दूरी प्रक्षेप के अनुसार बदलती रहती है।
2. देशान्तर रखाएँ खड़ी हुई सीधी, सरल, समान लम्बाई की, एक दूसरे के समानान्तर तथा बराबर दूरी पर होती है।
3. जैसे ग्लोब पर देशान्तर रेखाएँ एक बिन्दु पर आकर मिलती है वैसे प्रक्षेप पर नहीं मिलती।
4. अक्षांश और देशान्तर रेखाएँ परस्पर समकोण पर काटती है।
5. भूमध्य रेखा का मापक शुद्ध रहता है 2r क्योंकि बेलन इस रेखा को ही छूता है।
6. पूर्ण प्रक्षेप की आकृति एक आयत होती है।

बेलनाकार प्रक्षेपों का प्रयोग भूमध्य रेखीय (Equatorial) क्षेत्रों को दिखाने के लिए किया जाता है। इन पर विश्व के मानचित्र भी बनाए जाते हैं। भूमध्य रेखीय क्षेत्रों के लिए यह

इसलिए उपयोगी हैं कि इस पर भूमध्य रेखा का मापक शुद्ध होता है और इसके दोनों ओर तंग पट्यी (30^{o} तक) में मापक में अधिक अन्तर नहीं आता।

2. **शंकु आकार प्रक्षेप (Conical) :** इन प्रक्षेपों की रचना में यह मानकर चला जाता है कि कागज का शंकु ग्लोब पर इस प्रकार रखा है कि उसका शीर्ष (Vertex) ग्लोब की धुरी के बिलकुल ऊपर है और शंकु का भीतरी तल किसी एक अक्षांश रेखा को छूता है। इस अक्षांश रेखा को प्रधान अक्षांश रेखा (Standard parallel of S.P) कहते है जिस रेखा पर शंकु को शीर्ष बिन्दु से आधार पर धरातल पर टिका हुआ मानते है उसे केन्द्रीय देशान्तर रेखा (Central meridian) कहते हैं। इस शंकु पर प्रकाश की सहायता से या अन्य विधि से ग्लोब के अक्षांश और देशान्तर रेखाओं के जाल को उतार लिया जाता है तथा एक देशान्तर के सहारे काटकर समतल धरातल के रूप में फैला देते है (चित्र– 5.8)



चित्र - 5.8

शंकु आकार प्रक्षेपों की अधिकांश समान विशेषताएँ

1. अक्षांश रेखाएं व्रत की चापें होती है जिनको अधिकांश एक ही बिन्दु से खींचा जाता है।
2. प्रधान अक्षांश रेखा का मापक शुद्ध रहता है इसके दोनों ओर तंग पट्टी में भी मापक लगभग शुद्ध रहता है।
3. केन्द्रीय देशान्तर रेखा सीधी–रेखा होती है तथा इसका मापक भी शुद्ध रहता है।
4. केन्द्रीय देशान्तर रेखा सभी अक्षांश रेखाओं को समकोण पर काटती है।
5. ध्रुव से दूर जाने पर देशान्तर रेखाओं के मध्य परस्पर दूरी बढ़ती जाती हैं।
6. अधिकांश प्रक्षेपों की आकृति वृतांश होती है।

शंकु आकार प्रक्षेपों का प्रयोग अधिकतर मध्य अक्षांशों (middle latitude) के भागों को दिखाने के लिए किया जाता है। इस पर पूरे विश्व के मानचित्र को बनाना कठिन होता है। इसमें एक समय केवल एक गोलार्द्ध को ही दिखा सकते हैं।

अपने अध्ययन के लिए निम्नलिखित शंकु आकार प्रक्षेप लेते हैं : –

(i) एक प्रधान अक्षांश रेखा वाला साधारण शंकु आकार प्रक्षेप (Simple conical projection with one S.P)

(ii) दो प्रधान अक्षांश रेखाओं वाला साधारण शंकु आकार प्रक्षेप (Simple conical projection with two S.P)

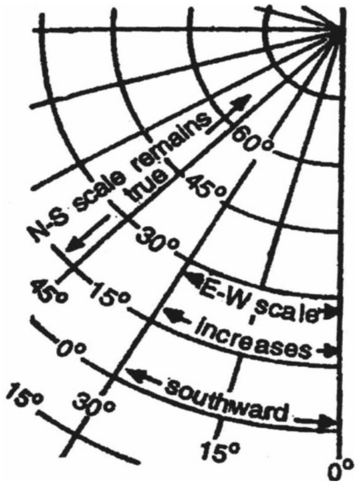
(iii) बोन प्रक्षेप (Bonne's projection)

(iv) बहु शंकु आकार प्रक्षेप (polyconic projection)

(v) अन्तर्राष्ट्रीय मानचित्र प्रक्षेप (international map projection)

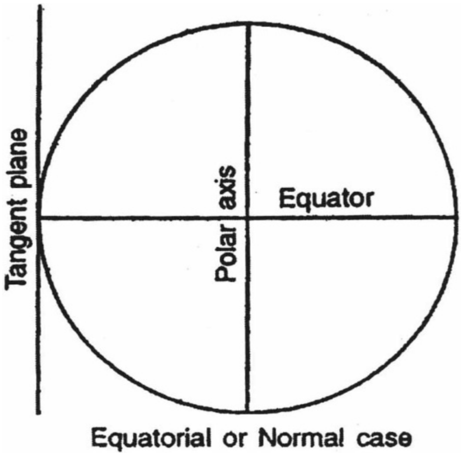
3. **ऊर्ध्ववर्ती प्रक्षेप (Zenithal projection) :** इस प्रकार के प्रक्षेपों की रचना में यह माना जाता है कि समतल धरातल ग्लोब को किसी उच्चतम बिन्दु पर छूता है तथा उस धरातल पर प्रकाश या अन्य विधि से ग्लोब की अक्षांश और देशान्तर रेखाओं को उतारा जाता है। समतल धरातल किसी बिन्दु पर स्पर्श रेखीय (Tangential) रूप में रखा जाता है। समतल धरातल ग्लोब को भिन्न –भिन्न स्थानों पर स्पर्श कर सकता है और निम्नलिखित प्रक्षेपों को जन्म देता है:

   (i) जब समतल तल ग्लोब के किसी एक ध्रुव को स्पर्श करे तो उसे ध्रुवीय ऊर्ध्ववर्ती (Pole zenithala) प्रक्षेप कहते हैं (चित्र– 5.9)



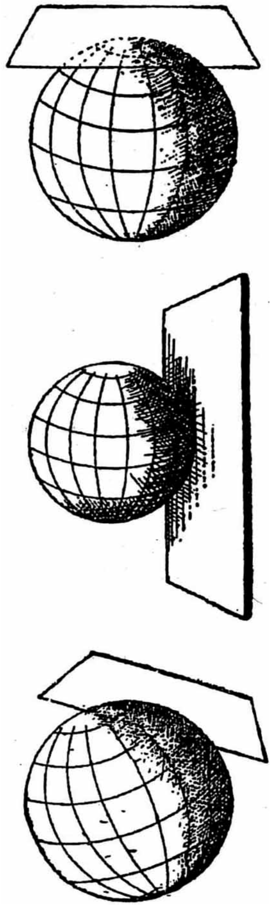
चित्र - 5.9

   (ii) जब समतल तल ग्लोब की भूमध्य रेखा पर किसी बिन्दु पर स्पर्श करता है तो उसे भूमध्य रेखीय ऊर्ध्ववर्ती (Normal Equatorial projection) प्रक्षेप कहते हैं (चित्र– 5.10)



चित्र - 5.10

(iii) जिस समय समतल धरातल ग्लोब को भूमध्य रेखा और ध्रुव के अतिरिक्त इनके बीच किसी बिन्दु पर स्पर्श करता है तो उसे तिर्यक ऊर्ध्ववर्ती (oblique Zenithal projection) प्रक्षेप कहते हैं (चित्र – 5.11)



चित्र - 5.11

अपने अध्ययन के लिए हम केवल ध्रुवीय ऊर्ध्ववर्ती प्रक्षेप लेते हैं जो निम्नलिखित है : –

(i) ध्रुवीय ऊर्ध्ववर्ती समदूरी प्रक्षेप (Polar zenithal equidistance projection)

(ii) ध्रुवीय ऊर्ध्ववर्ती शुद्ध क्षेत्रफल प्रक्षेप (Polar zenithal equal area projection)

(iii) ध्रुवीय ऊर्ध्ववर्ती नोमोनिक प्रक्षेप (polar zenithal gnomonic projection)

(iv) ध्रुवीय ऊर्ध्ववर्ती स्टिरीयोग्राफिक प्रक्षेप (polar zenithal stereographic projection)

(v) ध्रुवीय ऊर्ध्ववर्ती ओरथोग्राफिक प्रक्षेप (polar zenithal ortho graphic projection)

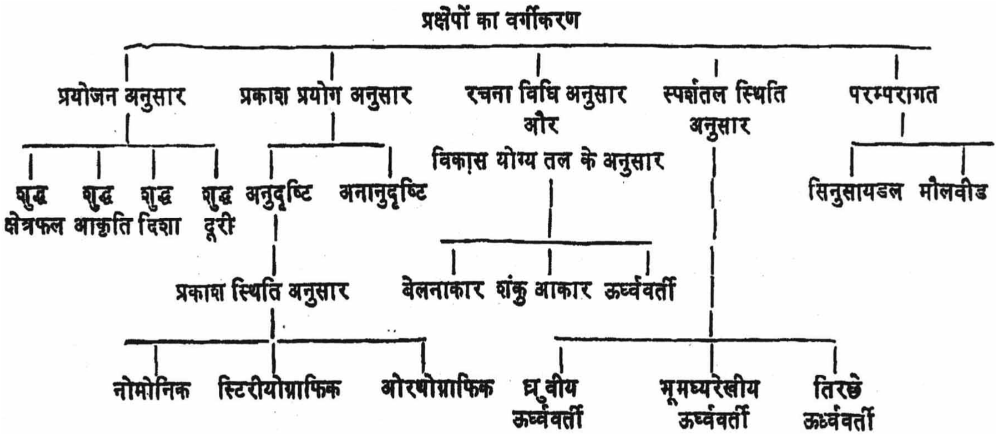
ध्रुवीय ऊर्ध्ववर्ती प्रक्षेपों की समान विशेषताएं :

1. 90^o अक्षांश रेखा बिन्दु होती है और इसी से अन्य अक्षांश रेखाएं बनाई जाती है जो वृत होती हैं। प्रक्षेप के उद्देश्य के अनुसार इनके मध्य दूरी बढ़ती या घती हैं।
2. देशान्तर रेखाएं सीधी रेखाएं होती हैं और ध्रुव पर मिलती हैं।
3. देशान्तर रेखाएं वृतों की अर्द्धव्यास होती है।
4. किसी भी एक अक्षांश रेखा पर इनके मध्य दूरी बराबर रहती है।

5. अक्षांश और देशान्तर रेखाएं परस्पर समकोण पर काटती हैं।
6. इनमें केन्द्र से दिशाएं शुद्ध होती है जिसके कारण इनको खमद्य (Azimuthal) प्रक्षेप भी कहते हैं।
7. समस्त प्रक्षेप वृत्ताकार होता है।
8. यह ध्रुवीय ऊर्ध्ववर्ती प्रक्षेप–ध्रुवीय क्षेत्रों को दिखाने के लिए अधिक उपयोगी है। पूर्ण विश्व के मानचित्र इन प्रक्षेपों पर बनाना कठिन है। इन पर एक ही गोलार्द्ध को दिखाया जा सकता है। ध्रुवीय ऊर्ध्ववती नोमोनिक प्रक्षेप पर तो एक गोलार्द्ध को भी पूर्ण रूप से नहीं बनाया जा सकता।

4. परम्परागत या रुढ़ (Conventional) प्रेक्षप : कुछ प्रक्षेप आवश्यकतानुसार ऊपर लिखित प्रक्षेपों में संशोधन करके गणित के नियमों के अनुसार बनाये जाते हैं उन्हें परम्परागत प्रक्षेप कहते हैं। इन्हें गणितीय प्रक्षेप कहते हैं। यह प्रक्षेप प्राय: शुद्ध क्षेत्रफल प्रक्षेप होते हैं। इन पर समस्त संसार को भी प्रदर्शित किया जाता है। अपने अध्ययन के लिए निम्नलिखित प्रक्षेप लेते है:

i. सिन्सायडल (Sinusoidal) प्रक्षेप ii. मौलवीड (Mollweide's) प्रक्षेप।

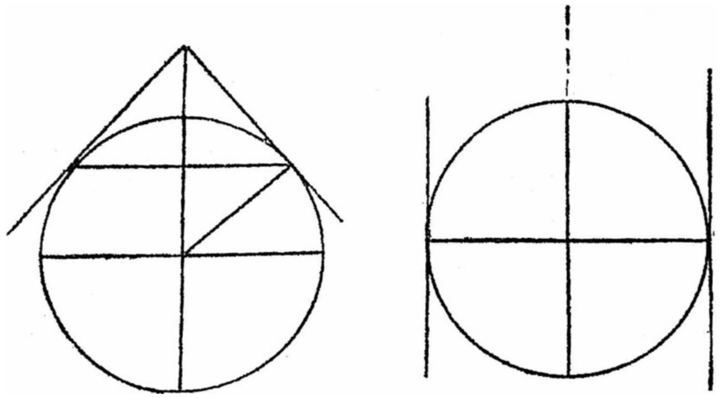


बेलनाकार और ऊर्ध्ववर्ती प्रक्षेप शंकु आकार प्रक्षेप के विशेष रूप

शंकु आकार प्रक्षेप में हम यह मानते हैं कि कागज की एक शंकु ग्लोब की एक अक्षांश रेखा जिसको प्रधान अक्षांश रेखा कहते हैं पर स्पर्श करती है और शंकु का शीर्ष ग्लोब की धुरी पर होता है। शंकु आकार प्रक्षेप के निर्माण में क्षेप के अनुसार प्रधान अक्षांश रेखा को चुना जाता है और इस प्रधान अक्षांश रेखा द्वारा शंकु का शीर्ष निर्धारित होता है। यदि प्रधान अक्षांश रेखा भूमध्य रेखा के पास ली जाए तो शंकु का शीर्ष ध्रुव से काफी दूरी पर बनता है। यदि भूमध्य रेखा को ही प्रधान अक्षांश रेखा मान लिया जाए तो इस अवस्था में शंकु का शीर्ष ध्रुव से अनन्त दूरी पर जाकर बनेगा और शंकु एक शंकु न रहकर बेलन का आकार धारण कर लेती है। इस प्रकार कह सकते हैं कि बेलनाकार प्रक्षेप शंकु आकर प्रक्षेप का ही एक रूप है (चित्र– 5.12a)

इसी प्रकार यदि प्रधान अक्षांश रेखा ध्रुव के निकट ली जाए तो शंकु का शीर्ष ध्रुव के निकट होगा। अब यदि ध्रुव को ही प्रधान अक्षांश रेखा मान लिया जाए तो शंकु का कोण 180^{o} का हो जाएगा और शंकु का शीर्ष ध्रुव पर ही बन जाएगा और शंकु एक समतल धरातल का रूप धारण कर लेगी जो कि ऊर्ध्ववर्ती प्रक्षेप की आवश्यकता होती है। इस प्रकार शंकु एक ऊर्ध्ववर्ती प्रक्षेप को भी बना

सकती है (चित्र– 5.12b) इसलिए कहा जाता है : "Conical projection is the mother of all projections."



चित्र - 5.12

बोध प्रश्न –3

1. प्रक्षेपों का वर्गीकरण किन आधारों पर किया जाता है?

   ....

   ....

2. संदर्श तथा असंदर्श प्रक्षेप में क्या अन्तर है?

   ....

   ....

3. संदर्श तथा असंदर्श प्रक्षेप में क्या अन्तर है?

   ....

   ....

4. शंकु प्रक्षेप की मुख्य विशेषता क्या है?

   ....

   ....

5. खमध्य प्रक्षेप की मुख्य विशेषता क्या है?

   ....

   ....

6. रूढ़ प्रक्षेप से आप क्या समझते है?

   ....

   ....

5.5 प्रक्षेपों के गुण (Properties of projection)

अभी हमने भिन्न–भिन्न प्रकार के प्रक्षेपों का वर्गीकरण पढ़ा है और यह भी देखा है कि सब एक जैसे नहीं हैं। फिर भी एक उत्तम प्रक्षेप वह होता है जिसमें निम्नलिखित गुण हों :

1. क्षेत्रफल की शुद्धता (True area or homolographic)

2. आकृति की शुद्धता (true shape or orthomorphic)
3. दिशा की शुद्धता (True bearing of Azimuthal)
4. दूरी की शुद्धता (True distance or equidistance)
5. मापक की शुद्धता (True to scale)
6. बनाने की सुगमता (Ease of drawing)

प्रयोजन के अनुसार प्रक्षेपों के वर्गीकरण में पढ़ा है कि किसी भी एक प्रक्षेप में यह सभी गुण नहीं मिलते यह तो केवल ग्लोब पर ही मिलते हैं।

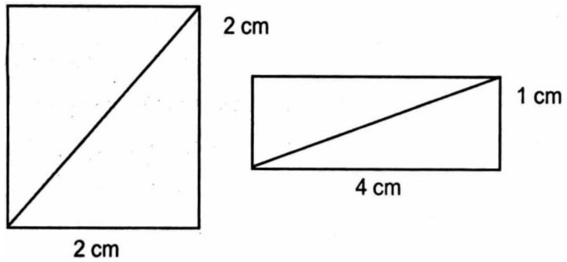
किसी भी प्रक्षेप में इनमें से केवल एक या दो को ही व्यक्त किया जा सकता है। जैसे यदि किसी प्रक्षेप में, किसी प्रदेश के क्षेत्रफल को सही रूप से दिखाना है तो देखेंगे कि उस प्रदेश की आकृति और दिशा आदि में अन्तर आ जाता है। जैसे यदि 2 से.मी लम्बी भुजा वाले वर्ग को (क्षेत्रफल 4 वर्ग सें.मी) 4 से.मी लम्बी और 1 सें.मी चौड़ी भुजा वाली आयत में (क्षेत्रफल 4 वर्ग सें.मी) बदल दें (चित्र–5.5) इसमें क्षेत्रफल तो समान रहता है परन्तु आकृति और दिशा में अन्तर आ जाता है। प्रक्षेप के निर्माण में इनमें से किस गुण को छोड़ा जाए और किस गुण को अपनाया जाय यह मानचित्र के उपयोग पर निर्भर करता है। जैसे वायु दिशा, सखी धाराएं आदि को दिखाने के लिए शुद्ध आकृति एवं दिशा वाले प्रक्षेप की आवश्यकता होती है न कि शुद्ध क्षेत्रफल प्रक्षेप की।

The problem is thus really a matter of selecting the projection which best satisfies the specific requirements in each particular case.

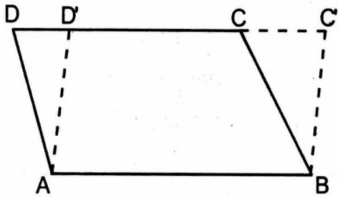
5.6 प्रक्षेपों की रचना (drawing of projection)

प्रक्षेपों की रचना में निम्नलिखित बातों को ध्यान में रखा जाता है :

1. ग्लोब का अर्द्धव्यास या मापक
2. अक्षांश और देशान्तर रेखाओं का अन्तराल,
3. मुख्य अक्षांश तथा देशान्तर रेखाएँ ।



चित्र - 5.13



चित्र - 5.13 (a)

1. **प्रक्षेपों की रचना में मापक का प्रयोग :** जिस प्रकार मानचित्र बनाते समय मापक का विचार आवश्यक है उसी प्रकार प्रक्षेपों के निर्माण में भी मापक का विचार आवश्यक है। यदि पृथ्वी को ठोस गेंद की आकृति जैसा मान लिया जाय तो पृथ्वी का अर्द्धव्यास = 3960 मील या 6366 कि.मी या 250, 905, 600 इंच या 636,600,000 से.मी होता है। इन संख्याओं को व्यावहारिक रूप से 250,000,000 इंच, या 635,00,000 से.मी लेते हैं। ग्लोब का अर्द्धव्यास पृथ्वी के वास्तविक अर्द्धव्यास को दिए गए मापक के प्रदर्शक भिन्न (R.F) से गुणा करके ज्ञात किया जाता है। यह आवश्यक है कि यदि ग्लोब का अर्द्धव्यास इन्चों में ज्ञात करना है

तो पृथ्वी का अर्द्धव्यास इंचों में लेना चाहिए। यदि से.मी में निकालना है तो वास्तविक अर्द्धव्यास से.मी में लेना चाहिए। इस पुस्तक के लिए वास्तविक अर्द्धव्यास 250,000,000 इंच लिया गया है।

उदाहरण : 1:100,000,000 प्रदर्शक भिन्न पर बनाए जाने वाले प्रक्षेप के लिए ग्लोब का अर्द्धव्यास इंचों तथा से.मी. में ज्ञात करें

हल : अर्द्धव्यास r = पृथ्वी का वास्तविक अर्द्धव्यास x प्र.भि.

इंचों में = 250,000,000 x 1/100,000,00 = 2.5 इंच

से.मी में = 640,000,000 x 1/100,000,000 = 64 से.मी

2. **अक्षांश तथा देशान्तर रेखाओं का अन्तराल :** 180^o अक्षांश और 360^o देशान्तर रेखाओं की 1^o के अन्तर पर ग्लोब या प्रक्षेप पर बनाना कठिन है इसलिए इनको, 10^o, 15^o, 20^o, या 30^o के अन्तर पर बनाया जाता है। केवल अन्तर्राष्ट्रीय मानचित्र प्रक्षेप पर इन्हें 1^o के अन्तर पर बनाया जाता है।

3. **प्रमुख अक्षांश और देशान्तर रेखाएं :** भिन्न –भिन्न प्रकार के प्रक्षेपों के निर्माण के लिए प्रमुख या आधारभूत अक्षांश और देशान्तर रेखाएं भिन्न –भिन्न होती हैं। जैसे बेलनाकार प्रक्षेपों के मुख्य अक्षांश रेखा भूमध्य रेखा और देशान्तर रेखा 0^o या 180^o की होती है।

   शंकु आकार प्रक्षेपों में प्रमुख अक्षांश रेखा (0^o – 90^o के बीच में) जिसे प्रशान अक्षांश रेखा कहते हैं, और देशान्तर रेखा केन्द्रीय देशान्तर रेखा होती है।

   ध्रुवीय ऊर्ध्ववर्ती प्रक्षेपों में 90^o की अक्षांश रेखा और देशान्तर रेखा ध्रुवीय अर्द्धव्यास रेखा होती है। सैनसन फ्लैम स्टीड प्रक्षेप में भूमध्य रेखा और 0^o देशान्तर रेखा, तथा मील वीड में भूमध्य रेखा अक्षांश रेखा और 0^o तथा 90^o देशान्तर रेखाएं होती हैं।

4. **बनाए जाने वाले क्षेत्र का विस्तार :** यह भी जानना आवश्यक है कि हमने समस्त संसार दिखाना है या गोले के किसी एक गोलार्द्ध को या किसी थोड़े ही भाग को दिखाना है।

बोध प्रश्न - 4

1. उत्तम प्रक्षेप के मुख्य गुण क्या हैं?

   ....

   ....

2. प्रक्षेपों की रचना में किन बातों का ध्यान रखते हैं?

   ....

   ....

5.7 सारांश (Summary)

कोई भी मानचित्र प्रक्षेप सर्वगुण सम्पन्न नहीं होता। अत: मानचित्र बनाने के उद्देश्य को ध्यान में रखकर उपयुक्त प्रक्षेप का चयन किया जाता है। भौगोलिक अध्ययन में धरातलीय मानचित्रण का आधार ही प्रक्षेप है। प्रक्षेप रचना की संकल्पना में अक्षांश देशान्तर रेखाओं के जाल से निम्न लक्षण प्रकट होते हैं। 1. सभी अक्षांश व देशान्तर रेखाऐं पूर्ववृत्त की रचना करते हैं। 2. विषुवत वृत्त एक दीर्घवृत्त है। 3. 60^o अक्षांश वृत्त की लम्बाई विषुवत वृत्त की आधी होती है। 4. एक

अक्षांश पर सभी देशान्तर रेखाओं के बीच की दूरियाँ समान रहती हैं। 5. ध्रुवों को छोडकर सभी अक्षांश और देशान्तर रेखायें एक दूसरे को समकोण पर काटती है।

5.8 शब्दावली (Glossary)

- **मानचित्र प्रक्षेप :** ग्लोब की अक्षांश व देशान्तर रेखाओं को सपाट कागज पर प्रदर्शित करना।
- **अक्षांश :** मध्य रेखा से उत्तर तथा दक्षिण की ओर ध्रुवों तक पृथ्वी के केन्द्र पर नापी जाने वाली कोणात्मक दूरी।
- **देशान्तर :** ग्लोब पर प्रमुख याम्योत्तर (Prime meridian) तथा किसी दिये गये स्थान के मध्य स्थित अक्षांश वृत्त के छोटे चाप की अंशों में मापी गयी दूरी।
- **महान वृत्त :** भूमध्य रेखा का सबसे अधिक लम्बाई के कारण इसे मध्य वृत्त कहते हैं।
- **खमध प्रक्षेप :** प्रक्षेप के केन्द्र से विभिन्न बिन्दुओं का दिकमान शुद्ध हो।

5.9 सन्दर्भ ग्रन्थ (Reference books)

1. जे. पी. शर्मा : **" प्रायोगिक भूगोल "**, रस्तोगी पब्लिकेशन शिवाजी रोड, मेरठ, 2004
2. पी. आर. चौहान : **" प्रयोगात्मक भूगोल "**, बसुन्धरा प्रकाश, गोरखपुर, 2005
3. R.L Singh: **“Elements of practical geography”,** kalyani New Delhi, 1979
4. आर सी. तिवारी : **"प्रायोगिक भूगोल "**, प्रयाग पुस्तक भवन, इलाहाबाद, 2003

5.10 बोध प्रश्नों के उत्तर

बोध प्रश्न – 1

1. ग्लोब की अक्षांश व देशान्तर रेखाओं को सपाट कागज पर प्रदर्शित करने की एक विधि है।
2. भूमध्य रेखा से उत्तर तथा दक्षिण की ओर ध्रुवों तक पृथ्वी के केन्द्र पर मापी जाने वाली कोणात्मक दूरी अक्षांश एवं प्रमुख याम्योत्तर तथा किसी दिये गये स्थान के मध्य स्थित अक्षांश वृत्त के छोटे चाप की अंशों में मापी गयी दूरी देशान्तर कहलाती है। भूमध्य रेखा की लम्बाई अन्य अक्षांश वृत्तों में सबसे अधिक होने के कारण इसे महान वृत्त कहते हैं।

बोध प्रश्न – 2

1. हल: $\sin\emptyset = \tan\emptyset.\sin\emptyset$

   $\sin\emptyset = \sqrt{3}.\ \frac{1}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2}$
2. त्रिकोणमितीय अनुपात से अभिप्राय किसी समकोण त्रिभुज में किन्हीं दो भुजाओं के अनुपात से है।

बोध प्रश्न – 3

1. प्रक्षेपों का वर्गीकरण निम्न आधारों पर किया जाता है – (अ) प्रकाश के प्रयोग के अनुसार, (ब) प्रयोजन के अनुसार, (स) रचना विधि के अनुसार, (द) परम्परागत।
2. प्रकाश की सहायता से बनाये गये प्रक्षेप को संदर्श प्रक्षेप तथा संदर्श प्रक्षेपों में गणितीय विधियों के द्वारा आवश्यक संशोधन करके बनाये गये मानचित्र प्रक्षेपों को असंदर्श प्रक्षेप कहते हैं।

3. रचना के आधार पर प्रक्षेप 4 प्रकार के होते हैं – 1. शंकु प्रक्षेप, 2. बेलनाकार प्रक्षेप, 3. खमध्य प्रक्षेप, 4. रूढ़ प्रक्षेप ।
4. (अ) अक्षांश रेखायें वृत्त की चाप होती हैं।
   (ब) प्रधान अक्षांश रेखा पर मानक शुद्ध होता है।
   (स) केन्द्रीय देशान्तर रेखा सीधी होती है।
   (द) अधिकांश प्रक्षेपों की आकृति वृत्तांश होती है।
5. (अ) देशान्तर रेखायें सीधी होती हैं और ध्रुव पर मिलती हैं।
   (ब) अक्षांश और देशान्तर रेखायें परस्पर समकोण पर काटती हैं।
   (स) समस्त प्रक्षेप वृत्ताकार होते हैं।
6. किसी निश्चित उद्देश्य की पूर्ति हेतु स्वेच्छानुसार छाँटे गये सिद्धान्त पर निर्मित प्रक्षेप को रूढ़ प्रक्षेप कहते हैं।

बोध प्रश्न – 4

1. क्षेत्रफल, आकृति, दिशा, दूरी, मापक की शुद्धता।
2. (अ) ग्लोब का अर्द्धव्यास या मापक।
   (ब) अक्षांश व देशान्तर रेखाओं का अन्तराल।
   (स) मुख्य अक्षांश तथा देशान्तर रेखायें।

5.11 अभ्यासार्थ प्रश्न

1. मानचित्र प्रक्षेप की परिभाषा एवं महत्व बतलाइये।
2. रचना विधि के आधार पर प्रक्षेपों का वर्गीकरण कीजिये।
3. खमध्य प्रक्षेप को परिभाषित कीजिये तथा इसके विभिन्न भेदों को दीजिये।
4. उपयोगिता या गुणों के आधार पर मानचित्र प्रक्षेपों के भेदों को समझाइये।

इकाई 6 : शंक्वाकार प्रक्षेप : गणितीय रचना एवं विशेषताएं (Conical projection : mathematical construction and characteristics)

इकाई की रूपरेखा

6.0 उद्देश्य

6.1 प्रस्तावना

6.2 शंक्वाकार प्रक्षेप

6.2.1 एक मानक अक्षांश वाला शंक्वाकार प्रक्षेप

6.2.2 दो मानक अक्षांश वाला शंक्वाकार प्रक्षेप

6.2.3 बोन प्रक्षेप

6.2.4 बहु शंक्वाकार प्रक्षेप

6.3 सारांश

6.4 शब्दावली

6.5 सन्दर्भ ग्रंथ सूची

6.6 बोध प्रश्नों के उत्तर

6.7 अभ्यासार्थ प्रश्न

6.0 उद्देश्य (Objective)

इस इकाई के अध्ययन के उपरान्त आप समझ सकेंगे कि –

- शंक्वाकार प्रक्षेप की मुख्य विशेषतायें
- एक मानक अक्षांश वाले शंक्वाकार प्रक्षेप की रचना विधि उसकी विशेषतायें एवं उपयोगिता
- दो मानक अक्षांश वाले शंक्वाकार प्रक्षेप की रचना विधि, विशेषतायें एवं उपयोगिता
- बोन प्रक्षेप की रचना, विशेषता एवं उपयोगिता
- बहु शंक्वाकार प्र क्षेप की रचना, विशेषता एवं उपयोगिता।

6.1 प्रस्तावना (Introduction)

शंकु प्रक्षेप मुख्यत: दो प्रकार के होते हैं (1) सरल (2) संशोधित, द्वितीय में मानक अक्षांशों की संख्या एक से अधिक होती है तथा इन्हें गणितीय विधियों द्वारा बनाया जाता है। शंकु प्रक्षेप पर समस्त पृथ्वी का मानचित्र नहीं बनाया जा सकता है, शीतोष्ण कटिबन्धीय क्षेत्रों में मानचित्र के लिये विशेष उपयोगी होता है।

6.2 शंक्वाकार प्रक्षेप (Conical Projection)

शंक्वाकार प्रक्षेप में यह कल्पना की जाती है –कि ग्लोब के ऊपर एक शंकु को इस प्रकार रखा जाता है कि उसका शीर्ष ध्रुव के ठीक ऊपर रहता है। ग्लोब के केन्द्र में प्रकाश रखकर अक्षांश – देशान्तर रेखाओं के जाल को शंक्वाकार धरातल पर प्रक्षेपित करके कागज को चौरस धरातल में परिणत करने पर शंकाकार प्रक्षेप बन जाता है। एक शंकु ग्लोब को किसी एक अक्षांश वृत्त पर

स्पर्श करता है, अत: प्रक्षेप के उक्त अक्षांश पर मापनी शुद्ध रहती है। जिसके कारण इसे प्रमाणिक अथवा मानक अक्षांश कहा जाता है। इस अक्षांश पर मापक शुद्ध होता है। शेष सभी रेखाएँ इस पर आधारित होती हैं।

शंक्वाकार प्रक्षेप की मुख्य विशेषताएँ इस प्रकार है –

1. प्रक्षेप के रेखाजाल में देशान्तर रेखाएँ शंकु के केन्द्र से प्रसारित होने वाली सरल रेखाएँ होती हैं, तथा सभी अक्षांश वृत्तों के चाप होते हैं।
2. मापक की शुद्धता केवल मानक अक्षांश और सभी देशान्तरों पर होती है।
3. ध्रुव को एक बिन्दु के रूप में दिखाया जाता है।
4. 4 ध्रुव प्रदेश रण भूमध्य रेखीय प्रदेशों के मानचित्रों के लिए ये प्रक्षेप अनुपयुक्त है, क्योंकि इन स्थानों पर मानचित्रों का संकुचन एवं विवर्धन बहुत अधिक हो जाता है और क्षेत्रफल व दिशा बहुत अशुद्ध हो जाती है। अत: ये प्रक्षेप केवल मध्य अक्षांशों के मानचित्रों के लिए ही अधिक प्रयोग में आते हैं।
5. समस्त संसार का मानचित्र एक ही प्रक्षेप पर नहीं बन सकता। ये प्रक्षेप केवल छोटे–छोटे देशों अथवा भू–भागों के लिए ही उपयुक्त है।

रचना विधि के आधार पर शंक्वाकार प्रक्षेप के मुख्य भेद इस प्रकार है–

1. एक मानक अक्षांश शंकु प्रक्षेप
2. दो मानक अक्षांश शंकु प्रक्षेप
3. बोन प्रक्षेप
4. बहु शंक्वाकार प्रक्षेप

6.2.1 एक मानक अक्षांश शंक्वाकार प्रक्षेप (Conical projection with one standard parallel)

एक मानक अक्षांश वाले शंक्वाकार प्रक्षेप में शंकु ग्लोब को एक मानक अक्षांश पर स्पर्श करता है, जो प्राय: मध्यवर्ती अक्षांश होता है। इस अक्षांश पर मापक शुद्ध होता है। अन्य अक्षांश वृत्त समान दूरी पर खींचे गए सकेन्द्रीय वृत्त होते हैं। इसमें देशान्तर रेखाएँ सकेन्द्रीय वृत्तों की त्रिज्याएं होती है, जो कि अक्षांश रेखाओं को समकोण पर काटती है। यह एक संघर्ष प्रक्षेप (Perspective Projection) है।

उदाहरण : 1:250,000,000 के मापक पर एक मानक शंक्वाकार प्रक्षेप की रचना कीजिए, जिसका अक्षांशीय विस्तार 30° N से 50° N तथा देशान्तरीय विस्तार 5° से 35° E देशान्तर एवं अन्तराल 5° हो।

हल : प्रक्षेप की रचना करने के लिए हमें तीन मापों की आवश्यकता होती है–

1. मानक अक्षांश वृत्त का अर्द्धव्यास
2. केन्द्रीय देशान्तर पर अक्षांशों की पारस्परिक दूरी

इन्हें निम्नलिखित विधियों से ज्ञात कर सकते हैं :–

1. मानक अक्षांश वृत्त का अर्द्धव्यास :

दी गई मापनी के अनुसार पृथ्वी के गोले का अर्द्धव्यास

$R = \frac{635,000,000}{250,000,000} = 2.54$ cm होगा। दिये गए चित्र 6.1(अ) में FANCG वृत्तांश खींचते हैं, जो कि 30^o गोलार्द्ध को प्रकट करता है। दिए गए विस्तार के आधार पर 40^o N मानक अक्षांश होगा जिसे OA द्वारा दर्शाया गया है। इस गोले को कागज का शंकु< APO = < AOE = Ø पर स्पर्श करता हैं। यहाँ P बिन्दु शंकु का शीर्ष है, जो कि उत्तरी ध्रुव के लम्बवत ऊपर स्थित है। अत: 40^o के मान के अक्षांश वृत्त के प्रक्षेपित अर्द्धव्यास की लम्बाई PA स्पर्श रेखा के बराबर होगी। अत: ΔPAO में, $\frac{PA}{OA} = \cot\emptyset$ अत: PA = OAcot Ø = Rcot Ø

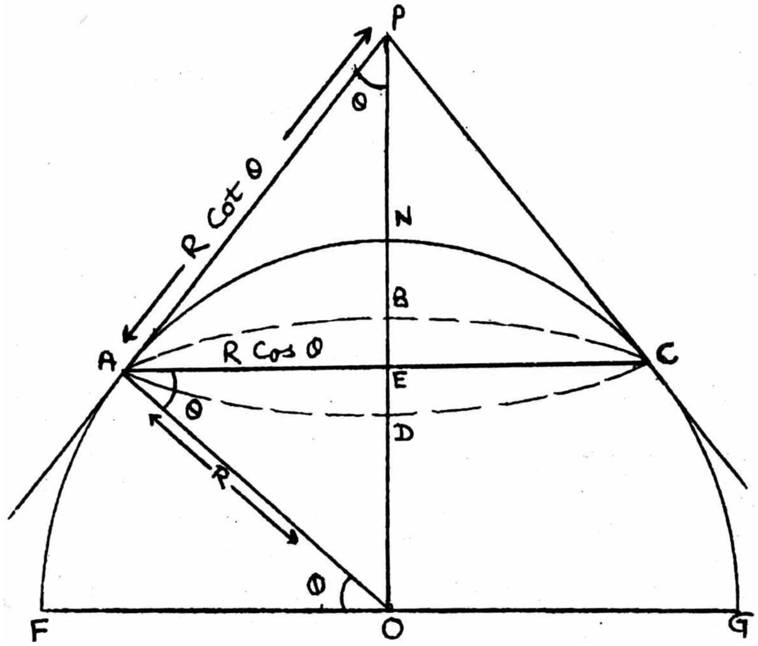
(जबकि OA =R = ने गोले का अर्द्धव्यास)

यहाँ, R = 2.54 cm

Cot 40^o = 1.192

अत: 2.54 x 1.192 = 3.02 cm

मानक अक्षांश वृत्त की शंकु के शीर्ष से duri 3.02 होगी।



चित्र - 6.1 (अ)

2. केन्द्रीय देशान्तर पर अक्षांशीय अन्तराल

अक्षांशीय अन्तराल $= 2\pi R \times \frac{\text{अन्तराल}}{360°}$

यहाँ अन्तराल 5° है, अत: $= 2\pi R \times \frac{5°}{360°}$

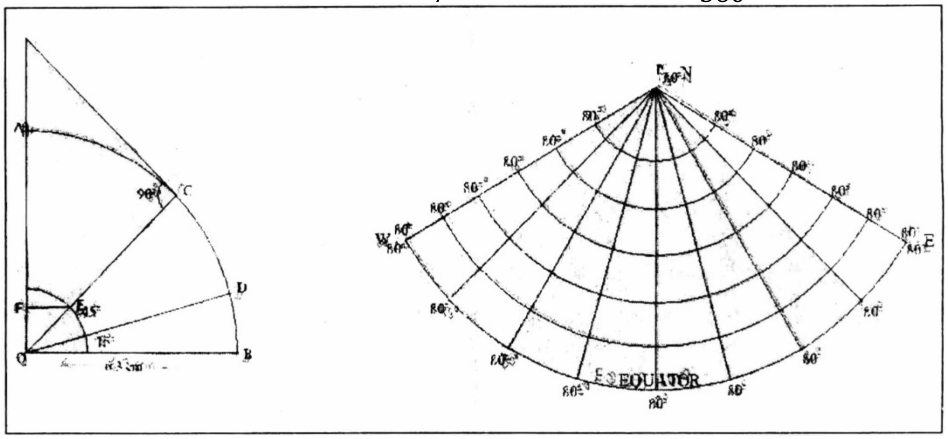
= .22 cm,

3. मानक अक्षांश पर देशान्तरीय दूरी :

मानक अक्षांश वृत्त की परिधि Rcos Ø और लम्बाई 2πRcos होती है। अत: मानक अक्षांश पर देशान्तरीय सूत्र की सहायता से ज्ञात की जायेगी।

$$2\pi R\cos\emptyset \times \frac{\text{अन्तराल}}{360°} = 2 \times \frac{22}{7} \times 2.54 \times \cos 40° \times \frac{5}{360°}$$

$$= 2 \times \frac{22}{7} \times 2.54 \times .7660 \times \frac{5}{360°} = .168\text{cm}$$



चित्र - 6.1 (ब) : एक मानक शंकु प्रक्षेप

सर्वप्रथम एक उर्ध्वाधर सरल रेखा PG किसी भी उपर्युक्त लम्बाई की खींचिए। रेखा के 2 बिन्दु को केन्द्र मानकर परकार की सहायता से 3.02 cm की दूरी लेकर एक चाप खींचिए। जो कि 40° मानक अक्षांश को प्रकट करेगा। अब 0.16 से.मी की दूरी भरकर मानक अक्षांश के दोनों ओर दो दो निशान लगाइये। P बिन्दु से इन दूरियों का चाप भरकर संकेन्द्रीय चाप खींचिए। ये क्रमश: 30°, 35°, 45° तथा 50° अंश अक्षांश वृत्त बन जायेंगे। मानक अक्षांश पर दांई व बाई ओर 0.22 से.मी के तीन तीन चाप काट लीजिए। शंकु के शीर्ष से बिन्दुओं को मिलाते हुए सरल रेखाओं को समस्त अक्षांश वृत्तों पर खींच लीजिए। इस प्रकार दिए हुए मापक के आधार पर प्रक्षेप का रेखाजाल तैयार हो जाएंगे। (चित्र संख्या– 6.1 (ब))

विशेषता :

1. समस्त अक्षांश वृत्त समान दूरी पर खींचे गये चाप होते हैं, तथा देशान्तर रेखाएँ सरल रेखाओं के रूप में शंकु के शीर्ष से खींची जाती है।
2. अक्षांश व देशान्तर रेखाएँ एक दूसरे को समकोण पर काटते हैं तथा उनके मध्य की दूरी समान होती है।
3. प्रक्षेप में ध्रुव एक चाप के द्वारा प्रकट होता है।
4. मानक अक्षांश पर मापनी शुद्ध होती है, परन्तु शीर्ष अक्षांश वृत्तों पर मापनी शुद्ध नही होती है।
5. मानक अक्षांश पर आकृति एवं क्षेत्रफल सही प्रदर्शित हो जाता है। किन्तु मानक अक्षांश से दूरी बढने पर मापनी अधिक अशुद्ध होने लगती है तथा क्षेत्र की आकृति एवं क्षेत्रफल में विकृति बढ़ जाती है।
6. इस प्रक्षेप पर केवल एक गोलार्द्ध का मानचित्र बनाया जा सकता है।

उपयोग :

इस प्रक्षेप पर मध्य अक्षांशों में स्थित प्रदेशों के मानचित्र बनाये जा सकते हैं, जिनका अक्षांशीय विस्तार कम होता है। यूरोप महाद्वीप के छोटे छोटे देशों के मानचित्र बनाने के लिए भी इस प्रक्षेप का प्राय: प्रयोग किया जाता है।

बोध प्रश्न– 1

1. शंक्वाकार प्रक्षेप की रचना किस प्रकार की जाती है, समझाइए।

   ....

   ....

2. मानक अक्षांश से आप क्या समझते हैं, स्पष्ट कीजिए।

   ....

   ....

3. एक मानक शंक्वाकार प्रक्षेप का उपयोग किस प्रकार के मानचित्रों के लिए किया जाता है, बताइए।

   ....

   ....

6.2.2 दो मानक अक्षांश शंकवाकार प्रक्षेप (two standard parallel conical projection)

इस प्रक्षेप की रचना में यह कल्पना की जाती है कि शंकु दो अक्षांशों पर ग्लोब को स्पर्श करता है। ऐसा करने के लिए शंकु के कुछ भाग को पृथ्वी के गोले के भीतर प्रवेश करता हुआ (चित्र–6.2(ब)) माना जायेगा। ऐसे शंकु को सीकेन्ट अथवा छेदक शंकु (secant cone) कहा जाता है।
इस प्रक्षेप में दो मानक अक्षांश होने के कारण एम्स मानक अक्षांश शंक्वाकार प्रक्षेप की अपेक्षा अधिक विस्तृत भू भाग के मानचित्र बनाये जा सकते है। किन्तु दोनों मानक अक्षांश इस प्रकार चुने जाने चाहिए कि दिए गए क्षेत्र के अक्षांशीय विस्तार का 2/3 भाग इनके मध्य स्थित हो। त्रिकोणमितिय विधि द्वारा इसकी रचना एक मानक अक्षांश प्रक्षेप के समान ही की जाती है।

उदाहरण – 1100,000,000 मापक पर 30 गोलार्द्ध के लिए दो मानक शंक्वाकार प्रक्षेप की रचना कीजिए। प्रक्षेप का अक्षांशीय विस्तार 10° N से 50° N तथा देशान्तरीय विस्तार 100° E से 160° E है। प्रक्षेप का अन्तराल 10° है।

हल – गणितीय विधि से हल करने के लिए हमें तीन मापों की आवश्यकता है –

1. **केन्द्रीय देशान्तर पर अक्षांशों की' :** जैसा कि एक मानक शंक्वाकार प्रक्षेप में बताया जा चुका है, अक्षांशों की पारस्परिक दूरी

   $= 2\pi R \times \frac{\text{अन्तराल}}{360^\circ}$

   $= R = \frac{635,000,000}{100,000,000} = 6.35\text{cm}$

   $= 2 \times \frac{22}{7} \times 6.35 \times \frac{10}{360^\circ} = 1.108 \text{ cm}$

2. **मानक अक्षांशों पर देशान्तरीय दूरी :**

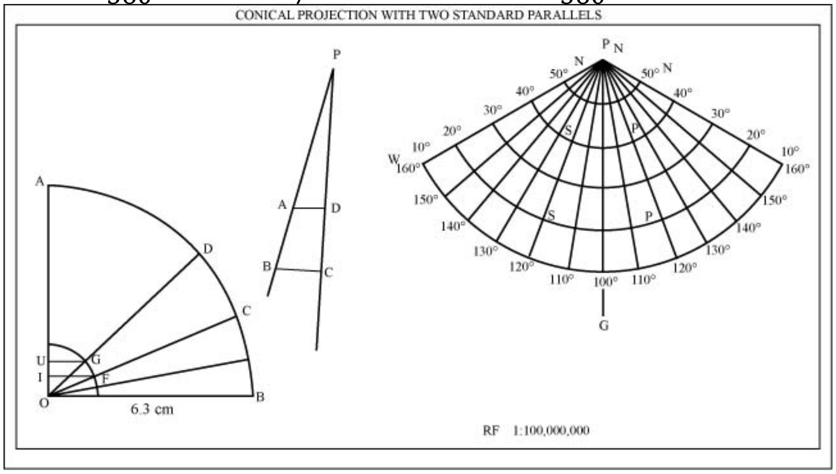
   $2\pi R \cos\emptyset \times \frac{\text{अन्तराल}}{360^\circ}$

   अ. 40° मानक अक्षांश पर

   $2\pi R \cos 40 \times \frac{\text{अन्तराल}}{360^\circ} = 2 \times \frac{22}{7} \times 6.35 \times .7660 \times \frac{10}{360^\circ} = .085 \text{ cm}$

ब. 20° मानक अक्षांश पर–

$2\pi R \cos 20 \times \frac{\text{अन्तराल}}{360°} = 2 \times \frac{22}{7} \times 6.35 \times .9396 \times \frac{10}{360°} = 1.04$ cm



चित्र - 6.2 (ब) : दो मानक अक्षांशीय शंकु प्रक्षेप

3. मानक अक्षांशों का अर्द्धव्यास :

माना कि AC तथा BD मानक अक्षांश 20° व 40° के अर्द्धव्यास है। तथा PD गोले का बढ़ाया गया अक्ष है। (चित्र सं. 6.2 (अ)) मानक अक्षांशों के बीच की दूरी चाप AB से प्रदर्शित होती है। BA आगे बढाये जाने पर शंकु के शीर्ष P से मिल जाती है। यदि मानक अक्षांश D अन्तराल पर हो तो उनके बीच की दूरी

AB= $2\pi R \times \frac{D}{360°}$ होगी। इन मानक अक्षांशों की त्रिज्याओं को ज्ञात करने के लिए समकोण ODB तथा OCA की रचना चित्र सं. 6.2(अ) के अनुसार करेंगे।

यहाँ $\frac{DB}{OB} = \cos\varnothing_2$ or $DB = OB \cos_2 = R \cos\varnothing_2$

तथा $\frac{CA}{OA} = \cos\varnothing_1$ or $CA = OA \cos_1 = R \cos\varnothing_1$

क्योंकि OB = OA = R गोले का अर्धव्यास)

अत: चित्र– 6.2 (अ) a PA = PB = CA = DB

or PA : AB :: CA : BD

क्योंकि AB=PB–PA तथा DF=DB–CA

जबकि AF, BD पर लम्ब है। (समलम्ब दशा)

अत: PA x BF = AB x CA अत:

अक्षांश $\varnothing_1$ का अर्द्धव्यास,

$PA = \frac{AB \times CA}{DF}$ or $\frac{AB \times CA}{DB - CA}$

सूत्र में मान रखने पर -

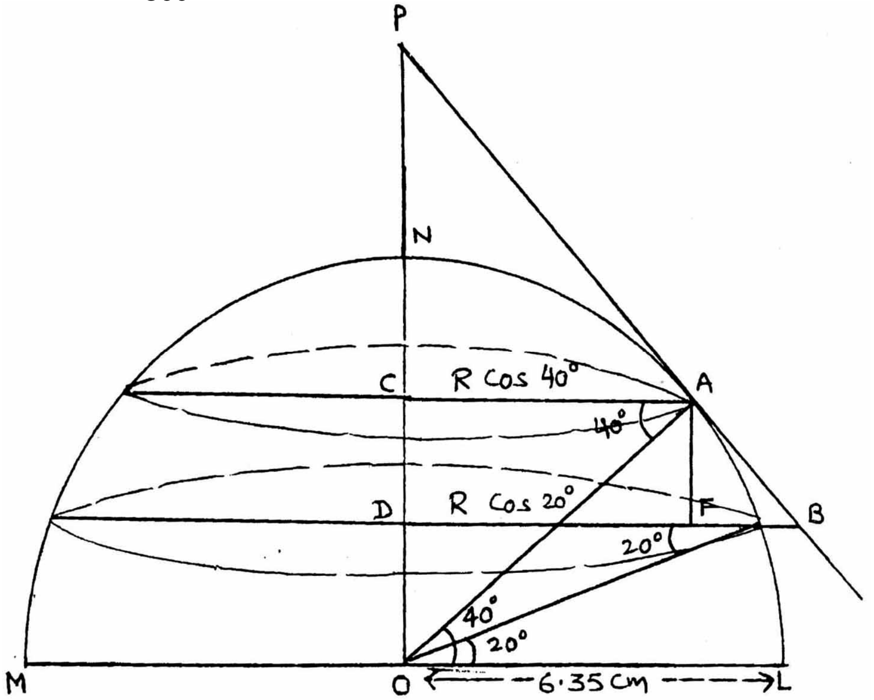
$\frac{2\pi R \times \frac{D}{360°} R \cos\varnothing_1}{R \cos\varnothing_1 - R \cos\varnothing_2} = 4.16$cm

20° आक्षांश वृत्त कि दूरी

PB = PA + AB

= 4.16+2.21 = 6.37cm

यहाँ, AB = $\frac{2\pi R(\emptyset_1 - \emptyset_2)}{360}$



चित्र - 6.2 (अ) : दो मानक अक्षांशीय शंकु प्रक्षेप

उपरोक्त गणना कार्य पूर्ण होने के पश्चात PG उर्ध्वाधर सरल रेखा खींचिए। P केन्द्र से 4.16 तथा 6.37 से.मी के अर्द्धव्यास लेकर क्रमश: 40° व 20° के मानक अक्षांश वृत्त बनाइये। (चित्र–6.2 (ब) 10° के अन्तराल पर अन्य अक्षांश वृत्त बनाने के लिए केन्द्रीय देशान्तर पर 1.11 से.मी की दूरी के अन्तराल पर दिए गए विस्तार के अनुसार चिन्ह लगाकर वृत्त खींचिए। दोनों मानक अक्षांशों पर देशान्तरीय दूरी अंकित कीजिए। शंकु के शीर्ष बिन्दु P से इन चिन्हों को मिलाते हु ए सरल रेखा खींचिए।

विशेषता :

1. दोनों मानक अक्षांशों पर मापनी शुद्ध होती है, परन्तु अन्य अक्षांश वृत्तों पर मापनी शुद्ध नहीं होती।
2. दो मानक अक्षांश होने के कारण यह प्रक्षेप एक मानक अक्षांश प्रक्षेप की तुलना में अधिक शुद्धता रखता है।
3. सभी देशान्तर रेखाओं पर मापनी शुद्ध होती है।
4. सभी अक्षांश व देशान्तर एक दूसरे को समकोण पर काटते हैं।
5. इस प्रक्षेप पर समस्त संसार का मानचित्र नहीं बनाया जा सकता है।
6. इस प्रक्षेप में ध्रुव एक चाप द्वारा प्रकट होता है, अत: ध्रुवीय प्रदेशों के मानचित्र बनाने के लिए इसका उपयोग नहीं किया जाता है।

उपयोग :

मानक अक्षांश से दूरी बढ़ने के साथ साथ क्षेत्रों की आकृति तथा क्षेत्रफल में विकृति बढ़ने लगती है। अत: अधिक अक्षांशीय विस्तार के देशों के मानचित्र इस प्रक्षेप पर नहीं बनाये जाते। मानचित्रावलियों में यूरोप तथा आस्ट्रेलिया के अलग अलग देशों अथवा राज्यों के मानचित्र बनाने के लिए इस प्रक्षेप का बहुत उपयोग किया जाता है।

बोध प्रश्न– 2

1. दो मानक अक्षांश प्रक्षेप की मुख्य विशेषता क्या है?

....

....

2. दो मानक अक्षांशीय प्रक्षेप की उपयोगिता क्या है?

....

....

6.2.3 बोन प्रक्षेप (Bonne's Projection)

यह एक संशोधित शंकु प्रक्षेप है, जिसकी रचना सर्वप्रथम रिगोबर्ट बोर्न (Regobert bonne) ने किया था। इसमें एक मानक शंक्वाकार प्रक्षेप की भांति मध्यवर्ती अक्षांश वृत्त को मानक अक्षांश माना जाता है। तथा अन्य अक्षांश वृत्त उसी के केन्द्र से खींची गई सकेन्द्रीय रेखाएँ होती है। केन्द्रीय मध्याहन सरल रेखा होती है, किन्तु अन्य देशान्तर वक्राकार होती है। इस प्रक्षेप पर क्षेत्रफल शुद्ध होता है, किन्तु मानक अक्षांश के दोनों ओर दूरी वृद्धि के साथ आकृति विकृत हो जाती है। बोन प्रक्षेप में देशान्तर रेखाएँ बनाने के लिए सभी अक्षांश वृत्तों को मानक अक्षांश वृत्त की भाँति विभाजित करना आवश्यक होता है। इसी कारण इसकी आकृति वक्राकार हो जाती है। क्षेत्रफल की शुद्धता के कारण यह प्रक्षेप मानचित्रावलियों में महाद्वीपों तथा अन्य मध्य अक्षांशीय क्षेत्रों के लिए बहुधा प्रयोग में लिया जाता है।

उदाहरण : 1:125,000,000 तथा अन्तराल 10° पर बोन प्रक्षेप की रचना कीजिए। प्रक्षेप का अक्षांशीय विस्तार 10° N से 70° N तथा देशान्तरीय विस्तार 30° प. से 170° प. देशान्तर तक है।

हल – दिये गए मापक पर गोले का अर्द्धव्यास -

$$R = \frac{635,000,000}{125,000,000} = 5.08 \text{ cm}$$

बोन प्रक्षेप की रचना करने के लिए हमें निम्न तीन मापों की आवश्यकता होगी –

1. मानक अक्षांश वृत्त का अर्द्धव्यास

= Rcot∅ (यहाँ cot∅ = 40°)

= 5.08 x 1.192

= 6.05 cm

2. केन्द्रीय देशान्तर पर अक्षांशीय दूरियाँ

$$= 2\pi R \times \frac{\text{अन्तराल}}{360°}$$

$$= 2 \times \frac{22}{7} \times 5.08 \times \frac{10}{360°}$$

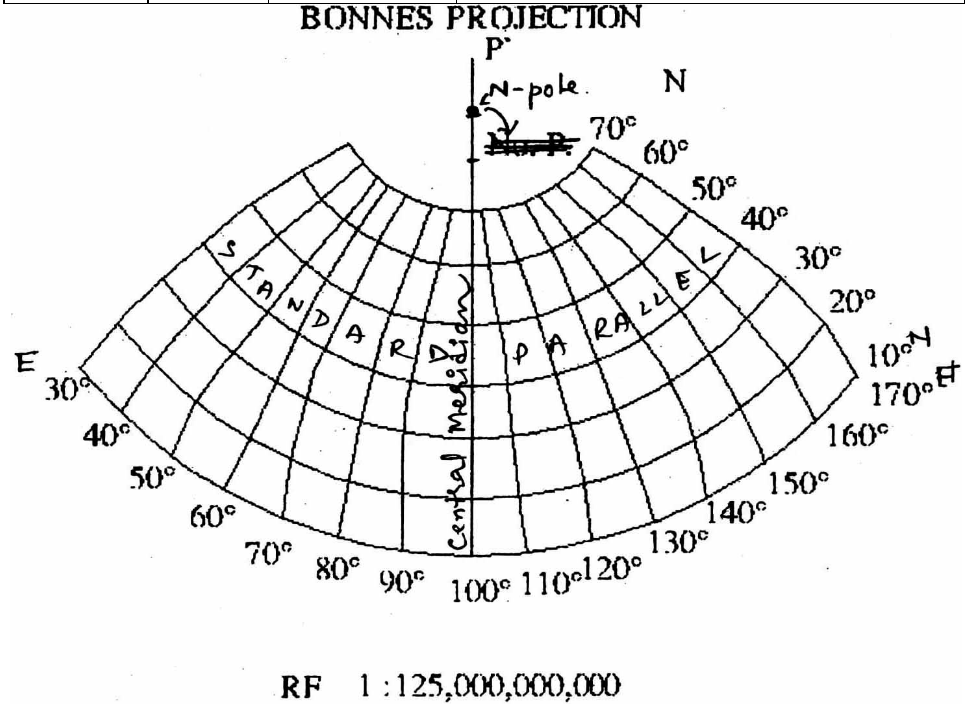
= 0.88cm

3. अक्षांशों पर विभिन्न देशान्तरीय दूरियाँ -

$2\pi R \times \cos 40° \times \frac{\text{अन्तराल}}{360°}$

विभिन्न अक्षांशों का सूत्र में मान रखने पर निम्न माप ज्ञात किए गए हैं। तालिका 6.1 देखें।

अक्षांश वृत्त (Ø)	cosØ	अर्द्धव्यास (R)(cm.)	अक्षांश वृत्त पर देशांतरीय दूरी(cm) $\left[2\pi R\cos\text{Ø} \times \frac{D}{360} cm\right]$
10°	.98481	5.08	0.87
20°	.9396	,,	0.826
30°	.8660	,,	0.76
40°	.7660	,,	0.68
50°	.6427	,,	0.57
60°	.5000	,,	0.44
70°	.34202	,,	0.30



चित्र - 6.3 (अ) : बोन प्रक्षेप

प्रक्षेप की रचना करने के लिए अन्य शंक्वाकार प्रक्षेप रचनाओं की भाँति एक उर्ध्वाधर रेखा PG बना लीजिए। P बिन्दु को केन्द्र मानकर 5.08 से.मी का मानक अक्षांश बनाइए। (चित्र सं.2.3(अ) केन्द्रीय देशान्तर पर मध्य अक्षांश से अन्य अक्षांशों को बनाने के लिए 88 से.मी पर तीन तीन चिन्ह लगाइए। P बिन्दु से सभी अक्षांशीय वृत्त खींचिए। अब प्रत्येक अक्षांश वृत्त पर ज्ञात की गई देशान्तरीय दूरी के चिन्ह लगाकर देशान्तर रेखाएँ बनाइए।

विशेषता

1. समस्त अक्षांश वृत्त केन्द्रीय देशान्तर को समकोण पर काटती है, परन्तु केन्द्रीय देशान्तर रेखा से पूर्व अथवा पश्चिम की ओर को दूरी बढ़ने के साथ साथ अक्षांश वृत्तों तथा देशान्तर रेखाओं के प्रतिच्छेदन अधिकाधिक तिरछे होने लगते हैं।
2. इस प्रक्षेप में ध्रुव एक बिन्दु के रूप में प्रदर्शित किया जाता है।
3. समस्त अक्षांश वृत्तों तथा केन्द्रीय देशान्तर रेखा पर मापनी शुद्ध होती हे।
4. अक्षांश वृत्तों पर मापनी शुद्ध होती है, तथा प्रत्येक अक्षांश वृत्त अपने समीपवर्ती अक्षांश वृत्तों से शुद्ध दूरी पर होता है, अत: इस प्रक्षेप में समक्षेत्रफल का गुण बना रहता है।
5. इस प्रक्षेप में केन्द्रीय देशान्तर रेखा सरल होती है, तथा शेष सभी देशान्तर रेखाओं की आवृत्ति वक्राकार होती है।

उपयोग

इस प्रक्षेप का सर्वाधिक उपयोग मानचित्रावलियों में अलग अलग महाद्वीपों के मानचित्र बनाने के लिए किया जाता है। कम देशान्तरीय विस्तार वाले क्षेत्र जैसे चिली (द. अमेरिका) आदि को बनाने के लिए यह प्रक्षेप विषेश रूप से उपयोगी है। इसका कारण यह है कि बोन प्रक्षेप में केन्द्रीय देशान्तर के समीप क्षेत्रफल के साथ साथ आकृति भी काफी सीमा तक शुद्ध रहती है। इसके अतिरिक्त मध्य अक्षांशीय क्षेत्रों के वितरण व सांख्यिकीय मानचित्र बनाने के लिए भी इस प्रक्षेप का प्रयोग किया जाता है। समक्षेत्रफल का गुण होने के कारण विभिन्न देशों के स्थलाकृति मानचित्र बनाने के लिए भी इस प्रक्षेप का प्रयोग किया जाता है।

बोध प्रश्न– 3

1. बोन प्रक्षेप के दो गुण बताइए ।

   ....

   ....

6.2.4 बहुशंक्वाकार प्रक्षेप (Polyconic Projection)

यह एक असंदर्श शंक्वाकार प्रक्षेप है जिसकी रचना इस कल्पना पर आधारित है कि ग्लोब के ऊपर अनेक शंकु रखे गए हैं और उनमें से प्रत्येक शंकु एक स्पर्श वृत्त के सहारे ग्लोब को स्पर्श करता है। अत: इस प्रक्षेप में सभी अक्षांश वृत्त मानक अक्षांश होते हैं इस प्रक्षेप का सर्वप्रथम प्रयोग अमेरिकी विद्वान फर्डीनैड हैस्लर (Ferdinand Hassler) ने किया था। बोन प्रक्षेप की भांति इसमें भी केन्द्रीय देशान्तर सरल रेखा होती है, शीर्ष सभी देशान्तर वक्राकार होती है। इस प्रक्षेप का प्रयोग प्राय : उन देशों या क्षेत्रों के लिए किया जाता है, जिनका विस्तार उ. –द. अधिक तथा पूर्व –पश्चिम कम होता है। (जैसे चिली)

उदाहरण – 1:200,000,000 मापक पर बहुशंक्वाकार प्रक्षेप की रचना कीजिए, जिसका अक्षांशीय विस्तार 20°N से 60°N देशान्तरीय विस्तार 40° से 160° E तथा अन्तराल 10° हो।

हल - पृथ्वी के लघुकृत गोले का अर्द्धव्यास (R) $= \frac{635,000,000}{200,000,000}$

$= 3.17cm$

बहुशंक्वाकार प्रक्षेप की रचना के लिए निम्न तीन मापों की आवश्यकता होती है –

1. **मानक अक्षांश वृत्तों की दूरी :** बहु शंक्वाकार प्रक्षेप में सभी अक्षांश मानक अक्षांश होते हैं। अत: शंकु के ष्णी ' से उनकी दूरी को अन्य प्रक्षेपों की भांति Rcot∅ सूत्र से ज्ञात करते हैं। यहाँ R पृथ्वी के लघुकृत गोले का अर्द्धव्यास है, जबकि ∅ सम्बन्धित अक्षांश वृत्त का अंशों में मान है।

उदाहरण के अनुसार विभिन्न अर्द्धव्यास इस प्रकार होंगे (तालिका 6.2)

अक्षांश(θ)	**θशंकु के शीर्ष से दूरी (Rcotθ)**
20°	3.17 x 2.74 = 8.71
30°	3.17 x 1.73 = 5.48
40°	3.17 x 1.19 = 3.77
50°	3.17 x 0.84 = 2.66
60°	3.17 x 0.58 = 1.83

2. **अक्षांश वृत्तों के मध्य की दूरी**

सूत्र = $2\pi R \times \frac{\text{अन्तराल}}{360^\circ}$

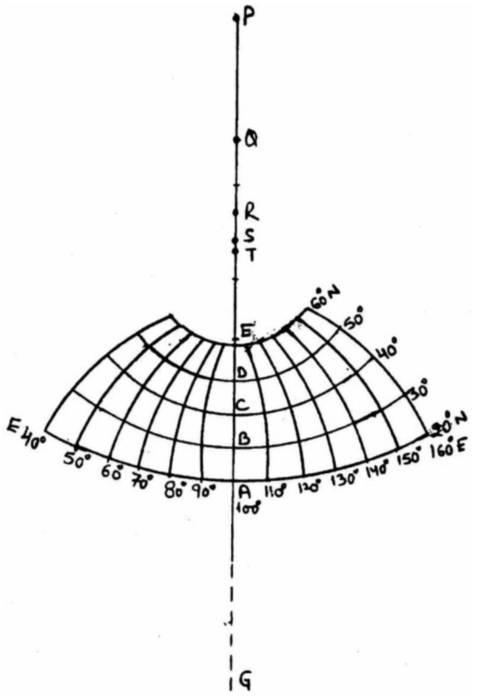
$= 2 \times \frac{22}{7} \times 3.17 \times \frac{10}{360^\circ} = 0.55\text{cm}$

3. **अक्षांश वृत्तों पर देशांतरीय दूरी**

विभिन्न अक्षांश वृत्तों पर देशांतरीय दूरी ज्ञात करने के लिए निम्न सूत्र $2\pi R\cos\varnothing \times \frac{\text{अन्तराल}}{360^\circ}$ अंतराल का प्रयोग किया जाता हैं।

यहाँ R=3.17cm तथा अन्तराल 10° है। सभी देरियों को उपर्युक्त सूत्र की सहायता से ज्ञात कर तालिका–6 में अंकित किया गया है

अक्षांश(°)	**R(cm)**	**cos∅**	$2\pi R\cos\varnothing \times \frac{\text{अन्तराल}}{360}$(सेमी) **देशांतरीय दूरी**
20°	3.17	.93960	.52 सेमी
30	’’	.86600	.47 सेमी
40°	’’	.76600	.42 सेमी
50°	’’	.64270	.35 सेमी
60°	’’	.50000	.27 सेमी



चित्र - 6.4 (अ) : बहु शंक्वाकार प्रक्षेप

प्रक्षेप की रचना करने के लिए सर्वप्रथम 130° पूर्वी देशान्तर की PG केन्द्रीय देशान्तर रेखा खींचिए। इस रेखा पर 0.55 से.मी की दूरी पर 5 चिन्ह लगाइये जिन्हें क्रमश: A, B, C, D, E नामांकित कीजिए। इसके पश्चात तालिका–6.2 के अनुसार 8.71, 5.48, 3.77, 2.66 तथा 1.83 से.मी अर्द्धव्यासों से क्रमश: A, B, C, D, E तथा F से होकर जाने वाले असंकेन्द्र वृत्तों के चाप बनाइये जो प्रक्षेप में अक्षांश वृत्तों को प्रकट करेंगें। देशान्तर बनाने के लिए 20°, 30°, 40°, 50°, 60°, के अक्षांश वृत्तों पर केन्द्रीय देशान्तर रेखा के दोनों ओर क्रमश: .52, .47, .42, .35 तथा 0.27 से.मी के अन्तर पर तीन तीन चिन्ह अंकित कीजिए। (चित्र 6.4 (अ) इन चिन्हों को मिलाते हुए देशान्तर रेखाओं को पूर्ण कीजिए।

विशेषता :

1. केन्द्रीय देशान्तर रेखा एक सरल रेखा होती है तथा शेष देशान्तर रेखाएँ वक्राकार होती है।
2. भिन्न भिन्न बिन्दुओं को केन्द्र मानकर खींचे गए वृत्तों के भाग होने के कारण समस्त अक्षांश वृत्त असंकेन्द्री चाप होते हैं।
3. अक्षांश वृत्तों के असंकेन्द्री होने के कारण समक्षेत्रफल का गुण नहीं पाया जाता है।
4. केन्द्रीय देशान्तर रेखा से दूर मानचित्र के सीमावर्ती भागों में आकृति व क्षेत्रफल में विकृति बहुत बढ़ जाती है।
5. केन्द्रीय देशान्तर रेखा से दूरी बढने पर देशान्तरों की मापनी में होने वाली तीव्र वृद्धि के कारण यह प्रक्षेप यथाकृतिक भी नहीं होता।

उपयोग :

जिन प्रदेशों का पूर्व से पश्चिम में कम विस्तार हो उनके मानचित्र बनाने के लिए यह प्रक्षेप विशेष उपयोगी है। आकृति एवं क्षेत्रफल शुद्ध प्रदर्शित न होने के कारण यह प्रक्षेप बड़े –बड़े क्षेत्रों के

मानचित्र बनाने के लिए अनुपयुक्त होता है। संयुक्त राज्य अमेरिका में इस प्रक्षेप पर विभिन्न प्रकार के स्थलाकृतिक मानचित्र बनाये जाते हैं।

बोध प्रश्न– 4

1. बहुशंक्वाकार प्रक्षेप की सहायता से किन देशों के मानचित्र सर्वाधिक सही बनाए जा सकते हैं, स्पष्ट कीजिए।

   ....

   ....

2. बोन प्रक्षेप एवं बहुशंक्वाकार प्रक्षेप में मुख्य अन्तर क्या है?

   ....

   ....

6.3 सारांश (Summary)

किसी भी प्रकार के शंकु प्रक्षेप की रचना करने से पूर्व चार बातों का ज्ञान होना आवश्यक है (अ) मानचित्र प्रक्षेप की मापनी (ब) मानक अक्षांश रेखा (स) जिस क्षेत्र के लिये मानचित्र प्रक्षेप बनाना है, उस क्षेत्र का अक्षांश –देशान्तरीय विस्तार (द) रेखा जाल का अंशों में अन्तराल।

6.4 शब्दावली (Glossary)

- **मानक अक्षांश :** प्राय: मध्यवर्ती अक्षांश होता है जिस पर मापनी शुद्ध होती है।
- **छेदक शंकु :** दो मानक अक्षांश वाले शंकु को छेदक शंकु कहते हैं।
- **बहुशंक्वाकार प्रक्षेप :** जिसमें कल्पना की जाती है कि ग्लोब के ऊपर अनेक शंकु रखे गये हैं और उनमें से प्रत्येक शंकु एक स्पर्श वृत्त के सहारे ग्लोब को स्पर्श करता है।

6.5 संदर्भ ग्रन्थ (Reference Books)

1. शर्मा, जे.पी. : **प्रायोगिक भूगोल,** रस्तोगी पब्लिकेशन, मेरठ, 2004
2. Singh R.L, : **Elements of practical geography,** kalyani New Delhi, 1979
3. Chauhan, P.R : **Practical Geography,** basundhara prakasan Gorakhpur, 2005.
4. माथुर हेमशंकर : **प्रायोगिक भूगोल,** हिन्दी ग्रन्थ अकादमी,1967.

6.6 बोध प्रश्नों के उत्तर

बोध प्रश्न– 1

2. इसमें यह कल्पना की जाती है कि ग्लोब के ऊपर एक शंकु को इस प्रकार रखा जाता है कि उसका शीर्ष ध्रुव के ठीक ऊपर रहता है। ग्लोब के केन्द्र में प्रकाश रखकर अक्षांश देशान्तर रेखाओं के जाल को शंक्वाकार धरातल पर प्रक्षेपित करने पर शंक्वाकार धरातल पर प्रक्षेपित करने पर शंक्वाकार प्रक्षेप बन जाता है।
3. एक शंकु ग्लोब को किसी एक अक्षांश वृत्त पर स्पर्श करता है अत: प्रक्षेप में उक्त अक्षांश पर मापनी शुद्ध रहती है, जिसके कारण इसे प्रमाणिक अथवा मानक अक्षांश कहते हैं।

4. इस प्रक्षेप पर मध्य अक्षांशों में स्थित प्रदेशों के मानचित्र बनाये जा सकते हैं जिसका अक्षांशीय विस्तार कम होता है। यूरोप महाद्वीप के छोटे–छोटे देशों के मानचित्र बनाने के लिये भी इसका उपयोग भी किया जाता है।

बोध प्रश्न– 2

1. दोनों मापक अक्षांशों पर मापनी शुद्ध होती है तथा सभी देशान्तर रेखाओं पर भी मापनी शुद्ध होती है। इसमें ध्रुव एक चॉप के रूप में प्रदर्शित किया जाता है।
2. अधिक अक्षांशीय विस्तार के देशों के मानचित्र इस पर नहीं बनाये जाते हैं। यूरोप तथा आस्ट्रेलिया के अलग– अलग देशों अथवा राज्यों का मानचित्र बनाने के लिये यह अधिक उपयोगी होता है।

बोध प्रश्न– 3

1. (अ) अक्षांश वृत्तों पर मापनी शुद्ध होती है तथा प्रत्येक अक्षांश वृत्त अपने समीपवर्ती अक्षांश वृत्तों से शुद्ध दूरी पर होता है जिसके कारण इसमें समक्षेत्रफल का गुण बना रहता है।
   (ब) इसमें ध्रुव एक बिन्दु के रूप में प्रदर्शित किया जाता है।

बोध प्रश्न– 4

1. जिन प्रदेशों का पूर्व से पश्चिम से कम विस्तार हो उनके मानचित्र बनाने के लिये यह प्रक्षेप अधिक उपयोगी है। संयुक्त राज्य अमेरिका में इस प्रक्षेप पर विभिन्न प्रकार के स्थलाकृतिक मानचित्र बनाये जाते हैं।
2. बोन प्रक्षेप मे समस्त अक्षांश वृत्त शंकु के शीर्ष को केन्द्र मानकर खींचे गये सकेन्द्र वृत्तों के चाप हैं जबकि बहु शंकुक प्रक्षेप में भिन्न–भिन्न बिन्दुओं को केन्द्र मानकर खींचे गये वृत्तों के भाग होने के कारण समस्त अक्षांश वृत्त असंकेन्द्री चाप होते हैं। दुशंकुक प्रक्षेप में भूमध्यरेखा को एक सरल रेखा के रूप में प्रदर्शित करते हैं।

6.7 अभ्यासार्थ प्रश्न

1. शंक्वाकार प्रक्षेप की मुख्य विशेषता दीजिये। रचना व विधि के आधार पर इसे कितने भागों में बाँटा जा सकता है।
2. 1:100,000,000 के मापक पर एक मानक शंक्वाकार प्रक्षेप की रचना कीजिए, जिसका अक्षांशीय विस्तार 0° से 80° N तथा देशान्तरीय विस्तार 60° E से 60° W देशान्तर एवं अन्तराल 10° हो।
3. 1:200,000,000 मापक पर उ. गोलार्द्ध के लिए दो मानक शंक्वाकार प्रक्षेप की रचना कीजिए। प्रक्षेप का अक्षांशीय विस्तार 0° N से 75° N तथा देशान्तरीय विस्तार 60°E से 60° है। प्रक्षेप का अन्तराल 15° है।
4. 1:200,000,000 तथा अन्तराल 15° पर बोन प्रक्षेप की रचना कीजिए। प्रक्षेप का अक्षांशीय विस्तार 0°N से 75° N तथा देशांतरीय विस्तार 0° पू से 150° पू देशान्तर तक है।
5. 1:250,000,000 मापक पर बहु शंक्वाकार प्रक्षेप की रचना कीजिए, जिसका अक्षांशीय विस्तार 15°N से 60°N देशान्तरीय विस्तार 0° से 120°E तथा अन्तराल 15° हो।

इकाई 7 : बेलनाकार प्रक्षेप: गणितीय रचना एवं विशेषताएँ (Cylindrical Projection: Mathematical Construction and Characteristics)

इकाई की रूपरेखा

7.0 उद्देश्य

7.1 प्रस्तावना

7.2 बेलनाकार प्रक्षेप

7.2.1 यथार्थ बेलनाकार प्रक्षेप

7.2.2 समक्षेत्र बेलनाकार प्रक्षेप

7.2.3 समदूरस्थ बेलनाकार प्रक्षेप

7.2.4 मर्केटर प्रक्षेप

7.2.5 गॉल प्रक्षेप

7.3 सारांश

7.4 शब्दावली

7.5 सन्दर्भ ग्रन्थ

7.6 बोध प्रश्नों के उत्तर

7.7 अभ्यासार्थ प्रश्न

7.0 उद्देश्य (Objective)

इस इकाई के अध्ययन के उपरान्त आप समझ सकेंगे कि –

- बेलनाकार प्रक्षेप के लक्षण
- बेलनाकार प्रक्षेप के विभिन्न प्रकार, उनकी रचना विधि एवं उपयोगिता
- मर्केटर तथा गॉल प्रक्षेप की रचना विधि एवं उपयोगिता
- विभिन्न प्रकार के प्रक्षेपों के अभ्यासार्थ प्रश्न ।

7.1 प्रस्तावना (Introduction)

एक प्रकार का मानचित्र प्रक्षेप जिसकी रचना के लिए बेलनाकार विस्तारशील तल (Development surface) का प्रयोग किया जाता है। सामान्य दशा में इसके लिए कागज के खोखले बेलन को ग्लोब के ऊपर इस प्रकार रखा जाता है कि बेलन भूमध्य रेखा को स्पर्श करता हो। कागज को सपाट फैलाने से प्राप्त अक्षांश देशान्तर रेखा जाल को बेलनाकार प्रक्षेप कहते हैं परन्तु अनुप्रस्थ दशा (Transverse position) में बेलन दो देशान्तर रेखाओं से निर्मित किसी भी वृहत वृत्त (Great circle) को स्पर्श कर सकता है। प्राय: इस शंकु के विषुवतीय एवं असंदर्श प्रक्षेप (non perspective map projection) ही उपयोगी होते हैं, क्योंकि सन्दर्भ प्रक्षेप (perspective map projection) की दशा में विषुवत वृत्त से दूर अक्षांश व देशान्तर रेखाओं का मापकीय विस्तार इतना अधिक हो जाता है कि ध्रुव वृत्त अनन्त दूरी पर ही प्रक्षेपित होंगे, अत: इसका कोई उपयोग नहीं होता है। सामान्य दशा वाले बेलनाकार प्रक्षेपों के निम्नलिखित लक्षण होते हैं –

1. सभी अक्षांश वृत्त समान लम्बाई के एवं एक दूसरे के समानान्तर होते हैं। अतः भूमध्य रेखा को छोडकर अन्य सभी अक्षांश वृत्तों पर मापनी अशुद्ध होती है।
2. सभी देशान्तर रेखाएँ समान लम्बाई वाली सरल व समान्तर रेखाएँ होती हैं एवं इनके बीच की दूरी भी समान होती है।
3. सभी अक्षांश व देशान्तर रेखाएँ एक दूसरे को समकोण पर काटती हैं, जिसके फलस्वरूप बेलनाकार प्रक्षेप की आकृति आयताकार (Rectangular) होती है।
4. भूमध्य रेखा पर मापनी शुद्ध होने के कारण विषुवतीय प्रदेशों के मानचित्र बनाने के लिए बेलनाकार प्रक्षेप विशेष रूप से उपयोगी होते हैं। इन प्रक्षेपों की रचना की सरलता इसके अधिक उपयोग के लिए उत्तरदायी है।

बेलनाकार प्रक्षेपों के कुछ सामान्य प्रकार निम्नांकित हैं–

(अ) संदर्श बेलनाकार प्रक्षेप

(ब) समक्षेत्र बेलनाकार प्रक्षेप

(स) समदूरस्थ बेलनाकार प्रक्षेप

(द) समरूप बेलनाकार अथवा मर्केटर प्रक्षेप,

(य) गॉल का त्रिविम प्रक्षेप ।

इन प्रक्षेपों की रचना विधि को नीचे समझाया गया है -

7.2 बेलनाकार प्रक्षेप के प्रकार

7.2.1 संदर्श बेलनाकार अथवा यथार्थ बेलनाकार प्रक्षेप (true or perspective cylindrical projection)

इस प्रक्षेप में ग्लोब के केन्द्र में प्रकाश की स्थिति मानकर कागज के बेलन पर अक्षांश व देशान्तर रेखाओं के जाल को स्थानान्तरित किया जाता है। कागज का बेलन ग्लोब को भूमध्य रेखा पर स्पर्श करता है। ग्लोब के केन्द्र पर प्रकाश स्रोत की स्थिति मान लेने के कारण इस प्रक्षेप को नोमॉनिक बेलनाकार प्रक्षेप भी कहा जाता है। इस प्रक्षेप में केन्द्र में प्रकाश स्रोत की स्थिति होने के कारण ध्रुवों को प्रदर्शित नहीं किया जा सकता है।

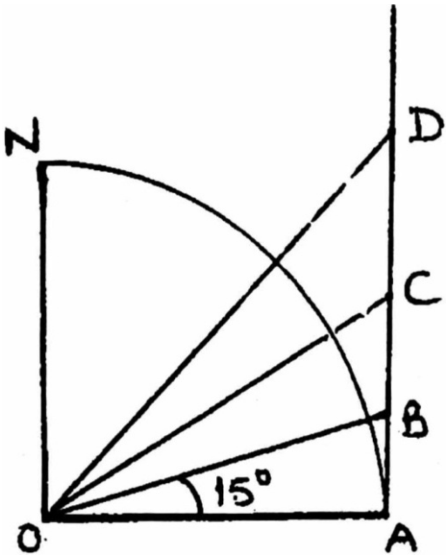
उदाहरण : 1:250,000,000 मापनी पर संसार का मानचित्र बनाने के लिए एक संदर्श बेलनाकार प्रक्षेप की रचना कीजिए। प्रक्षेप में अन्तराल 15° रखिए।

हल : संदर्श बेलनाकार प्रक्षेप की रचना करने हेतु हमें निम्न तीन मापों की आवश्यकता होगी–

(i) मापनी के अनुसार भूमध्य रेखा की लम्बाई = $2\pi R$

यहाँ $R = \frac{635,000,000}{250,000,000} = 2.54cm$

अतः $2\pi R = 2 \times \frac{22}{7} \times 2.54 = 15.96$



चित्र - 7.1 (अ)

ब. भिन्न–भिन्न अक्षांश रेखाओं की भूमध्य रेखा से दूरी–

अक्षांश रेखाओं की भूमध्य रेखाओं से दूरियाँ ज्ञात करने के लिए त्रिकोणमितिय सूत्र के अनुसार लम्बाई निम्न प्रकार ज्ञात की जा सकती है–

समकोण – BAO में

$$\frac{BA}{OA} = \frac{\text{लम्ब}}{\text{आधार}} = \tan\emptyset$$

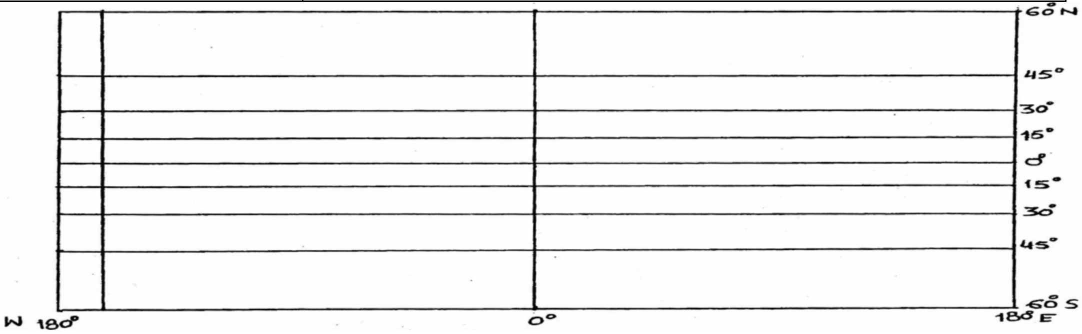
= BA = OA tan∅=R tan15°

= 2.54 x 0.26795

= 0.68cm

इस प्रकार R tan∅ सूत्र की सहायता से भूमध्य रेखा से अक्षांश रेखाओं की दूरियाँ परिकलित की जा सकती है–(तालिका–7.1)

अक्षांश रेखा (∅)	**भूमध्य रेखा से दूरी (cm) R tan∅**
15°	R tan10° = 2.54 x .26795 = .68
30°	R tan30° = 2.54 x .57735 = 1.46
45°	R tan45° = 2.54 x 1.000 = 2.54
60°	R tan60° = 2.54 x 1.73205 = 4.39



चित्र - 7.1 (ब) संदर्भ बेलनाकार प्रक्षेप

अब 15.96 से.मी लम्बी AD सरल रेखा खींचिए तथा इसे 0.66 से.मी के अन्तराल पर लम्ब रेखाओं के द्वारा 24 समान भागों में विभाजित कीजिए। ये लम्ब रेखाएँ प्रक्षेप में अभीष्ट देशान्तर रेखाएँ होंगी। अक्षांश रेखाएँ बनाने के लिए भूमध्य रेखा के समानान्तर दोनों ओर 0.68, 1.46, 2.54 तथा 4.39 से.मी की दूरी पर सरल रेखाएँ बनाइये। चित्र– 7.1 के अनुसार अक्षांश व देशान्तर रेखाओं का मान लिखकर प्रक्षेप पूर्ण कीजिए।

विशेषताएँ :

1. देशान्तर रेखाएँ समान लम्बाई वाली सरल व समान्तर रेखाएँ होती है।
2. प्रत्येक अक्षांश वृत्त सरल व भूमध्य रेखा के बराबर होता है, जो देशान्तर रेखा को समकोण पर काटता है।
3. अक्षांश वृत्तों के मध्य की दूरी भूमध्य रेखा से ध्रुवों की ओर बढ़ती जाती है।
4. ग्लोब के केन्द्र में प्रकाश स्रोत होने के कारण इस प्रक्षेप में ध्रुवों को प्रदर्शित नहीं किया जा सकता।
5. इस प्रक्षेप में केवल भूमध्य रेखा पर ही मापनी शुद्ध होती है।

उपयोग :

इस प्रक्षेप का प्रयोग काफी सीमित है, क्योंकि भूमध्य रेखा के अतिरिक्त अन्य सभी अक्षांशों पर आकृति, क्षेत्रफल व दिशा अशुद्ध होती है। अत: भूमध्य रेखीय क्षेत्रों को प्रदर्शित करने के लिए इसका सीमित उपयोग किया जाता है।

बोध प्रश्न – 1

1. बेलनाकार प्रक्षेप की कोई दो सामान्य विशेषताएँ बताइए।

....

....

2. यथार्थ बेलनाकार प्रक्षेप का प्रमुख दोष क्या हैं?

....

....

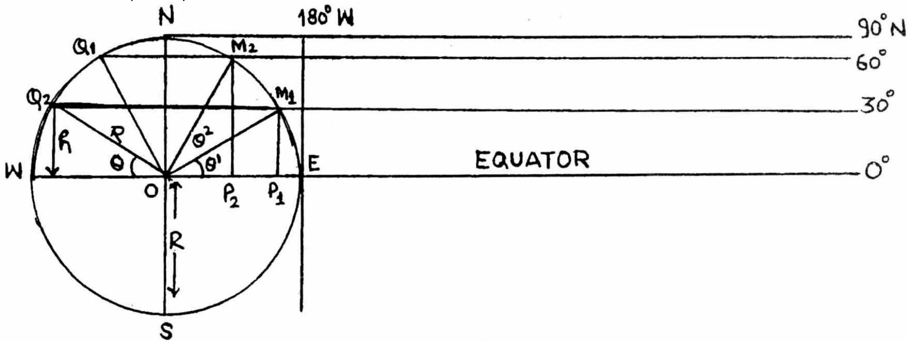
7.2.2 समक्षेत्र बेलनाकार प्रक्षेप (Cylindrical equal area projection)

समक्षेत्र बेलनाकार प्रक्षेप में शुद्ध क्षेत्रफल प्रदर्शित करने का गुण होता है। अत : प्रक्षेप में अक्षांश वृत्तों के मध्य की दूरी धरातल पर स्थित उस क्षेत्र के वास्तविक क्षेत्रफल के बराबर होती है। सैद्धान्तिक रूप से इस प्रक्षेप की रचना का आधार यह है कि किन्हीं भी दो अक्षांश वृत्तों के मध्य स्थित भाग का क्षेत्रफल उस गोले के बराबर अर्द्धव्यास वाले बेलन तल के क्षेत्रफल के बराबर होगा, जिसकी ऊँचाई अक्षांशों की लम्बवत ऊँचाई के बराबर हो। इस प्रक्षेप में प्रकाश स्रोत की कल्पना अनन्त दूरी पर मानकर की जाती है। जिस कारण प्रक्षेप में प्रत्येक देशान्तर रेखा की लम्बाई पृथ्वी के लघुकृत गोले के ध्रुवीय व्यास के बराबर होती है। इस प्रक्षेप की सर्वप्रथम रचना जे एच. लैम्बर्ट ने की थी। अत: इसे लैम्बर्ट का बेलनाकार समक्षेत्र प्रक्षेप भी कहा जाता है।

उदाहरण : 1:300,000,000 मापनी एवं 15° अन्तराल पर संसार का मानचित्र बनाने के लिए समक्षेत्र बेलनाकार प्रक्षेप की रचना कीजिए।

हल : सर्वप्रथम दिए गए आयत की सहायता से पृथ्वी का अर्द्धव्यास (R) ज्ञात करते हैं।

$$R = \frac{635,000,000}{300,000,000} = 2.1cm$$



चित्र - 7.2(अ)

इस अर्द्धव्यास की सहायता से NESW वृत्त की रचना करते हैं। Q_1 and Q_2, दो अक्षांशों के कोणीय मान है, जिन्हें निर्धारित करने वाली रेखाएँ वृत्त की परिधि को M_1 & M_2 पर काटती है। M_1P_1 & M_2P_2 लम्बवत ऊँचाई है, जो विषुवत रेखा को छूते है।

समकोण $\triangle M_2P_2$ में लम्ब

$$M_2P_2 = \frac{\text{लम्ब}}{\text{कर्ण}} = \sin\emptyset$$

$$M_2P_2 = M_2O \sin\emptyset = R \sin\emptyset$$

इस प्रकार अक्षांश रेखाओं की विषुवत रेखा से दूरी x = R sinØ होगी, जबकि Ø अक्षांशीय मान है।

मापनी के अनुसार भूमध्य रेखा से विभिन्न अक्षांशों की दूरी इस प्रकार होगी –

तालिका– 7.2 : मापनी के अनुसार भूमध्य रेखा से विभिन्न अक्षांशों की दूरी (से.मी. में)

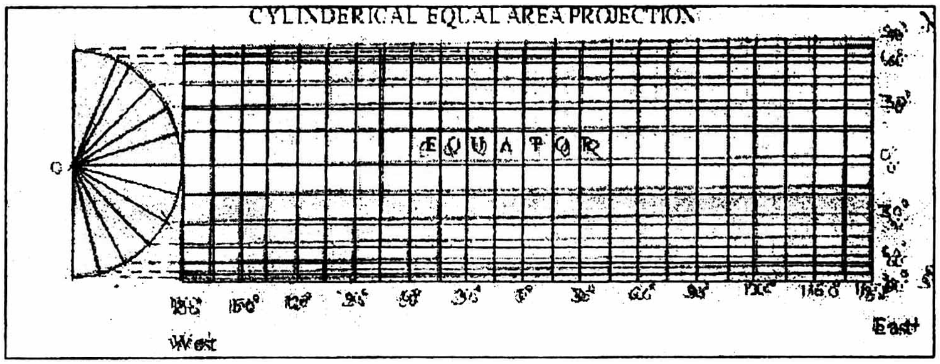
अक्षांश रेखा (Ø)	**विषुवत रेखा से दूरी (cm) R sinθ**
15°	2.1 x .2588 = 0.54
30°	2.1 x .5000 = 1.05
45°	2.1 x .7071 = 1.48
60°	2.1 x .8660 = 1.81
75°	2.1 x .9659 = 2.02
90°	2.1 x 1.000 = 2.1

भूमध्य रेखा की लम्बाई ज्ञात करने के लिए = $2\pi R$ का प्रयोग करते हैं।

$$\text{भूमध्य रेखा की लम्बाई} = 2 \times \frac{22}{7} \times 2.1 = 13.2cm$$

भूमध्य रेखा पर दिए गए अन्तराल की देशान्तरीय दूरी ज्ञात करने का सूत्र इस प्रकार है –

$$15° \text{ की देशान्तरीय दूरी} = \frac{2\pi R \times \text{अन्तराल}}{360°} = 55cm$$



चित्र - 7.2 (ब) समक्षेत्र बेलनाकर प्रक्षेप

अब सर्वप्रथम कागज पर भूमध्य रेखा को प्रकट करती हुई क्षैतिज रेखा खींचिए। इस पर देशान्तरीय विस्तार 0.55 से.मी के 24 भाग कीजिए। इन बिन्दुओं पर लम्बवत रेखाएँ खींच कर तालिका– 7.1 में दी गई अक्षांशीय दूरी का निरूपण कर लेंगे। सम्बद्ध बिन्दुओं को समानान्तर रेखाओं द्वारा मिला देंगे। रेखा जाल पर भूमध्य रेखा से दोनों ओर अक्षांशीय व देशान्तरीय विस्तार अंकित करें। [चित्र– 7.2 (ब)

विशेषता :

1. भूमध्य रेखा अपनी वास्तविक लम्बाई के बराबर होती है, अतः उस पर मापनी शुद्ध होती है। किन्तु अन्य अक्षांश वृत्त अपनी वास्तविक लम्बाई से अधिक बडे होते हैं, अतः उन पर मापनी अशुद्ध रहती है।
2. प्रक्षेप में देशान्तर रेखाएँ अपने ध्रुवीय व्यास के बराबर बनाई जाती है, अतः वास्तविक लम्बाई से छोटी होने के कारण उन पर मापनी अशुद्ध रहती है।
3. अन्य सभी बेलनाकार प्रक्षेपों की भांति इस प्रक्षेप में भी ध्रुव एक सरल रेखा के रूप में प्रदर्शित किया जाता है, जबकि वास्तविकता में उसे एक बिन्दु के रूप में प्रदर्शित किया जाना चाहिए।
4. अक्षांश वृत्तों के मध्य की दूरी भूमध्य रेखा से ध्रुवों की ओर कम होती जाती है।

उपयोग : भूमध्य रेखा के निकटवर्ती क्षेत्रों के लिए यह प्रक्षेप विशेष रूप से उपयोगी है। इस प्रक्षेप पर चावल, काफी, चाय, रबर, केला, कोका, मक्का, गन्ना, नारियल जैसी– उ'ण कटिबंधीय फसलों का वितरण दिखलाया जा सकता है।

बोध प्रश्न – 2

1. समक्षेत्र बेलनाकार प्रक्षेप की कोई दो विशेषता बताइए।

   ....

   ....

2. समक्षेत्र बेलनाकार प्रक्षेप की उपयोगिता दीजिये।

   ....

   ....

7.2.3 समदूरस्थ बेलनाकार प्रक्षेप (Cylindrical Equidistant Projection)

इस प्रक्षेप में अक्षांश व देशान्तर रेखाएँ एक दूसरे को लम्बवत काटती हुई समानान्तर रेखाएँ होती है। सभी अक्षांश व देशान्तर रेखाएँ भूमध्य रेखा ($2\pi R$) के बराबर होती है, तथा देशान्तर रेखाएँ उसकी आधी (πR) होती है। भूमध्य रेखा एवं देशान्तरों पर मापक ठीक होता है, परन्तु भूमध्य रेखा से दूर अक्षांश रेखाओं पर मापक क्रमश: बढता जाता है, जिसके कारण आकृति व क्षेत्रफल में अशुद्धता पाई जाती है। इस प्रक्षेप को प्लेट कैरी प्रक्षेप के नाम से भी जाना जाता है।

उदाहरण : 1:250,000,000 मापनी पर विश्व का मानचित्र बनाने के लिए समदूरस्थ बेलनाकार प्रक्षेप की रचना कीजिए, प्रक्षेप में अन्तराल 15° रखिए।

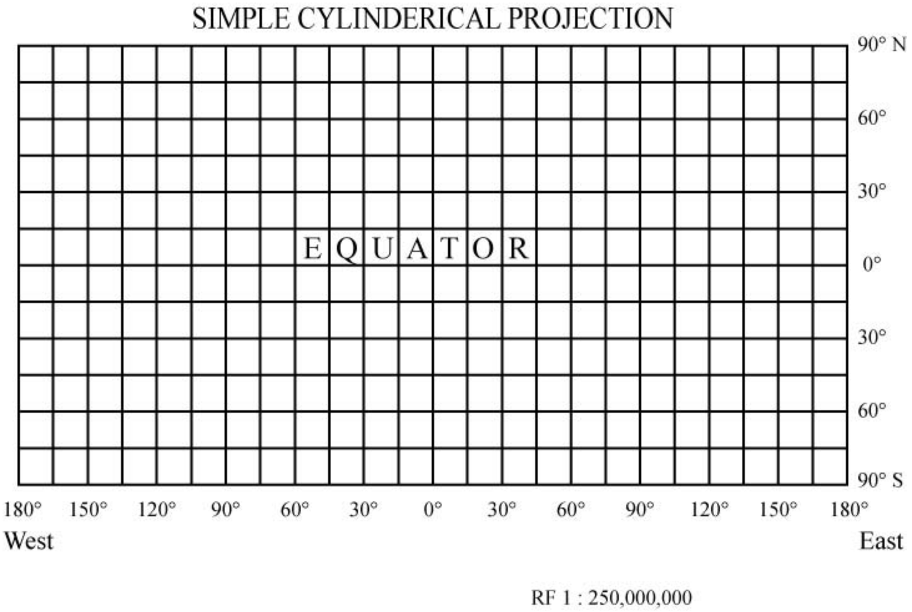
हल : इस प्रक्षेप की रचना विधि अत्यन्त सरल है। प्रश्न के अनुसार

अ. प्र. भिन्न के अनुसार गोले का अर्द्धव्यास (R) = $\frac{635,000,000}{250,000,000}$ = 2.54cm

ब. भूमध्य रेखा की लम्बाई = 2 = 2 x $\frac{22}{7}$ x 2.54 = 15.96cm

स. दो देशान्तर रेखाओं के मध्य की दूरी = $\frac{2\pi R \text{ x अन्तराल}}{360°}$ = 55cm

गणना कार्य पूर्ण होने के पश्चात सर्वप्रथम 15.96 से.मी की सीधी एबी रेखा खींचिए। जो कि भूमध्य रेखा को प्रदर्शित इस रेखा को 0.66 से.मी के अन्तराल पर 24 समान भागों में विभाजित कीजिए। 'AB रेखा के A छोर पर CD तथा B पर EF लम्ब डालिए। इस लम्ब को 0.66 से.मी के अन्तर पर A बिन्दु से छः छः समान भागों पर चिन्ह लगाइए। यही प्रक्रिया EF लम्ब पर भी कीजिए। सभी चिन्हों को समान्तर रेखाओं द्वारा मिला देंगे। इस प्रकार रेखा जाल बन जायेगा। (चित्र– 7.3(अ)



चित्र-7.3 (अ) : सामान्य अथवा समदूरस्थ बेलनाकार प्रक्षेप

विशेषता :

1. इस प्रक्षेप में अक्षांश व देशान्तर रेखाएँ परस्पर एक दूसरे को समान अंतराल पर काटती है।

2. प्रक्षेप में देशान्तर रेखाओं की लम्बाई भूमध्य रेखा से आधी होती है।
3. प्रत्येक देशान्तर रेखा पर मापनी शुद्ध होती है।
4. भूमध्य रेखा पर मापनी शुद्ध होती है, परन्तु भूमध्य रेखा से ध्रुवों की ओर मापनी मे अशुद्धता बढ़ती जाती है।

उपयोग :

यह प्रक्षेप न तो यथाकृतिक है, न ही समक्षेत्रफल का गुण रखता है। प्रक्षेप में भूमध्य रेखा के समीप मापनी शुद्ध रहती भूमध्य रेखीय क्षेत्रों के मानचित्र बनाने के लिए इस प्रक्षेप का सीमित प्रयोग किया जाता है।

बोध प्रश्न– 3

1. समक्षेत्र बेलनाकार व समदूरस्थ बेलनाकार प्रक्षेप में मुख्य अन्तर समझाइए।

   ....

   ....

2. समदूरस्थ प्रक्षेप का उपयोग किस प्रकार के मानचित्रों के लिए किया जाता है, बताइए।

   ....

   ....

7.2.4 समरूप बेलनाकार अथवा मर्केटर प्रक्षेप (Orthomorphic cylindrical or Mercator's Projection) :

बेलनाकार शुद्ध आकृति प्रक्षेप जिसकी रचना सर्वप्रथम डच मानचित्रकार गिर्राडस मर्केटर (G Mercator) ने 1559 में किया था। इस प्रक्षेप पर देशान्तर रेखाएँ सरल व समानान्तर रेखाओं द्वारा प्रदर्शित होती है, जिनके मध्य की दूरी समान होती है। अक्षांश रेखाएँ भी सरल तथा समानान्तर होती है। किन्तु उनके मध्य की दूरी भूमध्य रेखा से ध्रुवों की ओर एक निश्चित अनुपात में बढ़ती जाती है। इसमें सभी अक्षांश रेखा की वास्तविक लम्बाई को बढाकर भूमध्य रेखा के बराबर दिखाया जाता है। इस प्रकार इस प्रक्षेप में किसी भी क्षेत्र की आकृति शुद्ध रहती है। इस कारण इसे यथाकृतिक प्रक्षेप कहा जाता है। मर्केटर प्रक्षेप एक शुद्ध दिशा प्रक्षेप है, जिस पर दो बिन्दुओं के बीच की दिशा ग्लोब पर प्रदर्शित वास्तविक दिशा के समान होती है। इस कारण इस प्रक्षेप का प्रयोग नौ संचालन चाटी (Navigation Chart) की रचना में सर्वाधिक होता है।

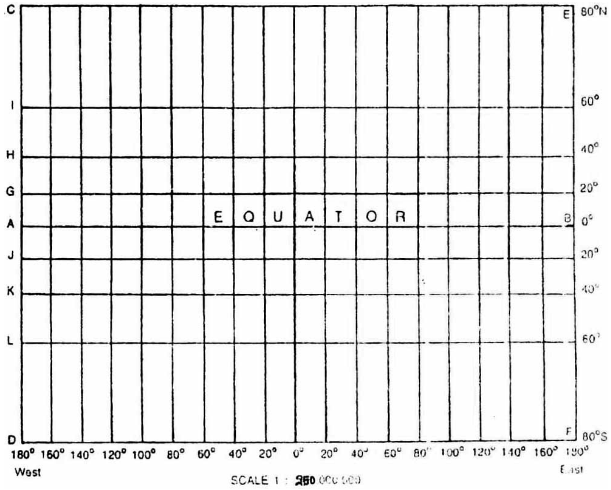
उदाहरण : 1:250,000,000 तथा अन्तराल 20° पर विश्व मानचित्र के लिए मर्केटर प्रक्षेप की रचना कीजिए–

हल : मर्केटर प्रक्षेप में देशान्तर रेखाएँ बनाने की विधि अन्य बेलनाकार प्रक्षेपों के समान है। परन्तु विभिन्न अक्षांश वृत्तों की भूमध्य रेखा से दूरी को ज्ञात करने के लिए एक सूत्र की गणना करनी पडती है। किसी अक्षांश के अक्षांशीय स्थिति के निर्धारण हेतु उस अक्षांश पर मापकीय बढाव का अनुपात ज्ञात होना आवश्यक होता है। $\theta°$ के अक्षांश की वास्तविक लम्बाई ग्लोब पर $2\pi R$ होती है। जबकि प्रक्षेप पर यह लम्बाई वास्तविक लम्बाई से $2\pi R$ / $2\pi R \cos\emptyset$ अर्थात $\sec\emptyset$ गुना होती है। इसे O तथा $\pi/2$ के मध्य समाकलित करके ज्ञात किया जा सकता है। क्योंकि बढाव का क्रम सतत होता है।

सामान्य लघुगणक में –

$Y = 2.3026 \; R\log_{10}(\tan \pi/4 + \phi/2)$

$= 2.3026 \; R\log_{10} (\sec \phi + \tan \phi)$



चित्र-7.4 (अ) : मर्केटर प्रक्षेप

तालिका–7.3 में लिखी विभिन्न अक्षांश रेखाओं की भूमध्य रेखा से दूरियों को 2.3026 $R\log_{10}$ $(\tan\phi + \phi/2)$ सूत्र की सहायता से परिकलित किया गया है। इस सूत्र में ϕ का मान सम्बन्धित अक्षांश रेखा का अंश है।

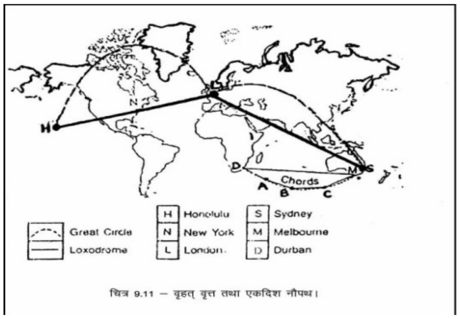
अक्षांश(ϕ)	दूरी(Y)	अक्षांश(ϕ)	दूरी(Y)
5°	0.087 x R	50^0	1.010 x R
10°	0.1754 x R	55_0	1.154 x R
15°	0.265 x R	60_0	1.317 x R
20°	0.356 x R	65_0	1.505 x R
25°	0.450 x R	70_0	1.735 x आर
30°	0.549 x R	75_0	2.025 x R
35°	0.652 x R	80_0	2.436 x R
40°	0.763 x R	85_0	3.131 x R
45°	0.880 x R	90_0	अनन्त

(यहाँ R = पृथ्वी के लघुकृत गोले का अर्द्धव्यास है।)

दो देशान्तर रेखाओं के मध्य की दूरी को निम्न सूत्र की सहायता से ज्ञात कर सकते हैं–

दो देशान्तर रेखा के मध्य की दूरी = $2\pi R \times d/360°$

यहाँ = $2 \times \frac{22}{7} \times \frac{2.56 \times 20°}{360°}$ = .88cm



चित्र-7.4 (ब) : मर्केटर प्रक्षेप का नौ-संचालन प्रयोग

कागज पर एक क्षैतिज रेखा खींच कर .88 से.मी के 18 चिन्ह लगा देंगे। (चित्र सं.7–4(अ) प्रत्येक बिन्दु से एक लम्बवत रेखा दोनों ओर खींच देंगे जो कि देशान्तर रेखा होगी। इन रेखाओं अथवा एक रेखा पर सारणी 7.3 के अनुसार विभिन्न अक्षांशों की दूरियों के निशान लगा देंगे। इन बिन्दुओं को क्षैतिज रेखा के समानान्तर खींच लेंगे। यहीं अक्षांश रेखाएँ होगी। इस प्रकार मर्केटर प्रक्षेप का रेखा जाल तैयार हो जायेगा।

विशेषता :

1. भूमध्य रेखा पर मापनी शुद्ध होती है, परन्तु अन्य अक्षांश वृत्तों पर मापनी बढी हुई होती है, क्योंकि प्रक्षेप में वे भूमध्य रेखा के समान लम्बाई वाले बनाए जाते हैं।
2. यह एक यथाकृतिक प्रक्षेप है, क्योंकि जिस अनुपात में भूमध्य रेखा से ध्रुवों की ओर को अक्षांश वृत्तों के सहारे पूर्व – पश्चिम दिशा में मापनी में वृद्धि होती है, ठीक उसी अनुपात में ध्रुवों की ओर को देशान्तर रेखाओं के सहारे उत्तर –दक्षिण दिशा में मापनी बढती है। इस प्रकार प्रत्येक दिशा में मापनी एक समान होती है।
3. मर्केटर प्रक्षेप में खींची गई प्रत्येक सरल रेखा समस्त अक्षांश वृत्तों को एक निश्चित कोण (Constant angle) पर काटती है। इसी प्रकार देशान्तर रेखाओं के साथ बनने वाला कोण की नियत कोण होता है। मर्केटर चार्ट में दो स्थानों को मिलाने वाली ऐसी सरल रेखा को स्थिर दिगंश रेखा अथवा लेक्जोड्रोम (laxodrome or rhumb line) कहा जाता है। प्रक्षेप में देशान्तर रेखाओं की दिशा भौगोलिक उत्तर–दक्षिण होती है, अत: उन्हें काटने वाली प्रत्येक दिगंश रेखा एक निश्चित दिक्मान (constant bearing) वाली रेखा होती है। (चित्र– 7.4 (ब) अपनी इसी विशेषता के कारण इसका प्रयोग समुद्री नौ–परिवहन के लिए किया जाता है।
4. यद्यपि यह यथाकृतिक व शुद्ध दिशा प्रक्षेप है, परन्तु मापक के उत्तरोतर बढाव के अनुपात में क्षेत्रफल में भी वृद्धि होती है। 60° अक्षांश पर क्षेत्रफल चौगुना, जबकि 75° पर पन्द्रह गुना हो जाता है। इसी बढाव के फलस्वरूप मर्केटर प्रक्षेप में ग्रीनलैण्ड द्वीप, द. अमेरिका से बडा प्रतीत होता है, जबकि वास्तविकता में द. अमेरिका ग्रीनलैण्ड से नौ गुना अधिक बडा है।
5. इस प्रक्षेप में ध्रुवों को प्रदर्शित नहीं किया जा सकता है।

उपयोग :

मर्केटर प्रक्षेप में वृहत वृत्त की प्रत्येक जीवा (Chord) एक नियत दिक्मान वाली रेखा होती है, इन जीवाओं के सहारे नौ संचालन करने में नाविकों को केवल उन्हीं बिन्दुओं पर अपने पोत की दिशा परिवर्तन करनी पडती है, जहाँ दो जीवाएँ एक दूसरे को काटती हैं। इस प्रक्रिया से नाविकों को थोडी अधिक दूरी तय करनी पडती है, परन्तु निरन्तर दिशा बदलने की समस्या दूर हो जाने से नौ संचालन कार्य सरल हो जाता है।

इसके अतिरिक्त पवनों की दिशा, महासागरीय धाराएँ, जल प्रवाह प्रणाली तथा विश्व के दीवार मानचित्र बनाने के लिए भी इस प्रक्षेप का अधिक प्रयोग होता है। भूमध्य रेखीय क्षेत्रों के अतिरिक्त अन्य स्थलीय भागों के वितरण मानचित्र के लिए यह अनुपयुक्त प्रक्षेप है। विश्व के राजनीतिक मानचित्र बनाने के लिए इस प्रक्षेप का बहुधा प्रयोग किया जाता है, जिसका मूल उद्धेश्य यूरोप महाद्वीप के छोटे–छोटे देशों को बडा करके दिखाना है।

बोध प्रश्न– 4

1.	मर्केटर प्रक्षेप का प्रयोग नौ संचालन मानचित्रों में क्यों किया जाता है, समझाइए।	
	....	
	....	
2.	मर्केटर प्रक्षेप एक यथाकृतिक प्रक्षेप है, क्यों?	
	....	
	....	

7.2.5 गॉल का त्रिविम प्रक्षेप (Gall's Stereographic Projection)

यह एक त्रिविम प्रक्षेप (Stereographic projection) है, जिसकी रचना गॉल ने शुद्ध बेलनाकार प्रक्षेप में संशोधन करके किया है। इसमें 45°N–45°S अक्षांश रेखाएँ मानक अक्षांश होती हैं, जिन पर मापनी शुद्ध रहती है। इन मानक अक्षांशों से दध्य रेखा की ओर अक्षांशों की लम्बाई तथा उनके बीच की दूरी ग्लोब पर उनकी वास्तविक लम्बाई तथा मध्यवर्ती दूरी की तुलना में क्रमश: कम हो जाती है। इसके विपरीत 45°N–45°S अक्षांशों से ध्रुवों की ओर अक्षांशों की लम्बाई उनकी वास्तविक लम्बाई से तथा अक्षांशों के मध्य की दूरी वास्तविक दूरी से क्रमश: बढती जाती है। इस प्रक्षेप की रचना निम्न कल्पनाओं पर आधारित हैं:

1. इस प्रक्षेप में कागज का बेलन ग्लोब को भूमध्य रेखा पर स्पर्श नहीं करता अपितु बेलन ग्लोब को 45°N & 45° अक्षांश वृत्तों के सहारे काटता है। इस कल्पना के अनुसार बेलन ग्लोब को एक अक्षांश वृत्त (सामान्यत: भूमध्य रेखा) के स्थान पर दो अक्षांश वृत्तों (45°N & 45°S) पर स्पर्श करता है। अत: गॉल प्रक्षेप में भूमध्य रेखा सहित सभी अक्षांश वृत्त 45° मानक अक्षांश वृत्त के बराबर लम्बाई वाला बनाये जाते हैं।
2. गॉल प्रक्षेप में अक्षांश वृत्तों के बीच की दूरी त्रिविम विधि से ज्ञात की जाती है। इस विधि में ग्लोब के भूमध्य रेखीय व्यास के विपरीत सिरे पर प्रकाश स्रोत की कल्पना करके अक्षांश वृत्तों को बेलन पर प्रक्षेपित किया जाता है।

इस प्रक्षेप पर दिशा, आकृति दूरी या क्षेत्रफल में से कोई भी लक्षण शुद्ध नहीं रहता है, किन्तु सभी दिशाओं में विकृति अपेक्षाकृत सीमित रहती है।

उदाहरण : 1:250,000,000 मापनी पर विश्व का मानचित्र बनाने के लिए गॉल प्रक्षेप की रचना कीजिए। प्रक्षेप में अन्तराल 15° हैं।

हल : गॉल प्रक्षेप की रचना करने के लिए हमें निम्न तीन मापों की आवश्यकता होती है:

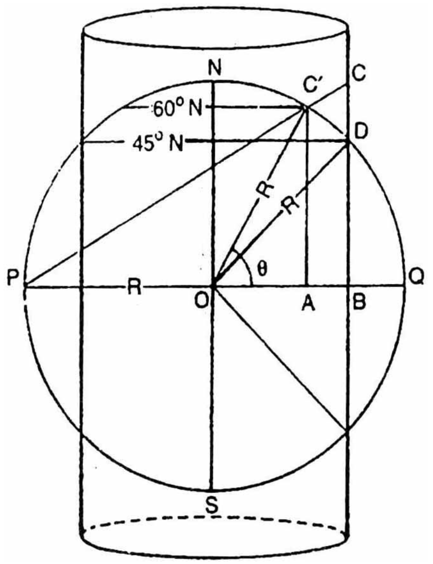
1. 45° मानक अक्षांश वृत्त की लम्बाई: चूंकि गॉल प्रक्षेप में कागज का बेलन ग्लोब को 45° अक्षांश पर छूता है। अत: 45° अक्षांश वृत्त की लम्बाई 2πRcos45° होगी।

यहाँ $R = \frac{635,000,000}{250,000,000} = 2.56cm$

$2\pi R\cos45° = 2 \times \frac{22}{7} \times 2.56 \times .7071 = 11.31cm$

2. दो देशान्तर रेखाओं के बीच की दूरी–

$\frac{2\pi R\cos45° \times d}{360} = 0.47cm$



चित्र-7.5 (अ)

3. **अक्षांश रेखाओं की भूमध्य रेखा से दूरी :** इसे निम्न सूत्र की सहायता से परिकलित किया जा सकता है। चित्र सं.7.5(अ) में कागज का बेलन 45° अक्षांश के सहारे ग्लोब के भीतर प्रवेश करता हुआ दिखलाया गया है। अर्थात ∠DOQ = 45° है। प्रक्षेप में प्रकाश स्रोत की स्थिति P बिन्दु पर है, अत: किसी अक्षांश वृत्त की बेलन पर भूमध्य रेखा से प्रक्षेपित दूरी CB के बराबर होगी, जिसे निम्नप्रकार से समझा जा सकता है–

समकोण C'OA में,

1. $\frac{C'A}{OC'} = \sin\emptyset$ or $C'A = OC' \sin\emptyset = R\sin\emptyset$

2. $\frac{OA}{OC'} = \cos\emptyset$ or $OA = OC' \cos\emptyset = R\cos\emptyset$

समकोण DOB में,

2. $\frac{OB}{OD} = \cos45°$ (DOB = 45°)

3. OB= OD cos45° = R cos45°

चूँकि CPB तथा△C’OA समानुपाती है, अत:

$$\frac{CB}{C'A} = \frac{PB}{PA}$$

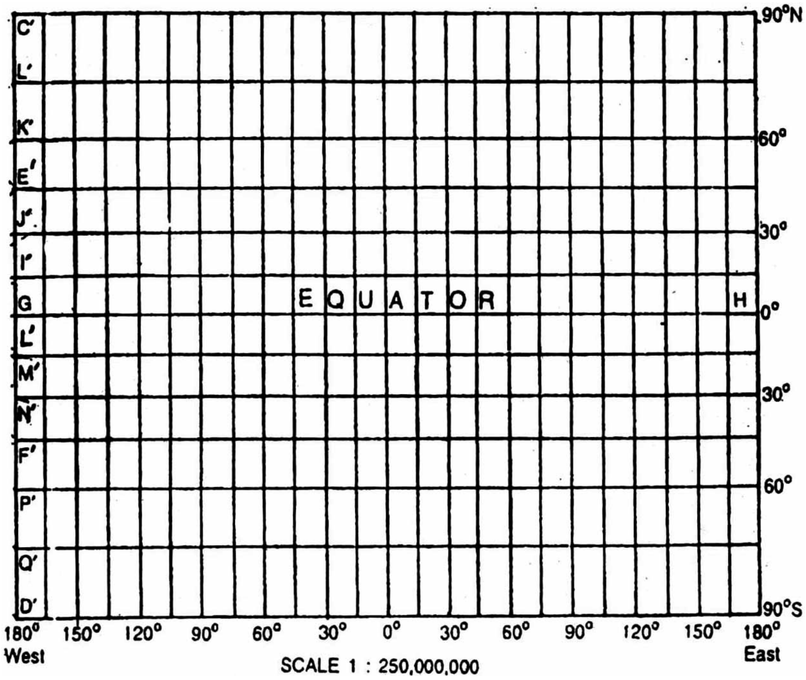
$$CB = \frac{C'A \times PB}{PA} = \frac{C'A\,(PO+OB)}{PO+OA}$$

$$= \frac{R\sin\emptyset(R+R\cos45°)}{R+R\cos\emptyset}$$

इस प्रकार उपरोक्त सूत्र में $\emptyset$ के स्थान पर उस अक्षांश का मान लिखकर हल करने से उस अक्षांश वृत्त की भूमध्य रेखा से दूरी ज्ञात हो जायेगी। तालिका7.4 में इन दूरियों की गणना की गई है।

अक्षांश	भूमध्य रेखा से दूरी (cm) = $\frac{R\sin\emptyset(R+R\cos45°)}{R+R\cos\emptyset}$

15^0	$\frac{2.54 \times 0.2588\,(2.54+2.54+2.54+.7071)}{2.54+2.54+0.9659}$	= 0.57cm
30°	1.16	
45°	1.79	
60°	2.50	
75°	3.32	
90°	4.33	



चित्र-7.5 (ब) : गॉल प्रक्षेप

उपरोक्त गणना के पश्चात् 45° अक्षांश की लंबाई अर्थात 11.31 से.मी के बराबर भूमध्य रेखा कागज के मध्य में खींचिए। तथा 0.47 से.मी के अन्तराल पर इस रेखा को 24 समान भागों में विभाजित कीजिए। भूमध्य रेखा के दोनों ओर लम्बों पर क्रमश: 0.57 1.16, 1.79, 2.5०, 3.32 व 4.33 से.मी की दूरी पर समान्तर रेखाएँ खींचिए जो क्रमश: 15°,30°,45°,60°,75° तथा 90° की अक्षांश रेखाओं को प्रदर्शित करती है।

विशेषता :

1. प्रक्षेप में प्रत्येक अक्षांश वृत्त की स्थाई 45° अक्षांश वृत्त के बराबर होती है।
2. अक्षांश वृत्तों के बीच की दूरी भूमध्य रेखा से ध्रुवों की ओर बढती जाती है, परन्तु देशान्तर रेखाओं की दूरी समान होती है।
3. इस प्रक्षेप में 45° उ. द. अक्षांश वृत्तों पर मापनी शुद्ध होती है। इन अक्षांश वृत्तों से भूमध्य रेखा की ओर मापनी कम जबकि ध्रुवों की ओर अधिक हो जाती है।
4. यह प्रक्षेप यथाकृतिक नहीं है। इस पर क्षेत्रफल तथा दिशा का भी शुद्ध प्रदर्शन नहीं होता है। परन्तु दो मानक अक्षांश वृत्त होने के कारण इस प्रक्षेप में आकृति क्षेत्रफल में सीमित विकृति होने के कारण यह मध्य दशा वाला एक सामान्य उद्देश्यात्मक प्रक्षेप है।

उपयोग : गॉल प्रक्षेप संसार के सामान्य मानचित्रों के लिए विशेष उपयोगी है।

7.3 सारांश (Summary)

बेलनाकार प्रक्षेपों में भूमध्यरेखा सहित समस्त अक्षांश वृत्तों की लम्बाई एक समान है। इन प्रक्षेपों में अक्षांश वृत्तों के बीच की दूरियाँ भिन्न–भिन्न बेलनाकार प्रक्षेप में भिन्न–भिन्न ढंगों से निश्चित की जाती है। इसमें देशान्तर रेखायें बनाने के लिये दिये गये अन्तराल के अनुसार भूमध्य रेखा को समान भागों में विभाजित किया जाता है।

7.4 शब्दावली (Glossary)

- **बेलनाकार प्रक्षेप :** कागज को सपाट फैलाने से प्राप्त अक्षांश देशान्तर रेखा जाल।
- **नोमॉनिक बेलनाकार प्रक्षेप :** ग्लोब के केन्द्र पर प्रकाश स्रोत की स्थिति।
- **लेक्जोड्रोम :** मर्केटर चार्ट पर दो स्थानों को मिलाने वाली सरल रेखा।
- **प्लेट केरी प्रक्षेप :** समदूरस्थ प्रक्षेप

7.5 संदर्भ ग्रंथ (Reference books)

1. शर्मा, जे पी. : **प्रायोगिक भूगोल,** रस्तोगी पब्लिकेशन, मेरठ, 2004
2. Singh R.L : **Elements of practical geography,** kalyani, New Delhi, 1979
3. चौहान, पी. आर. : **प्रायोगिक भूगोल,** वसुन्धरा प्रकाशन, गोरखपुर, 2005
4. माथुर, हेमशंकर. : **प्रायोगिक भूगोल,** हिन्दी ग्रन्थ अकादमी, 1967

7.6 बोध प्रश्नों के उत्तर

बोध प्रश्न– 1

1. (अ) सभी अक्षांश वृत्त समान लम्बाई में एक दूसरे के समान्तर होते है। अत: भूमध्यरेखा को छोडकर अन्य सभी अक्षांश वृत्तों पर मापनी अशुद्ध रहती है।

   (ब) सभी देशान्तर रेखायें समान लम्बाई वाली सरल व समान्तर रेखायें एवं इनके बीच की दूरी भी समान होती है।

2. केन्द्र में प्रकाश स्रोत की स्थिति होने के कारण ध्रुवों को प्रदर्शित नहीं किया जा सकता है।

बोध प्रश्न– 2

1. (अ) भूमध्य रेखा अपनी वास्तविक लम्बाई के बराबर होती है। अत: उस पर मापनी शुद्ध रहती है। परन्तु अन्य अक्षांश वृत्त अपनी वास्तविक लम्बाई से अधिक बड़े होते हैं अत: उन पर मापनी अशुद्ध रहती है।

   (ब) अक्षांश वृत्तों के मध्य की दूरी भूमध्य रेखा से ध्रुवों की ओर कम होती जाती है।

2. अक्षांश रेखीय निकटवर्ती क्षेत्रों के लिये यह प्रक्षेप अधिक उपयोगी है। इसमें उष्णकटिबन्धीय फसलों का वितरण दिखलाया जाता है।

बोध प्रश्न– 3

1. बेलनाकार समक्षेत्र प्रक्षेप में अक्षांश वृत्तों के बीच की दूरी भूमध्य रेखा से ध्रुवों की ओर कम होती जाती है जबकि देशान्तर रेखाओं की दूरी एक समान होती है। समदूरस्थ बेलनाकार प्रक्षेप में अक्षांश वृत्त एवं देशान्तर रेखायें एक समान दूरी पर बने होते हैं।

2. भूमध्य रेखीय क्षेत्रों के मानचित्र बनाने के लिये इसका उपयोग किया जाता है।

बोध प्रश्न– 4

1. इस प्रक्षेप में वृहत् वृत्त की प्रत्येक जीवा (Chord) एक नियत दिकमान वाली रेखा होती है, जिनके सहारे नौ संचालन करने में नाविकों को केवल उन्हीं बिन्दुओं पर अपने पोत की दिशा परिवर्तन करनी पड़ती है जहाँ दो जीवाएँ एक दूसरे को काटती है। नाविकों को निरन्तर दिशा बदलने की समस्या दूर हो जाने के कारण नौ संचालन सरल हो जाता है।
2. इसमें किसी भी क्षेत्र की आकृत्ति शुद्ध रहती है। इस कारण इसे यथाकृतिक प्रक्षेप कहा जाता है।

7.7 अभ्यासार्थ प्रश्न

1. 1:150,000,000 मापनी पर संसार का मानचित्र बनाने के लिए एक संदर्श बेलनाकार प्रक्षेप की रचना कीजिए। प्रक्षेप में अन्तराल 10° रखिए।
2. 1:200,000,000 मापनी एवं 15° अन्तराल पर संसार का मानचित्र बनाने के लिए सम क्षेत्र बेलनाकार प्रक्षेप की रचना कीजिए।
3. 1:300,000,000 मापनी पर विश्व का मानचित्र बनाने के लिए समदूरस्थ बेलनाकार प्रक्षेप की रचना कीजिए, प्रक्षेप में अन्तराल 30° रखिए।
4. 1:180,000,000 तथा 10° अन्तराल पर विश्व मानचित्र के लिए मर्केटर प्रक्षेप की रचना कीजिए।
5. 1:150,000,000 मापनी पर विश्व का मानचित्र बनाने के लिए गॉल प्रक्षेप की रचना कीजिए। प्रक्षेप में अन्तराल 15° हैं।

इकाई 8 : खमध्य प्रक्षेप : गणितीय रचना एवं विशेषताएँ (Zenithal Projection : Mathematical constructions and characteristics)

इकाई की रूपरेखा

8.0 उद्देश्य

8.1 प्रस्तावना

8.2 खमध्य प्रक्षेप

8.2.1 ध्रुवीय खमध्य समदूरस्थ प्रक्षेप

8.2.2 विषुवतीय खमध्य समदूरस्थ प्रक्षेप

8.2.3 ध्रुवीय समक्षेत्र खमध्य प्रक्षेप

8.2.4 विषुवतीय खमध्य समक्षेत्र प्रक्षेप

8.2.5 केन्द्रीय ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप

8.2.6 नोमॉनिक विषुवतीय खमध्य प्रक्षेप

8.2.7 त्रिविम ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप

8.2.8 त्रिविम विषुवतीय खमध्य प्रक्षेप

8.2.9 लम्बकोणीय ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप

8.2.10 लम्बकोणीय विषुवतीय खमध्य प्रक्षेप

8.3 सारांश

8.4 शब्दावली

8.5 सन्दर्भ ग्रन्थ सूची

8.6 बोध प्रश्नों के उत्तर

8.7 अभ्यासार्थ प्रश्न

8.0 उद्देश्य (Objective)

इस इकाई के अध्ययन के उपरान्त आप समझ सकेंगे कि : –

- खमध्य प्रक्षेप का सामान्य परिचय,
- खमध्य प्रक्षेप के विभिन्न प्रकार,
- विभिन्न प्रकार के खमध्य प्रक्षेपों की रचना विधि, विशेषतायें एवं उपयोग,
- विभिन्न प्रकार के खमध्य प्रक्षेपों से सम्बन्धित बोध प्रश्न, उनके उत्तर व अभ्यासार्थ प्रश्न।

8.1 प्रस्तावना (Introduction)

ग्लोब को किसी बिन्दु पर स्पर्श करती हुई मानी गई किसी समतल सतह पर प्रक्षेपित अक्षांश देशान्तर रेखा जाल प्रक्षेप कहलाता है। प्रक्षेप का तल भूमध्य रेखा, ध्रुव अथवा इन दोनों के मध्य स्थित किसी भी बिन्दु पर ग्लोब को स्पर्श कर सकता है। इसमें प्रत्येक दशा में प्रक्षेप केन्द्र, ग्लोब का केन्द्र व नेत्र स्थान तीनों एक सरल रेखा में होते हैं तथा प्रक्षेपण तल इस सरल रेखा से समकोण बनाता हुआ ग्लोब को स्पर्श करता है।

8.2 खमध्य प्रक्षेप (Zenithal Projection)

यदि एक समतल सतह का केन्द्रीय बिन्दु ग्लोब के किसी एक स्थान को स्पर्श करे तो उस सतह पर प्रतिबिम्ब रेखा जाल खमध्य प्रक्षेप कहलाता है। इस प्रक्षेप में केंद्र से सभी बिन्दुओं की दिशाएं शुद्ध होती है, अतः यह शुद्ध दिशा प्रक्षेप (azimuthal projection) भी कहलाता है। स्पर्श तल की स्थिति के अनुसार खमध्य प्रक्षेप तीन प्रकार के होते हैं –

1. **ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप (Polar zenithal projection) :** इन प्रक्षेपों में प्रक्षेपण तल ग्लोब को ध्रुव पर स्पर्श करता है।
2. **विषुवतीय खमध्य प्रक्षेप (Equatorial zenithal projection) :** इन प्रक्षेपों में भूमध्य रेखा के किसी बिन्दु पर प्रक्षेपण तल ग्लोब को स्पर्श करता है।
3. **तिर्यक खमध्य प्रक्षेप (Oblique zenithal projection) :** इन प्रक्षेपों में भूमध्य रेखा तथा ध्रुव के मध्य स्थित किसी भी बिन्दु पर प्रक्षेपण तल ग्लोब को स्पर्श कर सकता है।

खमध्य प्रक्षेप में प्रकाश बिन्दु ग्लोब के केवल आधे भाग को ही प्रकाशमय कर सकता है, इस कारण इन प्रक्षेपों में पृथ्वी के केवल आधे भाग का ही मानचित्र बनाया जा सकता है। प्रकाश स्रोत की स्थिति के आधार पर खमध्य प्रक्षेप तीन प्रकार के होते हैं –

1. **केन्द्रक या नोमॉनिक प्रक्षेप (Gnomonic Projection) :** इन प्रक्षेपों में प्रकाश स्रोत की स्थिति प्रक्षेप के केन्द्र में मानी गई।
2. **त्रिविम प्रक्षेप (Stereographic Projection) :** इन प्रक्षेपों में प्रकाश स्रोत की स्थिति प्रक्षेपण तल के विपरीत सिरे पर मानी जाती है।
3. **लम्बकोणीय प्रक्षेप (orthographic projection) :** इन प्रक्षेपों में प्रकाश स्रोत की स्थिति अनन्त दूरी पर होती है।

खमध्य प्रक्षेपों की सामान्य विशेषताएँ–

1. अक्षांश वृत्त संकेन्द्रीय होते हैं। ध्रुवीय स्थिति में देशान्तर रेखाएँ केन्द्र से चारों ओर अभिसारित होने वाली सरल रेखाएँ तथा अन्य स्थितियों में वे वृत्तों के चाप होते हैं।
2. मानचित्रों के केन्द्र से सभी स्थानों का दिक्मान शुद्ध रहता है। इसलिए केन्द्र से सभी ओर दिशाएँ शुद्ध रहती हैं।
3. रेखाजाल केवल एक ही गोलार्द्ध का बनाया जा सकता है।
4. मानचित्र के केन्द्र से समान दूरी पर स्थित स्थानों पर मापनी के परिवर्तन तथा आकृति की विकृति (distortion of shapes) की मात्राएँ भी समान होती है।
5. यदि खमध्य प्रक्षेप पर कोई एक गोलार्द्ध प्रदर्शित किया गया है तो मानचित्र का बाहरी किनारा एक वृहत वृत्त होगा तथा इस पर स्थित समस्त बिन्दु केन्द्र से समान दूरी पर होंगे।

खमध्य प्रक्षेपों को दो भागों में विभाजित किया जा सकता है–

1. असंदर्श खमध्य प्रक्षेप (Non perspective zenithal projection)– ये प्रक्षेप प्रकाश स्रोत के आधार पर नहीं वरन गणितीय आधार पर बनाए जाते हैं। ये मुख्यतः दो प्रकार के होते है–

   अ. समदूरस्थ खमध्य प्रक्षेप (equidistant zenithal proj.)

   ब. समक्षेत्रफल खमध्य प्रक्षेप (equal area zenithal proj.)

2. संदर्श खमध्य प्रक्षेप (perspective zenithal projection) ये प्रक्षेप प्रकाश स्रोत के आधार पर बनाये जाते हैं। ये तीन प्रकार के होते हैं।

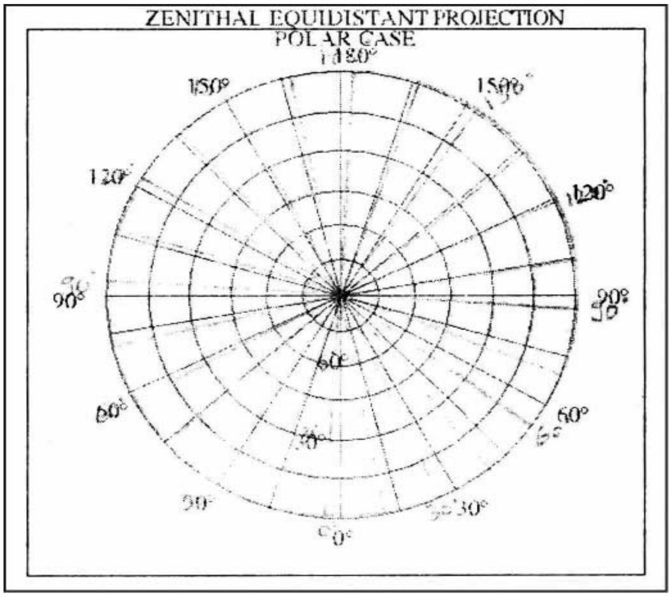
अ. केंद्रीय खमध्य (Gnomonic Zenithal)

ब. त्रिविम खमध्य (Stereographic zenithal)

स. लम्ब कोणीय खमध्य (Orthographic zenithal)

8.2.1 समदूरस्थ ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप (Equidistant Polar zenithal projection)

यह एक असंदर्श प्रक्षेप है, जिस पर संकेन्द्रीय अक्षांश वृत्तों के बीच की दूरी समान होती है। इस प्रक्षेप पर केन्द्र से किसी बिन्दु की दूरी ग्लोब पर उनके बीच की वास्तविक दूरी के समान होती हैं। देशान्तर रेखाएँ सरल रेखाएँ तथा अरीय (radial) होती है जो केन्द्र (ध्रुव) पर मिल जाती है। प्रक्षेप की रचना विधि निम्न प्रकार है



चित्र-8.1 (अ) : ध्रुवीय समदूरस्थ खमध्य प्रक्षेप (उ. गोलार्द्ध)

उदाहरण : 1:250,000,000 पर 15° प्रक्षेपान्तराल लेते हुए उ. गोलार्द्ध के लिए ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप की रचना कीजिए।

हल : निरूपक भिन्न के अनुसार –

1. $\frac{635,000,000}{250,000,000} = 2.54cm$

2. 15° आक्षांश के छाप की लंबाई

$2\pi R \times \frac{15}{360}$

$= 2 \times \frac{22}{7} \times 2.54 \times \frac{15}{360} = 0.66cm$

इस सूत्र की सहायता से हम अन्य सभी अक्षांश वृत्तों का मान ज्ञात कर लेते हैं, जो इस प्रकार है –(तालिका 8.1)

अक्षांश वृत्त∅	अक्षांशवृत्त के अर्द्धव्यास की लंबाई (cm) $2\pi R \times \frac{D}{360}$
15°	0.66
30°	1.33
45°	1.99
60°	2.65
75°	3.31
90°	3.99

प्रक्षेप बनाने के लिए PQ तथा RS दो लम्बवत सरल रेखाएँ खींचिए जो एक दूसरे को N बिन्दु पर काटती है। N बिन्दु प्रक्षेप में उ0 ध्रुव को प्रकट करेगा। तालिका– 8.1 की सहायता से अक्षांश वृत्तों की रचना इन अर्द्धव्यासों के आधार पर कर लीजिए। प्रक्षेप के केन्द्र से 15° के अन्तराल पर 24 सरल रेखाएँ खींचिए। ये सरल रेखाएँ प्रक्षेप में देशान्तर रेखाओं को प्रकट करेंगी।

विशेषता :

1. अक्षांश वृत्त ध्रुव को केन्द्र मानकर खींचे गए संकेन्द्र वृत्त होते हैं तथा उनके मध्य की दूरी समान होती है।
2. अक्षांश व देशान्तर एक दूसरे को समकोण पर काटते है।
3. अक्षांश वृत्त यथार्थ दूरी पर बनाये जाने के कारण प्रत्येक देशान्तर पर मापनी शुद्ध होती है।
4. इस प्रक्षेप पर केन्द्र से दूरी तथा दिशा शुद्ध रहती है, परन्तु क्षेत्रफल शुद्ध प्रदर्शित नहीं किया जा सकता है।
5. इस प्रक्षेप पर ग्लोब का आधा भाग ही प्रदर्शित किया जा सकता है।
6. प्रक्षेप में ध्रुव एक बिन्दु के रूप में प्रदर्शित किया जाता है।

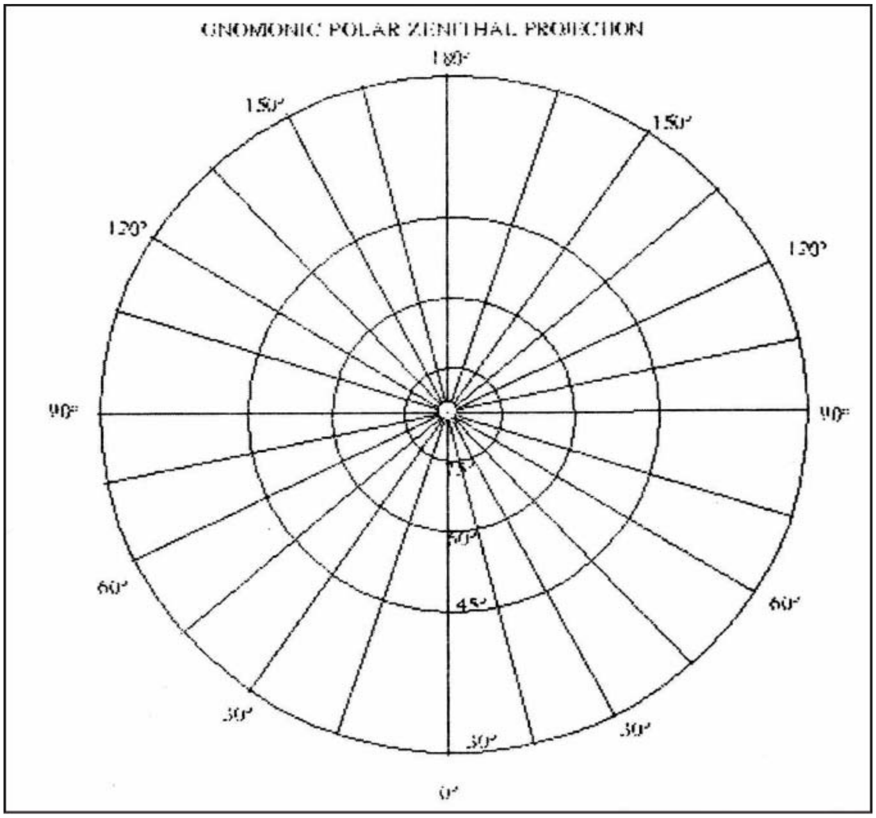
उपयोग :

आर्कटिक क्षेत्रों के सामान्य उद्धेश्य वाले मानचित्र बनाने के लिए विशेष रूप से उपयोग किया जाता है। इसके अतिरिक्त ध्रुवीय अन्वेषण रख नौ संचालन से सम्बन्धित मानचित्रों के लिए भी इस प्रक्षेप का प्रयोग किया जाता है।

8.2.2 विषुवतीय खमध्य समदूरस्थ प्रक्षेप (Equatorial zenithal equidistant projection)

इस प्रक्षेप में प्रक्षेपण तल (tangent plane) ग्लोब को भूमध्य रेखा के किसी एक बिन्दु पर स्पर्श करता है। अत: भूमध्य रेखा को एक सरल रेखा के रूप में दर्शाया जाता है।

मध्य देशान्तर भी सरल रेखा होती है किन्तु अन्य अक्षांश व देशान्तर रेखाएँ वृत्तीय चाप होती है।



चित्र-8.2 (ब) : विषुवतीय खमध्य समददूरस्थ प्रक्षेप

उदाहरण : 1:250,000,000 पर 15° अन्तराल से 90° W से 90° E का विषुवतीय समदूरस्थ खमध्य प्रक्षेप बनाइए।

हल : इस प्रक्षेप की रचना करने के लिए निम्न तीन मापकों की आवश्यकता होगी –

$$R = \frac{635,000,000}{250,000,000} = 2.54cm$$

1. **वृत्तीय अर्द्धव्यास :** 15° अन्तराल पर गोलार्द्ध का प्रक्षेप बनाने के लिए 90° W से 90° E का देशान्तर क्षेत्र एवं 90° N से 90° S का अक्षांशीय क्षेत्र आवश्यक है। जिसके आधार पर प्रक्षेप में 12 देशान्तर व 12 अक्षांश रेखाएँ बनानी होगी।

   90° W एवं 90° E देशान्तरीय प्रक्षेप पर पूर्ण वृत्त बनाने के लिए मापक के अनुसार इस वृत्त की त्रिज्या वृत्त की लम्बाई की एक चौथाई (2πR का ¼ भाग) होगी।

   अत: [2 x $\frac{22}{7}$ x 2.54/4 = 3.99cm

   अब 3.99 से.मी अर्द्धव्यास का एक वृत्त बनाकर उसमें NS तथा EW रेखा खींचिए जो क्रमश: उ. ,द. ध्रुव तथा पूर्व व पश्चिम देशान्तर को दर्शाती है।

2. **देशान्तर व अक्षांश वृत्तों की दूरियां :** क्योंकि इस प्रक्षेप में केवल पृथ्वी का आधा भाग ही दर्शाया जा सकता है, अत: 180° देशान्तर ही प्रदर्शित होंगे। 15° का अन्तराल होने पर 12 देशान्तर होंगे। यहाँ भूमध्य रेखा की लम्बाई πR है, समदूरस्थ होने के देशांतरीय दूरी

   $$\frac{\pi R}{12} = \frac{22}{7} \times 2.54/12 = 0.66cm$$

   प्रक्षेप में अक्षांश भी समदूरस्थ होते हैं, अत: उनके मध्य की दूरी भी 0.66 से.मी होगी।

3. **देशान्तरीय व अक्षांशीय अर्द्धव्यास :** देशान्तरीय व अक्षांशीय अर्द्धव्यास R=Rcosec∅ द्वारा ज्ञात किया जायेगा।

(तालिका–8.2) (यहाँ पर R=3.99 cm)

∅°	**अंक्षाशीय व देशांतरीय अर्द्धव्यास**
15° के लिए R=	3.99 / 0.2588 = 15.41cm
30°	3.99 / 0.5 = 7.98cm
45°	3.99 / 1.7071 = 5.64cm
60°	3.99 / 0.8660 = 4.60cm
75°	3.99 / 0.9659 = 4.13cm

इन ज्ञात किए हुए मापों पर प्रक्षेप की रचना करेंगे। सर्वप्रथम 3.99 से.मी अर्द्धव्यास का वृत्त बनाइये। उस पर भूमध्य रेखा EW तथा मध्य देशान्तर रेखा NS खींचिए। इन दोनों रेखाओं पर 0.66 से.मी की पारस्परिक दूरियों के निशान लगाइये। इसके बाद भूमध्य रेखा व मध्य देशान्तर को दोनों ओर बढ़ाकर अक्षांश व देशान्तरों के वृत्त (तालिका–8.2) केन्द्र स्थापित कीजिए। वृत्त चाप खींच लेने के पश्चात अक्षांश व देशान्तरों का नामांकन कर दिशाएँ लिख दीजिए।

विशेषता :

1. भूमध्य रेखा एवं केन्द्रीय देशान्तर शुद्ध लम्बाई वाली एक सरल रेखा होती है। तथा षेश सभी अक्षांश व देशान्तर रेखाएँ भिन्न–भिन्न केन्द्र व अर्द्धव्यासों से खींचे गए वृत्तों के चाप होते हैं।
2. भूमध्य रेखा प्रत्येक देशान्तर को तथा केन्द्रीय देशान्तर प्रत्येक अक्षांश वृत्त को समकोण पर काटती है।
3. किसी एक देशान्तर पर अक्षांश वृत्तों के बीच की दूरी तथा किसी एक अक्षांश वृत्त पर देशान्तर रेखाओं के बीच की दूरी समान होती है।
4. मानचित्र के मध्य भाग की आकृति शुद्ध रहती है परन्तु सीमावर्ती भागों की तरफ क्षेत्रों की आकृति बहुत विकृत हो जाती।
5. प्रक्षेप के केन्द्र से दिशा व दूरी दोनों शुद्ध रहते हैं।

उपयोग :

भूमध्य रेखीय क्षेत्रों के वायुमार्ग तथा नौ संचालन सम्बन्धित मानचित्रों के लिए इस प्रक्षेप का प्राय: उपयोग लिया जाता है।

बोध प्रश्न– 1

1. प्रकाश स्रोत के आधार पर खमध्य प्रक्षेपों का विभाजन कीजिए।

   ....

   ....

2. खमध्य प्रक्षेपों की कोई चार विशेषताएँ बताइए।

   ....

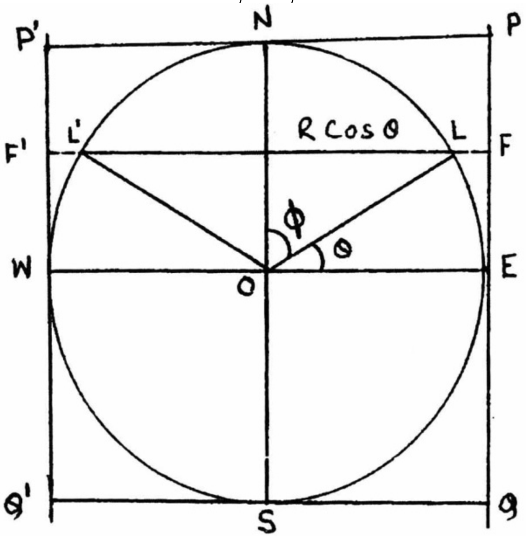
   ....

8.2.3 ध्रुवीय खमध्य समक्षेत्र प्रक्षेप (Polar zenithal equal area projection)

इस प्रक्षेप की रचना सर्वप्रथम जे एच. लैम्बर्ट नामक मानचित्रकार ने 1772 में की थी। जैसा कि नाम से ही बोध होता है कि यह प्रक्षेप समक्षेत्रफल का गुण रखता है, अत: इसे लैम्बर्ट का समक्षेत्र खमध्य प्रक्षेप भी कहा जाता है। यह एक असंदर्शी प्रक्षेप है, जिसमें प्रकाश किरणों द्वारा ग्लोब को स्पर्श तल पर प्रतिबिम्ब करने की क्रिया नहीं होती। समक्षेत्र के गुण को बनाए रखने के लिए अक्षांशों के अरीय मापक (radical scale) में देशान्तरी मापक के अनुसार परिवर्तन कर लिया जाता है। प्रक्षेप की रचना विधि अत्यन्त सरल है।

उदाहरण : 1:250,000,000 मापक पर उ. गोलार्द्ध का मानचित्र बनाने के लिए एक ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप की रचना कीजिए। प्रक्षेप में अन्तराल 15° रखिए।

हल : समानीत गोले का अर्द्धव्यास (R) = $\frac{635,000,000}{250,000,000} = 2.54\text{cm}$



चित्र-8.3 (अ)

इस प्रक्षेप की रचना करने के लिए प्रक्षेपान्तराल के अनुसार अक्षांशीय अर्द्धव्यास ज्ञात करना आवश्यक है। चित्र 8.3(अ) के अनुसार ABCD एक समानीत गोले को प्रदर्शित करता है। केन्द्र O से गुजरती हुई NS रेखा दोनों ध्रुवों को मिलाती है। जबकि EW रेखा वृत्त के मध्य से होकर गुजरती है। वृत्त पर एक अक्षांश LL' खींचा गया है जो भूमध्य रेखा पर ∅ कोण बनाता है। PP' उत्तरी ध्रुव तथा QQ' दक्षिण ध्रुव को स्पर्श करती हुई रेखाएँ है। चित्र 8.3(अ) के अनुसार

$\angle EOL = \angle OLF' = \emptyset$

$\therefore \angle NOL = \angle NOL' = 90 - \emptyset = \emptyset$

प्रक्षेप में EW तथा FF' के बीच की पट्टी का क्षेत्रफल इन्हीं अक्षांशों के बीच ग्लोब में स्थित पट्टी के क्षेत्रफल के बराबर है, क्योंकि यह सम क्षेत्रीय बेलनाकार प्रक्षेप है।

यदि ग्लोब का अर्द्धव्यास R हो तो,

EFF'W पट्टी का क्षेत्रफल = $2\pi R \times EF$

$= 2\pi R^2 \cos\emptyset$ (चूकि AF= $R\cos\emptyset$)

EPP'W पट्टी का क्षेत्रफल = $2\pi R \times EP$

$= 2\pi R^2$ (AP = R)

PP'FF' पट्टी का क्षेत्रफल = EPP'W - EFF'W

$= 2\pi R^2 - 2\pi R^2 \cos\emptyset$

$= 2\pi R^2 (1 - \cos\emptyset)$

ग्लोब पर NLL' भाग का क्षेत्रफल = $2\pi R^2 (1 - \cos\emptyset)$

(PP'FF' = NLL')

किन्तु NLL' भाग एक वृत्त का हिस्सा है। अतः माना कि इस वृत्त का चाप r है। इसलिए NLL' का क्षेत्रफल – πr^2 होगा।

इसलिए, $\pi r^2 = 2\pi R^2 (1 - \cos\emptyset)$

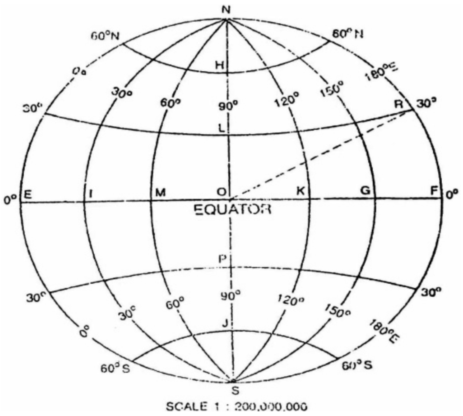
$r = R\sqrt{2(1-\cos\emptyset)}$

$= R\sqrt{2(1-\sin\emptyset)}$

उपरोक्त गणना के आधार पर समक्षेत्री प्रक्षेप बनाने के लिए प्रत्येक अक्षांश वृत्त का अर्द्धव्यास r = गोले का अर्द्धव्यास = $R\sqrt{2(1-\sin\emptyset)}$ सूत्र का प्रयोग किया जाएगा। इस आधार पर दिये गए उधारण 8.3 में प्रटेक अक्षांश वृत्त का अर्द्धव्यास ज्ञात किया जा सकता हैं।

अक्षांश वृत्त (θ)	**sinθ का मान**	**आक्षांश वृत्त का अर्द्धव्यास(cm),** $r = R\sqrt{2(1-\sin\emptyset)}$
0°	0.000	3.59
15°	.2588	3.09
30°	.5000	2.54
45°	.7071	1.94
60°	.8660	1.31
75°	.9659	0.66

तालिका 8.3 के मापों के अनुसार अर्द्धव्यास बनाकर एक रेखा जाल खींचिए। अक्षांश वृत्तों के केन्द्र से PQ उर्ध्वाकार तथा EW क्षैतिज रेखा खींचिए जो N बिन्दु पर एक दूसरे को समकोण पर काटती है। 15° के अन्तराल पर चिन्ह लगाकर केन्द्र से परिधि की ओर सीधी रेखाएँ खींच कर देशान्तर रेखाएँ बनाइये। अक्षांश व देशान्तर रेखाओं पर विभिन्न मान लिख कर प्रक्षेप पूर्ण कीजिए।



चित्र-8.3 (ब) ध्रुवीय खमध्य समक्षेत्र प्रक्षेप

1. प्रक्षेप में अक्षांश संकेन्द्रीय वृत्त तथा देशान्तर सरल रेखाओं के रूप में प्रदर्शित किये जाते हैं।
2. अखांश वृत्तों के मध्य की दूरी केन्द्र से भूमध्य रेखा की ओर कम होने लगती हैं।
3. प्रक्षेप में किसी बिन्दु पर जितनी देशान्तर रेखा की मापनी घटी होती है, उतनी ही वहाँ अक्षांश वृत्त की मापनी बढी हुई होती है। इस कारण प्रक्षेप में क्षेत्रफल सदैव शुद्ध रहता है।
4. ध्रुव के समीपवर्ती भागों की आकृति काफी शुद्ध रहती है, परन्तु ध्रुव से भूमध्य रेखा की ओर क्षेत्रों की आकृतियों में विकृति की मात्रा बढ़ने लगती है।
5. इस प्रक्षेप में ध्रुव से प्रत्येक ओर की दिशा शुद्ध रहती है।

उपयोग : समक्षेत्र के गुण तथा ध्रुवों से 30° तक (60° से 90° के मध्य) शुद्ध आकृति प्रदर्शित करने के गुणों के फलस्वरूप ध्रुवीय क्षेत्रों के वितरण मानचित्रों के लिए यह प्रक्षेप विशेष रूप से उपयोगी होता है।

8.2.4 विषुवतीय खमध्य समक्षेत्र प्रक्षेप (Equatorial zenithal equal area projection)

इस प्रक्षेप की रचना भी जे एच लैम्बर्ट (1772) ने की। प्रक्षेप में ग्लोब का अधिक से अधिक आधा भाग ही प्रदर्शित किया जा सकता है। अत: भूमध्य रेखा की प्रक्षेप पर लम्बाई वास्तविक लम्बाई से आधी होती है। प्रक्षेप का मुख्य गुण समक्षेत्री होना है। इस कारण इस प्रक्षेप का अधिक उपयोग किया जाता है।

उदाहरण : निरूपक भिन्न 1:250,000,000 पर 15° अन्तराल से पूर्वी गोलार्द्ध का विषुवतीय खमध्य समक्षेत्र प्रक्षेप बनाइए।

हल : प्रक्षेप का मुख्य गुण समक्षेत्री होना है, अत: यहाँ गोलार्द्ध का क्षेत्रफल समानीत गोले के क्षेत्रफल के बराबर होना चाहिए। यदि गोले का अर्द्धव्यास r है तो,

समानीत गोले का क्षेत्रफल = $4\pi r^2$

चूंकि प्रक्षेप पर गोले का आधा भाग ही प्रदर्शित किया जा सकता है।

अत: गोलार्द्ध का क्षेत्रफल = आधे गोले का क्षेत्रफल

$\because \pi r^2 = 2\pi R^2$ (R = गोलार्द्ध का अर्द्धव्यास)

$\therefore r^2 = 2R^2$ या $r = \sqrt{2}R$

अत: समक्षेत्री गोलार्द्ध बनाने के लिए हमें $\sqrt{2}R$ अर्द्धव्यास का वृत्त खींचना है। यहाँ

$$R = \frac{635{,}000{,}000}{250{,}000{,}000} = 2.54\text{cm}$$

अत: $r = \sqrt{2}R = 1.414 \times 2.54 = 3.59$cm

अक्षांश व देशान्तरों की पारस्परिक दूरियां : अक्षांश व देशान्तरों की पारस्परिक दूरियों को $R\sqrt{2(1-\cos\emptyset)}$ सूत्र से ज्ञात करते हैं। यहाँ R गोले का अर्द्धव्यास है। उदाहरण के लिए विभिन्न अक्षांशों व देशान्तरों की पारस्परिक दूरियां तालिका 8.4 में दी गई है।

अक्षांश वृत्त∅	cos∅का मान	अक्षांश व देशान्तरों की पारस्परिक दूरी $r= R\sqrt{2(1-\cos\emptyset)}$
15°	0.9659	.66
30°	0.8660	1.31
45°	0.7071	1.94
60°	0.5	2.54

75°	0.2588	3.09

अक्षांश व देशान्तरीय अर्द्धव्यास – अक्षांश व देशान्तरीय अर्द्धव्यास ज्ञात करने के लिए विषुवतीय समदूरस्थ प्रक्षेप की भांति Rcosec ∅ सूत्र का प्रयोग किया जाता है। उदाहरण 8.4 के अनुसार ज्ञात किए गए मान इस प्रकार है। (तालिका 8. 5)

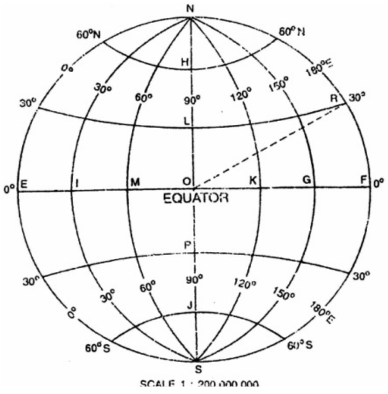
∅	अक्षांश व देशान्तरीय अर्द्धव्यास(सेमी)
15°	2.54/.2588 = 9.81
30°	2.54/.5 = 5.06
45°	2.54/.7071 = 3.59
60°	2.54/.8660 = 2.9
75°	2.54/.9659 = 2.6

यहाँ, $\left(\cos ec\varnothing = \frac{1}{\sin\varnothing}\right)$

प्रक्षेप की रचना के लिए $\sqrt{2}$R अर्द्धव्यास का वृत्त खींचिए। वृत्त के केन्द्र से EF तथा NS दो सरल रेखाएं खींचिए जो एक दूसरे को समकोण पर काटती है। इस वृत्त की परिधि पर 2π$\sqrt{2}$R x 15/360 = 0.94 cm के अन्तराल पर कुल 24 चिन्ह अंकित कीजिए। तालिका 8.4 के अनुसार केन्द्रीय देशान्तर व भूमध्य रेखा पर चिन्ह अंकित कीजिए। वृत्त की परिधि एवं केन्द्रीय देशान्तर रेखा पर अंकित चिन्हों को मिलाने वाले लम्ब अर्द्धक जिन बिन्दुओं पर केन्द्रीय देशान्तर अथवा बढ़ाई गई देशान्तर रेखा को काटेंगे, वे बिन्दु अक्षांश वृत्तों के केन्द्र होंगे। इसी प्रकार भूमध्य रेखा के प्रतिच्छेदन बिन्दुओं को केन्द्र मानकर देशान्तर रेखाओं के वृत्तांश बनाएंगे। (सारणी 8.4 की सहायता से)

विशेषता :

1. प्रक्षेप में केन्द्रीय देशान्तर रण भूमध्य रेखा की लम्बाई एक समान होती है।
2. प्रक्षेप में दोनों ध्रुव बिन्दुओं से प्रदर्शित किये जाते है, तथा सभी देशान्तर उन पर परस्पर मिल जाती है।
3. यह एक समक्षेत्र प्रक्षेप है, जिसमें प्रक्षेप केन्द्र से सभी ओर को दिशाएँ शुद्ध रहती है।
4. प्रक्षेप में भूमध्यरेखा एवं केन्द्रीय देशान्तर अपनी वास्तविक लम्बाई से 10 प्रतिशत छोटी होती है।
5. केन्द्रीय देशान्तर एवं भूमध्य रेखा से दूरी बढने के साथ सीमावर्ती भागों में आकृति बहुत विकृत हो जाती है।



चित्र-8.4 (अ) विषुवतीय खमध्य समक्षेत्र प्रक्षेप

उपयोग :

भूमध्य रेखा पर स्थित क्षेत्रों यथा अफ्रीका, द.पू एशिया, मध्य अमेरिका तथा कैरीबियन देशों को भली भांति प्रदर्शित किया जा सकता है। परन्तु सीमावर्ती भागों में आकृति अधिक विकृत हो जाने के कारण सम्पूर्ण गोलार्द्ध के मानचित्रों के लिए उपयोगी नहीं है।

बोध प्रश्न– 2

1. खमध्य समक्षेत्र व समदूरस्थ प्रक्षेप की तुलना कीजिए।

   ....

   ....

2. खमध्य समक्षेत्र विषुवतीय रेखीय प्रक्षेप का उपयोग बताइए।

   ....

   ....

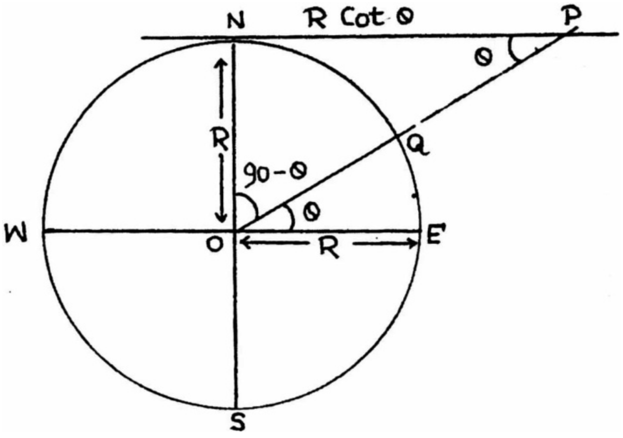
3. खमध्य ध्रुवीय समक्षेत्र प्रक्षेप की विशेषता बताइए।

   ....

   ....

8.2.5 केन्द्रीय ध्रुवीय अथवा नामॉनिक खमध्य प्रक्षेप (Gnomonic Polar zenithal Projection)

यह एक संदर्श प्रक्षेप है, जिसमें यह माना जाता है कि प्रकाश स्रोत ग्लोब के मध्य में स्थित है, और किसी एक ध्रुव पर स्पर्श करता हुआ समतल धरातल पर रखा हुआ है। इस प्रक्षेप में प्रकाश स्रोत ग्लोब के केन्द्र में होता है, अत: प्रक्षेप में भूमध्य रेखा को नहीं दर्शाया जा सकता है, क्योंकि प्रकाश भूमध्य रेखा के समानान्तर अनन्त दूरी तक चला जाता है।



चित्र-8.5 (अ)

उदाहरण : प्रदर्शक भिन्न 1:200,000,000 तथा अन्तराल 15° पर उत्तरी गोलार्द्ध के लिए नामॉनिक ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप की रचना कीजिए। प्रक्षेप का निर्माण 30° N से 90° N क्षेत्र के लिए कीजिए।

हल : इस प्रक्षेप की रचना करने के लिए अक्षांश वृत्तों के अर्द्धव्यास ज्ञात करने की आवश्यकता होती है। इसके लिए सर्वप्रथम NSEW दिए गए प्रदर्शक भिन्न का समानीत गोला है, जिसमें O

△

गोले का केन्द्र है। N उत्तरी ध्रुव है, जिसे स्पर्श करते हुए NP रेखा खींची गई है। केन्द्र O से एक अक्षांशी कोण खींचा गया है, जो परिधि पर Q बिन्दु पर काटते हुए P से मिल जाता है। यहाँ QOE कोण बनता है, जिसे ∅ से दर्शाया गया है। NOP में हमें NP के मध्य की दूरी ज्ञात करनी है।

$\angle NOE = 90°$

$\angle NOP = (90° - \emptyset)$

$\angle ONP = 90°$

$NPO = \emptyset$

अत: समकोण $\triangle NOP$ में NP/NO = आधार/लम्ब = $\cot \emptyset$

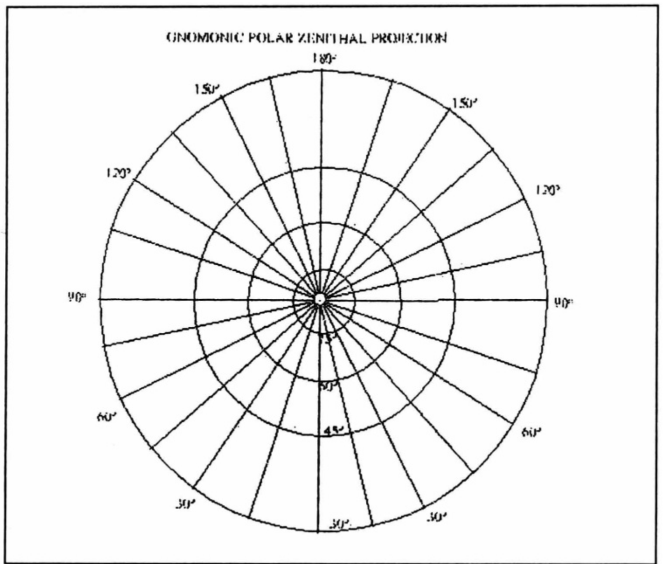
$\therefore NP = NO \cot \emptyset$ अथवा $(R \cot \emptyset)$

उपरोक्त सूत्र द्वारा किसी भी अक्षांश (∅) का अर्द्धव्यास ज्ञात किया जा सकता है। निम्नांकित तालिका 8.6 में उदाहरण 8.5 के लिए आवश्यक अक्षांशों के अर्द्धव्यास ज्ञात किए गए है।

यहाँ $R = \dfrac{635,000,000}{200,000,000} = 3.17cm$

अक्षांश	**अक्षांशी अर्द्धव्यास (Rcot θ)**
30°	3.17 x 1.732 = 5.490
45°	3.17 x 1.000 = 3.17
60°	3.17 x 0.5773 = 1.83
75°	3.17 x 0.2679 = .849

कागज के मध्य में N बिन्दु को केन्द्र मानकर 5.49, 3.17, 1.83 तथा .84 से.मी के अर्द्धव्यासों की सहायता से चार वृत्त बनाइए जो क्रमश: 30°, 45°, 60° तथा 75° उत्तरी अक्षांश के वृत्त होंगे। देशान्तर रेखा बनाने के लिए N बिन्दु से चारों ओर 15° के अन्तराल पर कोण बनाते हुए रेखाएँ खींचिए। अक्षांश व देशान्तरों का मान अंकित करते हुए रेखा जाल पूर्ण कीजिए।



चित्र – 8.5 (ब) केन्द्रक ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप

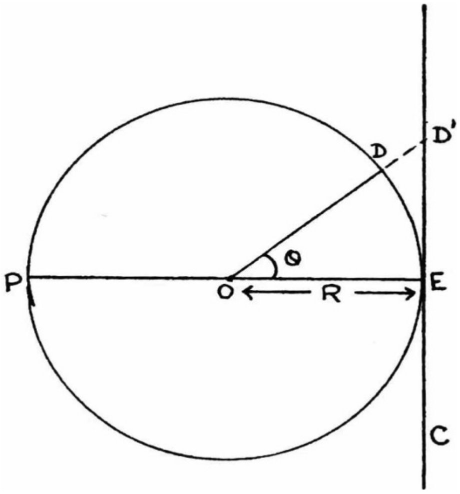
विशेषता :

1. ध्रुव से भूमध्य रेखा की ओर अक्षांश वृत्तों के मध्य की दूरी तेजी से बढ़ती है। इस प्रक्षेप पर भूमध्य रेखा को नहीं दर्शाया जा सकता है, क्योंकि प्रकाश स्रोत प्रक्षेप के केन्द्र में होता है।
2. अक्षांश वृत्तों के बीच की दूरी बढने के फलस्वरूप ध्रुव से बाहर की ओर देशान्तर रेखाओं की मापनी में लगातार वृद्धि होती है। यह 60° अक्षांश पर यह 10 प्रतिशत तथा 45° अक्षांश पर 27 प्रतिशत से भी अधिक होती है।
3. ध्रुव से 30° तक आकृति बहुत शुद्ध रहती है, परन्तु उसके बाद आकृति बहुत विकृत होने लगती है।
4. इस प्रक्षेप पर बने मानचित्र में खींची जाने वाली कोई भी सरल रेखा किसी वृहत वृत्त का एक भाग होती है।
5. ध्रुव से दूरी बढ़ने के साथ–साथ क्षेत्रफल में वृद्धि होने लगती है।
6. इस प्रक्षेप पर एक गोलार्द्ध का समपूर्ण भाग प्रदर्शित नहीं किया जा सकता है।

उपयोग : इस प्रक्षेप पर ध्रुवीय क्षेत्रों के नौ संचालन मानचित्र अथवा सामान्य उद्देश्यात्मक मानचित्र बनाये जा सकते हैं।

8.2.6 केन्द्रक अथवा नोमॉनिक विषुवतीय खमध्य प्रक्षेप (Gnomonic equatorial zenithal projection)

ध्रुवीय नोमॉनिक खमध्य प्रक्षेप की भांति विषुवतीय दशा में भी प्रकाश स्रोत गोले के केन्द्र में रखा हुआ होता है। परन्तु प्रक्षेप का समतल स्पर्श तल ध्रुवों को न छू कर भूमध्य रेखा को स्पर्श करता है। ऐसी स्थिति में भूमध्य रेखा एवं अन्य देशान्तरों की छाया सरल रेखीय रूप में पड़ेगी। फलस्वरूप सभी देशान्तर रेखाएं सरल रेखाओं के रूप में दिखाये जायेंगे। जबकि अक्षांश वृत्त वक्राकार किन्तु समान्तर प्रदर्शित होंगे।



चित्र – 8.6 (अ)

उदाहरण : 1:200,000,000 पर 15° अन्तराल से 45° W देशान्तर से 45° E देशान्तर के बीच का भू भाग बनाने के लिए एक विषुवतीय नोमॉनिक खमध्य प्रक्षेप की रचना कीजिए।

हल : प्रक्षेप के रेखा जाल की रचना करने के लिए हमें निम्न दो मापों की आवश्यकता होती है।

1. **देशान्तरों की पारस्परिक दूरियां :** प्रक्षेप की रचना में यह कल्पना की गई है कि ग्लोब के केन्द्र से प्रकाश निकल रहा है तथा स्पर्श तल भूमध्य रेखा को छू रहा है। इस आधार पर चित्र 8.6 (अ) की रचना की गई है। इसके अनुसार केन्द्र बिन्दु O से एक देशान्तर DQ कोण बनाता हुआ स्पर्श रेखा पर D' बिन्दु पर जाकर मिलता है। हमे ED' की दूरी ज्ञात करनी है, जो भूमध्य रेखा पर किसी भी देशान्तर की दूरी है।

   ΔD'OE में D'E / OE = आधार/लम्ब = tan∅

   D'E = OE tan∅ अथवा D'E = Rtan∅

   इस सूत्र की सहायता से हम भूमध्य रेखा पर देशान्तरीय दूरियां तथा मध्य देशान्तर पर अक्षांशों की पारस्परिक दूरियाँ ज्ञात कर सकते हैं।

उदाहरण 8.6 : के लिए भूमध्य रेखा देशांतरीय दूरियाँ तथा मध्य देशांतर पर अक्षांशीय दूरियाँ निम्नांकित हैं:

15° की दूरी = Rtan15° यहाँ, (R = $\frac{635,000,000}{200,000,000}$ = 3.17cm)

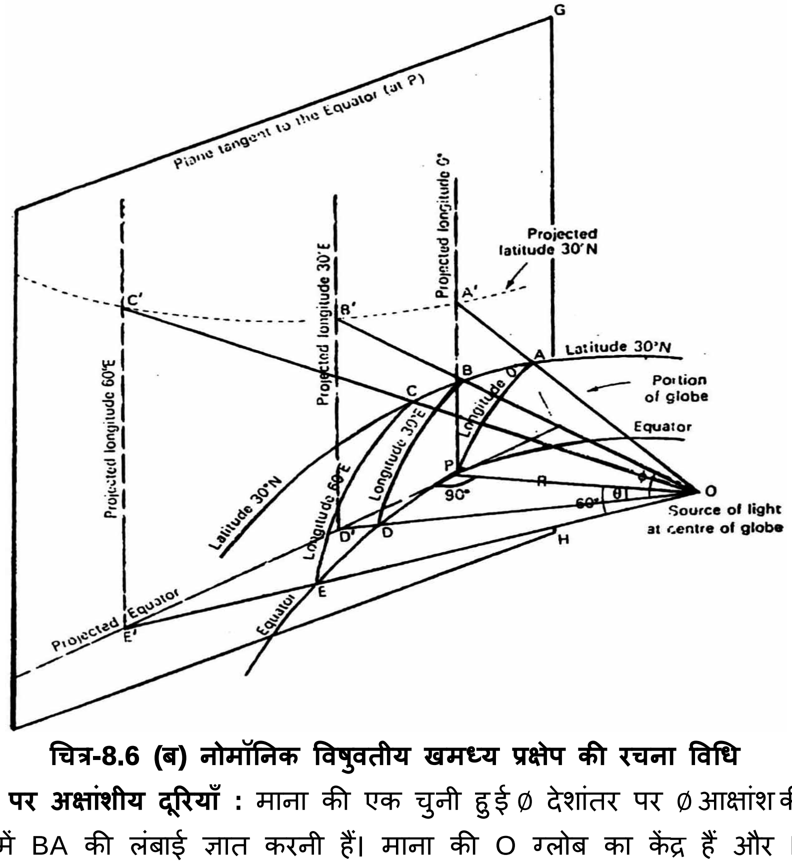
= 3.17 x 0.2679 = 0.85cm

30° की दूरी = Rtan30°

= 3.17 x 0.5773 = 1.83cm

45° की दूरी = Rtan45°

= 3.17 x 1 = 3.17cm



चित्र-8.6 (ब) नोमॉनिक विषुवतीय खमध्य प्रक्षेप की रचना विधि

2. **देशांतरों पर अक्षांशीय दूरियाँ :** माना की एक चुनी हुई ∅ देशांतर पर ∅ आक्षांश की दूरी (चित्र 8.6ब) में BA की लंबाई ज्ञात करनी हैं। माना की O ग्लोब का केंद्र हैं और EE' विषुवत

रेखा का एक भाग हैं। PA’B’C’ एक समतल धरातल है, जो ग्लोब को P बिन्दु पर स्पर्श करता हैं। विषुवत रेखा पर कोई बिन्दु हैं जिसका मान ∅है। केंद्र ‘O’ से प्रकाश द्वारा A बिन्दु स्थान पर प्रतिबिंबित होता है।अत: $\angle OPA' = 90°$ और $\angle POA' = \angle POA = \emptyset$

माना ग्लोब पर कोई बिन्दु B है, जिसका अक्षांश ∅हैं और देशांतर ∅ है और धरातल पर इसका प्रतिबिंब B’ पर होता है: अत: $\angle B'OA' = \angle POA' = \emptyset$

इसलिए $\Delta OPA'$ में OA’/OP = कर्ण/आधार = sec∅

अथवा OA’ = OP sec∅ (∴ OP = R)

= Rsec∅ ......(1)

Δऔर OB’A’ में B’A’ / OA’ = लम्ब/आधार = tan∅

अथवा B’A’ = OA’ tan∅

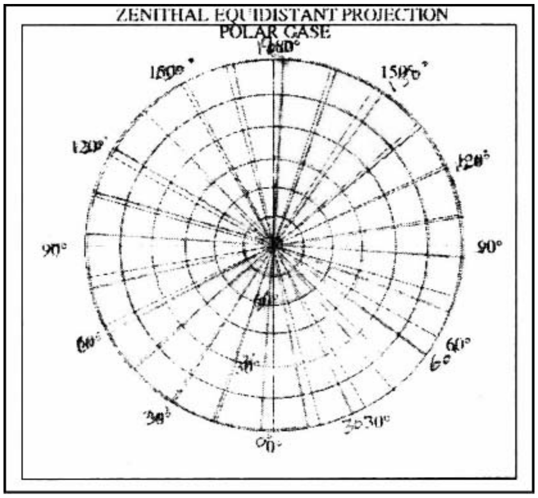
समीकरण (1) से OA’ का मान रखने पर

B’A’ = Rsec∅tan∅ .....(2)

उदाहरण 8.6 में देशान्तरों पर अक्षांशीय दूरी ज्ञात करने के लिए समीकरण (2) की सहायता से विभिन्न माप ज्ञात किए जा सकते हैं, जिसे तालिका 8.7 में दर्शाया गया है।

देशान्तर	**अक्षांशीय दूरियाँ15°**	**(R sec θtan θ)30°**	**(cm)45°**
15°	0.88	1.89	3.28
30°	0.98	2.11	3.66
45°	1.20	2.59	4.48

(sec ∅ व tan∅ के मान रखने पर) (यहाँ R = 3.17 cm है)



चित्र-8.6 (स) विषुवतीय केन्द्रक खमध्य प्रक्षेप

चित्र सं.8.6 के अनुसार EF तथा NS दो सरल रेखाएँ खींचिए जो एक दूसरे को समकोण पर काटती है। EF भूमध्य रेखा को जबकि NS मध्य देशान्तर को प्रकट करती हैं। EF रेखा पर 0.85,1.83 तथा 3.17 cm के चिन्ह दोनों ओर अंकित कीजिए जो क्रमश: भूमध्य रेखा पर देशान्तरीय दूरियों 15°, 30° तथा 45° को दर्शाते हैं। इसी प्रकार NS रेखा पर भी उपरोक्त दूरियों के चिन्ह अंकित कीजिए जो कि मध्य देशान्तर पर अक्षांशीय दूरियों को प्रकट करते हैं। तालिका

8.7 की सहायता से विभिन्न देशान्तरों पर अक्षांशीय दूरियों का अंकन कर प्रक्षेप की रचना पूर्ण कीजिए।

विशेषता :

1. भूमध्य रेखा एक सरल रेखा के रूप मे प्रदर्शित की जाती है तथा शेष सभी अक्षांश वृत्त वक्र होते हैं।
2. सभी देशान्तर रेखाएँ सरल व समान्तर रेखाओं के रूप मे भूमध्य रेखा को समकोण पर काटती है।
3. प्रक्षेप में भूमध्य रेखा पर देशान्तर रेखाओं के बीच जो दूरी होती है, वही दूरी केन्द्रीय देशान्तर पर अक्षांश वृत्तों के मध्य होती है।
4. इस प्रक्षेप में ध्रुवों को प्रदर्शित नहीं किया जा सकता।
5. प्रक्षेप केन्द्र से सभी ओर को दिशा शुद्ध रहती है तथा प्रक्षेप पर खींची जाने वाली प्रत्येक सरल रेखा किसी वृहत्वृत्त का अंग होती हैं।

उपयोग :

इस प्रक्षेप पर उष्ण कटिबन्धीय भागों यथा अफ्रीका, द. अमेरिका आदि के उपयोगी मानचित्र बनाये जा सकते हैं। प्रक्षेप केन्द्र से 30° विस्तार वाले क्षेत्रों के मान चित्र बनाने के लिए सर्वाधिक उपयोगी है।

बोध प्रश्न – 3

1. केंद्रीय ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप पर भूमध्य रेखा को क्यू नहीं दर्शाया जा सकता, स्पष्ट कीजिये।

 ....

 ....

2. केंद्रीय ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप की मुख्य विशेषता बताइये।

 ....

 ....

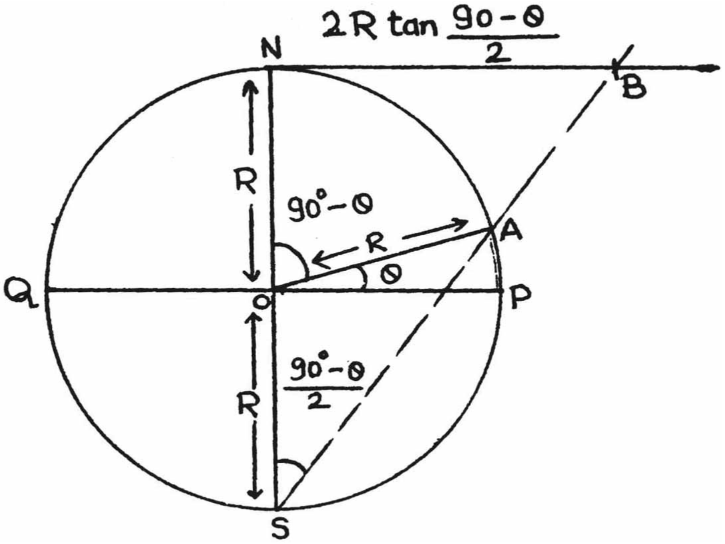
3. केंद्रीय ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप का उपयोग किस प्रकार के मानचित्रों के लिए किया जाता हैं।

 ....

 ....

8.2.7 त्रिविम ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप (Stereographic polar zenithal projection)

यह एक प्रकार का संदर्श खमध्य प्रक्षेप है, जिसके निर्माण में प्रकाश को ग्लोब की परिधि पर किसी ऐसे बिन्दु पर रखा जाता है, जो स्पर्श रेखा तल के सम्मुख व्यास के दूसरे छोर पर स्थित हो। प्रक्षेप की सबसे बडी विशेषता अनुकोणीयता है, जिससे कि प्रक्षेप यथा कृति बनता है और तदनुसार मानचित्र भी यथाकृतिक (orthomorphic) होते हैं।



चित्र-8.7 (अ)

उदाहरण : 1:200,000,000 मापनी पर उत्तरी गोलार्द्ध के लिए एक त्रिविम खमध्य प्रक्षेप की रचना कीजिए। प्रक्षेप में अन्तराल 15° रखिये।

हल : प्रक्षेप की रचना करने के लिए हमें अक्षांशीय अर्द्धव्यास ज्ञात करना होगा। इस विधि में देशान्तरों की रचना आलेखी विधि की तरह करनी चाहिए। अक्षांशीय अर्द्धव्यास ज्ञात करने के लिए सर्वप्रथम NPSQ गोले की रचना करते हैं। गोले का उत्तरी ध्रुव N तथा दक्षिण ध्रुव S द्वारा एक सीधी रेखा से जुड़ा है। PQ रेखा केन्द्र से गुजरते हुए आधार रेखा का निर्माण करती है। केन्द्र O से अक्षांशीय कोण ∅ बनाया गया है, जो वृत्त परिधि पर A बिन्दु द्वारा अंकित किया गया है। S बिन्दु पर प्रकाश स्रोत की कल्पना की गई है। तथा N बिन्दु से स्पर्श रेखा NB खींची गई है जो PQ रेखा के समानान्तर है। S बिन्दु से जब प्रकाश की किरणें वृत्त परिधि के बिन्दु A से होकर गुजरेगी तब स्पर्श रेखा NB उसका बिम्ब B स्थान पर बनेगा। प्रक्षेप खींचने के लिए हमें NB अक्षांशीय अर्द्धव्यास की लम्बाई ज्ञात करनी है। चित्र 8.7 (अ) के अनुसार)

$\angle POA = \emptyset$

$\therefore \angle NOA = (90 - \emptyset)$ और $\angle OSA = (90 - \emptyset)/2$

$(\angle NOA = \angle OAS + \angle OSA)$

अब समकोण BNS में

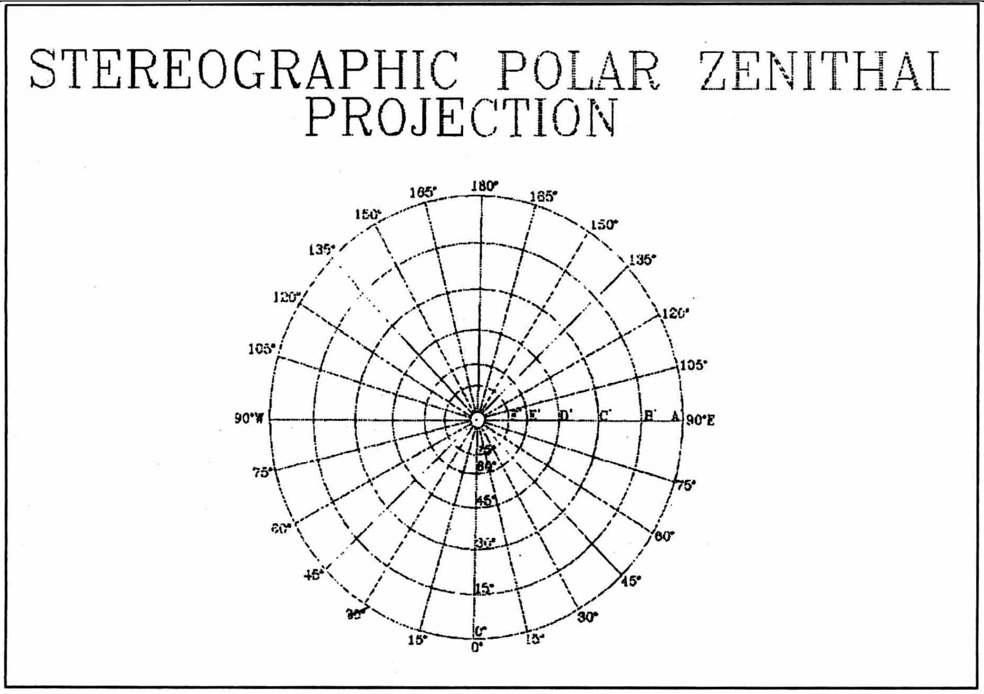
$\frac{NB}{NS} = \frac{\text{लम्ब}}{\text{आधार}} = \tan\frac{90-\emptyset}{2}$

$NB = NS \tan\frac{90-\emptyset}{2}$ (क्योंकि NS = 2R)

$= 2R\tan\frac{90-\emptyset}{2}$

तालिका 8.8 में उपरोक्त सूत्र के आधार पर आवश्यक अक्षांशों के अर्द्धव्यास दिए गए है –

अक्षांश वृत्त (∅)	$\frac{90 - \emptyset}{2}$	अक्षांश वृत्त का अर्द्धव्यास $r = 2R \tan\frac{90-\emptyset}{2}$
0°	45°	2 x 3.17 x 1.00 = 6.34cm
15°	37°30	2 x 3.17 x 0.7673 = 4.86
30°	30°	2 x 3.17 x 0.5773 = 3.66
45°	22°30	2 x 3.17 x 0.4142 = 2.62
60°	15°	2 x 3.17 x 0.2679 = 1.69
75°	7°30	2 x 3.17 x 0.1316 = 0.83



चित्र-8.7 (ब) त्रिविम ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप

अब प्रक्षेप बनाने के लिए एक लम्बवत रेखा खींचिए। उसके मध्य में केन्द्र N मानकर 6.34, 4.86, 3.66, 2.62, 1.69 तथा .83 से.मी अर्द्धव्यासों से छः वृत्त खींचिए जो क्रमश: 0°, 15°, 30°, 45°, 60° तथा 75° के उत्तरी अक्षांश वृत्त होगे। देशान्तर रेखा बनाने के लिए 15° के अन्तराल पर कुल 24 चिन्ह लगाकर केन्द्र से परिधि की ओर सरल रेखा खींचिए। विभिन्न अक्षांश व देशान्तरों का मान लिखकर रेखा जाल पूर्ण किजिए। (चित्र 8.7 (ब)

विशेषता :

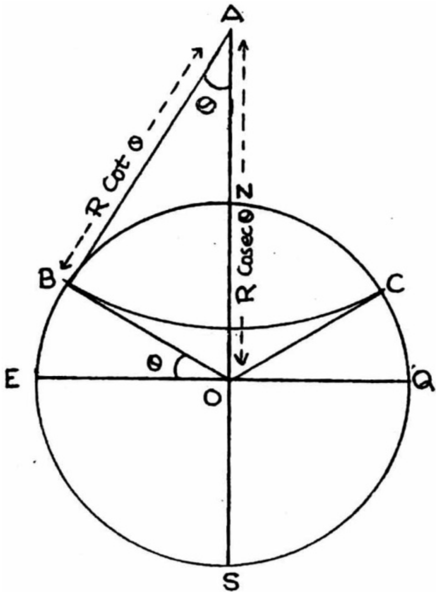
1. अक्षांश वृत्तों के मध्य की दूरी प्रक्षेप के केन्द्र से भूमध्य रेखा की ओर बढती जाती है।
2. प्रक्षेप में भूमध्य रेखा की ध्रुव से दूरी लघुकृत पृथ्वी के गोले के व्यास के बराबर होती है।
3. यह एक यथाकृतिक तथा शुद्ध दिशा प्रक्षेप है।
4. इस प्रक्षेप पर एक ही गोलार्द्ध को प्रदर्शित किया जा सकता है। नामॉनिक प्रक्षेप के विपरीत इस प्रक्षेप में भूमध्य रेखा को प्रदर्शित किया जा सकता है।

उपयोग :

1980 से पूर्व तक इस प्रक्षेप का उपयोग समस्त पृथ्वी को गोलार्द्धों में प्रदर्शित करने अथवा अलग अलग महाद्वीपों या देशों के मानचित्र बनाने के लिए उपयोग में लाया जाता था। परन्तु मापनी की अधिक विभिन्नता होने के कारण इस प्रक्षेप का महत्व कम हो गया है।

8.2.8 त्रिविम विषुवतीय खमध्य प्रक्षेप (stereographic equatorial zenithal projection)

यह एक संदर्श प्रक्षेप है, जिसमें यह कल्पना की जाती है कि भूमध्य रेखा के एक सिरे पर प्रकाश स्रोत है और दूसरे सिरे पर स्पर्श धरातल रखा हुआ है। प्रक्षेप पर सभी अक्षांश दिखाये जा सकते हैं किन्तु देशान्तर केवल आधे ही प्रतिबिम्ब होते हैं। इसलिए यह प्रक्षेप केवल एक गोलार्द्ध को ही प्रदर्शित करता है।



चित्र-8.8 (अ)

उदाहरण : 1:50,000,000 तथा अंतराल 15° पर पूर्वी गोलाद्धार का मानचित्र बनाने के लिए त्रिविम विषुवतीय खमध्य प्रक्षेप की रचना कीजिये।

हल : प्रक्षेप में भूमध्य रेखा तथा मध्य देशान्तर दो सरल रेखाएँ होती है तथा अन्य अक्षांश व देशान्तर भिन्न भिन्न केन्द्रों के वृत्तीय चाप होते है। अतः इस प्रक्षेप की रचना के लिए हमें दो प्रकार के माप ज्ञात करने की आवश्यकता होती है।

1. अक्षांशीय अर्द्धव्यास
2. देशान्तरीय अर्द्धव्यास

1. अक्षांशीय अर्द्धव्यास – चित्र 8.8 (अ) के अनुसार,

ΔABO मे

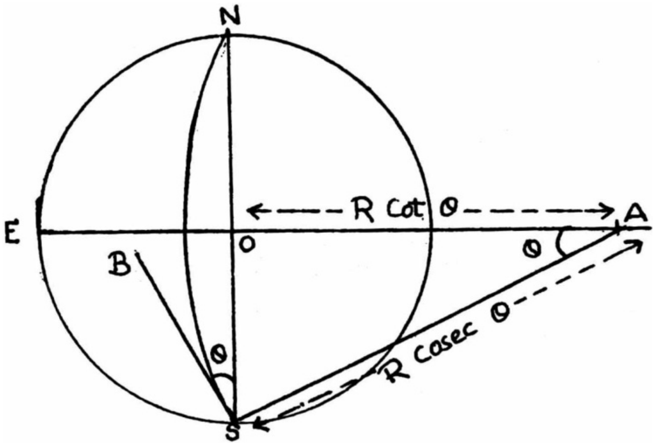
$$\frac{AB}{BO} = \frac{\text{आधार}}{\text{लम्ब}} = \cot \emptyset$$

= AB = BO cot ∅

अथवा AB = R cot ∅ ……………(1)

तथा $\frac{AO}{BO} = \frac{\text{कर्ण}}{\text{लम्ब}}$ = cosec ∅ ∴AO = Rcosec∅ ....(2)

समीकरण 1 की सहायता से किसी अक्षांश वृत्त के अर्द्धव्यास को ज्ञात करते हैं, जबकि समीकरण 2 की सहायता से अक्षांश केन्द्र की प्रक्षेप केन्द्र से दूरी ज्ञात की जा सकती है। (देखें तालिका 8.9)



चित्र-8.8 (ब)

2. देशान्तरीय दूरी एवं अर्द्धव्यास

चित्र 8.9 के अनुसार

∠BSO = ∠OAS = ∅

अब समकोण ΔAOS में

$\frac{AS}{OS} = \frac{\text{कर्ण}}{\text{लम्ब}}$ = cosec∅

∴ AS = Rcosec∅

$\frac{AO}{OS} = \frac{\text{आधार}}{\text{लम्ब}}$ = cot∅

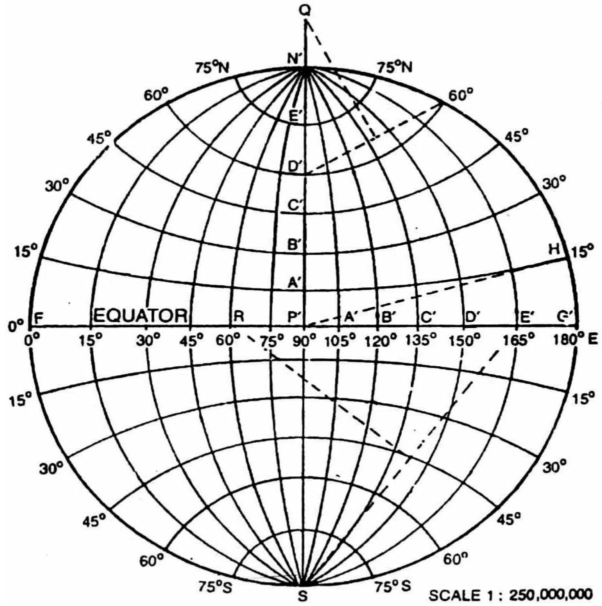
∴ AO = Rcot∅ ....(4)

इस प्रकार यहाँ समीकरण 3 की सहायता से अक्षांश केन्द्र की प्रक्षेप केन्द्र से दूरी ज्ञात करते हैं। जबकि समीकरण 4 की सहायता से अक्षांश वृत्त के अर्द्धव्यास को ज्ञात किया जाता है। परन्तु यहाँ सूत्र का प्रयोग करते समय R का मान दो गुना (2R) कर देते हैं, क्योंकि चित्र 8.8(अ) तथा 8.8(ब) चित्र में प्रक्षेपण तल को देशान्तरीय तल के रूप में गोले के केन्द्र से गुजरता हुआ दिखाया गया है, जबकि वास्तव में त्रिविम दशा में वह स्पर्श तल (प्रक्षेपण तल) के विपरीत सिरे (antipodal) पर स्थित होता है।

उदाहरण 8.8 के अनुसार तालिका 8.9 की तरह सभी आवश्यक मापों की गणना कीजिए –

θ	cot∅	2 R Cot∅	Cosec∅	2 R Cosec∅
15°	3.7320	2x2.54x3.7320=18.95	3.8639	19.62
30°	1.7320	8.79	2.0000	10.16
45°	1.0000	5.08	1.4142	7.18

60°	0.5773	2.93	1.1547	5.86
75°	0.2679	1.36	1.0353	5.25
90°	0.000	0.00	1.0000	5.08



चित्र-8.8 (स) त्रिविम विषुवतीय खमध्य प्रक्षेप

सर्वप्रथम प्रक्षेप बनाने के लिए NS तथा FG दो सरल रेखाएँ खींचिए जो एक दूसरे को P बिन्दु पर काटती है। P बिन्दु को केन्द्र मानकर 5.08 से.मी अर्द्धव्यास से NGSF वृत्त खींचिए। अक्षांश वृत्त बनाने के लिए केन्द्रीय मध्याह्न (देशान्तर) रेखा NS के दोनों ओर P बिन्दु से 2Rcosec∅ की 19.62, 10.16, 7.18, 5.86 एवं 5.25 से.मी की दूरी पर चिन्ह अंकित कीजिए। जो कि क्रमश: 15°, 30°, 45°, 60° व 75° अक्षांश वृत्तों के केन्द्र होंगे। अब इन चिन्हों को केन्द्र मानकर सम्बन्धित अंश की 2Rcot∅ दूरी तालिका 8.9 से वृत्तांश खींचकर अक्षांश वृत्त पूर्ण कीजिए। देशान्तरों के वृत्तांश बनाने के लिए भूमध्य रेखा पर बिन्दु के दोनों ओर 2Rcosec∅ दूरियों पर केन्द्र ज्ञात कीजिए तथा इन केन्द्रों से सम्बन्धित अंश की 2Rcosec∅ दूरी का अर्द्धव्यास लेकर वृत्तांश बनाइए।

विशेषता :

1. भूमध्य रेखा तथा केन्द्रीय देशान्तर रेखा एक दूसरे को समकोण पर काटती है।
2. प्रक्षेप केन्द्र से दूरी बढ़ने के साथ साथ अक्षांश वृत्तों अथवा देशान्तर रेखाओं के बीच की दूरी भी बढ़ती जाती है।
3. प्रक्षेप में ध्रुव बिन्दुओं के द्‌वारा प्रदर्शित होते हैं, तथा सभी देशान्तर इन बिन्दुओं पर एक दूसरे से मिल जाती है।
4. यह एक यथाकृतिक तथा शुद्ध दिशा प्रक्षेप है।
5. प्रक्षेप केन्द्र से जिस अनुपात में पूर्व –पश्चिम दिशा में मापनी बढ़ती है उसी अनुपात में उ.द. दिशा में मापनी बढ़ती जाती है।
6. प्रक्षेप केन्द्र से दूरी बढने के साथ क्षेत्रफल में विकृति बढ़ जाती है।

उपयोग : प्रक्षेप केन्द्र के समीप स्थित छोटे छोटे भागों के मानचित्र बनाने के लिए यह एक उपयोगी प्रक्षेप है। प्रारम्भ में इस प्रक्षेप का उपयोग पूर्वी तथा पश्चिमी गोलार्द्धों के अलग अलग मानचित्र बनाने के लिए किया जाता था। परन्तु वर्तमान में इसका सीमित उपयोग किया जाता है।

बोध प्रश्न– 4

1. त्रिविम ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप की मुख्य विशेषताओं का वर्णन कीजिए।

   ....

   ....

2. त्रिविम प्रक्षेप में प्रकाश स्रोत की स्थिति कहाँ पर होती है।

   ....

   ....

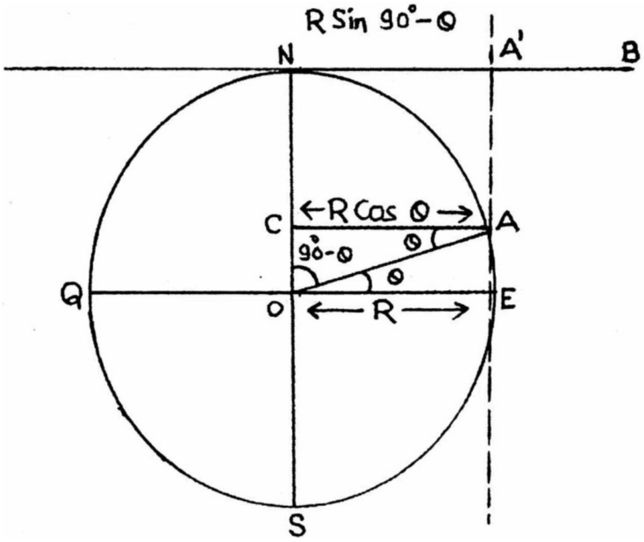
3. त्रिविम प्रक्षेप में अक्षांश व देशान्तर रेखाओं की स्थिति की विवेचना कीजिए।

   ....

   ....

8.2.9 लम्बकोणीय ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप (orthographic polar zenithal projection)

यह एक संदर्श प्रक्षेप है, जिसकी रचना हेतु प्रकाश की स्थिति ग्लोब से अनन्त दूरी पर मानी जाती है, जिसके परिणामस्वरूप प्रकाश की किरणें समानान्तर होती हैं और स्पर्श तल पर लम्बवत होती है। इस प्रकार के प्रक्षेपों में सीमान्त भाग में क्षेत्र का संकुचन तथा मध्यवर्ती भाग में प्रसार हो जाता है, तथा दूरी, दिशा, आकृति एवं क्षेत्रफल विकृत हो जाते हैं।



चित्र-8.9 (अ)

उदाहरण : 1:150,000,000 मापनी पर उत्तरी गोलार्द्ध का मानचित्र बनाने के लिए एक लम्बकोणीय ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप की रचना कीजिए। प्रक्षेप में अन्तराल 15° हो।

हल : इस प्रक्षेप की रचना करने के लिए केवल अक्षांश वृत्तों के अर्द्धव्यास को ज्ञात करना आवश्यक है। इस प्रक्षेप में किसी अक्षांश का अर्द्धव्यास उसका वास्तविक अर्द्धव्यास होता है।

देशान्तर रेखाओं को अन्य ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेपों की भांति आलेखी विधि के द्वारा शुद्धतापूर्वक खींचा जा सकता है।

अक्षांश वृत्तों का अर्द्धव्यास ज्ञात करने के लिए त्रिकोणमितीय सूत्र की सहायता लेनी होती है। जिसकी गणना चित्र सं. 8.9 (अ) के द्वारा समझायी गई है। माना कि NESQ एक गोला है, जिसमें NS रेखा केन्द्र O से गुजरते हुए उत्तरी ध्रुव व दक्षिणी ध्रुव को मिलाती है। EQ भूमध्य रेखा को प्रकट करता है जो कि आधार रेखा है। NB स्पर्श तल है, जो N बिन्दु से EQ के समानान्तर खींचा गया है। केन्द्र O से Q अक्षांश बनाया गया है, जो परिधि पर A बिन्दु के रूप में अंकित है। अनन्त दूरी से प्रकाश किरणें आने पर A बिन्दु का बिम्ब NB स्पर्श तल पर A' स्थान पर पड़ेगा। अर्थात Q का अर्द्धव्यास NA' अथवा CA के बराबर होगा। इसी प्रकार भूमध्य रेखा का प्रक्षेपित अर्द्धव्यास NB अथवा OE के बराबर होगा। [चित्र 8.9 (अ) में देखें)

चित्र में $\angle AOE = \angle OAC = \emptyset$

तथा $\angle AOC = 90 - \emptyset$ (co latitude)

समकोण OAC में

$$\frac{CA}{OA} = \frac{\text{आधार}}{\text{कर्ण}} = \cos\emptyset$$

$\therefore$ CA = OA cos ∅

CA = Rcos∅ ....(1)

अथवा

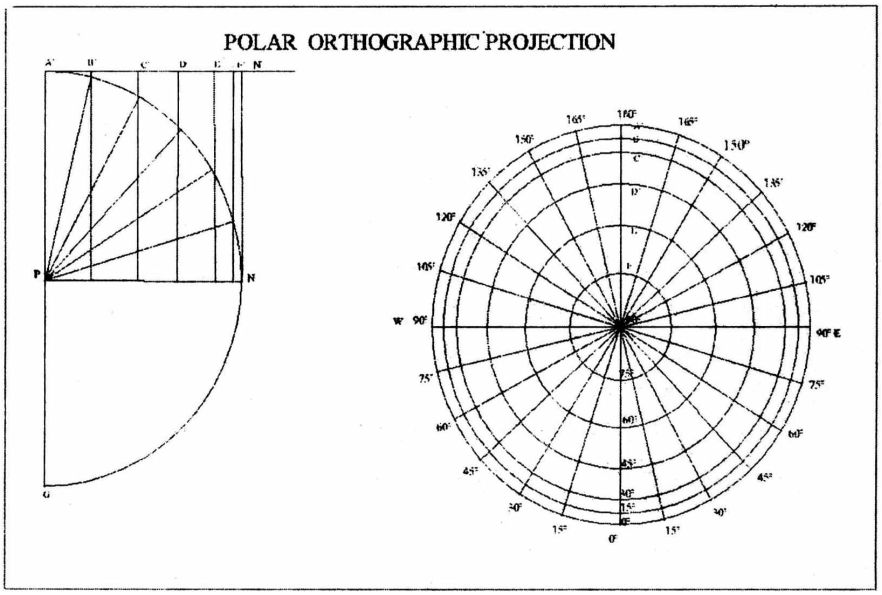
$$\frac{CA}{OA} = \frac{\text{लम्ब}}{\text{कर्ण}} = \sin\angle AOC \quad (\because \angle AOC = 90 - \emptyset)$$

अत: CA = OA sin 90 – ∅

= Rsin90– ∅ ....(2)

उपरोक्त दो सूत्रों में से किसी भी एक सूत्र का प्रयोग करके अक्षांशवृत्तों के अर्द्धव्यास ज्ञात किये जा सकते हैं। उदाहरण के लिए आवश्यक अक्षांशों के अर्द्धव्यास तालिका 8.10 में ज्ञात किए गए हैं– (यहाँ **R = 4.2 cm**)

∅	**Cos θorsin90–∅**	**अक्षांश वृत्त का अर्द्धव्यास Rcos∅ और Rsin90 – ∅**
0°	1.0000	4.2 x 1 = 4.2cm
15°	0.9659	4.08
30°	0.8660	3.63
45°	0.7071	2.96
60°	0.5000	2.1
75°	0.2588	1.08



चित्र-8.9 (ब) लम्बकोणीय ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप

प्रक्षेप की रचना के लिए दो सरल रेखाएँ खींचिए जो एक दूसरे को समकोण बनाते हुए N बिन्दु पर काटती है। यहाँ N उत्तरी ध्रुव को दर्शाता है। N केंद्र से 4.2, 4.08, 3.63, 2.96, 2.1 तथा 1.08 से.मी अर्द्धव्यास के वृत्त प्रक्षेप में क्रमश: 0°,15°,30°,45°,60° तथा 75° के अक्षांश वृत्त होंगे। देशान्तर रेखाएँ अन्य ध्रुवीय प्रक्षेपों की भांति बनाकर रेखा जाल पूर्ण कीजिए।

विशेषता :

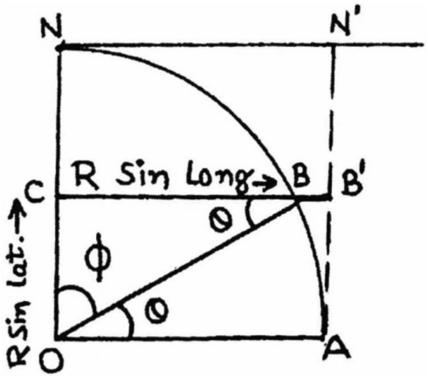
1. प्रक्षेप के केन्द्र (ध्रुव) से भूमध्य रेखा की ओर अक्षांश वृत्तों के मध्य की दूरी कम होती जाती है।
2. देशान्तर रेखाएँ ध्रुव से समान कोणीय दूरी के अन्तर पर विकरित होने वाली सरल रेखाएँ होती है।
3. यह प्रक्षेप न तो यथाकृतिक है और न ही समक्षेत्र परन्तु प्रक्षेप केन्द्र से प्रत्येक ओर की दिशा शुद्ध रहती है।
4. प्रक्षेप के सीमावर्ती भागों में क्षेत्रफल तथा आकृति में विकृति बढ़ जाती है।

उपयोग : इस प्रक्षेप का विशेष रूप से प्रयोग खगोलीय मानचित्रों को बनाने के लिए किया जाता है। संयुक्त राज्य अमेरिका में मानचित्रकारों ने ' 'ए वॉर एटलस फॉर अमेरिकन्स " नामक मानचित्रावली में इस प्रक्षेप पर अनेक रूचिकर मानचित्रों का निर्माण किया है। यद्यपि इस प्रक्षेप में क्षेत्रफल व आकृति बहुत अशुद्ध होती है, परन्तु इन मानचित्रों को देखने से इनमें त्रिविम (3D) आकृतियों की भांति स्थलाकृतिक लक्षण ऊँचे नीचे दिखाई देते हैं जिनमें आवश्यक रंग एवं छायाओं को भरकर प्रभावशाली ढंग से दर्शाया जा सकता है।

8.2.10 लम्बकोणीय विषुवतीय खमध्य प्रक्षेप (Orthographic equatorial zenithal projection)

यह प्रक्षेप लम्बकोणीय अथवा अनुकोणीय प्रक्षेप की विषुवतीय दशा है, जिसमें प्रक्षेप केन्द्र को भूमध्य रेखा के किसी बिन्दु पर कल्पित करके एवं प्रकाश स्रोत को अनन्त दूरी पर मानकर

रेखाजाल बनाया जाता है। प्रक्षेप में सभी देशान्तर रेखाएँ दीर्घवृत्ताकार होती है, जिन्हें बनाने के लिए प्रत्येक अक्षांश वृत्त पर उत्तरोत्तर देशान्तर रेखाओं के बीच की दूरी का ज्ञान होना आवश्यक है। केवल मध्य देशान्तर ही सरल रेखा के रूप में होती हैं जबकि सभी अक्षांश रेखाएँ सरल रेखाओं के रूप में बनाई जाती है।



चित्र-8.10 (अ)

उदाहरण : मापनी 1:150,000,000 तथा अन्तराल 15° पर पूर्वी गोलार्द्ध के लिए लम्बकोणीय विषुवतीय खमध्य प्रक्षेप की रचना कीजिए।

हल : इस प्रक्षेप की रचना करने के लिए हमें दो मापों की आवश्यकता होती है।

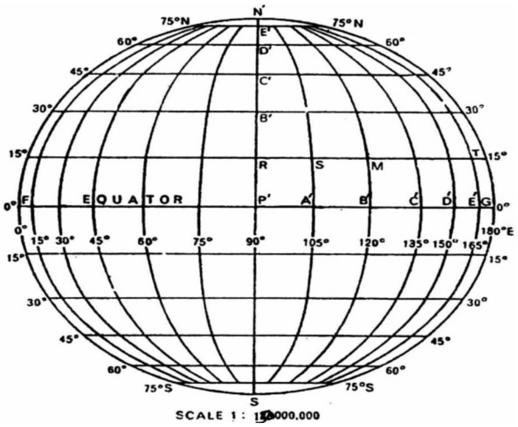
1. मध्य देशान्तर पर अक्षांशों की पारस्परिक दूरियाँ
2. भूमध्य रेखा तथा अन्य अक्षांशों पर देशान्तरों की दूरियां

अक्षांशीय दूरियाँ ज्ञात करने के लिए चित्र 8.10(अ) के अनुसार NBA वृत्तांश की रचना कीजिए। जिसका केन्द्र O है तथा NA एक स्पर्श रेखा है। जो ग्लोब को भूमध्य रेखा के एक बिन्दु A पर स्पर्श करता है। O बिन्दु से ∅ कोण बनाया गया है, जो वृत्तांश के B बिन्दु पर स्पर्श करता है। B बिन्दु की छाया स्पर्श रेखा पर B' बिन्दु पर पड़ती है। इस प्रकार केन्द्रीय देशान्तर पर ∅ अक्षांश वृत्त की प्रक्षेप केन्द्र से दूरी AB' या OC रेखा के बराबर होगी।

ΔOBC में

$$\frac{OC}{OB} = \frac{\text{लम्ब}}{\text{कर्ण}} = \sin\angle OBC$$

$OC = OB \sin\emptyset$ ओर $OC = R\sin\emptyset$



चित्र-8.10 (ब) लम्बकोणीय विषुवतीय खमध्य प्रक्षेप

Rsin ∅ सूत्र की सहायता से किसी भी अक्षांश रेखा की प्रक्षेप केन्द्र से दूरी ज्ञात की जा सकती है। उदाहरण 8.10 के लिए अक्षांशीय दूरियों की गणना को तालिका 8.11 में दिया गया है।

(∅)	**sin ∅**	**R sin ∅ आक्षंशीयदूरी (सेमी.)**	**अक्षांशीय अर्द्धव्यास Rcos ∅सेमी.)**
0°	0.0000	4.12 x 0.0000 = 0.00cm	4.12
15^0	0.2588	4.12 x 0.2588 = 1.06	3.97
30^0	0.5000	4.12 x 0.5000 = 2.06	3.56
45^0	0.7071	4.12 x 0.7071 =2 .91	2.91
60^0	0.8660	4.12 x 0.8660 = 3.56	3.56
75^0	0.9656	4.12 x 0.9659 = 3.97	3.97
90^0	1.0000	4.12 x 1.000 = 4.12	0.00

देशान्तरीय दूरियों को ज्ञात करने के लिए चित्र 8.10 (अ) में मान लीजिए,

∠BOC = ∅° पूर्वी देशांतर में स्थित हैं। अर्थात ∠BOC = ∅° पूर्वी देशांतर

अब ∆OBC में,

$$\frac{BC}{OB} = \frac{\text{लम्ब}}{\text{कर्ण}}$$

$$= \sin\angle OBC = \sin\emptyset$$

BC = OB sin∅

or BC = R sin∅

किन्तु BC = Rcos∅ है तथा यह ∅ अक्षांश वृत्त का अर्द्धव्यास भी है। अत: इस अर्द्धव्यास में किसी देशान्तर के sin पद मूल्य की गुणा करने पर उस देशान्तर की ∅ अक्षांश पर केन्द्रीय देशान्तर से दूरी ज्ञात हो जायेगी। भिन्न भिन्न अक्षांश रेखाओं पर भिन्न देशान्तरों की केन्द्रीय देशान्तर से दूरियों को निम्न प्रकार परिकलित किया जा सकता है। तालिका 8.12

देशांतर	**Sin ∅**	**विभिन्न अक्षांशरेखाओं पर देशांतरीय दूरियाँ (सेमी)**					
		0°	15°	30°	45°	60°	75°
15°	.2588	1.06	1.02	0.92	0.75	0.53	0.27
30°	.5000	2.06	1.98	1.78	1.45	1.03	0.53
45°	.7071	2.91	2.80	2.51	2.05	1.45	0.74
60°	.8660	3.56	3.43	3.08	2.52	1.78	0.91
75°	.9650	3.97	3.83	3.47	2.81	1.98	1.02

अब प्रक्षेप की रचना करने के लिए GH तथा NS दो सरल रेखाएँ खींचिए जो एक दूसरे को P बिन्दु पर समकोण पर काटती है। केन्द्रीय देशान्तर पर P बिन्दु के दोनों ओर सारणी 8.12 के अनुसार B, C, D, E, F बिन्दु अंकित कीजिए तथा GH भूमध्य रेखा के समानान्तर रेखाएँ खींचिए जो प्रक्षेप में क्रमश: 15°, 30°, 45°, 60° तथा 75° N व S अक्षांश रेखाएं होगी। अब प्रत्येक अक्षांश रेखा पर केन्द्रीय देशान्तर के दोनों ओर तालिका 8.12 से देशान्तरीय दूरियां अंकित कीजिए तथा समान देशान्तरीय मान वाले चिन्हों को मिलाते हुए देशान्तर रेखाओं के दीर्घवृत्त बनाइये। (चित्र 8.12 (ब)

विशेषता :

1. केन्द्रीय देशान्तर रेखा एक सरल रेखा होती है तथा भूमध्य रेखा सहित सभी अक्षांश रेखाएं सरल रेखाओं के रूप में खींची जाती है।
2. भूमध्य रेखा एवं केन्द्रीय देशान्तर रेखा एक दूसरे को समकोण पर काटती हैं। इन दोनों रेखाओं से दूरी बढ़ने के साथ –साथ अक्षांश वृत्तों व देशान्तर रेखाओं के प्रतिच्छेदन कोण अधिकाधिक न्यून होने लगते हैं।
3. प्रक्षेप में दोनों ध्रुव बिन्दुओं से प्रदर्शित किये जाते हैं
4. भूमध्य रेखा तथा केन्द्रीय देशान्तर का विभाजन एक जैसे ही किया जाता है।
5. प्रक्षेप में अधिक से अधिक एक गोलार्द्ध को दर्शाया जा सकता है।

उपयोग :

भौगोलिक दृष्टिकोण से इस प्रक्षेप का महत्व नगण्य है। इस प्रक्षेप का उपयोग अमेरिकन भूगोलवेत्ताओं द्वारा स्थलाकृतिक मानचित्र बनाने के लिए किया जाता है। इस प्रक्षेप पर बनाए गए स्थलाकृतिक मानचित्र देखने से ऊँचे नीचे भाग होने का भ्रम होता है, जिससे वे रूचिकर हो जाते हैं। इस प्रक्षेप का उपयोग अधिकांशतः खगोलीय मानचित्रों के लिए किया जाता है।

बोध प्रश्न – 5

1. लम्बकोणीय खमध्य प्रक्षेपी का उपयोग किस प्रकार के मानचित्रों के लिए किया जाता है?

    ....

    ....

2. लम्बकोणीय ध्रुवीय प्रक्षेप की सामान्य विशेषताएं बताइए ।

    ....

    ....

8.3 सारांश (Summary)

इस प्रक्षेप में स्पर्श तल के बिन्दु से किसी भी बिन्दु की दिशा ठीक रहती है। इसमें अक्षांश रेखायें संकेन्द्रीय होती है और देशान्तर रेखायें केन्द्र से निकलने वाली सीधी रेखायें होती हैं। सभी देशान्तर रेखाओं के विचलन सदैव शुद्ध रहते हैं। इस पर पृथ्वी के आधे भाग का ही मानचित्रण सम्भव है।

8.4 शब्दावली (Glossary)

- **त्रिविम प्रक्षेप :** प्रकाश स्रोत की स्थिति प्रक्षेपण तल के विपरीत सिरे पर होती है।
- **लम्बकोणीय प्रक्षेप :** प्रकाश स्रोत की स्थिति अनन्त दूरी पर होती है।
- **नोमॉनिक खमध्य प्रक्षेप :** प्रकाश स्रोत ग्लोब के मध्य में स्थित है और किसी एक ध्रुव पर स्पर्श करता हुआ समतल धरातल पर रखा हुआ होती है।

8.5 सन्दर्भ ग्रन्थ सूची (Reference books)

1. शर्मा, जे.पी. : **प्रायोगिक भूगोल,** रस्तोगी पब्लिकेशन, मेरठ, 2004
2. Singh, R.L : **elements of practical geography,** kalyani, New Delhi, 1979
3. Chauhan, P.R : **Practical geography,** basundhara prakasan Gorakhpur, 2005

4. Stress J.A : **An introduction to the study of map projections,** 1965

8.6 बोध प्रश्नों के उत्तर

बोध प्रश्न– 1

1. प्रकाश स्रोत के आधार खमध्य प्रक्षेप तीन प्रकार के होते हैं (अ) केन्द्रक या नोमॉनिक प्रक्षेप (ब) त्रिविम प्रक्षेप (स) लम्बकोणीय प्रक्षेप।
2. (अ) अक्षांश वृत्त सकेन्द्रीय होते हैं।

   (ब) मानचित्रों के केन्द्र से सभी स्थानों का दिक्मान शुद्ध रहता है।

   (स) रेखाजाल केवल एक ही गोलार्द्ध का बनाया जा सकता है।

   (द) मानचित्र के केन्द्र से समान दूरी पर स्थित स्थानों पर मापनी के परिवर्तन तथा आकृति की विकृति की मात्रायें भी समान होती है।

बोध प्रश्न– 2

1. समदूरस्थ प्रक्षेप में अक्षांश वृत्त समान दूरी के अन्तर पर खींचे गये संकेन्द्र वृत्त होते हैं तथा देशान्तर रेखाओं को सरल रेखाओं के रूप में समान कोण के अन्तर पर बनाया जाता है। समक्षेत्र खमध्य प्रक्षेप में समक्षेत्र के गुण को बनाए रखने के लिये अक्षांशों के अरीय मापक में देशान्तरी मापक के अनुसार परिवर्तन कर लिया जाता है।
2. अफ्रीका, द. पूर्वी एशिया मध्य अमेरिका तथा कैराबियन क्षेत्रों को भली–भांति प्रदर्शित किया जा सकता है।
3. (अ) इसमें अक्षांश सकेन्द्रीय वृत्त तथा देशान्तर सरल रेखाओं के रूप में प्रदर्शित किया जाता है।

   (ब) अक्षांश वृत्तों के मध्य की दूरी केन्द्र से भूमध्य रेखा की ओर कम होने लगती है।

   (स) ध्रुव के समीपवर्ती भागों की आकृति काफी शुद्ध रहती है।

बोध प्रश्न– 3

1. इस प्रक्षेप में प्रकाश स्रोत ग्लोब के केन्द्र में होता है अत: भूमध्य रेखा को नहीं दर्शाया जा सकता है।
2. (अ) ध्रुव से भूमध्य रेखा की ओर अक्षांशवृत्तों के मध्य की दूरी तेजी से बढ़ती है।

   (ब) अक्षांश वृत्तों के बीच की दूरी बढ़ने के फलस्वरूप ध्रुव से बाहर की ओर देशान्तर रेखाओं की मापनी में लगातार वृद्धि होती है।

   (स) ध्रुव से 60° तक आकृति बहुत शुद्ध होती है बाद में विकृति होने लगती है।
3. इस प्रक्षेप पर ध्रुवीय क्षेत्रों के नौसंचालन मानचित्र अथवा सामान्य उद्देश्यात्मक मानचित्र बनाये जा सकते हैं।

बोध प्रश्न– 4

1. (अ) अक्षांश वृत्तों के मध्य की दूरी प्रक्षेप के केन्द्र से भूमध्य रेखा की और बढ़ती जाती है।

   (ब) यह एक यथाकृतिक तथा शुद्ध दिशा प्रक्षेप है।

   (स) इस पर एक ही गोलार्द्ध को प्रदर्शित किया जा सकता है।

2. इसमें प्रकाश को ग्लोब की परिधि पर किसी ऐसे बिन्दु पर रखा जाता है जो स्पर्श रेखा तल के सम्मुख व्यास में दूसरे छोर पर स्थित हो।

बोध प्रश्न– 5

1. विशेष रूप से इसका उपचित्र खगोलीय मानचित्रों के लिये किया जाता है।
2. (अ) प्रक्षेप के केन्द्र से भूमध्य रेखा की और अक्षांश वृत्तों के मध्य की दूरी कम होती जाती है।

   (ब) प्रक्षेप के सीमावर्ती भागों में क्षेत्रफल तथा आकृति में विकृति बढ़ जाती है।

8.7 अभ्यासार्थ प्रश्न

1. 1:200,000,000 पर 15° प्रक्षेपान्तराल लेते हुए उ. गोलार्द्ध के लिए ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप की रचना कीजिए।
2. 1:200,000,000 पर 15° अंतराल से 90°E से 90°W का विषुवतीय समदूरस्थ खमध्य प्रक्षेप बनाइए।
3. 1:150,000,000 मापक पर उ. गोलार्द्ध का मानचित्र बनाने के लिए एक ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप की रचना कीजिए। प्रक्षेप में अन्तराल 15° रखिए।
4. निरूपक भिन्न 1:175,000,000 पर 15° अन्तराल से पूर्वी गोलार्द्ध का विषुवतीय खमध्य सम क्षेत्र प्रक्षेप बनाइए।
5. प्रदर्शक भिन्न 1:250,000,000 तथा अन्तराल 15° पर उत्तरी गोलार्द्ध के लिए नामॉनिक ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप की रचना कीजिए। प्रक्षेप का निर्माण 30° उत्तर से 90° छ क्षेत्र के लिए कीजिए।
6. 2:150,000,000 पर 15° अन्तराल से 45° देशान्तर से 45° देशान्तर के बीच का भू भाग बनाने के लिए एक विषुवतीय नोमॉनिक खमध्य प्रक्षेप की रचना कीजिए।
7. 1:250,000,000 मापनी पर उत्तरी गोलार्द्ध के लिए एक त्रिविम खमध्य प्रक्षेप की रचना कीजिए। प्रक्षेप में अन्तराल 15° रखिये।
8. 1:150,000,000 तथा अन्तराल 15° पर पूर्वी गोलार्द्ध को मानचित्र बनाने के लिए त्रिविम विषुवतीय खमध्य प्रक्षेप की रचना कीजिए।
9. 1:100,000,000 मापनी पर उत्तरी गोलार्द्ध का मानचित्र बनाने के लिए एक लम्बकोणीय ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप की रचना कीजिए। प्रक्षेप में अन्तराल 15° हो।
10. मापनी 1:125,000,000 तथा अन्तराल 15° पर पूर्वी गोलार्द्ध के लिए लम्बकोणीय विषुवतीय खमध्य प्रक्षेप की रचना कीजिए।

इकाई 9 : रूढ प्रक्षेप : गणितीय रचना एवं विशेषताएँ (Conventional Projection : Mathematical construction and characteristics)

इकाई की रूपरेखा

9.0 उद्देश्य
9.1 प्रस्तावना
9.2 रूढ़ प्रक्षेप
9.2.1 सैन्सन –फ्लैक्स्टीड का सिनुसॉयडल प्रक्षेप
9.2.2 मॉलवीड प्रक्षेप
9.2.3 गोलाकार प्रक्षेप
9.2.4 अन्तराष्ट्रीय प्रक्षेप
9.3 प्रक्षेपों का चयन
9.3.1 सामान्य उद्देश्य वाले मानचित्र
9.3.2 महाद्वीपों के मानचित्र
9.3.3 वितरण मानचित्र
9.3.4 छोटे देशों के मानचित्र
9.3.5 अधिक विस्तार वाले क्षेत्रों का मानचित्र
9.4 सारांश
9.5 शब्दावली
9.6 सन्दर्भ ग्रन्थ सूची
9.7 बोध प्रश्नों के उत्तर
9.8 अभ्यासार्थ प्रश्न

9.0 उद्देश्य (Objective)

इस इकाई के अध्ययन के उपरान्त आप समझ सकेंगे : –

- रूढ़ प्रक्षेप का सामान्य परिचय व विशेषता।
- रूढ़ प्रक्षेप के विभिन्न प्रकार।
- विभिन्न प्रकार के रूढ़ प्रक्षेपों की रचना, विशेषतायें एवं उपयोगिता।
- रूढ़ प्रक्षेप से सम्बन्धित बोध प्रश्न एवं उनके उत्तर।

9.1 प्रस्तावना (Introduction)

निश्चित उद्देश्य की पूर्ति हेतु स्वेच्छानुसार छाँटे गये सिद्धान्त पर निर्मित प्रक्षेप होते हैं। इनकी आकृति इतनी संशोधित एवं रूढ़ होती है कि इन्हें अन्य प्रक्षेपों में सम्मिलित नहीं किया जा सकता है। इसकी रचना पूर्णतया गणितीय नियमों पर आधारित होती है तथा इनमें प्रकाश स्त्रोत अथवा प्रक्षेपण तल आदि का कोई विचार नहीं रखा जाता है।

9.2 रूद्र प्रक्षेप

वह प्रक्षेप जिसकी रचना गणितीय सूत्रों तथा विधियों के आधार पर होती है। इन प्रक्षेपों में स्पर्शतल तथा प्रकाश स्रोत आदि का प्रयोग नहीं किया जाता है, रूढ प्रक्षेप कहलाते हैं। ये प्रक्षेप इतने संशोधित होते हैं कि इन्हें शंकु ,बेलनाकार अथवा एवं खमध्य प्रक्षेप के वर्ग में सम्मिलित नहीं किया जा सकता। इसे असंदर्श या गैर प्रतिबिंब प्रक्षेप (non perspective projection) भी कहते हैं। प्रमुख प्रकार के कुछ रूढ प्रक्षेप निम्नलिखित हैं –

1. सिनुसॉयडल प्रक्षेप (Sinusoidal projection)
2. मॉलवीड प्रक्षेप (Mollweides projection)
3. गोलाकार प्रक्षेप (Globular Projection)
4. अन्तराष्ट्रीय प्रक्षेप (International projection)

रूढ प्रक्षेपों की सामान्य विशेषताएँ इस प्रकार हैं –

1. इन प्रक्षेपों की रचना में प्रकाश स्रोत अथवा स्पर्श तल की आवश्यकता नहीं होती है।
2. ये पूर्णत: असंदर्श प्रक्षेप है।
3. इन प्रक्षेपों की रचना में गणितीय सूत्रों का महत्व होता है।
4. ये प्रक्षेप किसी विशेष प्रयोजन हेतु स्वतन्त्र रूप से बनाये जाते हैं।
5. जिन महाद्वीपों का विस्तार दोनों गोलार्द्धों में है, उनके लिए यह प्रक्षेप विशेष उपयोगी है।
6. समस्त संसार के वितरण मानचित्र बनाने के लिए भी इन प्रक्षेपों का प्रमुखता से उपयोग किया जाता है।

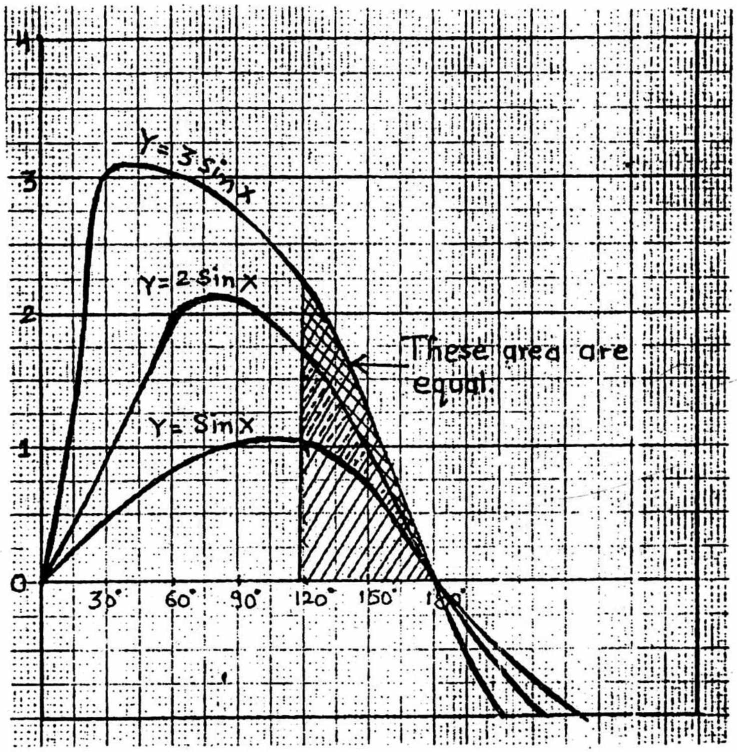
9.2.1 सैन्सन–फ्लैक्स्टीड़ का सिनुसॉयडल प्रक्षेप (Sanson flamsteeds sinusoidal Projection)

यह एक सम क्षेत्र प्रक्षेप है, जो कि रचना विधि के आधार पर बोन प्रक्षेप. से समानता रखता है। इस प्रक्षेप को सर्वप्रथम 1650 में फ्रांसीसी मानचित्रकार निकोलस सेन्सन (Nicolas Sanson) ने बनाया था। उसके बाद ब्रिटिश खगोलशास्त्री जॉन फूलैमस्टीड द्वारा इस प्रक्षेप का उपयोग किया गया। अत: दोनों विद्वानों के नाम पर इसे सैन्सन फूलैमस्टीड प्रक्षेप कहा जाता है। चूंकि प्रक्षेप की रचना में ज्यावक्रों (Sine curves) का अधिक प्रयोग होता है, अत: इस आधार पर इसे सिनुसॉयडल या ज्यावक्रीय प्रक्षेप की संज्ञा देते हैं। इस प्रक्षेप पर सम्पूर्ण विश्व का मानचित्र बनाया जाता है, जो कि क्षेत्रफल में शुद्ध होता है। इस प्रक्षेप में भूमध्य रेखा की लम्बाई $2\pi R$ तथा मध्य देशान्तर की लम्बाई भूमध्य रेखा की आधी अर्थात πR के बराबर होती है।

उदाहरण – 1:250,000,000 मापनी पर विश्व का मानचित्र बनाने के लिए सिनुसॉयडल प्रक्षेप की रचना कीजिए। प्रक्षेप में अन्तराल 15° हो।

1. **भूमध्य रेखा की लम्बाई :** भूमध्य रेखा अपनी वास्तविक लम्बाई की होती है अत: $2R\pi$ की सहायता से इसकी लम्बाई ज्ञात की जा सकती है।

   यहाँ $R = \frac{635{,}000{,}000}{250{,}000{,}000} = 2.54\text{cm}$ $2\pi R = 2 \times \frac{22}{7} \times 2.54 = 15.96$ cm



त्र : 9.1 (अ) : सिनुसॉयडल प्रक्षेप में याम्योत्तर वक्र (Sine Curve)

2. **मध्य देशान्तर की लम्बाई :** मध्य देशान्तर रेखा भूमध्य रेखा की आधी होती है अत:

   $2\pi R = 2 \times \frac{22}{7} \times \frac{2.54}{2} = 7.98$ सेमी

3. **भूमध्य रेखा तथा मध्य देशांतर पर प्रक्षेपान्तराल की दूरी**

   $2\pi R \times \frac{\text{अंतराल}}{360}$

   $2 \times \frac{22}{7} \times 2.54 \times \frac{15°}{360°} = 0.66$ सेमी

4. **अन्य अक्षांशों पर देशांतरीय दूरी**

   $2\pi R \cos\varnothing \times \frac{\text{अंतराल}}{360°}$

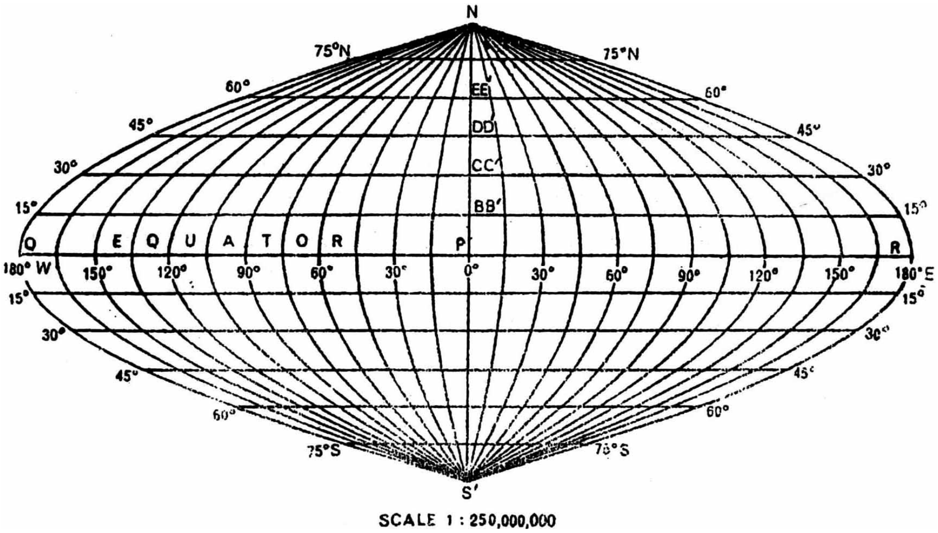
5. अक्षांश रेखा की लम्बाई के लिए बोन प्रक्षेप की भांति 2πRcosØ सूत्र का प्रयोग करेगें। उदाहरण– के लिए आवश्यक अक्षांश रेखा की लम्बाई व देशान्तरीय दूरियों को तालिका 9.1 में परिकलित किया गया है।

तालिका 9.1

अक्षांशरेखाθ	cosθ	अक्षांश रेखा की लंबाई(2πRcosθ)	15°देशांतरदूरी(cm)2πRcosθ x अंतराल/360°
0°	1.0000	15.96	0.66
15°	0.9659	15.42	0.64
30°	0.8660	13.82	0.57
45°	0.7071	11.29	0.47

60°	0.5000	7.98	0.33
75°	0.2588	4.13	0.17

दिए गए पृथ्वी के अर्द्धव्यास के अनुसार भूमध्य रेखा की लम्बाई 15.96 से.मी की EW रेखा तथा इसके मध्य में 7.98 से.मी की मध्य देशान्तर NS खींचिए जो एक दूसरे को समकोण पर काटती है। प्रक्षेपान्तराल के आधार पर भूमध्य रेखा को 24 तथा मध्य देशान्तर को 12 भागों में विभाजित कीजिए। मध्य देशान्तर पर तालिका 9 अ–1 के आधार पर $2\pi R\cos\varnothing$ सूत्र द्वारा ज्ञात की गई अक्षांशीय दूरियों को खींचिए। प्रत्येक अक्षांश को $2\pi R\ \cos\varnothing \times \frac{D}{360}$ सूत्र द्वारा ज्ञात की गई 15° की देशान्तरीय दूरियों के आधार पर सारणी (9–1) 24 बराबर भागों में विभाजित कीजिए। इसके उपरान्त समान मान वाले चिन्हों को मिलाते हुए वक्र (smooth curves) बनाइए। यह काम (sine curves) साइन वक्रों द्वारा किया जाना चाहिए। इसी कारण इस प्रक्षेप को सिनुसॉयडल प्रक्षेप कहा जाता है। (चित्र 9.1 (ब)



चित्र-9.1 (ब) सिनुसॉयडल प्रक्षेप

विशेषता :

1. प्रक्षेप में सभी अक्षांश वृत्तों को परस्पर समान्तर एवं समान दूरी के अन्तर पर सरल रेखाओं की भांति खींचा जाता है। अक्षांश वृत्तों की लम्बाई तथा उनके बीच की दूरी मापनी के अनुसार शुद्ध होती है।
2. केन्द्रीय देशान्तर रेखा एक लम्बवत रेखा होती है, तथा इसकी लम्बाई भूमध्य रेखा की आधी होती है।
3. किसी अक्षांश वृत्त पर देशान्तर रेखाओं के बीच की दूरी परस्पर समान होती है।
4. यह एक समक्षेत्र प्रक्षेप है, परन्तु इस प्रक्षेप पर दिशा शुद्ध प्रदर्शित नहीं होती है।
5. केन्द्रीय देशान्तर पर मापनी शुद्ध होती है परन्तु इसके पूर्व या पश्चिम दिशा में दूरी बढ़ने के साथ साथ देशान्तर रेखाओं की मापनी में वृद्धि होने लगती है।

उपयोग : यद्यपि इस प्रक्षेप पर विश्व का मानचित्र बनाया जा सकता है परन्तु सीमावर्ती भागों में क्षेत्र की आकृति अत्यधिक विकृत हो जाने के फलस्वरूप इस प्रक्षेप का सीमित प्रयोग किया जाता

है। भूमध्य रेखा के दोनों ओर स्थित अपेक्षाकृत कम पूर्व पश्चिम विस्तार वाले महाद्वीप अफ्रीका एवं द. अमेरिका के समक्षेत्र मानचित्र बनाने के लिए यह बहुत उपयोगी प्रक्षेप है।

बोध प्रश्न– 1

1. रूढ प्रक्षेप एवं अन्य प्रकार के प्रक्षेपों में क्या अन्तर है? कोई दो अन्तर बताओ।

   ....

   ....

2. सिनुसोयडल प्रक्षेप में अक्षांश रेखा की लम्बाई ज्ञात करने का सूत्र लिखिए।

   ....

   ....

9.2.2 मॉलवीड प्रक्षेप (Mollweide's projection)

इस प्रक्षेप की सर्वप्रथम रचना 1805 में जर्मन मानचित्रकार कार्ल वी मॉलवीड (Karl BI Mollweid) द्वारा की गई। यह समक्षेत्रफल की विशेषता रखने वाला प्रक्षेप है जिस पर विश्व के प्राय: वितरण मानचित्र बनाये जाते हैं। इस प्रक्षेप पर अक्षांश रेखाएँ भूमध्य रेखा के समानान्तर सरल रेखाओं द्वारा प्रदर्शित होती हैं किन्तु उनके बीच की दूरी भूमध्य रेखा से ध्रुवों की ओर कम होती जाती है। इस प्रक्षेप में 90°W तथा 90°E देशान्तरों द्वारा पूर्णवृत्त का निर्माण होता है, जबकि अन्य सभी देशान्तर रेखाएँ अंडाकार या दीर्घवृत्त (ellipse) होती है। इस प्रक्षेप की रचना में प्रत्येक अक्षांश रेखा के लिए पृथक मापनी का प्रयोग किया जाता है और भूमध्य रेखा भी अपनी वास्तविक लम्बाई से छोटी होती है। इस प्रक्षेप पर प्रदर्शित क्षेत्र की आकृति विकृत हो जाती है परन्तु समक्षेत्र का गुण होने के कारण वितरण मानचित्रों में अधिकांशत : उपयोग में लिया जाता है। प्रक्षेप में समक्षेत्र का गुण उत्पन्न करने के लिए निम्न तीन कार्य किए जाते हैं।

1. 90°E व 90°W देशान्तर रेखाओं को एक वृत्त द्वारा दिखाया जाता है, जिसका अर्द्धव्यास $\sqrt{2}R$ के बराबर होता है।
2. भूमध्य की लंबाई केन्द्रीय देशान्तर से दुगुनी या प्रक्षेप में बनाये गए वृत्त के अर्द्धव्यास से चार गुनी बड़ी $4\sqrt{2}R$ होती हे।
3. प्रक्षेप में बनाये जाने वाले प्रत्येक अक्षांश वृत्त की भूमध्य रेखा से दूरी की गणना ग्राफ से प्राप्त ∅ के अनुमानित मूल्यों के अनुसार की जाती है। छात्रों की सुविधा के लिए इन्हें तालिका 9 – 2 में दर्शाया गया है। यहाँ R दी गई मापनी पर पृथ्वी के गोले का अर्द्धव्यास तथा r वृत्त का अर्द्धव्यास अर्थात $\sqrt{2}R$ होता है।

अक्षांश कोण θ	भूमध्य रेखा से दूरी	भूमध्य रेखा से दूरी r = $\sqrt{2R}$
5°	0.097xR	0.069xr
10°	0.197xR	0.139xr
15°	0.291xR	0.206xr
20°	0.384xR	0.271xr
25°	0.479xR	0.339xr

30°	0.575xR	0.407xr
35°	0.661xR	0.468xr
40°	0.749xR	0.530xr
45°	0.837xR	0.592xr
50°	0.921xR	0.652xr
55°	0.001xR	0.708xr
60°	1.074xR	1.759xr
65°	1.150xR	1.814xr
70°	1.218xR	1.862xr
75°	1.281xR	1.906xr
80°	1.337xR	1.945xr
85°	1.382xR	1.978xr
90°	1.414xR	1.000xr

उदाहरण : प्रदर्शक भिन्न 1:200,000,000 पर विश्व का मानचित्र बनाने के लिए मॉलवीड प्रक्षेप की रचना कीजिए। प्रक्षेप में अक्षांशीय अन्तराल 15° तथा देशान्तरीय अन्तराल 30° हो।

हल : दी गई मापनी के अनुसार पृथ्वी के लघुकृत गोले का अर्द्धव्यास– $R = \frac{635,000,000}{200,000,000}$

$= 3.17cm$

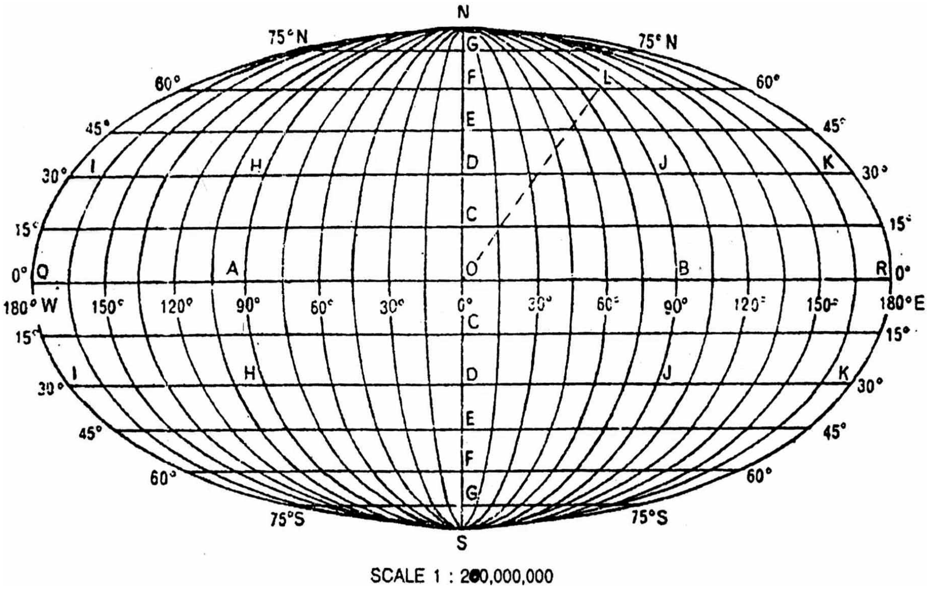
90°E व 90°W देशान्तर रेखाओं के द्वारा निर्मित प्रक्षेप के मध्यवर्ती वृत्त का अर्द्धव्यास -

$\pi r^2 = \pi(\sqrt{2R})^2$

$r^2 = (\sqrt{2R})^2$

$r = \sqrt{2R}$

यहाँ r = 1.414 x 3.17 = 4.48cm



चित्र-9.2 (अ) मॉलवीड प्रक्षेप

प्रक्षेप बनाने के लिए सर्वप्रथम 4.48 से. मी. के बराबर अर्द्धव्यास से NESW वृत्त बनाइए। इस वृत्त में EW क्षेत्रीय व्यास तथा NS ध्रुवीय व्यास (केन्द्रीय देशान्तर रेखा) है। जो एक दूसरे को O बिन्दु पर काटता है। अब तालिका 9–2 की सहायता से 15° के अन्तराल पर विभिन्न अक्षांश वृत्तों की भूमध्य रेखा से दूरियाँ निम्न प्रकार से ज्ञात कीजिए–

1. 15° अक्षांश वृत्त की भूमध्यरेखा से दूरी 0.205 x 4.48 = 0.91cm
2. 30° अक्षांश .404 x 4.48 = 1.80cm
3. 45° अक्षांश 0.592 x 4.48 = 2.65cm
4. 60° अक्षांश 0.762 x 4.48 = 3.41 cm,
5. 75° अक्षांश 0.906 x 4.48 = 4.05 cm
6. 90° अक्षांश 1.000 x 4.48 = 4.48 cm

NS रेखा पर O) बिन्दु से दोनों ओर 0.91, 1.80, 2.65, 3.41, 4.05 तथा 4.48 से.मी की दूरियों के चिन्ह अंकित कीजिए। जो प्रक्षेप में क्रमशः 15°, 30°, 45°, 60°, 75° तथा 90° उत्तरी व दक्षिणी अक्षांश वृत्त को प्रकट करेगी। अब प्रत्येक अक्षांश वृत्त को दुगुना बढ़ा दीजिए तथा उदाहरणानुसार 12 देशान्तर बनाने के लिए 12 बराबर के भाग कीजिए। इन्हें N तथा S ध्रुवों से मिलाकर दीर्घवृत्त बनाइए।

विशेषताएँ :

1. केंद्रीय देशांतर रेखा सरल होती है। 90° पूर्वी तथा 90° पश्चिमी देशान्तर रेखाएँ मिलकर एक पूर्ण मृदा का निर्माण करती है तथा शेष देशान्तर रेखाएँ दीर्घवृत्ताकार होती है।
2. प्रक्षेप में केन्द्रीय देशान्तर रेखा भूमध्य रेखा की आधी लम्बाई की होती है।
3. इस प्रक्षेप में भूमध्य रेखा अपनी वास्तविक लम्बाई ($2\pi R$) से छोटी होती है। अतः भूमध्य रेखा एवं उसके 5° तक के अक्षांश वृत्तों पर मापनी घटी हुई होती है तथा 45° से ध्रुवों के मध्य स्थित अक्षांश वृत्तों पर मापनी बढ़ी हुई होती है।
4. यह एक समक्षेत्र प्रक्षेप है।
5. केन्द्रीय देशान्तर से 30° तक क्षेत्रों की आकृति अच्छी प्रदर्शित होती है। यद्यपि प्रक्षेप में सीमावर्ती भागों में आकृति बहुत विकृत हो जाती है परन्तु सिनुसॉयडल प्रक्षेप की तुलना में यह विकृति कम होती है।

उपयोग : मानचित्रावलियों में विश्व के वितरण मानचित्र बनाने के लिए इस प्रक्षेप का बहुत उपयोग किया जाता है। चूंकी सीमावर्ती भागों में विकृति की अधिकता हो जाता है, अतः वर्तमान में मॉलवीड प्रक्षेप के स्थान पर विच्छिन्न (interrupted) मॉलवीड प्रक्षेप का अधिक प्रयोग किया जाने लगा है।

बोध प्रश्न– 2

1. सिनुसोयडल प्रक्षेप की अपेक्षा मॉलवीड प्रक्षेप में सीमावर्ती क्षेत्रों में कम विकृति क्यों आती है, स्पष्ट कीजिए?

   ....

   ....

2. मॉलवीड प्रक्षेप का उपयोग समझाइए।

   ....

....

9.2.3 गोलाकार प्रक्षेप (Global Projection)

इस प्रक्षेप का सर्वप्रथम निर्माण फादर एस जे जी. फर्नीयर (Father S.J.G Fournier) ने 1643 में किया। फर्नियर के मूल प्रक्षेप में अक्षांश वृत्ताकार तथा देशान्तर दीर्घवृत्ताकार थे। सन 1660 में जे बी. निकोलसी (J.B Nicolasi) ने इसमें संशोधन किया तथा अक्षांश व देशान्तर दोनों को वृत्ताकार बना दिया। इस प्रक्षेप में ग्लोब का केवल आधा भाग ही प्रदर्शित होता है, इसलिए इसे गोलावर्धक प्रक्षेप (Hemisphere projection) भी कहा जाता है।

उदाहरण : 1:200,000,000 मापक पर 15° प्रक्षेपान्तराल से पूर्वी गोलार्द्ध के लिए गोलाकार प्रक्षेप बनाइए।

हल : गोलाकार प्रक्षेप की रचना आलेखी विधि द्वारा की जाती है।

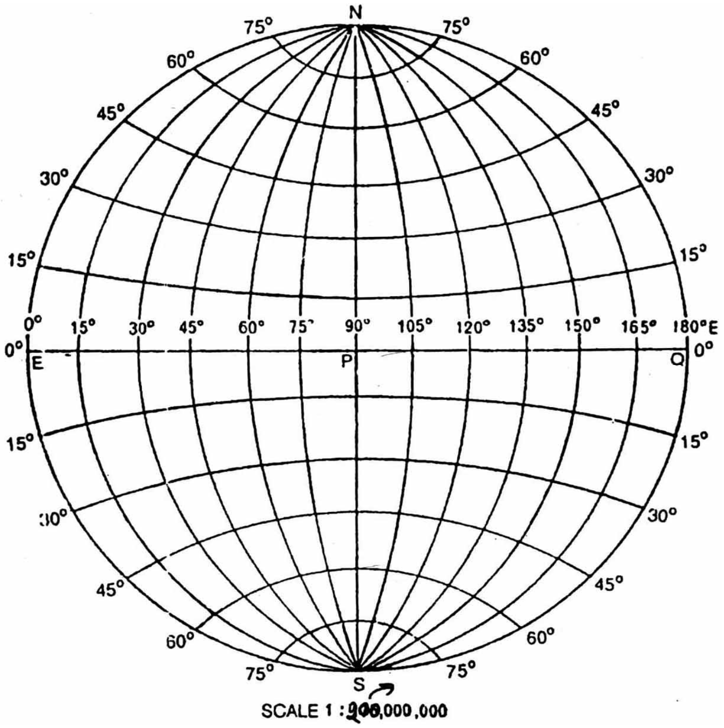
यहाँ समानीत गोले का अर्द्धव्यास (R) = $\frac{635,000,000}{200,000,000}$ = 3.17cm

चूंकि प्रक्षेप में गोलार्द्ध द्योतक वृत्त का क्षेत्रफल प्रकट किया जाता है अत: वृत्त का अर्द्धव्यास अर्थात r = $\sqrt{2R}$ होगा।

$r = \sqrt{2} \times 3.17$

$= 1.414 \times 3.17 = 4.48$cm

अब 4.48 से.मी अर्द्धव्यास लेकर वृत्त NESW की रचना कीजिए। जिसमें NS ध्रुवीय अर्द्धव्यास तथा FW भूमध्य रेखा पर केवल 180° देशान्तर ही प्रदर्शित होंगे। 15° अन्तराल पर 12 देशान्तर रेखाएँ खींची जायेगी। इसी प्रकार भूमध्य रेखा के NS में 6–6 अक्षांश होंगे। रेखाजाल बनाने के लिए EW रेखा के 12 समभाग कीजिए। ये क्रमश: 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 75°, 90°, 105°, 120°, 135°, 150°, 165° और 180° देशान्तर बिन्दु होंगे। इसी प्रकार NS रेखा के भी बिन्दु P से 6–6 सम्भाग कीजिए, जो क्रमश: 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 75°, 90° NS दक्षिण अक्षांश बिन्दु होगे। अक्षांश वृत्त बनाने के लिए केन्द्र P से NS दोनों ओर 30° और 60° के कोण खींचिए जो वृत्त परिधि पर क्रमश: A तथा B बिन्दु है। अब A तथा P को मिलाते हुए एक सरल रेखा खींचिए। इसे समद्विभाग कीजिए। एक नया बिन्दु C प्राप्त होता है। इस बिन्दु पर परकार रखकर CA का चाप लेते हुए अक्षांश वृत्त खींचिए। यह 30° अक्षांश होगा। इसी प्रकार अन्य अक्षांश व देशान्तर रेखाओं की रचना कर प्रक्षेप पूर्ण कीजिए। (चित्र 9.3) प्रत्येक अक्षांश व देशान्तर के लिए भिन्न भिन्न केन्द्रों से वृत्त खींचे जाएंगे।



चित्र-9.3 (अ) गोलाकार प्रक्षेप

विशेषता :

1. भूमध्य रेखा तथा केन्द्रीय देशान्तर रेखा बराबर होती है तथा एक दूसरे को समकोण पर काटती है।
2. केन्द्रीय देशान्तर रेखा से दूरी बढने के साथ साथ अक्षांश वृत्तों के मध्य की दूरी भी बढ़ती जाती है, परन्तु किसी एक देशान्तर रेखा पर उनके बीच की दूरियाँ एक समान होती है।
3. इस प्रक्षेप में दिशा, क्षेत्रफल, आकृति तथा मापनी कोई भी पूर्णतया शुद्ध नहीं रह पाता है। इन अशुद्धताओं के होते हुए भी प्रक्षेप में विकृति अधिक नहीं होती और यही प्रक्षेप का गुण है।
4. इस प्रक्षेप पर ग्लोब का आधा भाग ही प्रदर्शित होता है।

उपयोग : पृथ्वी के गोलार्द्ध मानचित्र बनाने के लिए इस प्रक्षेप का उपयोग किया जाता है। मानचित्रावलियों में कभी कभी पूर्वी तथा पश्चिमी गोलार्द्धों के मानचित्रों को साथ साथ रखकर सम्पूर्ण पृथ्वी को दिखलाया जाता है।

बोध प्रश्न– 3

1. गोलाकार प्रक्षेप में अक्षांश व देशान्तर रेखाओं की विशेषताओं का वर्णन कीजिए।
   ....
   ....

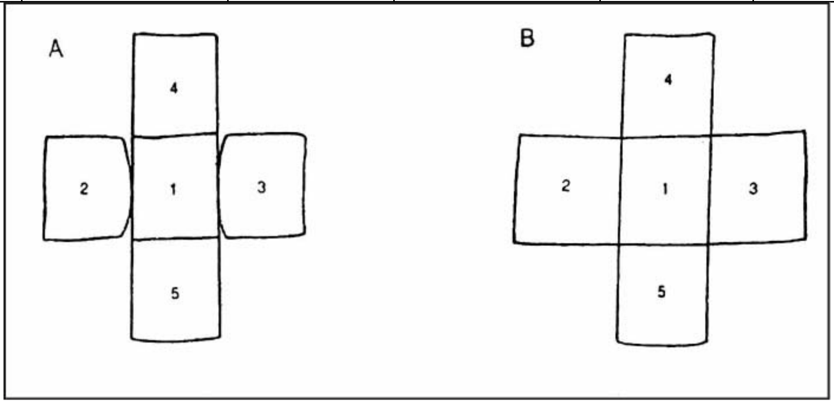
9.2.4 अन्तर्राष्ट्रीय प्रक्षेप (International Projection)

इस प्रक्षेप का निर्माण सर्वप्रथम जे. टी. मैका (J.T Macaw) ने किया। यह बहुशंक्वाकार प्रक्षेप का संशोधित रूप है। इस प्रक्षेप में मापक सदैव 1:1,000,000 अर्थात 1mm अनुपात 1 कि.मी रखा जाता है। अत: इसे मिलियन मैप भी कहते हैं। बहुशंक्वाकार प्रक्षेप पर बने मानचित्रों को परस्पर

जोड़ने पर दो अक्षांशें के मध्य रिक्त स्थान रह जाता है। (चित्र 9.4 (अ) क्योंकि सभी अक्षांशों के केन्द्र भिन्न होते हैं। अन्तर्राष्ट्रीय प्रक्षेप पर बना प्रत्येक स्थलाकृतिक अंशचित्र संलग्र क्षेत्रों के स्थलाकृतिक अंशचित्रों से स्वतन्त्र होता है अर्थात प्रत्येक अंशचित्र की अपनी केन्द्रीय देशान्तर रेखा, अक्षांश वृत्त तथा देशान्तर रेखाएँ होती है। भूमध्य रेखा के 60° N तथा 60° S के मध्य स्थित क्षेत्र के स्थलाकृतिक अंशचित्रों में प्रत्येक का अक्षांशीय विस्तार 4° तथा देशान्तरीय विस्तार 60° परन्तु 60° से 88° अक्षांशों के मध्य अक्षांशीय विस्तार 4° तथा देशान्तरीय विस्तार 12° होता है। ध्रुवीय भागों के प्रत्येक अंशचित्र को 4° व्यास वाले वृत्त के रूप में बनाया जाता है। 1909 में अन्तर्राष्ट्रीय मानचित्र समिति ने विश्व के सभी देशों के भू आकृतिक मानचित्र बनाने के लिए इस प्रक्षेप का उपयोग करना तय किया। ताकि विभिन्न मानचित्रों को परस्पर जोड़ कर बडा मानचित्र बनाया जा सके। इस प्रक्षेप में देशान्तर रेखाएँ सरल होती है और अक्षांश वृत्ताकार होते हैं अन्तर्राष्ट्रीय प्रक्षेप की रचना में दो तालिकाओं का प्रयोग किया जाता है। तालिका 9अ. 4 की सहायता से प्रक्षेप के लिए केन्द्रीय देशान्तर रेखा की लम्बाई ज्ञात की जाती है। इस सारणी में भूमध्य रेखा से 4 – 4° के अन्तराल पर स्थित अक्षांश वृत्तों के मध्य केन्द्रीय देशान्तर रेखा की कम में संशोधित लम्बाई लिखी होती है।

तालिका-9.4 : केन्द्रीय देशान्तर रेखा की संशोधित लम्बाई

अक्षांश	संशोधित लंबाई	अक्षांश	संशोधित लंबाई	अक्षांश	संशोधित लंबाई
0–4°	442.00	28° – 32°	443.19	56° – 60°	445.44
4–8°	442.04	32° – 36°	443.50		
8–12°	442.14	36° – 40°	443.81		
12–16°	442.28	40° – 44°	444.14		
16–20°	442.45	44° – 48°	444.47		
20–24°	442.67	48° – 52°	444.81		
24–28°	442.91	52° – 56°	445.13		



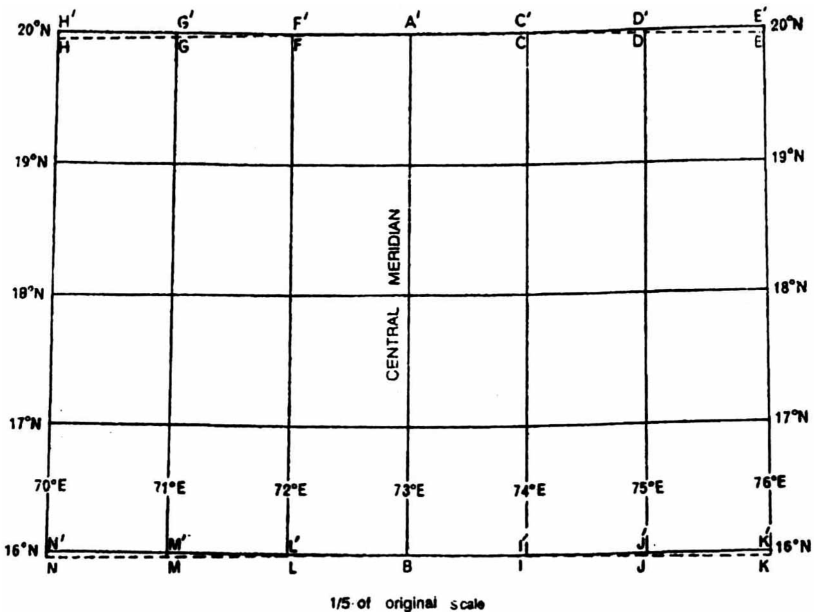
चित्र-9.4 (अ)

द्वितीय सारणी 9.5 की सहायता से प्रक्षेप में सबसे ऊपर तथा सबसे नीचे के अक्षांश वृत्तों को बनाया जाता है। इस सारणी में केन्द्रीय देशान्तर रेखा के पूर्व तथा पश्चिम की ओर एक एक अंश के अन्तराल पर खींची जाने वाली देशान्तर रेखाओं तथा प्रक्षेप के सीमावर्ती अक्षांश वृत्तों के प्रतिच्छेदन बिन्दुओं के mm में क्षैतिज एवं लम्बवत निर्देशांक (coordinator) लिखे होते हैं।

इनकी मदद से प्रत्येक देशान्तर रेखा के दोनों सिरों को दिखलाने वाले बिन्दुओं को अंकित करके प्रक्षेप में सरलतापूर्वक याम्योत्तर खींच दी जाती है।

तालिका-9.5 : अक्षांश व देशान्तर रेखाओ के प्रतिच्छेदी निर्देशांक

अक्षांश	निर्देशांक	केंद्रीय मध्याह रेखा के देशांतर		
		1°	2°	3°
0°	X	111.32	222.64	333.96
	Y	0.00	0.00	0.00
4°	X	111.05	222.10	333.16
	Y	0.07	0.27	0.16
8°	X	110.25	220.49	330.76
	Y	0.13	0.54	1.24
12°	X	108.91	217.81	326.73
	Y	0.79	0.20	1.78
16°	X	107.04	214.08	321.13
	Y	0.26	1.03	2.32
20°	X	104.65	209.31	313.98
	Y	0.31	1.25	0.00
24°	X	101.76	203.52	305.31
	Y	0.36	1.45	3.25
28°	X	98.37	196.75	295.15
	Y	0.40	1.61	3.63
32°	X	94.50	189.01	283.56
	Y	0.44	1.75	3.93
36°	X	90.17	180.36	270.59
	Y	0.46	1.85	4.16
40°	X	85.40	170.82	256.29
	Y	0.48	1.92	4.31
44°	X	80.21	160.45	240.73
	Y	0.49	1.95	4.38
48°	X	74.63	149.29	224.00
	Y	0.48	1.94	4.36
52°	X	68.69	137.40	206.16
	Y	0.47	1.89	4.25
56°	X	62.40	124.83	187.31
	Y	0.45	1.81	4.06
60°	X	55.81	111.64	167.52
	Y	0.42	1.69	3.80



चित्र - 9.4 (ब) अंतराष्ट्रीय प्रक्षेप

उदाहरण :

20° N अक्षांश से 24° N अक्षांश तथा 60°E देशान्तर से 66°E देशान्तर क्षेत्र के लिए अन्तराष्ट्रीय प्रक्षेप का रेखाजाल बनाइए।

हल :

तालिका सं. 9.4 को देखकर 20° से 24° अक्षांशों के बीच की दूरी ज्ञात कीजिए। यह 442.67mm– अर्थात 44.267 से.मी है। इस लम्बाई की एक उर्ध्वाधर सरल रेखा PQ खींचिए। यह हमारा मध्य देशान्तर 63° पूर्व होगा। P तथा Q पर क्रमश: AB तथा CD लम्ब खींचिए। अब तालिका 9अ.5 की सहायता से Q बिन्दु के दोनों ओर CD क्षैतिज दूरी x के अनुसार चिन्ह लगाइये। चूंकि CD अक्षांश 20° का होगा, अत: 20° के लिए दूरियाँ 1° अन्तर पर 102.65mm, 2° अन्तर पर 209.31mm और 3° अन्तर पर 313.98mm होगी। चूंकि मध्य देशान्तर 63° है, अत: CQ रेखा पर ये दूरियां क्रमश: 62°, 61° और 60° देशान्तर प्रदर्शित करेंगी और QD रेखा पर 64°, 65° और 66° पूर्वी देशान्तर बिन्दु होगे। इस प्रकार AB अक्षांश पर 1° अन्तराल से ये दूरियां तालिका 9अ.5 के अनुसार क्रमश: 101.76mm, 203–52mm, और 305–31mm दी गई है। इन दूरियों को AP तथा BP रेखा पर अंकित कीजिए। जो क्रमश: AP रेखा पर 62°, 61°, 60° पूर्वी देशान्तर तथा BP रेखा पर 64°, 65°, 66° पूर्वी देशान्तर को प्रकट करेगी।

इन देशान्तरीय बिन्दुओं पर तालिका 9अ. 5 के अनुसार Y दूरियों के लम्ब डालिए। जैसे कि 20° अक्षांश पर 60° और 66° देशान्तर चिन्ह पर 0.31mm, 61° और 65° देशान्तर पर 1.25mm तथा 62° और 64° देशान्तर पर 2.81mm। इस प्रकार 24° अक्षांश पर क्रमश: 0.36mm, 1.45mm तथा 3.25mm की दूरियां कीजिए। इन बिन्दुओं को परकार की सहायता से मिलाते हुए अक्षांश वृत्त खींचिए। अन्य अक्षांशों को खींचने के लिए मध्य देशान्तर के चार बराबर भाग कीजिए और उन बिन्दुओं से गुजरते हुए समान्तर अक्षांश वृत्त खींचिए। देशान्तर बनाने के लिए

संगत बिन्दुओं को सरल रेखा द्वारा मिला दीजिए। अक्षांश व देशान्तरों का नामांकन कर प्रक्षेप पूर्ण कीजिए।

विशेषता :

1. किसी भी एक देशान्तर रेखा पर अक्षांश वृत्तों के बीच की दूरी समान होती है।
2. देशान्तर रेखाएँ सरल होती हैं तथा अक्षांश वृत्त वक्राकार होते हैं।
3. इस प्रक्षेप पर साधारण बहुशंक्वाकार प्रक्षेप की भांति अक्षांश वृत्त संकेन्द्री नहीं होते, परन्तु उनके केन्द्र बढाई गई केन्द्रीय देशान्तर रेखा पर होते हैं।
4. इस प्रक्षेप में क्षेत्रफल तथा आकृति काफी सीमा तक सही सही प्रदर्शित की जा सकती है।

उपयोग : इस प्रक्षेप पर बने अंशचित्र क्षेत्रफल तथा आकृति को सही सही प्रदर्शित करते हैं अत : इस पर बने अंशचित्रों को जोड़ कर अपेक्षाकृत बड़े क्षेत्र का मानचित्र प्राप्त किया जा सकता है। 1:10,00,000 मापनी पर विश्व के स्थलाकृतिक प्रपत्र (topographical sheet) बनाने के लिए इसका सर्वाधिक उपयोग किया गया है।

बोध प्रश्न–4

1. अन्तर्राष्ट्रीय प्रक्षेप के महत्व को स्पष्ट कीजिए।

   ....

   ....

2. अन्तर्राष्ट्रीय प्रक्षेप में अक्षांशीय व देशान्तरीय विस्तार की विवेचना कीजिए।

   ....

   ....

9.3 प्रक्षेपों का चयन

प्रक्षेप धरातल का निश्चित मापक के अनुसार समतल सतह पर निर्मित प्रतिरूप है। इसलिए अध्ययन के उद्देश्य और उससे सम्बन्धित क्षेत्र को ध्यान में रखकर अलग –अलग प्रक्षेपों का निर्माण किया जाता है। भूगोल में प्रक्षेप मानचित्रण की सहायता से धरातल के किसी भी भाग में किसी भी तथ्य की भौगोलिक अवस्थिति को तर्कसंगत और यथार्थ बनाते हैं। ग्लोब पर सम्पूर्ण विश्व, गोलार्द्ध, ध्रुवीय क्षेत्र की दृष्टि से अधिक से अधिक शुद्धता प्राप्त करने के लिए उपयुक्त प्रक्षेप का चयन किया जाना चाहिए।

9.3.1 सामान्य उद्देश्य वाले विश्व मानचित्र

नौ संचालन सम्बन्धी मानचित्रों के लिये मर्केटर प्रक्षेप बहुत उपयोगी होता है। यद्यपि महासागरीय धाराओं एवं पवनों की दिशा आदि प्रकट करने के लिये इस प्रक्षेप का काफी उपयोग होता है, परन्तु उच्च अक्षांशों में क्षेत्रफल बहुत अधिक बढ़ जाने के कारण सामान्य उद्देश्य वाले संसार के मानचित्रों को मर्केटर प्रक्षेप पर नहीं बनाया जाता। अत: विच्छिन्न सिनुसॉयडल या विच्छिन्न मॉलवीड में किसी एक का इस कार्य के लिये चयन करना हितकर रहता है। शुद्ध दिशा दिखलाने के लिये मर्केटर प्रक्षेप के अतिरिक्त खमध्य प्रक्षेपों का भी आवश्यकतानुसार चयन किया जा सकता है।

9.3.2 महाद्वीपों के मानचित्र

एक ही गोलार्द्ध (उत्तरी अथवा दक्षिणी) में स्थित अपेक्षाकृत कम देशान्तरीय विस्तार वाले महाद्वीप जैसे उत्तरी अमेरिका, यूरोप तथा आस्ट्रेलिया के वितरण मानचित्र बोन प्रक्षेप पर भली–भाँति बनाये जा सकते हैं। दक्षिण अमेरिका तथा अफ्रीका ऐसे महाद्वीप हैं, जिनका विस्तार दोनों गोलार्द्धों में है। अतः इनके लिये सिनुसॉयडल अथवा मॉलवीड प्रक्षेप का चयन करना चाहिए।

9.3.3 वितरण मानचित्र

वितरण मानचित्रों के लिये किसी समक्षेत्र प्रक्षेप की आवश्यकता होती है, जिससे उस पर बने मानचित्र में प्रदर्शित क्षेत्रों की परस्पर तुलना की जा सके। उष्ण कटिबन्धीय क्षेत्रों के वितरण मानचित्र बनाने के लिये लैम्बर्ट का बेलनाकार समक्षेत्र, प्रक्षेप, मॉलवीड प्रेक्षप तथा सिनुसॉयडल प्रक्षेप में किसी एक का चयन करना उपयुक्त रहता है। समस्त संसार के वितरण मानचित्रों के लिये विच्छिन्न सिनुसॉयडल प्रक्षेप का चयन किया जाता है। बेलनाकार समक्षेत्र प्रक्षेप पर संसार का अच्छा वितरण मानचित्र नहीं बनाया जा सकता।

9.3.4 छोटे देशों के मानचित्र

उत्तर–दक्षिण दिशा में कम विस्तार वाले छोटे–छोटे देशों को दो मानक अक्षांश वाले शंकु प्रक्षेप पर प्रभावशाली ढंग से प्रस्तुत किया जा सकता है।

9.3.5 अधिक विस्तार वाले क्षेत्रों का मानचित्र

जिन क्षेत्रों का देशान्तरीय विस्तार अधिक होता है, उनके लिए एक मानक शंकु प्रक्षेप अथवा दो मानक शंकु प्रक्षेप का प्रयोग किया जाता है। जैसे ट्रॉन्स साइबेरियन रेलमार्ग के लिए एक मानक शंकु प्रक्षेप सर्वाधिक उपयुक्त हैं। इसी प्रकार अधिक–अक्षांशीय विस्तार वाले क्षेत्र जैसे चिली के मानचित्र के लिए बोन प्रक्षेप का प्रयोग किया जाना चाहिए।

विद्यार्थियों की सुविधा के लिए मानचित्र प्रक्षेप चयन की प्रक्रिया को सरल बनाने हेतु तालिका 9ब.2 (अ) का निर्माण किया गया है, जिसके अन्तर्गत प्रक्षेप की विशेषता, गुण–दोष तथा उपयोग को सूचीबद्ध किया गया है।

बोध प्रश्न – 5

1. अफ्रीका महाद्वीप का मानचित्र बनाने के लिए आप किस प्रक्षेप का चयन करेंगे और क्यों?

   ....

   ....
2. ट्रॉन्स साइबेरियन रेलमार्ग को दर्शाने के लिए प्रयोग में लिया जाने वाला प्रक्षेप कौनसा है?

   ....

   ....
3. प्रक्षेपों के चयन का उद्देश्य स्पष्ट कीजिए?

   ....

……………………………………………………………………………….

प्रदेश	उपयुक्त मानचित्र प्रक्षेप	गुण एवं दोष	अक्षांश रेखाऐं	देशांतर रेखाऐं	
1.(a) सम्पूर्ण विश्व	1. बेलनाकार समक्षेत्र	(i) समान क्षेत्रफल (ii)भूमध्य रेखासे 30° अक्षांशीय विस्तार तक न्यूनाधिक रूप से यथाकृतिक। (iii) ध्रुवों से निकट बडे पैमाने पर पूर्व पश्चिम विकृति।	(i)सीधी एवं समांनातर (ii) भूमध्य रेखा से ध्रुवों की और अंतराल में कमी। (iii) भूमध्य रेखा की लम्बाई के बराबर।	(i)सरल, सामांतर एवं समान दूरी। (ii) मापनी अशुद्ध	उष्ण कटिबंधीय फसलों के वितरण प्रदर्शन हेतु उपयुक्त।
	2.मर्केटर	(i)छोटे क्षेत्रों के । लिए यथाकृतिक। (ii)शुद्ध–दिशा। (iii)सीधे एक दिशा नौपथ(Rhumb line or Loxodrome) (iv) ध्रुवों की और क्षेत्रफल में वृद्धि	(i)सीधी एवं समांतर (ii)भूमध्य रेखा से ध्रुवों की और अंतराल में कमी। (iii)भूमध्यरेखा रेखा की लम्बाई के बराबर। (iv)भूमध्यरेखा से ध्रुवों की और लम्बाई एवं देशान्तर देखाओं की मापनी में	(i)सीधी समांतर एवं परस्पर बराबर। (ii)समान अंतराल पर।	नौ संचालन चार्ट एवं मानचित्र के लिए विशेष रूप से उपयोग विश्व के सामान्य मानचित्र के लिए अधिक उपयोगी नहीं।

			समान अनुपातमें वृद्धि		
	3.मॉलवीड	(i)समान क्षेत्रफल। (ii)केन्द्रीय देशान्तर रेखा से 30° तक के क्षेत्र के लिए यथाकृतिक। (iii)सीमावर्ती भागों की आकृति में विकृति। (iv)सुंदर आकार।	(i)सीधी एवं समांतर	(i)केन्द्रीय को छोड़कर अन्य देशान्तर रेखाएं दिर्घवृत्ताकार। (ii)समान अंतराल (iii)केन्द्रीय देशान्तर रेखा भूमध्य रेखा की आधी। (iii)उत्तर–दक्षिण मापनी अशुद्ध।	वितरण के लिए विशेष रूप से उपयोगी।
	4.सिनुसॉयडल	(i)समान क्षेत्रफल। (ii)सीमावर्ती भागोंकी आकृति में विकृति।	(i)सीधी समानांतर एवं समान अंतराल। (ii)अक्षांश रेखाओंकी लम्बाई एवं उनके बीच का अंतराल मापनी के an ऊसर शुद्ध (भूमध्य रेखा सहित सभी अक्षांशरेखा मापनी शुद्ध)	(i)केन्द्रीय देशान्तर रेखाएं सीधी लेकिन अन्य वक्रकार। (ii)समानअंतराल। (iii)केन्द्रीय देशान्तर रेखा भूमध्य रेखाकी आधी। (iv)केन्द्रीय देशान्तर रेखा पर मापनी शुद्ध, दूरजाने पर मापनी में वृद्धि।	मॉलवीड की तुलना में कम उपयोगी।
	5.गॉल–प्रक्षेप	(i)न तो यथाकृतिक एवं न ही समक्षेत्र।	(i)सरल समान लम्बाई व समांतर।	(i) सरल, समनान्तर । (ii) समान	विश्व के स्मानया मानचित्र के लिए

		(ii)आकार में आयताकार। (iii)बनाने में आसान। (iv)मर्केटर के तुलना में उच्च अक्षांशोंमें कम विकृति।	(ii)45°उत्तरी व दक्षिणी अक्षांशों मापनी शुद्ध। (iii)अक्षांश से ध्रुवों की और अंतराल में वृद्धि एवं भूमध्य रेखा की और अंतराल में कमी ।	अंतराल पर । (iii) देशान्तर रेखा पर मापनी अशुद्ध	विशेष रूप से उपयोगी ।
	6. सामान्य बेलनाकर	(i) न तो यथाकृतिक एवं न ह समक्षेत्र	(i) सरल, समनान्तर। (ii) समान अंतराल पर । (iii) भूमध्य रेखा पर मापनी में वृद्धि।	(i) अक्षांश एवं देशांतर रेखाएँ एक समान दूरी पर । (ii)सरल एवं समानान्तर। (iii)देशान्तर रेखाओं की लंबाई भूमध्य रेखा की आदि ।	विश्व के मानचित्र के लिए काफी कम उपयोगी।
1. (b) एक गोलार्द्ध (उत्तरी या दक्षिणी	1. ध्रुवीय खमध्य समक्षेत्र।	(i) शुद्ध दिशा। (ii) समान क्षेत्रफल	(i) संकेंद्रीय वृत्त के रूप में (ii) ध्रुवों से भूमध्य रेखा ध और में कमी ।	(i) केंद्र (ध्रुव) से समान कोणीय दूरी पर विकारित रेखाओं के रूप में; सीधी रेखा के र में ।	ध्रुवीय क्षेत्रों के वितरण मंचित्रों के लिए विशेष रूप से उपयोगी
	2. त्रिवम ध्रुवीय खमध्य 3. ध्रुवीय खमध्य समदूरस्थ 4. गोलाकार प्रक्षेप	(i) यथाकृतिक (ii) केन्द्र से दूर जाने पर क्षेत्रफल में वृद्धि (iii) धुर्व से भूमध्य रेखा	(i) संकेंद्रीय वृत्त । (ii) ध्रुव से भूमध्य रेखा ध ओ अंतराल में वृद्धि.। (i)संकेन्द्रिय	(i) सीधा रेखा, केन्द्र से समान कोणीय दूरी विकारित रेखाओं के रूप में। (i) सीधी रेखाएँ (ii)ध्रुवों से विकारित समान कोणीय दूरी वाली रेखाओं के रूप में	वर्तमान समय में अधिक उपयोगी नहीं । वृहत मापनी पर पृथ्वी

		की और अक्षांश वृत्तों पर मापनी में वृद्धि (i) न तो समक्षेत्र ही यथाकृतिक (ii)केन्द्रीय भाग में क्षेत्रफल कुछ कम एवं सीमावर्ती भाग में अधिक (iii) रचना वोदि सरल ।	वृत्त । (ii)समान अंतराल (i) समान अंतराल (ii) असंकेन्द्रीय छाप के रूप में (iii) भूमध्य रेखा एवं केन्द्रीय देशान्तर रेखा की लंबाई बराबर।	। (i) असंकेन्द्रीय छाप के रूप में (ii) डेंद्रिय देशान्तर रेखा प्र मापनी शुद्ध	के गोलार्द्ध मंचित्रों के लिए प्रयुक्त
2. भूमध्य रेखा के उत्तरी दक्षिणी विस्तार वाले महादेश (a) अफ्रीका	1. सिनुसोयडल 2. बेलनाकर समक्षेत्र 3. मार्केटर	भूमध्य रेखा से एक समान उत्तर एवं दक्षिण विस्तार ओकये क्षेत्रों के लिए सर्वाधिक उपुक्त । – –	(i)सीधी, समानंतर एव समान अंतराल (ii)भूमध्य रेखा सहित सभी अक्षांश रेखाओं पर मापनी शुद्ध।	केन्द्रीय देशान्तर रेखा पर मापनी शुद्ध । – –	केप–कैरो रेलमार्ग के लिए विशेष रूप से उयपोगी. । – –
(b) दक्षण अमेरिका	सिनुसोयडल शंक्वाकार बोन प्रक्षेप	(i) मानक अक्षांशों परमापनी शुद्द । (ii) कम विकृति । (i) समान क्षेत्रफलों	(i)संकेंद्रीय वृत्त के छाप के रूप में (ii) समान अंतराल । (i) संकेन्द्रिय वृत्त के चाप	विकरित शिधी रेखा के रूप में । सभी देशान्तर रेखाओं पर मापनी शुद्ध केंद्रीय देशान्तर रेखा सीधी अन्य वकीय । समान अंतराल । प्रत्येक अक्षांश रेखा पर	मध्य अक्षांशीय क्षेत्रों के लिए विशेष रूपसे उपयोगी

		(ii)चारों कोनो (उ.पू. उ.प., द.पू. एवं द.प.) में विकृति		शुद्ध ।	
© अन्य	खमद्य समक्षेत्र गोलाकार सामान्य त्रिविम	समान क्षेत्रफल शुद्ध दिशा छोटे क्षेत्रों के लिए यथाकृतिक	संकेंद्रीय वृत्त अक्षांश रेखाओं के बीच के अतरलेसा viएषुवर रेखा की और कमी । भूमध्य रेका को कार अन्य अक्षांश वक्रिय अंतराल में विषुवत रेखा की और कमी ।	समान अंतराल ।विकारित सरल रेखों के रूप में । – केन्द्रीय देशान्तर रेखा सीधी अन्य छाप के र में.। केन्द्र के निकर अंतराल कम	
3.विषुवत रेखा के उत्तर या दक्षिण के प्रदेश (a) एशिया (b)उत्तर अमेरिका (c)यूरोप (d)ऑस्ट्रेलिया	– 1.बोन 2.लैंमबर्ट का खमध्य समदूरस्थ 1.बोन 1.बहु शुंक 2.दो मानक अक्षांश वाला शुंक प्रक्षेप 1. .दो मानक अक्षांश वाला शुंक प्रक्षेप 2. बोन	– – – (i)दिशा शुद्ध – (i) कम विकृति –	– – – (i)संकेन्द्रीय वृत। (ii) समान अंतराल। (i)संकेन्द्रीय वृत्त (ii)समान अंतराल। (iii)दोनों मानक अक्षांशों पर मापनी शुद्ध।	– – – (i)समान अंतराल विकरित, सरल रेखाओं के रूप में। (i)विकृत सरल रेखाओं के रूप में। (ii)समान अंतराल।	– – – – – – –

4.ध्रुवीय क्षेत्र 5.देश बड़े एवं छोटे (a)बड़े देश (i)यू.एस.ए (ii)रूस (iii)भारत	1.खमध्य प्रक्षेप (i)लैम्बर्ट का खमध्य (ii)दो मानक अक्षांश वाला शंक्वाकार (iii)बोन	(i)शुद्व शिक्षा – कोने (corner) के क्षेत्रों की आकृति में विकृति।	(i)संकेन्द्रीय वृत्त –	(i)समान अंतराल (ii)विकरित सरल रेखा –	– समान लम्बाई एवं चौड़ाई वाले देशों के लिए उपयुक्त डामंड के आकार वाले देशों के लिए उपयुक्त।
(b)छोटे देश (i)बाल्टिक देश (ii)फ्रांस, स्पेन, ब्रिटेन आदि	(i)एक मानक अक्षांश वाला शुंक प्रक्षेप (ii)दो मानक अक्षांश वाला शुंक प्रक्षेप	कम उत्तर दक्षिण विस्तार वाले देशों के लिए उपयुक्त	– –	– –	पूर्व–पश्चिम चौडाई की तुलना में अधिक उत्तर दक्षिण लम्बाई वालें क्षेत्रोंके लिए उपयुक्त।
6.वृहत मापनी पर बने	(i)संशोधित बहु शुंक या अंतराष्ट्रिय	व्यवहारिक कार्यों के ;लिए यथाकृतिक एवं समक्षेत्र	(i)वृत्त के चाप के रूप में।	(i)सरल रेखा। (ii)दो देशान्तर रेखाओं	(One in million map)

9.4 सारांश (Summary)

रूढ़ प्रक्षेपों की रचना पूर्णतया गणितीय नियमों पर आधारित है। ये प्रक्षेप किसी विशेष प्रयोजन हेतु स्वतन्त्र रूप से बनाये जाते हैं। जिन महाद्वीपों का विस्तार दोनों गोलार्द्धों में हैं उनके लिये यह प्रक्षेप विशेष उपयोगी है। समस्त संसार के वितरण मानचित्र बनाने के लिये इन प्रक्षेपों का प्रमुखता से उपयोग किया जाता है।

9.5 शब्दावली (Glossary)

गोलाकार प्रक्षेप : इसमें अक्षांश व देशान्तर दोनों ही वृत्ताकार होते हैं।

रूढ़ प्रक्षेप : किसी विशेष प्रयोजन हेतु स्वतंत्र रूप से बनाये गये प्रक्षेप।

विच्छिन्न मालवीड प्रक्षेप : जे. पाल गुडी द्वारा संशोधित सामान्य मालवीद्र प्रक्षेप।

ज्यावक्रीय प्रक्षेप : ज्या वक्रों के प्रयोग के कारण सिनुसायडल प्रक्षेप को ज्यावक्रीय प्रक्षेप कहते हैं।

9.6 सन्दर्भ ग्रन्थ सूची (Reference books)

1. जे.पी. शर्मा, **"प्रायोगिक भूगोल"** रस्तोगी पब्लिकेशन मेरठ, 2004
2. R.L Singh, “**elements of practical”,** kalyani, New Delhi 1979.
3. डॉ पी.आर चौहान, **"प्रायोगिक भूगोल"** वसुन्धरा प्रकाशन, गोरखपुर, 2005

9.7 बोध प्रश्नों के उत्तर

बोध प्रश्न – 1

1. (अ) इश्रस प्रक्षेप में स्पर्शतल तथा प्रकाश स्त्रोत का प्रयोग नहीं होता।

   (ब) ये प्रक्षेप किसी विशेष प्रयोजन हेतु बनाये जाते हैं।

2. सूत्र $2\pi R \cos\emptyset \times \frac{\text{अन्तराल}}{360°}$

बोध प्रश्न– 2

1. केन्द्रीय देशान्तर से तक क्षेत्रों की आकृति अच्छी प्रदर्शित होती है, जिसका खासिनुसॉयडल की अर्यक्षा इसमें सीमावर्ती भागों में आकृतिकय विकृति होती है।
2. विश्व के वितरण मानचित्र बनाने के लिये इसका उपयोग अधिक किया जाता है।

बोध प्रश्न– 3

1. इसमें अक्षांश व देशान्तर दोनों ही वृत्ताकार होते हैं।

बोध प्रश्न– 4

1. इस प्रक्षेप पर बने अंशचित्र क्षेत्रफल तथा आकृति को सही प्रदर्शित करते हैं। अत: इस पर बने अंशचित्रों को जोड़कर अपेक्षाकृत बड़े क्षेत्रों का मानचित्र प्राप्त किया जा सकता है। विश्व के स्थालाकृतिक प्रपत्र बनाने के लिये इसका सर्वाधिक उपयोग किया जाता है।
2. इस प्रक्षेप में 60°N से 60°S के मध्य अक्षांशीय विस्तार 4° तथा देशान्तरीय विस्तार 6° का होता है। जबकि 60° से 88° अक्षांशों के मध्य अक्षांशीय विस्तार 4° तथा देशान्तरीय विस्तार 12° का होता है। ध्रुवीय भागों के प्रत्येक अंशचित्र को 4° व्यास वाले वृत्त के रूप में बनाया जाता है।

बोध प्रश्न– 5

1. अफ्रीका महाद्वीप का मानचित्र बनाने के लिए सिनुसॉयडल प्रक्षेप का प्रयोग सर्वाधिक उपयुक्त है। क्योंकि भूमध्य रेखा के दोनों ओर अक्षांश रेखाओं पर मापनी शुद्ध होती है।
2. (ट्रॉन्स साइबेरियन) रेलमार्ग के लिए एक मानक शंकु प्रक्षेप का प्रयोग किया जाना चाहिए। इस प्रक्षेप में मानक अक्षांश पर दिशा एवं आकृति शुद्ध होती है।
3. किसी क्षेत्र अथवा भौगोलिक वितरण को सही आकृति, दिशा तथा क्षेत्रफल के अनुसार प्रदर्शित करने के लिए उपयुक्त प्रक्षेप का चयन आवश्यक होता है। उपयुक्त प्रक्षेप के प्रयोग से मानचित्र में शुद्धता रहती है।

9.8 अभ्यासार्थ प्रश्न

1. 1:100,000,000 मापनी पर विश्व का मानचित्र बनाने के लिए सिनुसॉयडल प्रक्षेप की रचना कीजिए। प्रक्षेप में अन्तराल 15° हो।
2. प्रदर्शक भिन्न 1:150,000,000 पर विश्व का मानचित्र बनाने के लिए मॉलवीड प्रक्षेप की रचना कीजिए। प्रक्षेप में अक्षांशीय अन्तराल 15° तथा देशान्तरीय अन्तराल 30° हो।
3. 1:100,000,000 मापक पर 30° प्रक्षेपान्तराल से पूर्वी गोलार्द्ध के लिए गोलाकार प्रक्षेप बनाइए।

इकाई 10: आँकडों की गणना (Computation of data)

इकाई की रूपरेखा

इकाई की रूपरेखा

10.0 उद्देश्य

10.1 प्रस्तावना

10.2 आँकड़ो

10.2.1 परिभाषा

10.2.2 वर्गीकरण

10.3 आँकड़ो की गणना

10.4 आवृति तालिका बनाना

10.5 हिस्टोग्राम एवं ओजीव द्वारा आँकड़ो का प्रदर्शन

10.6 विषमता की गणना

10.7 सारांश

10.8 शब्दावली

10.9 संदर्भ ग्रंथ

10.10 बोध प्रश्नों के उत्तर

10.11 अभ्यासार्थ प्रश्न

10.0 उद्देश्य (Objective)

इस इकाई का अध्ययन करने के उपरान्त आप समझ सकेंगे –

- आँकड़ो का परिचय,
- सारणी निर्माण,
- आँकड़ो का प्रदर्शन,
- विषमता की गणना।

10.1 प्रस्तावना (Introduction)

विज्ञानों का मूलभूत वर्गीकरण क्रमबद्ध विज्ञान ,कालिक विज्ञान तथा स्थानीक विज्ञान है। भूगोल का सम्बन्ध धरातल से होने के कारण यह स्थानिक विज्ञान के अन्तर्गत रखा जाता है किन्तु धरातल का सम्बन्ध पदार्थ तथा समय से होता है। अत: भूगोल विज्ञान के इन विषयों से अपने को आबद्ध पाता है। आधुनिक भूगोल का अध्ययन अन्य विज्ञानों के समान ही साक्ष्य संकलन, वर्गीकरण एवं संकल्पना परीक्षण के आधार पर किया जाता है। अत: भौगोलिक अध्ययन में आँकड़ो (साक्ष्यों) का संकलन, उनका वर्गीकरण, वर्णन एवं व्याख्या आवश्यक है।

10.2 आँकडों

10.2.1 परिभाषा

आँकड़ो से अभिप्राय उन तथ्यों से हैं जिन को संख्यात्मक ढंग से प्रकट किया जाता है। आकड़े किसी तथ्य की मात्रात्मक जानकारी प्रदान करते है अर्थात् ये एक भौगोलिक परिमाण (geographical magnitude) होते है। उदाहरण किसी क्षेत्र का भौगोलिक क्षेत्रफल, फसलों के अधीन कृषि क्षेत्र, कुल जनसंख्या आदि। अत: स्पष्ट है किसी लक्षण के बारे में प्राप्त मात्रात्मक सूचनाओं को ही आँकड़ो के नाम से जाना जाता है।

10.2.2 वर्गीकरण

आँकड़ो को सुविधानुसार निमवर्गो में बांटा जा सकता है।

1. **व्युत्पत्तिमूलक वर्गीकरण :** इनका आधार भौगोलिक आँकड़ो के स्त्रोत से है। प्राथमिक स्त्रोत से प्राप्त आकड़े प्राथमिक आकड़े कहलाते है। ये आकड़े अन्वेषक स्वयं किसी क्षेत्र में सर्वेक्षण करके एकत्र करता है तथा इस कार्य हेतु वह प्राय: प्रश्नावली का प्रयोग करता है। द्वितीय स्त्रोत से प्राप्त आकड़े द्वितीयक आकड़े कहलाते है। ये आकड़े किसी विभाग,एजेन्सी या दूसरे अन्वेषक द्वारा एकत्र किये जाते है। सरकारी संस्थाओं द्वारा प्राप्त आकड़े भी द्वितीयक प्रकार के होते है।
2. **गुणात्मक वर्गीकरण :** यह वर्गीकरण आँकड़ो की विशेषताओं पर आधारित होता है जैसे – ज्यामितिय आकड़े (नक्शे), कालानुक्रमिक आकड़े एवं पदार्थ परक आकड़े।
3. **कालिक वर्गीकरण :** इन आँकड़ो का वर्गीकरण समय के संदर्भ में किया जाता है।
4. **स्थानिक वर्गीकरण :** यह वर्गीकरण स्थान की प्रकृति के आधार पर किया जाता है। भौगोलिक पर्यावरण में प्रत्येक मानव एक निश्चित बिन्दु (स्थान) पर रहता है, किन्तु वह अपनी सभी आवश्यकताओं की पूर्ति उस बिन्दु पर नहीं कर पाता। अत: उसे एक स्थान से दूसरे स्थान पर जाना पड़ता है। जहां वह आवश्यकतापूर्ति के रूप में वस्तु विनिमय, उपभोग एवं वितरण करता हैं। मनुष्य की इन प्रक्रियाओं से विभिन्न भूदृश्य अस्तिव में आते है जिन्हें सांस्कृतिक भूदृश्य कहते है। उदाहरण ग्राम, नगर ,सडक ,बाजार क्षेत्र, रेल मार्ग, कृषि क्षेत्र, खनन क्षेत्र, औद्योगिक क्षेत्र आदि। इसी प्रकार भौतिक प्रक्रियाओं द्वारा भी अनेक भूदृश्य जैसे पर्वत, नदी, घाटियां, पठार, मैदान आदि का निर्माण होता है। जब हम पृथ्वी का हवाई चित्र लेते है तो हमें कुछ नाभिक (स्थान –बिन्दु) उनको जोड़ने वाले मार्गजाल तथा मार्गजाल से घिरा हु आ क्षेत्र दिखलायी पड़ता है। अत: मानव अस्तिव की भौगोलिक अभिव्यक्ति (भूगोल की व्याख्या) ज्यामिति के सामान्य स्वरूप–बिन्दु, रेखा, क्षेत्र तथा आयतन/धरातल द्वारा की जा सकती है। उपर्युक्त विवेचन से स्पष्ट है कि स्थान संदर्भ मैं भौगोलिक आकड़े मूलत: चार प्रकार बिन्दु, रेखा, क्षेत्र व आयतन है।
   (i) **बिन्दु आकड़े :** ये आकड़े केवल स्थान (बिन्दु) से सम्बन्धित होते है। इसलिये इन्हें स्थितीय आकड़े भी कहते है। सैद्धान्तिक रूप से इनकी कोई सीमा नहीं होती। किन्तु व्यवहार में इनमें कुछ क्षेत्र निहित होता है अर्थात् ये आकड़े किसी स्थान विशेष की अविमीय स्थिति को प्रकट करते है। ये आकड़े किसी नगर की स्थिति, त्रिभुजीय केन्द्र,

स्थानिक ऊँचाई, बैंच मार्क, नगर की जनसंख्या आदि को प्रदर्शित करते है। मानचित्र पर इन्हें प्रतीकात्मक रूप में बिन्दु मृत, गोलों घनों आदि द्वारा अभिव्यक्त करते है।

(ii) **रेखीय आकड़े :** भूगोल में ये आकड़े बड़े पैमाने पर प्रयोग में लाये जाते है तथा ये एक विमीय होते है। व्यवहारिक धरातल पर इनमें भी कुछ क्षेत्र रहता है। इनके द्वारा नदियां, सड़के, रेल्वे लाइन, सीमायें, प्रवणता, यातायात प्रवाह आदि आँकड़ो को दिखलाया जाता है।

(iii) **क्षेत्रीय आकड़े :** ये आकड़े द्विविमीय होते है। इनमें लम्बाई व चौड़ाई दोनों पायी जाती है। इन आँकड़ो में तथ्यों का विस्तार ही केन्द्र बिन्दु होता है। आँकड़ो को मानचित्र पर प्रदर्शित करते समय विभिन्न प्रकार की छाया का प्रयोग करते है। इनके मुख्य उदाहरण जिला,प्रदेश नदी अपवाह क्षेत्र भाषा एवं धर्मो का क्षेत्र, जलवायु प्रकार, वनस्पति प्रकार, मिटियों के प्रकार आदि है। इन्हें वर्णमात्री मानचित्र द्वारा अभिव्यक्त करते है।

(iv) **आयतनी आकड़े :** ये आकड़े त्रिविमीय होते है। ये आकड़े अधिकांशतया मानसिक कल्पना का प्रतिफल होते है। जनसंख्या घनत्व, वायुमण्डलीय ताप, उर्जा, वर्षा का घनत्व आदि इस प्रकार के आँकड़ो के उदाहरण है। समोच्च रेखीय मानचित्र भी एक प्रकार से आयतन आँकड़ो की अभिव्यक्ति है।

बोध–प्रश्न– 1

1. आंकड़े के वर्गीकरण को कितने भागों में बाँटा जा सकता है?

   ....

   ....

2. व्युत्पत्तिमूलक वर्गीकरण किस आधार पर किया जाता है।

   ....

   ....

3. स्थानिक वर्गीकरण में भौगोलिक आकड़ों को कितने भागों में बाँटा जाता है?

   ....

   ....

10.3 आकड़ों की गणना

आकड़े किसी तथ्य की मात्रात्मक जानकारी प्रदान करते है तथा एक कच्चे माल के समान होते है। आँकड़ो का संग्रह दो प्रकार से किया जाता है, एक शोधकर्त्ता स्वयं किसी क्षेत्र में सर्वेक्षण कर आकड़े एकत्र करता है ऐसे आकड़े प्राथमिक स्त्रोत से प्राप्त आकड़े होते है। दूसरे वह होते है जिन्हें शोधकर्त्ता किसी संस्था द्वारा प्राप्त करता है। ऐसे आकड़े द्वितीय स्त्रोत से प्राप्त आकड़े कहलाते है। आँकड़ो के संग्रह के बाद सांख्यिकीय विधियों द्वारा उनकी गणना की जाती है। गणना से पूर्व उनका वर्गीकरण व सारणीयन करने की आवश्यकता होती है।

10.3.1 आँकड़ो का सारणीकरण

प्राथमिक अथवा द्वितीयक स्त्रोतों से एकत्र किये गये आकड़े व्यवस्थित रूप में नहीं होते तथा उनसे किसी प्रकार की सूचना प्राप्त करना भी कठिन होता है। अत: आँकड़ो को क्रमबद्ध तथा व्यवस्थित रूप में प्रस्तुत करने की विधि ही सारणीयण कहलाती है। सर्वेक्षण के दौरान आकड़े समुचित रूप से एकत्र किये जाते है तथा ये बिना किसी क्रम के होते है। सारणीयण के माध्यम से इन्हें किसी काम में व्यवस्थित किया जाता है। सारणीयण में इन आँकड़ो को स्तम्भ तथा पंक्तियों के रूप में रखा जाता है। सारणियां निम्म प्रकार की होती है।

1. संदर्भ सारणी – इसमें सर्वेक्षण से प्राप्त सभी सूचनाऐं एकत्र रहती है।
2. विश्लेषणात्मक सारणी – इन्हें संदर्भ सारणी से बनाया जाता है।

गुणों के आधार पर भी सारणियाँ सरल,द्विगुण तथा बहु गुण वाली होती है ।

10.3.2 आँकड़ो का वर्गीकरण

भौगोलिक आकड़े विभिन्न गुणों वाले होते है, अत: इनके संकलन के पश्चात् इनसे सूचनायें प्राप्त करने के लिए इनमें निहित विशेषताओं के आधार पर इन्हें विभिन्न वर्गो में विभाजित किया जाता है। इसे ही आकड़ों का वर्गीकरण कहते है। इन्हें निम्न प्रकार से वर्गीकृत करते है।

1. गुणों के आधार पर – इस प्रकार के वर्गीकरण में समान विशेषता वाले सभी आँकड़ो को एक वर्ग में रखते है।
2. स्थान के आधार पर – जैसे जनसंख्या को राज्यों के अनुसार बांटना।
3. समय के आधार पर – जैसे जनसंख्या की दशकीय वृद्धि

   आँकड़ो के सारणीयन तथा वर्गीकरण के पश्चात् विभिन्न सांख्यिकीय विधियों द्वारा गणना कर निष्कर्ष प्राप्त किया जाता हैं।

बोध प्रश्न – 2

1. आंकड़ों का सारणीयन क्यों आवश्यक है?

   ……………………………………………………………………………………

   ……………………………………………………………………………………

2. आंकड़ों के वर्गिकरण से क्या अभिप्राय: है?

   ……………………………………………………………………………………

   ……………………………………………………………………………………

10.4 आवृत्ति तालिका बनाना

आवृति/बारम्बारता से अभिप्राय किसी समूह (समग्र) में किसी चर (गुण / विशेषता) की कितनी बार पुनरावृति हुई है, यह संख्या उस चर की बारम्बारता अथवा आवृति कहलाती है। उदाहरण नीचे एक कक्षा में विद्यार्थियों को मौखिक परीक्षा में मिले प्राप्तांक लिखे गये हैं :

5, 4, 2, 4, 4, 6, 6, 8, 9, 5, 4, 13, 2, 1, 8, 7, 6, 13, 12, 4, 7, 8, 6, 4, 5, 14, 6, 7, 14, 5, 8, 9, 4, 5,4,7,6,6, 1 5,5 ,4,3, 1 2,7 ,6,6,8 ,3,2, 12,11 ,4, 1 ०,4 ,5,6,6,5 ,4,6

उपर्युक्त आकड़े अवर्गीकृत है इन्हें अपरिष्कृत आकड़े कहते है। जब इन्हीं आँकड़ो को वर्गो में विभक्त कर व्यवस्थित कर देते है तो उन्हें वर्गीकृत आकड़े कहते है। जब आँकड़ो को विभिन्न वर्गो में विभक्त कर उनकी आवृति को उनके सामने अंकित कर देते है तो उसे आँकड़ो का बारम्बारता बंटन कहते है तथा जिस सारणी के माध्यम से इसे दर्शाया जाता है उसे बारम्बारता बंटन सारणी कहते है।

बारम्बारता वितरण (बंटन) दर्शाते समय चर मूल्यों की संख्या (आवृत्ति) को गणना करके तिरछी रेखाओं द्वारा दर्शाते है। इन रेखाओं को मिलान चिन्ह द्वारा व्यक्त करते है। जब किसी चर मूल्य की आकृतियों की संख्या 5 हो जाती है तो उसके सामने चार खड़ी रेखायें खींचकर एक रेखा उन्हें काटती हुई बना देते है। इस प्रकार प्रत्येक चर मूल्य के आगे बनी सभी मिलान चिन्हों की गणना करके प्रत्येक चर के आगे उसकी आवृति लिख देते है।

10.4.1 बारम्बारता बंटन के प्रकार

चर खण्डित है अथवा अखण्डित इस आधार पर बारम्बारता बंटन दो प्रकार के होते है। खण्डित चर पूर्णाकों में होते है तथा अखण्डित चरों का पूर्णाकों में होना आवश्यक नहीं होता तथा अखण्डित चरों के मध्य निश्चित अन्तर भी नहीं पाया जाता जबकि खण्डित चरों ने निश्चित अन्तर पाया जाता है। अखण्डित चरो का मान निश्चित सीमाओं में होता है।

अवर्गीकृत अथवा खण्डित बारम्बारता बंटन

खण्डित बारम्बारता बंटन में समूह (समग्र) में आये प्रत्येक चर की आवृति ज्ञातकर चर मूल्य के सामने लिखी जाती है। उदा. कक्षा में विद्यार्थियों के प्राप्तांक निम्न है :

5, 4, 6, 9, 8, 2, 13, 4, 3, 4, 12, 5, 2, 4, 4, 7, 4, 12, 6, 7, 7, 11, 6, 8, 6, 1, 8, 6, 6, 1०, 8, 9, 4, 15, 4, 5, 5, 5, 5, 4, 14, 4, 6, 13, 6, 6, 3, 6, 6, 2, 7, 12, 5, 1, 14, 7, 4, 8, 5, 6, 6

चरमूल्यप्राप्तांक	मिलानचिन्ह	आवृति(विद्यार्थियों की संख्या)
1.	II	2
2.	III	3
3.	II	2
4.	𝍸 𝍸 I	11
5	𝍸 III	8
6.	𝍸 𝍸 II	12
7.	𝍸	5
8.	𝍸	5
9.	II	2
10.	I	1
11.	I	1
12	.III	3
13.	II	2

14.	॥	2
15.	।	1
	योग	60

उपरोक्त सारणी से अलग–अलग अंक प्राप्त करने वाले विद्यार्थियों की संख्या आसानी से ज्ञात हो जाती है ।

वर्गीकृत अथवा अखण्डित बारम्बारता बंटन : –

अखण्डित बारम्बारता बंटन में प्रत्येक चर की अलग से आवृति न देकर वर्गान्तरों की आवृति दी जाती है। उपर्युक्त उदाहरण की संख्या को मानते हुये अखण्डित बारम्बारता बंटन ज्ञात करने हेतु निम्न प्रक्रिया अपनाते है:

1. **आँकड़ो के परास (विस्तार) का निर्धारण :**

   परास = उच्चतम संख्या - न्यूनतम संख्या

   उपरोक्त आँकड़ो का परास = 15 – 01 = 14

2. **वर्गो की संख्या का निर्धारण :** परास ज्ञात करने के बाद आँकड़ो के वर्गो की संख्या का निर्धारण करते है। इसके लिये कोई नियम नहीं है। इस हेतु विवेक से स्वयं निर्णय लिया जाता है। सामान्यत: किसी आकड़े के कम से कम 5 तथा अधिक से अधिक 15 वर्ग बनाये जाते है। उपर्युक्त उदाहरण में आँकड़ो को देखते हुए वर्ग संख्या 5 मानी गयी है।

3. **वर्ग अन्तराल या वर्ग विस्तार का निर्धारण :** वर्ग विस्तार से तात्पर्य वर्ग के अधिकतम तथा न्यूनतम मूल्य के अन्तर से है। इसे ही वर्ग अन्तराल कहते है। वर्ग अन्तराल का निर्धारण करने हेतु परास को वर्गो की संख्या से विभाजित करते है। यदि भाग फल पूर्णांकों में न आये तो उसके पास की संख्या को चुन लेते है।

   परास = 14

   वर्गो की संख्या = 5

   अत: वर्ग विस्तार (i) – $\frac{\text{पारस}}{\text{वर्गो की संख्या}} = \frac{14}{5} = 2.8$

   उपर्युक्त उदाहरण के अनुसार निकटतम पूर्ण संख्या 3 मान लेते है, अत: वर्ग अन्तराल का आकार 3 होगा। यदि पूर्व में मानी गयी वर्गो की संख्या (वर्गान्तर की संख्या) के स्थान पर वर्ग विस्तार को माना जाये तो वर्गो की संख्या अर्थात् वर्गान्तर संख्या निम्न प्रकार से ज्ञात करते है: परास वर्ग की संख्या अर्थात वर्गान्तर संख्या निम्न प्रकार से ज्ञात करते है:

   वर्गो की संख्या अर्थात वर्गान्तर संख्या = $\frac{\text{पारस}}{\text{वर्ग विस्तार}} + 1$

   $= \frac{14}{3} + 1$

   $= 5.67$

   अर्थात् वर्गान्तर संख्या 6 होगी। यदि आवृतियों का वितरण करते समय यह तथ्य सामने आये कि कुछ वर्गान्तरों में आवृतियां नहीं है तो वर्ग विस्तार दूसरा लेकर पुन: वर्गान्तरों की संख्या ज्ञात कर सकते है।

4. वर्ग अन्तराल तथा वर्गो की संख्या का उपयोग करते हुये वर्गो व वर्गो की सीमाओं का निर्माण करते है। यह कार्य करते समय निम्न बातों का ध्यान रखना चाहिये: वर्ग अलग–अलग होने चाहिये।
   – वर्गो के मध्य रिक्तता नहीं होनी चाहिये।
   – जहां तक संभव हो वर्गो की माप (वर्ग अन्तराल) समान होनी चाहिये।
   – प्रत्येक वर्ग की उच्चतम व निम्न सीमाओं का निर्धारण इस प्रकार किया जाना चाहिए, कोई संख्या किसी वर्ग में सम्मिलित की जायेगी, के निर्णय में कठिनाई न हो।
5. वर्गो के निर्धारण के पश्चात् चरों के लिये मिलान चिन्हों द्वारा आवृति ज्ञातकर लेते है।

उपरोक्त उदाहरण को काम में लेते हुये उसकी बारम्बारता बंटन सारणी निम्न प्रकार होगी -

कक्षा में विद्यार्थियों के प्राप्तांक वर्ग	**टेली**	**बारम्बारता**	**संचयीबारम्बारता**
0–3	𝍸	5	5
3–6	𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 I	21	26
6–9	𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 II	22	48
9–12	𝍸	04	52
12–15	IIII II	07	59
≥	I	01	60
	योग	60	

10.4.2 बारम्बारता बंटन सारणी के गुण

बारम्बारता बंटन सारणी को देखते ही उपर्युक्त सारणी से निष्कर्ष निकाले जा सकते है :

1. एक ही विद्यार्थी ऐसा है जिसके 15 अंक है।,
2. 6 से 9 के बीच अंक प्राप्त करने वाले विद्यार्थियों की संख्या सबसे अधिक 22 है व 3 – 6 अंक प्राप्त करने वाले विद्यार्थियों की संख्या 21 है। अत: स्पष्ट है कि कक्षा में 3 से 9 अंक प्राप्त करने वाले कुल विद्यार्थी 43 है।

दोष : सारणी में आँकड़ो का संक्षिप्त रूप प्रस्तुत होने के कारण उनकी व्याख्या करना तो सरल हो जाता है किन्तु वहीं आँकड़ो की कुछ विशेषतायें छुप जाती है जैसे उपर्युक्त सारणी से यह तो ज्ञात हो गया कि कक्षा में 6 से 9 अंक प्राप्त करने वाले विद्यार्थी सर्वाधिक 22 है किन्तु इनमें से किसने कितने अंक प्राप्त किये है अथवा 6 अंक कितनों ने, 7 अंक कितनों, 8 अंक कितनों ने प्राप्त किये है, पता नहीं चल पाता।

संचयी बारम्बारता : कभी–कभी हमारी रूचि वर्ग की आवृति में न होकर ऊपर या नीचे की किसी विशेष संख्या में होती है जैसे उपर्युक्त उदाहरण में 12 से कम अंक कितने विद्यार्थियों ने प्राप्त किये है। संचयी बारम्बारता वितरण में किसी वर्गान्तर की आवृति में उससे पूर्व के समस्त वर्गान्तरों की आवृति जोड़ दी जाती है। जैसा की उदाहरण में दर्शाया है। संचयी बारम्बारता द्वारा इस प्रकार हमें पता चलता है कि 12 या 12 से कम अंक प्राप्त करने वाले विद्यार्थियों की संख्या 52 है।

बोध–प्रश्न–3

1. बारम्बारता बंटन कितने प्रकार के होते हैं?

   ……………………………………………………………………………………

   ……………………………………………………………………………………

2. खण्डित एवं अखण्डित बारम्बारता बंटन में क्या अन्तर है?

   ……………………………………………………………………………………

   ……………………………………………………………………………………

3. संचयी आवृत्ति से क्या तात्पर्य है?

   ……………………………………………………………………………………

   ……………………………………………………………………………………

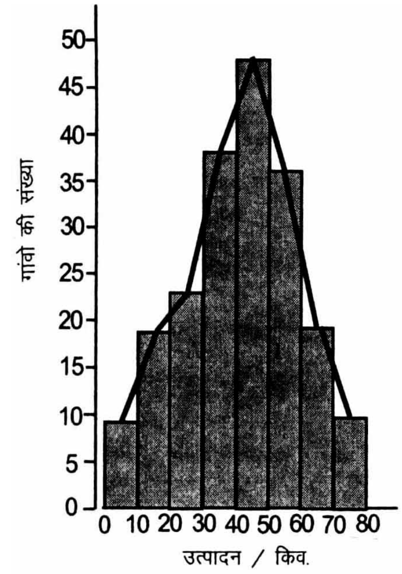
10.5 हिस्टोग्राम व ओजीव वक्र

हिस्टोग्राम आवृति को प्रदर्शित करने वाला एक द्विविमीय आरेख है जिसके क्षैतिज अक्ष (Xअक्ष) पर वर्ग अन्तराल के अनुपात में समान चौड़ाई वाले आयत / दण्ड बनाये जाते है जिनकी ऊँचाई सम्बन्धित वर्ग अन्तराल की आवृति (उर्ध्वाधर अक्ष पर) के अनुपात में होती है। इन्हें आयत चित्र भी कहते है।

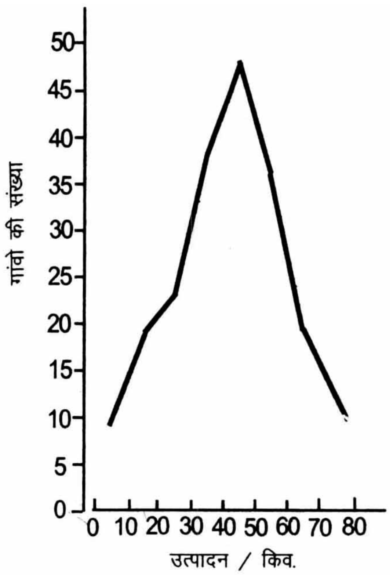
आरेख के दण्डों की उपरी भुजा के मध्य बिन्दुओं को सीधी रेखाओं के द्वारा मिला देने से प्राप्त आरेख को आवृति बहुभुज (frequency poygon) कहते है। दण्डों की ऊपरी भुजा के मध्य बिन्दुओं को हाथ से वक्राकार रेखा द्वारा मिला देने से बने वक्र को आवृति वक्र (frequency curve) कहते है। आवृति वक्र में आयत / दण्ड नहीं बनाये जाते हैं। यदि ऊर्ध्वाकार अक्ष पर आवृति के स्थान पर संचयी आवृति के मूल्य लिखे जावें तथा आलेख खींचा जावे तो प्राप्त आलेख संचयी आवृति वक्र (frequency curve) कहलाता है। इसे ओजीव वक्र (Ogive curve) भी कहते है। ओजीव वक्र का निर्माण घटती हुई संचयी आवृति अथवा बढ़ती हुई संचयी आवृति के आधार पर बनाया जाता है। आवृति मूल्यों को प्रतिशत में बदलकर भी हिस्टोग्राम तथा ओजीव वक्र बनाये जा सकते है। इन्हें निम्न उदाहरण द्वारा समझा जा सकता है :

उदाहरण : निम्न आँकड़ो की सहायता से हिस्टोग्राम तथा ओजीव वक्र बनाइये।

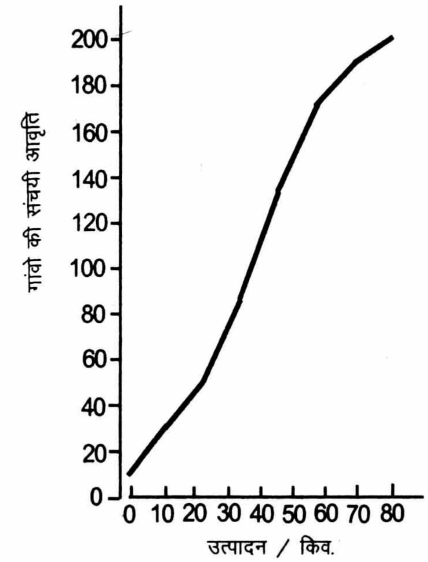
उत्पादन / कि.	0–10	10–20	20–30	30–40	40–50	50–60	60–70	70–80
गांवो की संख्या	8	18	23	37	47	36	18	8
संचयी आवृति	8	26	49	86	133	169	187	195



चित्र 10.1 हिस्टोग्राम



चित्र 10.1 आवृति बहुभुज



चित्र 10.1 ओजीव वक्र

बोध प्रश्न – 4

1. आयत चित्र किसे कहते है?

....

....

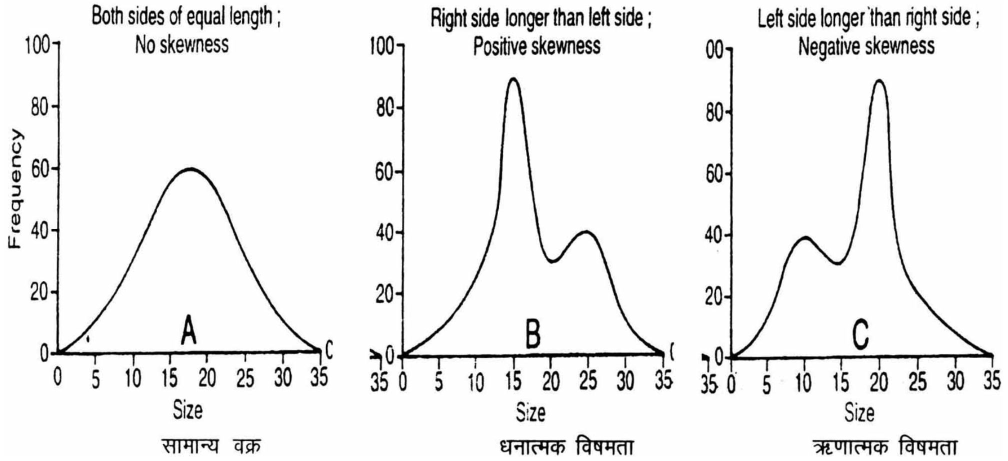
2. ओजीव वक्र किसे कहते है?

....

....

10.6 विषमता की गणना (Measures of skewness)

आवृति वितरण वक्र के सामान्य आवृति वितरण (normal frequency distribution) से असममित होने की मात्रा को विषमता (skewness) कहते है। दूसरे शब्दों में किसी आवृति वितरण में सममिति (symmetry) का अभाव होना विषमता या असममिति (asymmetry) कहलाता है। पूर्णत: सममित आवृति वितरण में आवृतियां पहले एक नियमित क्रम में बढ़ती है तथा अधिकतम आवृति के पश्चात् वे फिर उसी नियमित क्रम में घटती चली जाती है जबकि असममित आवृति वितरण में ऐसा नहीं होता है। जब आवृति वितरण का वक्र असममित होता है तथा वक्र की लम्बाई एक ओर अधिक तथा दूसरी ओर कम होती है तो उस आवृति वितरण में विषमता होती है। यदि वक्र की लम्बाई शीर्ष से दायीं ओर अधिक है तो धनात्मक तथा बायीं ओर अधिक है तो ऋणात्मक विषमता होगी। (देखें चित्र 10.3)



चित्र-10.2 विषमता के प्रकार

उपरोक्त वर्णित बिन्दु रेखीय विधि के अलावा भी निम्न आधारों पर विषमता की गणना की जा सकती है –

1. जब माध्य, माध्यिका तथा बहुलक तीनों के मान एक दूसरे के बराबर होते है तो समंक श्रेणी में विषमता नहीं पायी जाती। अर्थात् ($\bar{X}$ = M = Z तो विषमता शून्य)
2. जब बहुलक के दोनों ओर आवृतियों का योग समान होता है तो विषमता शून्य होती है।
3. जब संमक श्रेणी के दोनों चतुर्थक (quartiles) माध्यिका से समान दूरी पर हों अर्थात् Q–M =M–Q हो तो विषमता शून्य होती है।
4. जब माध्य का मान माध्यिका से तथा माध्यिका का मान बहुलक से अधिक हो अर्थात् $\bar{X} > M > Z$ तो संयक श्रेणी में धनात्मक विषमता होती है। इसकी विपरीत परिस्थिति में अर्थात् $\bar{X} < M < Z$ ऋणात्मक विषमता होती है।

विषमता की माप :

किसी आवृति वितरण में विषमता की कुल मात्रा उसकी निरपेक्ष विषमता (absolute skewness) कहलाती है। कार्ल पियर्सन ने इसे ज्ञात करने के लिए निम्न सूत्र दिया :–

sk = $\bar{X}$ – Z ....(i) अथवा

sk = 3 ($\bar{X}$ - M) .... (ii)

यहां sk = विषमता की मात्रा, $\overline{X}$ = समान्तर माध्य, M = माध्यिका तथा Z = बहुलक है

जब विषमता का मान शून्य आता है तो आवृति वितरण सममित होगा। विषमता का मान यदि धनात्मक है तो विषमता धनात्मक तथा ऋणात्मक मान आने पर विषमता ऋणात्मक होगी। कभी–कभी दिये गये आवृति वितरण में अनिश्चितता तथा अस्पष्टता की स्थिति में बहुलक ज्ञात करना मुश्किल हो जाता है। ऐसी स्थिति के लिए कार्ल पियर्सन ने निम्न वैकल्पिक सूत्र दिया:

$Z = 3M - 2\overline{X}$ ....(iii)

Z का मान समीकरण 1 में रखने पर

$sk = \overline{X} - (3M - 2\overline{X})$

$= \overline{X} - 3M - 2\overline{X}$

$= 3\overline{X} - 3M$

$sk = 3(\overline{X} - M)$ ....(iv)

कभी–कभी संमक श्रेणी में आवृति वितरण अलग–अलग माप प्रणालियों में होते हैं जिनकी तुलना नहीं हो सकती जैसे – एक आवृति वितरण में वर्षा से.मी. में तथा दूसरे आवृति वितरण में तापमान सेन्टीग्रेड में दिया गया है। ऐसे आवृति वितरण की तुलना नहीं की जा सकती। ऐसी परिस्थिति में विषमता की सापेक्ष माप (relative skewness) जिसे विषमता गुणाक (co–efficient of skewness) कहते है, का प्रयोग किया जाता है। विषमता गुणांक ज्ञात करने के कार्ल पियर्सन ने निम्न सूत्र दिये:

विषमता गुणांक (co–efficient of sk.) = $\frac{\overline{X} - Z}{\sigma}$

अथवा (co–efficient of sk.) = $\frac{3\,(\overline{X} - M)}{\sigma}$

यहाँ σ = मानक विचलन

यहां आवृति वितरण का मानक विचलन है तथा J विषयमता गुणांक है।

अत: स्पष्ट है कि विषमता के निरपेक्ष मान में आवृति वितरण के मानक विचलन से भाग दे देवें तो सापेक्ष विषमता का माप प्राप्त हो जाता है। विषमता गुणांक का माप जितना अधिक होता है आवृति वितरण उतना अधिक विषम माना जाता है अर्थात दो आवृति वितरणों में जिसके विषमता गुणांक का मान अधिक होगा वह अधिक विषम होगा। प्रथम सूत्र के लिए यह मान –1 से +1 के मध्य तथा दूसरे सूत्र के लिए –3 से +3 के मध्य कुछ भी हो सकता है।

उदाहरण – किसी गांव के जनसंख्या सर्वेक्षण से एकत्र किये गये आँकड़ो की मदद से विषमता गुणांक ज्ञात कीजिए।

आयुवर्ग	0–10	10–20	20–30	30–40	40–50	50–60	60–70	70–80
जनसंख्या	30	40	50	48	24	162	132	14

हल :- विषमता गुणा को ज्ञात करने के लिए सर्व प्रथम बहुलक, माध्य तथा मानक विचलन ज्ञात करते है।

समूहन विधि के द्वारा बहुलक गणना

आयु वर्ग जनसंख्या (आवृति–समूहन) अधिकतम आवृति

आयु वर्ग	दी गयी आवृत्ति	दो-दो का योग	पहली को छोड़कर दो-दो का योग	तीन-तीन का योग	पहली को छोड़कर तीन-तीन का योग	पहली दो छोड़कर तीन-तीन का योग	टैली चिन्ह	आवृत्ति
0-10	30	70		120				
10-20	40		90		138			
20-30	50	98				122		
30-40	48		72	234			|	1
40-50	24	180			318		|||	3
50-60	162		294			308	~~||||~~ |	6
60-70	132	146					|||	3
70-80	14						|	1

क्योंकि अधिकतम टैली संख्या 6 है अत: (50–60) बहुलक वर्ग हुआ। उपरोक्त सारणी के अनुसार, बहुलक वर्ग की नीचली सीमा या L = 50, बहुलक वर्ग की आवृति या f = 162, बहुलक वर्ग से पहले वर्ग की आवृतियां या f = 24, बहुलक वर्ग से अगले वर्ग की आवृति या f = 132 तथा वर्ग विस्तार या i = 10 है। इन मानों को निम्न सूत्र में रख कर बहुलक Z ज्ञात करते है –

$$Z = L_1 + \frac{f_1 - f_0}{2f_1 - f_0 - f_2} \times i$$

$$Z = 50 + \frac{162 - 24}{2 \times 162 - 24 - 132} \times 10 = 58.21$$

सामान्तर माध्य एवं मानक विचलन की गणना

आयु वर्ग	माध्य (x)	आवृत्ति (f)	fx	dx(x-A)	d^2x	fdx	fd^2x
0-10	5	30	150	-40	1600	-1200	48000
10-20	15	40	600	-30	900	-1200	36000
20-30	25	50	1250	-20	400	-1000	20000
30-40	35	48	1680	-10	100	-480	4800
40-50	45	24	1080	0	0		
50-60	55	162	8910	10	100	1620	16200
60-70	65	132	8580	20	400	2640	52800
70-80	75	14	1050	30	900	420	12600
		N=500	$\sum fx$ =23300			$\sum fdx$ =800	$\sum fd^2x$ =190400

समांतर माध्य $\bar{X} = \sum fx / N = 23300/500 = 46.6$

मानक विचलन $\sigma = \sqrt{\frac{\sum fd^2x}{N} - (\frac{\sum fdx}{N})^2} = \sqrt{\frac{190400}{500} - (\frac{800}{500})^2} = 19.45$

ऊपर की गई गणनाओं के अनुसार Z का मान 58.21, $\bar{X}$ का मान 46.6 तथा मानक विचलन (σ) का मान 19.45 आता है। इन मानों को निम्नलिखित सूत्रों में रखकर कार्ल पियर्सन का विषमता गुणाक ज्ञात करते है –

Coefficient of sk. = $\frac{\bar{X} - Z}{\sigma} = \frac{46.6 - 58.21}{19.45} = \frac{-11.61}{19.45} = -0.597$

बोध प्रश्न – 5

1. विषमता किसे कहते है?

………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………….

2. निरपेक्ष विषमतता क्या हे?

………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………….

3. किन परिस्थितियों में विषमता शून्य होती है?

………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………….

10.7 सारांश (summary)

सर्वेक्षण द्वारा अथवा द्वितीयक स्त्रोतों से प्राप्त आँकड़ो से हम किसी प्रकार का स्पष्ट निष्कर्ष नहीं निकाल पाते है। अत: उनका विश्लेषण करना अत्यावश्यक होता है जिसमें सारणी बनाकर आवृति वितरण ज्ञात करना एक महत्वपूर्ण कदम होता है। इन्हें तैयार करने के बाद ही विभिन्न सांख्यिकीय विधियों से निष्कर्ष निकाले जा सकते है। इनके माध्यम से आँकड़ो का आकार भी संक्षिप्त तथा व्यवस्थित हो जाता है।

10.8 शब्दावली (Glossary)

- **आवृति :** किसी घटना, प्रक्रिया अथवा दशा के होने की संख्या
- **आकड़े :** किसी तथ्य से सम्बन्धित मात्रात्मक जानकारी
- **सारणीयन :** आँकड़ो / संमको की खानों (कॉलम) और पंक्तियों के रूप में क्रमबद्ध व्यवस्था।
- **वर्गीकरण :** तथ्यों की समानता तथा सादृश्यता के आधार पर उन्हें समूह या वर्गो में क्रमबद्ध करने की क्रिया।
- **समग्र या समष्टि :** विचारधीन विषय वस्तुओं का सम्पूर्ण समूह।

10.9 संदर्भ ग्रंथ (Reference books)

1. कैलाशनाथ नागर : **सांख्यिकी के मूल तत्व,** मीनाक्षी प्रकाशन, 1982
2. जे पी. शर्मा : **प्रयोगिक भूगोल,** रस्तोगी प्रकाशन, 2007

3. M.Ishtiaque : **practical geography,** heritage publishers,1989
4. डॉ. वी के. श्रीवास्तव : **भूगोल की सांख्यिकी विधियां,** वसुन्धरा प्रकाशन, 2000
5. Zamil alvi : **statistical geography,** Rawat publications, 1995

10.10 बोध प्रश्नों के उत्तर

बोध प्रश्न – 1

1. आकड़ों के वर्गीकरण को 4 भागों में बाँटा जा सकता है।
   (अ) व्युत्पत्तिमूलक वर्गीकरण (ब) गुणात्मक (स) कालिक (द) स्थानिक वर्गीकरण
2. इसका आधार भौगोलिक आँकडों के स्त्रोत से है।
3. इसमें भौगोलिक आँकडों को 4 भागों में बाँटा जाता है।
   (अ) बिन्दु आँकडों (ब) रेखीय (स) क्षेत्रीय (द) आयतनी आँकडे

बोध प्रश्न – 2

1. सर्वेक्षण के दौरान आकड़े समन्वित रूप से एकत्र किये जाते है तथा ये बिना किसी क्रम के होते है। इसलिए इनका सारणीयण करना आवश्यक होता है।
2. विभिन्न गुणों वाले भौगोलिक आँकड़ो से सूचनायें प्राप्त करने के लिए उन्हें निहित विशेषताओं के आधार पर विभिन्न वर्गो में विभाजित करना आँकड़ो का वर्गीकरण कहलाता है।

बोध प्रश्न – 3

1. जब आकड़ों को विभिन्न वर्गों में विभक्त कर उनकी आवृत्ति को उनके सामने अंकित कर देते हैं तो उसे आकड़ों का बारम्बारता बंटन कहते हैं।
2. खण्डित बारम्बारता में समूह में आये प्रत्येक चर की आवृत्ति ज्ञातकर चिर मूल्य के सामने लिख दी जाती है, जबकि अखण्डित में वर्गान्तरों में आवृत्ति दी जाती है।
3. संचयी आवृत्ति में विभिन्न चरों की आवृत्ति में उससे पूर्व के समस्त आवृत्तियों को जोड़ दी जाती है।

बोध प्रश्न – 4

1. यह एक द्विविमीय आरेख है, जिसके क्षैतिज अक्ष पर वर्ग अन्तराल के अनुपात में समान चौड़ाई वाले आयत बनाये जाते हैं जिनकी ऊँचाई सम्बन्धित वर्ग अन्तराल की आवृत्ति के अनुपात में होती है।
2. ओजीव वक्र का निर्माण घटती हुई संचयी आवृत्ति अथवा बढ़ती हुई संचयी आवृत्ति के आधार पर बनाया जाता है।

बोध प्रश्न– 5

1. आवृति वितरण वक्र के सामान्य आवृति वितरण से असममित होने की मात्रा को विषमता कहते है।
2. किसी आवृति वितरण में विषमता की कुल मात्रा उसकी निरपेक्ष विषमता कहलाती है।
3. जब X = M = Z तो विषमता शून्य होती है।

10.11 अभ्यासार्थ प्रश्न

1. निम्न आँकड़ो की मदद से हिस्टोग्राम व ओजीव वक्र का निर्माण कीजिए।

मजदूरी (रूपये)	0–10	10–20	20–30	30–40	40–50	50–60	60–70
मजदूर	28	44	145	40	20	12	9

2. निम्न आँकड़ो की मदद से कार्ल पियर्सन का विषमता गुणांक ज्ञात कीजिए।

वर्ग	0–10	10–20	20–30	30–40	40–50	50–60	60–70	70–80
आवृति	10	40	20	0	10	40	16	14

3. विषमता किसे कहते है? इसके प्रकार बताइये ।

इकाई 11 : सांख्यिकी विधियाँ (statistical methods)

इकाई की रूपरेखा

11.0 उद्देश्य

11.1 प्रस्तावना

11.2 केन्द्रीय प्रवृति के माप

11.2.1 माध्य

11.2.2 माध्यिका

11.2.3 बहुलक

11.3 विसरण के माप

11.3.1 माध्य विचलन / औसत मानक विचलन

11.3.2 मानक विचलन

11.3.3 विचरण गुणांक

11.4 सहसम्बन्ध

11.5 सारांश

11.6 शब्दावली

11.7 संदर्भ ग्रंथ

11.8 बोध प्रश्नों के उतर

11.9 अभ्यासार्थ प्रश्न

11.0 उद्देश्य (Objective)

इस इकाई के अध्ययन के उपरान्त आप समझ सकेगें कि –

- केन्द्रीय प्रवृत्ति का तात्पर्य,
- माध्य, माध्यिका तथा बहुलक की गणना गुण एवं दोष,
- प्रकीर्णन के माप
- सहसम्बन्ध का निर्धारण,
- सांख्यिकीय विधियों की उपयोगिता।

11.1 प्रस्तावना (Introduction)

बीसवीं शताब्दी से पूर्व भूगोल को एक वर्णनात्मक विषय समझा जाता था किन्तु इसके बाद से भूगोल के विषय वस्तु में परिवर्तन आने लगा। द्वितीय विश्व युद्ध के पश्चात् भूगोल की विषय सामाग्री को अधिक उपयोगी तथा व्यावहारिक बनाने के प्रयास किये गये। इसी क्रम में भूगोल मे मात्रात्मक विधियों का प्रयोग बढ़ने लगा। अन्य विषयों के समान ही भूगोल में भी तथ्यों की पुष्टि एंव प्रस्तुतीकाण हेतु अनेक प्रकार के आँकड़ो का प्रयोग होता है। ये आकड़े प्राकृतिक सामाजिक, आर्थिक, राजनैतिक तथा सांस्कृतिक क्षेत्रों से सम्बन्धित होते है। इन आँकडों में निहित गढ़ अर्थो को समझने के लिए सांख्यिकीय विधियों द्वारा उनका वर्गीकरण, विश्लेषण, तुलना व व्याख्या की जाती है। इन विधियों का मुख्य उद्देश्य तथ्यों के विश्लेषण द्वारा उचित निष्कर्ष पर पहुँचना होता है। इसलिए विभिन्न सांख्यिकीय विधियों का प्रयोग किया जाता है।

11.2 केन्द्रीय प्रवृत्ति के माप (Measures of central tendency)

भूगोल में तथ्यों के संकलन का कार्य होता है। कभी– कभी इन तथ्यों / आँकड़ो का एक विशाल समूह बन जाता है, जिससे कोई निष्कर्ष निकालना कठिन होता है। अत: ऐसी विधि की आवश्यकता पड़ती है जिससे कि समूह के आँकड़ो का तुलनात्मक अध्ययन किया जा सके, व एक ही संख्या द्वारा सम्पूर्ण श्रेणी का प्रतिनिधित्व कराया जा सके। सांख्यिकी में माध्य वह संख्या होती है जिसके आस –पास श्रेणी के सम्पूर्ण आँकड़ो की संख्याऐं पाई जाती है। किसी श्रेणी में संख्या के आस–पास पायी जाने वाली आँकड़ो की इस प्रवृत्ति को केन्द्रीय प्रवृत्ति (Central tendency) कहते है। दूसरे शब्दों में केन्द्रीय प्रवृत्ति ऐसा मूल्य (संख्या) है जिसके चारों ओर व्यक्तिगत चर मूल्य (श्रेणी के अन्य आकड़े) जमा होते है। इस प्रकार भौगोलिक रूप में केन्द्रीय प्रवृति का सर्वाधिक महत्व है क्योंकि क्षेत्रीय आधार पर विविध सूचनाओं के संकलन और विश्लेषण में यह सहायक होती है। अत: भूगोल में आँकड़ो द्वारा किसी निष्कर्ष तक पहुंचने में केन्द्रीय प्रवृति को मापना आवश्यक हो जाता है। साधारणतय: प्रयोग किये जाने वाले केन्द्रीय प्रवृति के मान भिन्न है –

1. समान्तरमाध्य / मध्यमान / माध्य (mean)
2. माध्यिका या मध्यांक (median)
3. बहुलक या भूयिष्ठक (mode)

11.2.1 माध्य / मध्यमान (mean)

माध्यमान को अंकगणितीय माध्य अथवा समान्तर माध्य (arithmetic mean) भी कहते है। यह वास्तव में विभिन्न आँकड़ो का औसत होता है जिसे सम्पूर्ण आँकड़ो के योग में आँकड़ो की कुल संख्या से भाग देकर प्राप्त किया जा सकता है। भौगोलिक रूप में मध्यमान एक ऐसा स्थिर अंक है जो श्रेणी के सम्पूर्ण आँकड़ो का प्रतिनिधित्व करता है। इसे $\overline{X}$ द्वारा प्रदर्शित किया जाता है। माध्य की गणना अत्यन्त सरल है। आँकडों की श्रृंखलाओं के अनुसार माध्य की गणना निम्न प्रकार से की जा सकती है –

1. व्यक्तिगत श्रेणी में माध्य की गणना :

(i) प्रत्यक्ष विधि : $\overline{X} = \frac{\sum X}{N}$

यहाँ $\overline{X}$ = माध्य, X = चर, $\sum X$ = सभी चर, तथा N = पदों की संख्या। आँकड़ो के सभी पदों का योग कर, योगफल में पदों की संख्या से भाग देकर माध्य ज्ञात कर लेते है।

(ii) लघु विधि : $\overline{X} = A + \frac{\sum d}{N}$

A= कल्पित माध्य (चरों की श्रेणी में से एक चर को कल्पित माध्य मान लिया जाता है)

d = कल्पित माध्य से विचलन (X – A)

$\sum d$ = कल्पित माध्य से विचलनों का योग

N = पदों की संख्या

आँकडों की श्रेणी में से किसी उपयुक्त संख्या को कल्पित माध्य मान कर प्रत्येक पद का कल्पित माध्य से विचलन, d=X–A सूत्र द्वारा ज्ञात करते है। फिर विचलनों का योगफल ज्ञात कर सूत्रानुसार माध्य ज्ञात कर लेते है।

उदाहरण : गंगानगर व हनुमानगढ जिले की तहसीलों में प्रति हेक्टेयर गेहूं का उत्पादन (क्विंटल में) निम्न प्रकार रहा। दोनों जिलों में गेहूं के उत्पादन का माध्य ज्ञात कीजिये।

	तहसील	**प्रति हैक्टर उत्पादन**		**तहसील**	**प्रति हैक्टर उत्पादन**
1.	श्री गंगानगर	20	9.	रावतसर	10
2.	पदमपुर	22	10.	हनुमानगढ़	24
3.	रायसिंहनगर	23	11.	पिलीबंगा	21
4.	घड़साना	16	12.	संगरिया	20
5.	अनुपगढ़	17	13.	सादुलशहर	19
6.	सूरतगढ़	18	14.	केसरीसिंहपुर	18
7.	नोहर	8	15.	करणपुर	19
8.	भादरा	7	16.	विजयनगर	18

हल : प्रत्यक्ष विधि

$$\overline{X} = \frac{(20+22+23+16+17+18+8+7+10+24+21+20+19+18+19+18+)}{16}$$

$$= \frac{280}{16}$$

= 17.5 क्विंटल

लघु विधि :

क्र.सं.	**तहसील (क्विंटल में)**	**प्रति हेक्टयर**	**d=X–16**
1.	श्री गंगानगर	20	+4
2.	पदमपुर	22	+6
3.	रायसिंहनगर	23	+7
4.	घड़साना	16	+0
5.	अनूपगढ़	17	+1
6.	सूरतगढ़	18	+2
7.	सादुलशहर	18	+2
8.	केसरीसिंहपुर	19	+3
9.	करणपुर	19	+3
10.	गजसिंहपुर	18	+2
11.	नोहर	8	–8
12.	भादरा	7	–9
13.	रावतसर	10	–6
14.	हनुमानगढ़	24	+8

15.	पीलीबंगा	21	+5
16.	संगरिया	20	+4
		280	$\sum d$ **= 24**

$$\overline{X} = A + \frac{\sum d}{N}$$

= 16 + 24/16 = 17.5 क्विंटल

2. खण्डित श्रेणी में माध्य की गणना :

(i) प्रत्यक्ष विधि :

$$\overline{X} = \frac{\sum f.x}{\sum f} = \frac{\sum f.x}{N}$$

$\sum f.x$ = प्रत्येक पद व उसकी बारंबारता का गुणन फल

$\sum f$ = सभी पदों की आवृत्तियों का योग

f = आवृत्ति

N = पदों की संख्या

(ii) **लघु विधि :**

$$\overline{X} = A + \frac{\sum f.d}{N}$$

$\sum f.d$ = आवर्ती व विचलन के गुणन फल

d = कल्पित माध्य से विचलन = (X–A)

A = कल्पित माध्य

N = पदों की संख्या

उदाहरण : राजस्थान मे कुछ ग्रामों का कृषि उत्पादन हजार टन में निम्न प्रकार है

कृषि उत्पादन (X)	6	9	5	7	10	8	3	11	4
ग्रामों की संख्या (f)	8	7	10	5	12	13	15	9	1

माध्य ज्ञात करो ।

हल : (a) प्रत्यक्ष विधि द्वारा -

कृषि उत्पादन(000 टन) (x)	**ग्रामों की संख्या(f)**	**f.x**	**d=X–A A=10**	**f.d**
6	8	48	–4	–32
9	7	63	–1	–07
5	10	50	–5	–50
7	5	35	–3	–15
10	12	120	0	0
8	13	104	–2	–26
3	15	45	–7	–105
11	9	90	+1	+9

4	14	50	–6	–84
	N=93	**$\sum f.x$=620**		**$\sum f.d$=–310**

(a) (a): प्रत्यक्ष विधि:

$$\overline{X} = \frac{\sum f.x}{\sum f} = \frac{\sum f.x}{N}$$

$$\overline{X} = = \frac{620}{93} = 6.67$$

(b) लघु विधि

$$\overline{X} = A + \frac{\sum f.d}{N}$$

$$\overline{X} = 10 + \frac{(-310)}{93}$$

$$\overline{X} = = \frac{620}{93} = 6.67$$

3. अखण्डित श्रेणी से माध्य की गणना

(a) प्रत्यक्ष विधि

$$\overline{X} = \frac{\sum f.x}{\sum f} = \frac{\sum f.x}{N}$$

अखण्डित श्रेणी मे प्रत्येक वर्गान्तर की ऊपरी व निचली सीमा का योग कर उसे 2 से भाग देते है तो मध्यमान (x) प्राप्त होता है। मध्यमान को आवृति से गुणाकर प्रत्येक पद के लिये गुणनफल ज्ञात करते है फिर इन गुणन फलों के योग ($\sum f.x$) में पदों की संख्या का भाग देकर माध्य ज्ञात करते हैं।

(b) लघु विधि :

$$\overline{X} = A + \frac{\sum f.d}{N}$$

उदाहरण : निम्न सारणी की सहायता से माध्य ज्ञात करो –

वनक्षेत्र वर्गान्तर	0–10	10–20	20–30	30–40	40–50	50–60
जिलों की संख्या	13	10	5	6	4	3

हल :

वनक्षेत्र वर्गान्तर	**जिलों की संख्या**	**मध्यमान (x)**	**f.x**	**d=(X–A)**	**f.d**
0–10	13	5	65	–20	–260
10–20	10	15	150	–10	–100
20-30	5	25	125	0	0
30–40	6	35	210	+10	+60

40–50	4	45	180	+20	+80
50–60	3	55	165	+30	+90
	$\sum f$ **=41**		$\sum f.x$ **=895**		$\sum f.d$ **=-130**

(a) प्रत्यक्ष विधि

$$\overline{X} = \frac{\sum f.d}{N}$$

$$\overline{X} = \frac{895}{41}$$

(b) लघु विधि

$$\overline{X} = A + \frac{\sum f.d}{N}$$

$$\overline{X} = 25 + \frac{(-310)}{41}$$

$$= \frac{895}{41}$$

= 21.83

= = = = माध्य के गुण

अंक गणितीय माध्य निम्न गुणों के कारण सर्वाधिक प्रयोग मे लाये जाते है –

1. इसकी गणना करना तथा इसे समझना बहुत सरल है।
2. यह श्रेणी के सभी पदों पर आधारित होता है। अत: यह एक प्रतिनिधि माध्य है।
3. इसका मूल्य (मान) सदा निश्चित रहता है अर्थात् श्रेणी के पदों को चाहे जिस क्रम में लिखा जाये, माध्य सदा एक ही रहता है और व्यक्तिगत पक्षपातों से प्रभावित नही होता।
4. यह स्थिर रहता है तथा निदर्शन (sample) में परिर्वतन से बहुत कम प्रभावित होता है।
5. इसके माध्यम से समूह की तुलना आसानी से की जा सकती है।

माध्य के दोष :

1. माध्य पर चरम मूल्यों का अधिक प्रभाव पड़ता है। यदि श्रेणी में कोई एक बड़ी संख्या होती है तो माध्य का मान उस ओर आकर्षित होता है। जैसे किसी फर्म के प्रबन्धक का वेतन 6000 रु. व अन्य तीन कर्मचारियों का वेतन 400, 250 तथा 150 रु प्रतिमाह है तो फर्म का औसत वेतन 170 रु प्रतिमाह होगा। अत: यहाँ माध्य चरम मूल्य (6000) की ओर आकर्षित है।
2. कभी–कभी माध्य मूल्यों का मान ऐसा आता है जो कि श्रेणी में ही नही होता जैसे – 2, 3 व 7 का माध्य 4 है जो कि श्रेणी 2, 3 व 7 मे कहीं नहीं है।
3. माध्य द्वारा कभी कभी भ्रमात्मक तथा असंगत निष्कर्ष निकल आते है जो कि हास्यास्पद भी होते है जैसे एक परिवार में 3 बच्चे है तथा दूसरे परिवार में 2 बच्चें है तो इनका माध्य (3+2)/2 = 5/2 अथवा $\overline{X}$ = 2.5 होगा। यह एक अवास्तविक माप होगा क्यों कि बच्चों को अंशों में विभाजित नहीं किया जा सकता।
4. कभी– 2 माध्य के आधार पर निकाले गये निष्कर्ष अवरूद्ध एवं भ्रमात्मक होते हैं जैसे नीचे सारणी में 3 व्यक्तियों की 3 वर्षो की आय सम्बन्धी सूचना दी गयी है –

वर्ष	A	आय रुपयों में B	C
2001	4000	6000	8000
2002	6000	6000	6000
2003	8000	6000	4000

उपर्युक्त सारणी में दर्शाये तीनों व्यक्तियों की आय का औसत 6000 रू है जो तीनों की स्थिति समान बताती है परन्तु वास्तविकता यह है कि A निरन्तर प्रगति कर रहा है, B की स्थिति स्थिर है तथा C अवनति की ओर जा रहा है।

11.2.2 माध्यिका/मध्यांक (Median)

माध्यिका वह मान है जो श्रंखला को दो बराबर भागों में इस प्रकार विभाजित करता है कि आधी श्रंखला या लगभग आधे मान इससे नीचे या कम और शेष आधे या लगभग आधे मान इससे उपर या अधिक होते है। इस प्रकार श्रंखला के सभी पदों (मानों) को बढ़ते क्रम (आरोही क्रम) अथवा घटते क्रम (अवरोही क्रम) में व्यवस्थित करने पर बिलकुल मध्य में पड़ने वाले पद का मान माध्यिका कहलाता है। यहां M = माध्यिका, N = पदों की संख्या है।

$$M = \left(\frac{N+1}{2}\right) \text{ वाँ पद}$$

उदाहरण : निम्न आँकड़ो की सहायता से माध्यिका ज्ञात कीजिये–

11 18 5 9 10 14 20 15 13 7

हल : आरोही क्रम में रखने पर

5 7 8 9 10 11 12 13 14 15 20

अथवा

अवरोही क्रम में रखने पर :

20 15 14 13 12 11 10 9 8 7 5

$$M = \left(\frac{N+1}{2}\right) \text{ वाँ पद}$$

$$M = \left(\frac{11+1}{2}\right) \text{ वाँ पद}$$

$$= \frac{12}{2} = 6 \text{ वाँ पद}$$

अर्थात् आरोही क्रम व अवरोही क्रम दोनों में 6 वाँ पद 11 है अत: माध्यिका का मान 11 हुआ। उपरोक्त उदाहरण में श्रेणी के पदों की संख्या विषम है।यदि श्रेणी में पदों की संख्या सम हो तो निम्न प्रकार से माध्यिका ज्ञात करते है:

अवरोही क्रम में :

20 15 14 13 12 11 10 9 8 7

$$M = \left(\frac{10+1}{2}\right)$$

$$= \frac{11}{2} = 5.5 \text{ वाँ पद}$$

इसका तात्पर्य यह हुआ कि माध्यिका मूल्यों पांचवे व छठे पद मूल्यों के बीच स्थित है। इसलिये पांचवे व छठे पदों के मूल्यों को जोड़कर 2 से भाग देकर माध्यिका का मूल्य प्राप्त करते है। उपरोक्त उदाहरण में पांचवा पद मूल्य 12 व छठा पद मूल्य 11 है। अत: माध्यिका का मान $\left(\frac{12+11}{2}\right)$वॉ पद $\frac{23}{2}$ = 11.5 हुआ।

=11.5 हुआ

खण्डित श्रेणी में माध्यिका की गणना : खण्डित श्रेणी में माध्यिका ज्ञात करते समय संचयी आवृत्ति का प्रयोग करते है।

उदाहरण : निम्न आँकड़ो के माध्यम से माध्यिका मूल्य ज्ञात कीजिए–

मूल्य (X)	10	15	20	10	25	35	40	55	50	30	45	50	55
आवृति (f)	8	7	9	8	14	11	10	18	20	17	16	20	18

हल : सारणी में दिये आँकड़ो की श्रेणी को आरोही क्रम में रखकर उनकी संचयी बारम्बारता ज्ञात करते है। यहां यह ध्यान रखने योग्य बात है कि पद मूल्यों के साथ उनकी आवृति भी उसी क्रम में रखी जायेगी।

मूल्य (X)	आवृति (f)	संचयी आवृति (cf)
10	8	8
15	7	15
20	9	24
25	14	38
30	17	55
35	11	66
40	10	76
45	16	92
50	20	112
55	18	130

$$M = \left(\frac{N+1}{2}\right) \text{ वाँ पद}$$

$$M = \left(\frac{130+1}{2}\right) \text{ वाँ पद}$$

$$= \frac{131}{2} = 6.55 \text{ वाँ पद}$$

65.5 वाँ पद संचयी आवृति संख्या 66 में पहली बार सम्मिलित है अत: माध्यिका मूल्य 35 होगा।

अखण्डित श्रेणी में माध्यिका की गणना : जब आँकड़ो की संख्या अधिक होती है तो पूर्व में बताये अनुसार उनके वर्गान्तर बना लिऐ जाते है व सम्बन्धित आवृतियों के आधार पर सारणी तैयार

करते है। फिर संचयी आवृति ज्ञात कर सूत्र: m= N/2 द्वारा माध्यिका–वर्गान्तर ज्ञात कर लेते है। m संख्या ज्ञात होने पर संचयी आवृति में वह प्रथम बार कहां सम्मिलित हुई है ज्ञात करते है। जिस संचयी आवृति में m पहली बार सम्मिलित हुयी है उसी संचयी आवृत्ति का वर्गान्तर माध्यिका वर्गान्तर होगा। फिर माध्यिका मूल्य निम्न सूत्र द्वारा ज्ञात कर लेते है –

$$M = L_1 + \frac{i}{f}(m - c)$$

M = माध्यिका मूल्य

L_1 = माध्यिका वर्गान्तर की निचली सीमा

i = माध्यिका वर्गान्तर का विस्तार (माध्यिका वर्गान्तर की ऊपरी सीमा – माध्यिका वर्गान्तर की निचली सीमा)

f = माध्यिका वर्गान्तर की आवृति

m= माध्यिका वर्गान्तर का क्रमांक

N = कुल पदों की संख्या

c = माध्यिका वर्गान्तर से पहले वाले वर्गान्तर की संचयी आवृत्ति

उदाहरण : किसी क्षेत्र की 50 दिनों की दैनिक वर्षा का विवरण सारणी में दिया गया है। माध्यिका वर्षा ज्ञात करिये।

वर्षा (से मी.)	40–43	43–46	46–49	49–52	52–55	55–58
दिनों की संख्या	5	3	9	12	15	6

हल :

वर्षा (से.मी)	**दिनों की संख्या (f)**	**संचयी आवृति (c)**
40–43	5	5
43–46	3	8
46–49	9	17(c)
49–52	12(f)	**29**
52–55	15	44
55–58	6	50

$$M = \frac{N}{2} = \frac{50}{2} = 25$$

25 संख्या प्रथम बार 29 संचयी आवृति में सम्मिलित हुई है, अत: माध्यिका वर्गान्तर (49–52) होगा। वर्ग विस्तार (i) 3 होगा।

$$M = L_1 + \frac{i}{f}(m - c)$$

$$= 49 + \frac{3}{12}(25 - 17)$$

$$= 49 + \frac{24}{12} =$$

= 51 सेमी

माध्यिका के गुण :

(1) माध्यिका को समझना व ज्ञात करना सरल होता है। यह सुपरिभाषित होती है तथा इस पर चरम मूल्य का प्रभाव नही पड़ता।

(2) माध्यिका ज्ञात करने के लिये आवश्यक नहीं है सभी पद मूल्य दिये हो। अपूर्ण तथ्यों के बावजूद भी इसकी गणना की जा सकती है। इसकी गणना के लिये मध्य मूल्य और सम्पूर्ण इकाईयाँ ही काफी होती है।

(3) खुले सिरे वाली श्रेणी में माध्यिका मूल्य सुगमता से ज्ञात किया जा सकता है। ऐसी श्रेणी में माध्यिका ज्ञात करने के लिये निम्म व उच्च सीमा निर्धारित करना आवश्यक नहीं है, जबकि माध्य ज्ञात करते समय ऐसा करना अनिवार्य होता है।

(4) माध्यिका मूल्य निश्चित होता है।

(5) माध्यिका मूल्य ग्राफ की सहायता से ज्ञात किया जा सकता है।

(6) माध्यिका श्रंखला के मूल्यों में से ही होती है इसलिए यह प्रतिनिधित्व की दृष्टि से अच्छा औसत है।

(7) गुणात्मक तथ्य जिनकी प्रत्यक्ष गणना की जा सकती है, जैसे ईमानदारी, सुन्दरता, बुद्धिमता, क्षमता आदि के अध्ययन हेतु सर्वोत्तम मानी जाती है।

माध्यिका के दोष :

(1) यह श्रेणी के सभी मूल्यों पर आधारित नहीं होती। इसलिये यह केवल स्थिति सम्बन्धी माध्य है।

(2) माध्यिका चरम मूल्यों से प्रभावित नहीं होती, इसलिये जहा इन मूल्यों का महत्व होता है वहा यह एक उपयुक्त औसत नही होती।

(3) जब श्रेणी के मूल्यों का जोड़ सम हो तो माध्यिका दो मूल्यों के बीच कहीं स्थित होती है तब यह केवल सम्भावित माप होता है, वास्तविक नहीं।

(4) अनियमित आँकड़ो में जहां माध्यिका के पास कई रिक्त स्थान हो तो इसे केन्द्रीयता की अच्छी माप नहीं कहा जा सकता।

11.2.3 बहुलक अथवा भूयिष्ठक (Mode)

बहुलक आँकड़ो के समूह में ऐसा केन्द्रीय मूल्य होता है जिसकी आवृति सर्वाधिक होती है अथवा किसी श्रेणी का वह मूल्य जो सबसे अधिक बार उस श्रेणी में आता है, बहुलक कहलाता है। इस प्रकार सर्वाधिक आवृति वाला मूल्य श्रेणी का प्रतिनिधित्व करता है। बहुलक शब्द फ्रांसीसी भाषा के 'Lamode' शब्द से बना है जिसका अर्थ फैशन या रिवाज से है अर्थात् जब किसी वस्तु का फैशन अधिक प्रचलित हो जाता है तो लोग उसे अधिक अपनाते है। बहुलक भी माध्यिका की भाँति स्थिति सम्बन्धी माप है। अत: बहुलक वह स्थिति बतलाता है जहां आवृति का सबसे अधिक संकेन्द्रण या जमाव होता है।

बहुलक की गणना :

(1) **व्यक्तिगत श्रेणी में बहुलक की गणना :** व्यक्तिगत श्रेणी में बहुलक आँकड़ो को खण्डित श्रेणी में बदलकर ज्ञात किया जाता है। यदि आकड़े इस प्रकार से होते है कि किसी पद मूल्य की आवृति 1 से अधिक नहीं होती तो उन आँकड़ो से अखण्डित श्रेणी का निर्माण कर आवृति ज्ञात कर लेते है।

(2) **खण्डित श्रेणी में बहुलक की गणना :** जब खण्डित श्रेणी में आवृति नियमित होती है तो निरीक्षण के द्वारा यह निर्धारित करते है किस पद मूल्य की आवृति सर्वाधिक है और जिस पद मूल्य की आवृति सर्वाधिक होगी वही बहुलक होता है।

मासिक वेतन रू.	220	225	230	235	240	245	250
श्रमिकों की संख्या	15	22	35	50	38	25	18

उपरोक्त खण्डित श्रेणी में निरीक्षण से यह पता चलता है कि 235 पद मूल्य की आवृत्ति (50) श्रेणी में सर्वाधिक है अत: यही बहुलक है। कभी– 2 श्रेणी में पद मूल्यों की आवृत्तियां नियमित नहीं होती अर्थात् सबसे अधिक आवृति श्रेणी के मध्य में न होकर प्रारम्भ में अथवा अन्त में होती है और कभी– 2 आवृत्तियों का मान भी असमान रूप से कम या ज्यादा होता है अथवा अधिकतम आवृति पद मूल्य एक से ज्यादा होते है या श्रेणी के आधे भाग की आवृत्तियों दूसरे आधे भाग से मेल नहीं खाती। ऐसी स्थिति में निरीक्षण द्वारा बहुलक ज्ञात नहीं किया जा सकता है। उदाहरण : –

अंक	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
विद्यार्थी	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

उपरोक्त सारणी में निरीक्षण द्वारा देखने से बहुलक 15 होना चाहिए। किन्तु श्रेणी में सभी आवृत्तियों को ध्यान पूर्वक देखते है तो पता चलता है कि सभी आवृत्तियां अनियमित है। अत: बहुलक 15 अशुद्ध है। ऐसी स्थिति में बहुलक का निर्धारण समूहीकरण विधि
(grouping method) द्वारा बहुलक का निर्धारण निम्न चरणों में करते है।

(1) सर्वप्रथम दिये हुये मूल्यों को आरोही क्रम में लिखकर नीचे सारणी मे दिखाये अनुसार प्रथम कॉलम में उनकी आवृत्ति लिख देते है।

(2) दूसरे कॉलम में प्रथम कॉलम में दर्शायी आवृत्तियों के दो –दो के जोड़े बनाते है तथा इन जोड़ों की आवृत्तियों का योगफल दूसरे कॉलम में ही सारणी में दर्शायेनुसार लिख देते है।

(3) तीसरे कॉलम में प्रथम कॉलम की पहली आवृत्ति को छोडकर फिर से दो–दो के जोड़े बनाते है तथा उनका योगफल लिख लेते है।

(4) चौथे कॉलम में प्रथम कॉलम की पहली तीन–तीन आवृत्तियों के जोड़े, पांचवे कॉलम में पहली आवृत्ति को छोडकर बाद की आवृत्तियों के तीन–तीन के जोड़े तथा छठे कॉलम में पहली दो आवृत्तियों का छोड़कर बाद की तीन–तीन आवृत्तियों के जोडे बनाकर उनके सामने उनका योगफल लिख देते है। यदि समूहीकरण की उक्त प्रक्रिया में किसी आवृत्ति का जोड़ा नही बनता है तो आवृत्ति को छोड़ देते है।

(5) प्रत्येक कॉलम (एक से छ: तक) की बारी– 2 से अधिकतम आवृत्ति समूह ज्ञात करते है तथा उसे रेखांकित कर देते है।

(6) (6)अब प्रत्येक अधिकतम मूल्य वाले आवृत्ति समूह में सम्मिलित श्रेणी के पद मूल्यों की टेली को सहायता से गणना करते है। सारणी में प्रत्येक कॉलम में 28, 44, 44, 64, 59 व 6० आवृति समूह अधिकतम आवृत्ति वाले समूह है। प्रथम कॉलम में 28 आवृत्ति के सामने टैली के कॉलम मे निशान लगा देते है। इसी प्रकार दूसरे कॉलम में 44 आवृत्ति समूह के सामने स्थिति पद मूल्य (35 व 40) के सामने टैली वाली कॉलम में एक –एक निशान लगा

देते है। इसी प्रक्रिया द्वारा सभी कॉलम के सामने टैली के कॉलम में निशान लगाते जाते है। फिर अगले कॉलम में टैली का योग लिख देते है।

(7) अन्तिम कॉलम में जिस पद मूल्य के लिये अधिकतम संख्या होती है वही बहुलक होता है। उपरोक्त उदाहरण में इस प्रकार 40 पद मूल्य बहुलक हुआ।

अंक	आवृत्ति						अधिकतम मूल्य	
	I	II	III	IV	V	VI	टेली	संख्या
5	1	3		31			-	0
10	2		30		33		-	0
15	28	31				33	I	I
20	25		5	21			-	0
25	2	18			38		-	0
30	16		36			60	I	I
35	20	44		64			III	3
40	24		44		59		IIII/	5
45	20	35					III	3
50	15						I	1

जब किसी श्रेणी में दो मान ऐसे हो जिनकी आवृति अधिकतम हो तो इस प्रकार के बंटन को द्वि–बहुलक बंटन कहते है। जब श्रेणी में सभी पद मूल्यों की आवृति समान हो तो उस श्रेणी में बहुलक नहीं होता।

अखण्डित श्रेणी मे बहुलक की गणना : अखण्डित श्रेणी मे बहुलक ज्ञात करने के लिये पहले निरीक्षण अथवा समूहन विधि द्वारा बहुलक वर्गान्तर ज्ञात करते है फिर निम्न मूल्यों के प्रयोग द्वारा बहुलक ज्ञात करते है –

$$Z = L_1 + \frac{f_1 - f_2}{2f_1 - f_0 - f_2} \times i$$

Z = बहुलक मूल्य

L_1 = बहुलक वर्गान्तर की निम्न सीमा का मूल्य

f_1 = बहुलक वर्गान्तर की आवृति

f_0 = बहुलक वर्गान्तर से पहले वाले वर्गान्तर की आवृति

f_2 = बहुलक वर्गान्तर से बाद वाले वर्गान्तर की आवृति

i = बहुलक वर्गान्तर का विस्तार

उदाहरण : – नीचे दी आँकड़ो की श्रेणी के माध्यम से बहुलक ज्ञात करें ।

वर्गान्तर	10–20	20–30	30–40	40–50	50–60	60–70	70–80	80–90
आवृति	2	1	9	6	5	9	3	2

हल : प्रश्न मे दिये आँकड़ो को देखने से पता चलता है कि बहुलक वर्गान्तर का निर्धारण समूहन विधि द्वारा करना होगा।

अंक	आवृत्ति						अधिकतम आवृत्ति	
	I	II	III	IV	V	IV	टेली	संख्या
10 - 20	2	3		12			-	0
20 - 30	1		10		16		-	0
30 - 40	9	**15**				**20**	III	3
40 - 50	6		11	**20**			III	3
50 - 60	5	14			**17**		III	3
60 - 70	9		**12**			14	IIII	4
70 - 80	3	5					II	2
80 - 90	2						-	0

उपरोक्त सारणी से स्पष्ट है कि सर्वाधिक आवृति 4(60–70) वर्गान्तर की है अत: यही बहुलक वर्गान्तर होगा। अब सूत्र मे दर्शाये सभी मानों को सूत्रों मे रखकर बहुलक मूल्य ज्ञात कर लेते है।

$L_1 = 60, f_1 = 9, f_0 = 5, f_2 = 3, i = 10$

$$Z = L_1 + \frac{f_1 - f_2}{2f_1 - f_0 - f_2} \times i$$

$$= 60 + \frac{9-5}{2 \times 9 - 5 - 3} \times 10$$

अत: बहूलक मूल्य 64 हुआ।

बहुलक के गुण :

(1) इसे निरीक्षण द्वारा ज्ञात किया जा सकता है। अत: इसकी गणना सरल है।

(2) बहुलक श्रेणी के चरम फलों द्वारा प्रभावित नही होता।

(3) बहुलक श्रेणी का वह मूल्य होता है जो सबसे अधिक बार पाया जाता है अत: यह श्रेणी का सर्वोत्तम प्रतिनिधित्व करता है।

(4) बहुलक निर्धारण में सभी अंको का होना अनिवार्य नही होता।

(5) बहुलक का व्यावहारिक उपयोग है जैसे जूते की दुकान पर दुकानदार उन जूतों के आकार के डिजाइन सर्वाधिक रखता है जो पांव के आकार उसके पास सर्वाधिक आते हैं।

(6) बहुलक को रेखाचित्र द्वारा भी निश्चित किया जा सकता है।

बहुलक के दोष :

(1) यह सबसे अधिक अनिश्चित अस्पष्ट माप है। कभी–2 एक ही श्रेणी में दो या दो से अधिक बहुलक हो सकते है।

(2) यह सभी मूल्यों पर आधारित नही होता है जिस कारण भ्रमात्मक परिणाम देता है। जैसे किसी कक्षा मे 50 में से 5 छात्रों के 46 अंक है तथा 45 छात्रों के 21 से 34 के मध्य अंक है तथा सभी छात्रों के अंक भिन्न है। ऐसी स्थिति में कक्षा की बहुलक मूल्य 46 होगी। जबकि अन्य छात्रों के अंक इस से काफी कम है।

(3) बहुलक चरम मूल्यों को महत्व नही देता।

(4) बहुलक पर श्रेणी के वर्ग विस्तार का प्रभाव पड़ता है यदि वर्ग विस्तार बदल जाये तो बहुलक भी बदल जाता है।

बोधप्रश्न–1

1. केन्द्रीय प्रवृत्ति से आप क्या समझते हैं?

....

....

2. माध्य से क्या तात्पर्य है?

....

....

3. माध्य के गुण एवं दोष का संक्षिप्त वर्णन कीजिये।

....

....

4. माध्यिका से आप क्या समझते हैं?

....

....

5. माध्य तथा माध्यिका में मुख्य अन्तर क्या है?

....

....

6. माध्यिका के गुण तथा दोष का वर्णन कीजिये।

....

....

7. बहुलक से आप क्या समझते हैं?

....

....

8. बहुलक के गुण तथा दोष का वर्णन कीजिये।

....

....

11.3 प्रकीर्णन / विक्षेपण / विसरण की माप (Measure of Dispersion)

केन्द्रीय प्रवृति के माप सम्पूर्ण बंटन के लिये केवल एक प्रतिनिधि मान प्रदान करती है परन्तु ये फैलाव तथा आँकड़ो की महत्वपूर्ण सूचनाओं के सम्बन्ध में जानकारी नही देते है। जैसे किसी देश के विकास का स्तर पता चलता है ,परन्तु इससे लोगों में आय के बंटन के सम्बन्ध मे कोई जानकारी प्राप्त नहीं होती है तथा यह भी पता नही चलता कि कितने व्यक्ति गरीबी के रेखा के नीचे रह रहे है तथा कितने व्यक्ति धनी है। अत: भौगोलिक आँकड़ो के तथ्यपरक एंव तार्किक विश्लेषण अथवा परिवर्तनशीलता के मापों की गणना आवश्यक होती है। सामान्यत: विक्षेपण अथवा प्रकीर्णन से यह स्पष्ट होता है कि जो आकड़े है उनका केन्द्रीय मूल्य से विस्तार कहां तक

है। विद्‌वान प्रकीर्णन को विभिन्न मूल्यों के विचलन का माप मानते है अर्थात् प्रकीर्णन केन्द्रीय मूल्य से बिखराव की उस सीमा का माप करता है जहां तक विभिन्न आँकड़ो का फैलाव रहता है। भौगोलिक तथ्य परिवर्तनशील होते है। अत: उनके औसत माप के साथ –साथ उनके क्षेत्रीय बिखराव की मात्रा का ज्ञान भी आवश्यक होता है ताकि सामान्यीकरण किया जा सके एंव निष्कर्ष निकाला जा सके। इन्ही कारणों से भूगोल में केन्द्रीय प्रवृत्ति के मापों से प्रकीर्णन की माप भी ज्ञात की जाती है।

प्रकीर्णन अथवा विक्षेपण ज्ञात करने के निम्न लिखित मापक है–

1. परास या विस्तार
2. चतुर्थक विचलन
3. 3 माध्य विचलन
4. मानक / प्रमाप / प्रमाणिक विचलन
5. आपेक्षिक विक्षेपण
6. लॉरेन्ज वक्र
7. अवस्थिति खण्ड

(1) **परास :** किसी श्रंखला में अधिकतम तथा न्यूनतम मानों के बीच अन्तर को परास कहते है। यह अधिकतम तथा न्यूनतम मानों पर निर्भर करता है तथा अन्य मानों का प्रयोग नही करता। इसी कारण इसका प्रयोग कम किया जाता है।

(2) **चतुर्थक विचलन :** परास में निहित चरम मानों के प्रभाव को दूर करने के लिये ऊपरी व निम्न चतुर्थक के बीच के आधे अन्तर को लेकर प्रकीर्णन परिवर्तनशीलता की माप करते है। प्रकीर्णन के मापक के रूप में चतुर्थक विचलन ऐसा माप है जो किसी भी आकड़ा समूह के 50 प्रतिशत अंको का ही प्रतिधित्व करता है। इसी कारण इसे अर्द्ध अन्तर चतुर्थक परिसर भी कहते है। यह माध्यिका की गणना विधि के सिद्धान्त पर ही आधारित है। माध्यिका किसी भी आँकड़ो की श्रेणी को दो बराबर भागों में बांटती है। निम्न प्रथम चतुर्थक माध्यिका से कम मान वाले मूल्यों को आधे भाग में तथा उच्च तीसरा चतुर्थक माध्यिका से अधिक मान वाले मूल्यों को दो बराबर भागों में बाटता है। माध्यिका दूसरा या मध्य का चतुर्थक ही होती है।

11.3.1 माध्य विचलन (Mean deviation)

माध्य विचलन किसी भी आँकड़ो की श्रेणी में उन निरपेक्ष विचलनों का अंक गणितीय माध्य है। जिसकी गणना उस आँकड़ो की श्रेणी के मध्यमान से की जा सकती है। अत: माध्य विचलन दिये गये सभी आँकड़ो के मध्यमान से विचलन का योग है। सैद्धान्तिक रूप से इन विचलनों की गणना माध्यिका से करना उचित रहता है क्योंकि ऐसे विचलनों का कुल योग न्यूनतम होता है, किन्तु व्यवहार में समान्तर माध्य का प्रयोग अधिक प्रचलन में है। सैद्धान्तिक रूप से माध्य विचलन या कोई भी विचलन आँकड़ो की श्रेणी की केन्द्रीय प्रवृति के माप से सभी पदों का विचलन होता है। इनके औसत मूल्य से आँकड़ो के फैलाव का पता चलता है। विचलन मूल्य सदैव धनात्मक लिखे जाते है। इसी कारण विचलन के संकेताक्षर (d) के दोनों और मॉडयूल्स का चिन्ह $|d|$ बनाकर लिखते है जिसका मतलब $\mp d$ होता है। जब माध्यिका से विचलन ज्ञात करते है तो माध्य विचलन संकेताक्षर δM लिखते है तथा जब माध्य से विचलन ज्ञात कर माध्य विचलन ज्ञात करते

है तो Md संकेताक्षर काम में लिया जाता है। यहां समान्तर माध्य से माध्य विचलन ज्ञात करना बतलाया जा रहा है।

भौगोलिक अध्ययनों मे किसी भी तथ्य के क्षेत्रीय अथवा समकालीन प्रवृत्ति का विश्लेषण और भविष्य कथन विचलन की सहायता से ज्ञात किया सकता है।

माध्यिका से माध्य विचलन (δM) = $\frac{\sum |dm|}{N}$

यहाँ (δM) = माध्यिका के प्रयोग से ज्ञात माध्य विचलन

|dM| = माध्यिका से पद मूल्यों के ∓ विचलन

N = पदों की संख्या

माध्यिका से माध्य विचलन (Md) = $\frac{\sum |dm|}{N}$

यहां Md = माध्य के प्रयोग से ज्ञात माध्य विचलन X = पद मूल्य

|d| = माध्य से पद मूल्य का ∓ विचलन (X – x) N = कुल पदों की संख्या

माध्य $\overline{X} = \frac{\sum X}{N}$

माध्य विचलन की गणना

दिये गये आँकड़ो से माध्य अथवा माध्यिका ज्ञात कर प्रत्येक पद मूल्य से माध्य या माध्यिका को घटाकर विचलन मूल्य ज्ञात करते है। विचलन मूल्यों का योग ज्ञात कर लेते है, ऐसा करते समय धनात्मक या ऋणात्मक चिन्हों का ध्यान नहीं रखते। विचलनों के योग में कुल पदों की संख्या से भाग देकर माध्य विचलन ज्ञात कर लेते है।

1. व्यक्तिगत श्रेणी में माध्य विचलन की गणना:

उदाहरण : निम्न आँकड़ो की सहायता से माध्य विचलन ज्ञात कीजिये–'

3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 14

हल :

क्र.स.	पद मूल्य (X)	$\|d\| = (X - \overline{X})$
1	3	5
2	5	3
3	6	2
4	7	1
5	8	0
6	10	2
7	11	3
8	14	6
N=8	$\sum X = 64$	$\sum d$ **=22**

$\overline{X} = \frac{\sum X}{N} = \frac{64}{8} = 8$

Md = $\frac{\sum |d|}{N}$ = 22/8 = 2.75

माध्य विचलन गुणांक

(Md) = $\frac{Md}{X} = \frac{2.75}{8}$ = 0.344

2. खण्डित श्रेणी में माध्य विचलन की गणना:

उदाहरण : निम्न आँकड़ो की सहायता से माध्य विचलन ज्ञात कीजिये–

X	5	6	10	14	20
F	10	8	4	3	1

हल :

x	f	fx	$\lvert d\rvert = \lvert X - \bar{X}\rvert$	$f\lvert d\rvert$
5	10	50	2.7	27
6	8	48	1.7	13.6
10	4	40	2.3	9.2
14	3	4	26.3	18.3
20	1	20	12.3	12.9
	$\sum f$=26	$\sum fx$=200		$\sum f\lvert d\rvert$=200

=26=200=200$\bar{X} = \frac{\sum fX}{N} = \frac{200}{26}$ = 7.7

Md = $\frac{\sum f\lvert d\rvert}{\sum f} = \frac{81}{26}$ = 3.12

माध्य विचलन गुणांक (Md) = $\frac{MD}{\bar{X}} = \frac{3.12}{7.7}$ = 0.405

3. अखण्डित श्रेणी मे माध्य विचलन की गणना:

उदाहरण :

वर्गान्तर	0–10	10–20	20–30	30–40	40–50	50–60
आवृति	13	10	5	6	4	3

हल :

वर्गान्तर	आवृति	मध्य बिन्दु (x)	fx	$\lvert d\rvert = \lvert X - \bar{X}\rvert$	$f\lvert d\rvert$
0–10	13	5	65	16.82	218.66
10–20	10	15	150	6.82	68.20
20–30	5	25	125	3.18	15.90
30–40	6	35	210	13.18	79.08
40–50	4	45	180	23.18	92.72
50–60	3	55	165	33.18	99.54
	$\sum f$=41	$\sum fx$=895		$\sum f\lvert d\rvert$=574.1	

=41=895=574.111.3.2

11.3.2 मानक / प्रमाणिक प्रमाप विचलन (Standard deviation)

यह प्रकीर्णन ज्ञात करने की सबसे महत्वपूर्ण एवं लोकप्रिय विधि है। इसके आविष्कारक कार्लपियर्सन (1893) थे। जब माध्य से विचलन ज्ञात कर उनके वर्गो का योग कर उसमें कुल पदों की संख्या से विभाजित कर देते है तो प्रसरण (variance) की माप ज्ञात हो जाती है। प्रसरण आँकड़ो की इकाई का वर्ग होती है। प्रसरण का वर्गमूल ज्ञात करने के बाद जो संख्या प्राप्त होती है उसे मानक मूल्यों के समान्तर माध्य से निकाले गये विचलनों के वर्गो के माध्य का वर्गमूल होता है। इसे ग्रीक भाषा के शब्द लघु सिग्मा 'σ' द्वारा अथवा "S.D" द्वारा व्यक्त करते है। यह सदैव समान्तर माध्य से ही ज्ञात किया जाता है।

मानक विचलन की प्रमुख विशेषता यह है कि इसमें उन कमियों को दूर किया गया है जो माध्य विचलन में पायी जाती है। जैसे इसमें विचलनों की धनात्मक बनाने के लिए उनका वर्ग कर दिया जाता है। इसे मध्य मान वर्ग त्रुटि, वर्गमूल विचलन, वर्गमूल माध्य का विचलन आदि नामों से पुकारा जाता है। मानक विचलन के गुणांक द्वारा किन्ही दो श्रेणीयों के विचलन की तुलना की जा सकती है।

मानक विचलन की गणना :

1. व्यक्तिगत श्रेणी

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum d^2}{N}} = \sqrt{\frac{\sum (X-\bar{X})}{N}}$$

σ = मानक विचलन

d = माध्य से विचलन =(X – X)

$\bar{X}$ = माध्य

Z = कुल पदों की संख्या

उदाहरण : निम्न आँकड़ो की सहायता से मानक विचलन ज्ञात करें।

वर्ष	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
वर्षा (से मी.)	100	90	120	110	80	70	150	130	50	100

हल :

वर्ष	**वर्षा (से.मी.)**	**d=(X–100)**	**d^2**
1	100	0	0
2	90	–10	100
3	120	+20	400
4	110	+10	100
5	80	–20	400
6	70	–30	900
7	150	+50	2500
8	130	+30	900
9	50	–50	2500
10	100	0	0

N=10	$\sum X$=1000	$\sum d^2$= 7800

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum d^2}{N}} = \sqrt{\frac{\sum (X-\bar{X})}{N}}$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} = \frac{1000}{100} = 100$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum d^2}{N}} = \sqrt{\frac{7800}{10}} = 29.93$$

2. खण्डित श्रेणी में मानक विचलन की गणना:–

उदाहरण : निम्न आँकड़ो की सहायता से मानक विचलन ज्ञात कीजिये।

X	10	11	12	14	18	20	25
f	8	10	15	16	7	6	8

हल :

X	f	fx	d=(x – $\bar{X}$)	d^2	fd^2
10	8	80	–4.85	23.52	188.18
11	10	110	–3.85	14.82	148.22
12	15	180	–2.85	08.12	121.83
14	16	224	–0.85	0.72	11.56
18	7	126	+3.15	9.92	69.45
20	6	120	+5.15	26.52	159.13
25	8	200	+10.15	103.02	824.18
	$\sum f$= 70	**$\sum fX$ = 1040**			**$\sum fd^2$= 1522.22**

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum d^2}{N}} = \sqrt{\frac{\sum (X-\bar{X})}{N}} \qquad \bar{X} = \frac{\sum fX}{\sum f} = 1040/70 = 14.85$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1522.22}{70}} = 4.663$$

—

3. अखण्डित श्रेणी में मानक विचलन की गणना।

उदाहरण : निम्न आँकड़ो की सहायता से मानक विचलन ज्ञात करें।

वर्ग अन्तराल	0–10	10–20	20–30	30–40	40–50	50–60
आवृत्ति	13	10	5	6	4	3

हल :

वर्ग अन्तराल	f	x	fx	d=(x–$\bar{X}$)	d^2	fd^2
0–10	13	5	65	–16.82	282.91	3677.83
10–20	10	15	150	–6.82	46.51	465.10
20–30	5	25	125	+3.18	10.11	50.10
30–40	6	35	210	+13.18	173.71	1042.21

40–50	4	45	180	+23.18	537.31	2149.24
50–60	3	55	165	+33.18	11100.91	3302.73
	$\sum f$=41	**$\sum fX$=895**				**$\sum fd^2$= 10687.66**

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum d^2}{\sum f}} = \sqrt{\frac{\sum(X-\bar{X})}{\sum f}} \qquad \bar{X} = \frac{\sum fX}{\sum f} = \frac{895}{41} = 21.82$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{10687.66}{41}} = 16.14$$

लघु रीति :

वर्ग अन्तराल	f	x	d=(x–A)	fd	d^2	fd^2
0–10	13	5	–30	–390	900	11700
10–20	10	15	–20	–200	400	4000
20–30	5	25	–10	–50	100	500
30–40	6	35	0	0	0	0
40–50	4	45	–10	40	100	400
50–60	3	55	–20	60	400	1200
	$\sum f$=41			**$\sum fd$= 540**		**$\sum fd^2$= 17800**

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum fd^2}{\sum f} - \frac{\sum fd.fd}{\sum f.f}}$$

d = X - A (A=कल्पित माध्य)

$$= \sqrt{\frac{17800}{41} - \frac{-540x-540}{41x41}}$$

$$= \sqrt{434.1463 - (-13.17)^2}$$

मानक विचलन के गुण :

1. यह माप पदमाला के सभी मूल्यों पर आधारित होता है, इसलिए शुद्ध होता है।
2. इस माप पर आकस्मिक विचलनों का कम प्रभाव पडता है।
3. यह एक निश्चित माप है तथा इसे प्रत्येक स्थिति में ज्ञात किया जा सकता है।

मानक विचलन के दोष :

1. इसकी गणना व इसे समझना कठिन है।
2. यह माध्य पर आधारित होता है जिससे इसकी गणना में चरम पदों का प्रभाव ज्यादा होता है व माप विचलन अधिक आता हैं।

मानक विचलन का महत्त्व :

यह अपकरण ज्ञात करने की आदर्श विधि है। यह सदैव समान्तर माध्य के आधार पर परिकलित किया जाता है। अत: दो या दो से अधिक संमक श्रेणियों की तुलना करने में उपयोगी होता है। यह माप श्रेणी के सभी मूल्यों पर आधारित होता है, इसी कारण इसका प्रयोग सह–सम्बन्ध विश्लेषण व अर्थ–पूर्णता की जांच (test of significance) में किया है।

11.3.3 विचरण गुणांक (coefficient of variation)

मानक विचलन में समान्तर माध्य का भाग देकर प्राप्त भागफल को 100 से गुणा करने पर प्राप्त प्रतिशत को विचरण गुणांक कहते है। आँकड़ो की श्रेणी के निरपेक्ष (absolute) माप परास, माध्य विचलन, मानक विचलन द्वारा श्रेणी के स्वरूप तथा सम्बन्धों की जानकारी मिलती है। ये माप श्रेणी की केन्द्रीय प्रवृति की जानकारी के बिना प्रकीर्णन की सही सूचना नहीं देते तथा इनके द्वारा दो या दो से अधिक श्रेणियों की तुलना भी नहीं की जा सकती। अत: श्रेणियों की तुलना के लिये सापेक्ष प्रकीर्णन की मात्रा ज्ञात करते है। यह निरपेक्ष मापों के गुणाकों को द्वारा ज्ञात की जाती है। अत: विचरण गुणांक माध्य में होना वाला प्रतिशत विचरण है जबकि मानक विचलन को माध्य में होने वाला कुल विचरण माना जाता है। कार्ल पियर्सन ने सर्वप्रथम इसका प्रयोग किया था। इसका प्रयोग दो या दो से अधिक संमक श्रेणियों में विचरण (variance) की तुलना करने में किया जाता है। इसे निम्न सूत्रों द्वारा ज्ञात किया जा सकता है –

विचरण गुणांक (C.V)= $\frac{\sigma}{\overline{X}}$x100

विचरण गुणांक प्रतिशत में होते है। इसलिये इनके द्वारा दो श्रेणियों के मध्य तुलना करना आसान होता हैं। दो श्रेणियों में जिस श्रेणी का विचरण गुणांक अधिक होता है, उसमें विचरणशीलता (variability) अधिक होती है तथा जिस श्रेणी का विचरण गुणांक कम होता है व अधिक स्थिर, एक रूप(uniform), सजातीय (homogeneous) तथा संगत (consistent) होती है। तुलना की जाने वाली श्रेणीयों की इकाई समान होनी चाहिये अथवा उनके मध्य सम्बन्ध होना चाहिये। जैसे – किसी क्षेत्र मे वर्षा की मात्रा एंव प्रति हेक्टेयर धान का उत्पादन सम्बन्धी आँकड़ो की पीरवर्तिता की तुलना करनी हो तो विचरण गुणाक द्वारा ज्ञात कर सकते है। इसे निम्न उदाहरण द्वारा समझा जा सकता है–

उदाहरण : निम्न सारणी मे दो प्रदेशों 4 व छ की दस वर्षो की औसत वार्षिक वर्षा (इंच में)दी गयी है। इसका विचरण गुणाक ज्ञात कर यह बताइये कि किस स्थान की वर्षा मे अधिक संगति पाई जाती है–

	प्रदेश A			प्रदेश B		
वर्ष	**वर्षा (X)**	**dx=(x–$\overline{X}$)**	**dx^2**	**वर्षा (Y)**	**dy=(y–$\overline{Y}$)**	**dy^2**
1	6.4	–6.62	43.82	8.7	–7.47	55.80
2	27.4	+14.35	206.78	14.6	–1.57	2.47
3	8.1	–4.92	24.21	25.1	+8.93	79.75
4	16.1	+3.08	9.48	30.6	+14.43	208.22
5	19.0	+5.98	35.76	22.7	+6.53	42.64
6	7.2	–5.82	33.87	9.4	–6.77	45.83
7	10.0	–3.02	9.12	15.0	–1.17	1.37
8	4.7	–8.32	69.22	15.3	–0.87	0.76
9	12.4	–0.62	0.38	9.0	–7.17	51.41
10	18.9	+5.88	34.57	11.3	–4.87	23.72

$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} =$ 130.2/10 = 13.02 $\bar{Y} = \frac{\sum Y}{N} =$ 161.70/10 = 16.17

$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum dx^2}{N}} = \sqrt{\frac{647.22}{10}}$ = 6.83 इंच $\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum dy^2}{N}} = \sqrt{\frac{511.97}{10}}$ =7.16 इंच

= = = = = 6.83 इंच = = = 7.16 इंच

विचरण गुणांक $(CV)_A$ $= \frac{\sigma_A}{X}$x100 विचरण गुणांक $(CV)_B$ $= \frac{\sigma_B}{X}$x100

$= \frac{6.83}{13.02} \times 100$ $= \frac{7.16}{16.17} \times 100$

= 52.46 = 44.28

x100x100विचरण गुणांक गुणाक से ज्ञात होता है कि प्रदेश A को गुणांक B की अपेक्षा अधिक है। अतः यह निष्कर्ष निकलता है कि प्रदेश A में वर्षा की अस्थिरता प्रदेश B की अपेक्षा अधिक है।

बोध प्रश्न–2

1. प्रकीर्णन से आप क्या समझते हैं?

   ....

   ....

2. प्रकीर्णन ज्ञात करने की कौन–कौन सी विधियाँ हैं?

   ....

   ....

3. माध्य विचलन से आप क्या समझते हैं?

   ....

   ....

4. माध्य विचलन की गणना माध्यिका से करना क्यों अधिक उपयुक्त होता है।

   ....

   ....

5. मानक विचलन की प्रमुख विशेषता क्या है?

   ....

   ....

6. मानक विचलन के गुण तथा दोषों का वर्णन कीजिये।

   ....

   ....

7. विचरण गुणांक के मुख्य गुणों का वर्णन कीजिये।

   ....

   ....

11.4 सह–विचरण या सह सम्बन्ध (Co variation or co relation)

दो समंक समूह में पाये जाने वाले सम्बन्ध की जानकारी के लिए सहसम्बन्ध के सिद्वान्त का अध्ययन किया जाता है। कई समंक समूह इस प्रकार से सम्बन्धित होते हैं कि एक में होने वाले परिवर्तन के परिणाम स्वरूप दूसरे में भी परिवर्तन हो जाता है जैसे प्रचलित मुद्रा की मात्रा बढ़ने से मूल्य स्तर में वृद्धि हो जाती है, वस्तु का उत्पादन बढ़ने से उसके दामों में कमी आ जाती है, आदि। सहसम्बन्ध के अध्ययन से यह ज्ञात किया जाता है कि विभिन्न तथ्य परस्पर किस प्रकार से धनात्मक या ऋणात्मक एवं किस परिणाम, पूर्ण, उच्च मध्यम या निम्न रूप से सम्बन्धित है। अत: स्पष्ट है कि दो परस्पर सम्बन्धित समंक श्रेणियों में एक ही दिषा या विपरीत दिषा में होने वाले परिवर्तन की प्रवृति को ही सांख्यिकी में सह–विचरण या सहसम्बन्ध कहते हैं।

सामाजिक, आर्थिक रण वैज्ञानिक क्षेत्र की समस्याओं के विश्लेषण में सहसम्बन्ध सिद्धान्त का बहु त अधिक महत्व है। सांख्यिकी में प्रतीपगमन (regression) एवं विचरण – अनुपात (ratio of variation) के विचार सहसम्बन्ध पर ही आधारित है। इनकी सहायता से दो सम्बन्धित श्रेणियों में से एक के दिये हु ये निश्चित चर मूल्य के आधार पर दूसरी श्रेणी के सम्भावित चर मूल्य का विश्वसनीय अनुमान लगाया जा सकता है। सहसम्बन्ध विश्लेषण पर आधारित अनुमान अधिक विश्वसनीय तथा निश्चित होते हैं।

सहसम्बन्ध सिद्धान्त का प्रतिपादन सर्वप्रथम फ्रांस के खगोलशास्त्री Bravais ने किया था। सहसम्बन्ध सिद्धान्त की बिंदुरेखीय विधि का प्रतिपादन Francis Galton ने किया। सहसम्बन्ध ज्ञात करने की गणितीय विधि का प्रतिपादन Karl Pearson ने किया।

11.4.1 सहसम्बंध के प्रकार

1. दिषा के आधार पर :

(क) **धनात्मक सहसम्बन्ध :** जब दो चरों में एक ही दिषा में परिवर्तन हो अर्थात् एक चर मूल्य के बढ़ने से दूसरे में भी वृद्धि हो तो इस प्रकार का सहसम्बन्ध धनात्मक या प्रत्यक्ष या अनुलोम होता है।

(ख) **ऋणात्मक सहसम्बन्ध :** जब दो चर मूल्यों में से एक में परिवर्तन से दूसरे में विपरीत दिषा में परिवर्तन हो अर्थात् एक बढ़ने पर दूसरे के चर मूल्यों में कमी हो तो वह सम्बन्ध ऋणात्मक, अप्रत्यक्ष या विलोम कहलाता है।

उदाहरण : (अ) धनात्मक सहसम्बन्ध

1 में वृद्धि के लिए वृद्धि		**II में कमी के लिए कमी**	
X	Y	X	Y
10	50	10	15
20	70	9	10
30	80	8	5

(आ) ऋणात्मक सहसंबंध

1 में वृद्धि के लिए वृद्धि		**II में कमी के लिए कमी**	
X	Y	X	Y

100	50	10	40
150	45	8	50
200	40	7	60

2. अनुपात के आधार पर:

(क) **रेखीय सहसम्बन्ध (Linear Correlation) :** जब दो चर मूल्यों में परिवर्तन का अनुपात समान है, जैसे रोजगार में 10 प्रतिषत वृद्धि से हर समय उत्पादन में 20 प्रतिषत वृद्धि हो तो इस प्रकार के सम्बन्ध को रेखीय सह सम्बन्ध कहते हैं।

Ex.

X	change	Y	change
100	-	50	-
110	10%	55	10%
130	30%	65	30%
150	50%	75	50%

(ख) **वक्र रेखीय सहसम्बन्ध (Curve linear correlation) :** जब दो चर मूल्यों में परिवर्तन का अनुपात असमान हो जैसे रोजगार में 10 प्रतिषत वृद्धि से कभी तो उत्पादन में 20 प्रतिषत वृद्धि हो और कभी 20 प्रतिषत से कम या अधिक वृद्धि हो तो इसे वक्र रेखीय सहसम्बन्ध कहा जाता है।

Ex.

X	change	Y	change
100	-	50	-
110	10%	60	20%
140	40%	75	50%
160	60%	85	70%

3. चर मूल्यों कीं संख्या के आधार पर:

1. **सरल सहसम्बन्ध :** जब दो चर मूल्यों के मध्य सह सम्बन्ध ज्ञात किया जाये तो इसे सरल सहसम्बन्ध कहते हैं।
2. **बहु गुणी सहसम्बन्ध :** जब तीन या अधिक चर मूल्यों के मध्य सह सम्बन्ध ज्ञात किया जाये तो इसे बहु गुणी सहसम्बन्ध कहते हैं।
3. **आशिक सहसम्बन्ध :** तीन चर मूल्यों के मध्य आंशिक सह सम्बन्ध ज्ञात किया जा सकता है किन्तु इनमें एक स्वतंत्र चर मूल्य को स्थिर रखकर दूसरे स्वतंत्र चर मूल्य का आश्रित चर मूल्य से सह सम्बन्ध ज्ञात किया जाता है।

11.4.2 सह सम्बन्ध का परिमाण (Degree of correlation)

सह सम्बन्ध का आंकिक परिमाण सहसम्बन्ध गुणांक द्वारा ज्ञात किया जाता है । इसे निम्न सारणी द्वारा समझा जा सकता है।

सहसम्बन्ध परिमाण	धनात्मक	ऋणात्मक
पूर्ण सह सम्बन्ध	+1	–1

उच्च सहसम्बन्ध	+0.75 और +1 के मध्य	–0.75 और –1 के मध्य
मध्यम सहसम्बन्ध	+0.25 और +0.75 के मध्य	–0.25 और –0.75के मध्य
निम्न सहसम्बन्ध	0 और + 0.25 के मध्य	–0.25 और 0 के मध्य
सहसम्बन्ध अनुपस्थित	0	0

11.4.3 सहसम्बन्ध ज्ञात करने की विधियां

1. बिन्दु रेखीय विधियां :

(क) विक्षेप चित्र (scatter dot diagram)

(ख) सह सम्बन्ध रेखाचित्र (correlation graph)

2. गणितीय विधियां :

(क) कार्ल पियर्सन का सहसम्बन्ध गुणांक

(ख) स्पियरमैन की कोटि अन्तरविधि

(ग) संगामी विचलन विधि

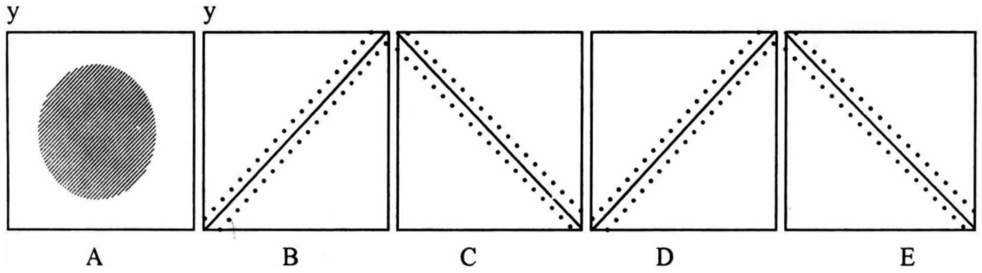
(घ) अन्य विधियां

11.4.3.1 विक्षेप चित्र या बिन्दु चित्र (scatter or dot diagram)

विक्षेप चित्र दो समंक श्रेणियों के मध्य सहसम्बन्ध की प्रवृति ज्ञात करने का एक सरल एवं आकर्षक तरीका है। विक्षेप चित्र बनाने के लिए स्वतंत्र चर मूल्य को X अक्ष पर एवं आश्रित चर मूल्य का Y अक्ष पर अंकित कर विभिन्न मूल्यों के बिन्दु अंकित किये जाते हैं। इस प्रकार प्राप्त चित्र विक्षेप चित्र कहलाते हैं। पदों की जितनी संख्या होगी विक्षेप चित्र में उतनी ही बिन्दु होंगे।

विक्षेप चित्रों का अध्ययन

1. जब विक्षेप चित्र में बिन्दु चारों ओर बिखरे हुये हों उनमें किसी प्रकार का कोई क्रम न हो तो सहसम्बन्ध का अभाव होता है। चित्र A
2. यदि पद युग्मों को अंकित करने से नीचे बायीं ओर से ऊपर दाहिनी ओर बढ़ती हुई एक रेखा प्राप्त हो तो वह पूर्णधनात्मक सहसम्बन्ध को व्यक्त करती है। चित्र B
3. ऊपर बांयी ओर से नीचे दाहिनी ओर एक गिरती हुई एक रेखा के रूप में बिन्दु अंकित हो तो यह पूर्ण ऋणात्मक सह सम्बन्ध को व्यक्त करता है। चित्र C
4. जब अंकित बिन्दुओं से एक क्रम या प्रवृति का आभास हो तो यह सहसम्बन्ध की उपस्थिति व्यक्त करती है। एक रेखा न होकर बिखरे हुये बिन्दु नीचे बायीं ओर से ऊपर दाहिनी ओर बढ़ते हों (चित्र– D तो यह धनात्मक सह सम्बन्ध एवं ऊपर बांयी और से नीचे दाहिने ओर गिरते हुए हो (चित्र. E) तो ऋणात्मक सहसम्बन्ध को व्यक्त करता है। बिन्दु जितने पास–पास होंगे सहसम्बन्ध का परिणाम उतना ही अधिक होगा।



विक्षेप चित्रों से सह सम्बन्ध की केवल प्रवृति का आभास होता है। इससे निश्चित मूल्य प्राप्त नहीं हो सकता है। अत: सह सम्बन्ध ज्ञात करने के लिए इस विधि का प्रयोग उस समय ही उपयुक्त रहता है। जब सह सम्बन्ध की केवल प्रवृति का अध्ययन करना हो, तथा संख्यात्मक माप की आवश्यकता न हो।

11.4.3.2 सहसम्बन्ध रेखाचित्र

रेखाचित्र द्वारा भी सहसम्बन्ध का अनुमान लगाया जा सकता है। सहसम्बन्ध रेखाचित्र की रचना निम्न प्रकार की जाती है–

1. समय, स्थान या क्रम संख्या को x अक्ष पर अंकित किया जाता है।
2. x चर मूल्य को OY अक्ष पर एवं y चर मूल्य को Oy अक्ष पर अंकित किया जाता है।
3. दोनों चर मूल्यों के अलग–अलग दो वक्र बना लिये जाते हैं –

यदि दोनों चर मूल्य एक ही इकाई में हो एवं उनमें बहुत कम अन्तर हो तो एक मापदण्ड के आधार पर ओवाई अक्ष पर दोनों ही मूल्यों को प्रदर्शित कर दो वक्र बनाये जाते हैं। अधिक अंतर होने पर दो मापदंड के आधार पर रेखाचित्र बनाया जाता है।

सहसम्बन्ध रेखाचित्र का विश्लेषण

1. दोनों चर मूल्यों के वक्र जितने –जितने पास–पास होंगे, सहसम्बन्ध की मात्रा उतनी ही अधिक एवं दूर होने पर सहसम्बन्ध की मात्रा उतनी ही कम होगी।
2. दोनों वक्रों में उच्चावचन की दिशा एक हो अर्थात् एक साथ घटते या बढ़ते हैं तो उनमें धनात्मक सहसम्बन्ध होगा। दोनों वक्रों में उच्चावच्च की दशा विपरीत हो अर्थात् एक वक्र के बढ़ने पर दूसरा वक्र घटे या एक के घटने पर दूसरा बड़े तो ऋणात्मक सहसम्बन्ध होगा।
3. जब दोनों वक्रों में उच्चावचन की प्रवृत्ति में कोई समानता या सम्बन्ध प्रतीत न हो तो सहसम्बन्ध का अभाव होता है ।

11.4.3.3 कार्ल–पियर्सन का सहसम्बन्ध गुणांक (Karl pearson's coefficient of correlation)

कार्ल पियर्सन द्वारा बतलायी गई सह सम्बन्ध ज्ञात करने की विधि सर्वोतम है क्योंकि इसके द्वारा सह सम्बन्ध की दिषा, अकात्मक माप व सीमायें ज्ञात हो जाती है। यह विधि सह सम्बन्ध का आदर्श माप है क्योंकि यह समान्तर माध्य तथा प्रमाप विचलन पर आधारित है। सह सम्बन्ध गुणांक हर समय 1 की सीमा में रहता है। ∓1 पूर्ण धनात्मक रख –1 पूर्ण ऋणात्मक सह सम्बन्ध को व्यक्त करते हैं। गुणाक के शून्य होने पर सह सम्बन्ध का अभाव होता है।

कार्ल पियर्सन के सह सम्बन्ध गुणांक की गणना सह विचरण की माप द्वारा ज्ञात की जाती है। सह विचरण के लिये दोनों श्रेणियों के समान्तर माध्यों में विचलनों (dx & dy) को ज्ञात कर उन्हें गुणा कर देते हैं तथा गुणनफलों के जोड़ ($\sum$dxdy) को पद फलों की संख्या द्वारा भाग देने से सहविचरण ज्ञात हो जाता है।

सह विचरण का गुणांक ही सहसम्बन्ध गुणांक कहलाता हैं। इस कार्ल पियर्सन के सह सम्बन्ध गुणांक को r संकेताक्षर द्वारा व्यक्त किया जाता है।

कार्ल पियर्सन के सहसम्बन्ध गुणांक की गणना

K.P. का सह सम्बन्ध गुणांक निकालने के लिए पहले सह विचरण का माप ज्ञात करते हैं फिर इस निरपेक्ष माप को गुणांक में परिवर्तन करने के लिए दोनों श्रेणियों को प्रमाप विचलनों के गुणनफल से भाग देते हैं।

व्यक्तिगत श्रेणी

1. प्रत्यक्ष विधि

दोनों श्रेणियों के अंकगणितीय माध्य ज्ञात कर उनके विचलन dx ($x-\bar{x}$) तथा dy($y-\bar{y}$) ज्ञात किये जाते हैं। फिर विचलनों का वर्ग कर उन्हें अलग–अलग जोड़ा जाता है। दोनों श्रेणियों को आपस में गुणाकर उनके गुणनफल का योग ज्ञात किया जाता है। उसके बाद निम्न सूत्र के प्रयोग द्वारा प्रमाप विचलन ज्ञात करते हैं।

$$r = \frac{\sum d\,x\,dy}{N\sigma\,x\,\sigma y}$$

$$\sigma x = \sqrt{\frac{\sum dx^2}{N}}$$

$$\sigma y = \sqrt{\frac{\sum dy^2}{N}}$$

निम्न सूत्रों के प्रयोग द्वारा सहसम्बन्ध गुणांक की गुणना कर लेते हैं।

r = सह सम्बन्ध गुणाक

σx = x श्रेणी का प्रमाप विचलन

σy = y श्रेणी का प्रमाप विचलन

$\sum$d x dy = दोनों श्रेणियों के अंकगणितीय माध्य से प्राप्त विचलनों के गुणनफलों का योग

dx^2 = श्रेणी के विचलनों के वर्ग का योग

dy^2 = श्रेणी के विचलनों के वर्ग का योग

N = पद युग्मों की संख्या

उपरोक्त सूत्रों में से तीसरे सूत्र की गणना क्रिया आसान है।

	Ages of husband			Ages of wives		
X	**dx=(x–$\bar{X}$)**	**dx^2**	**Y**	**dy=(y–$\bar{Y}$)**	**dy^2**	**dxdy**
20	–20	400	16	–18	324	360
25	–15	225	20	–14	196	210
30	–10	100	23	–11	121	110
35	–5	25	25	–9	8	145

40	0	0	33	–1	1	0
45	5	25	38	+4	16	20
50	10	100	46	+12	144	120
55	15	225	50	+16	256	240
60	20	400	55	+21	441	420
$\sum x$=360			**$\sum y$ = 306**		**1580**	**1525**

=

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N} = \frac{360}{9} = 40, \qquad \bar{y} = \frac{\sum y}{N} = \frac{306}{9} = 34,$$

$$= = \;= \sigma x = \sqrt{\frac{\sum dx^2}{N}} = \sqrt{\frac{1500}{9}} = 12.91$$

$$\sigma y = \sqrt{\frac{\sum dy^2}{N}} = \sqrt{\frac{1580}{9}} = 13.25$$

$$r = \frac{1525}{9 \times 12.91 \times 13.25} = \frac{1525}{1539.52} = 0.99$$

प्रति पत्नियों की आयु में अत्यधिक धनात्मक सह सम्बन्ध है ।

11.4.3.4 स्पियरमैन की कोटि–अन्तर विधि (spearman's coefficient of correlation)

व्यक्तिगत समंक मालाओं में सहसम्बन्ध ज्ञात करने की इस रीति का प्रतिपादन चार्ल्स स्पियरमैन ने किया। इसे कोटि अन्तर या क्रमान्तर अथवा अनुपस्थिति विधि कहते हैं।

यह विधि ऐसी परिस्थितियों के लिए उपयुक्त है जहां तथ्यों के प्रत्यक्ष संख्यात्मक माप सम्भव न हो तथा उन्हें केवल एक निश्चित कोटि क्रम (rank) के अनुसार ही रखा जा सके उदाहरण स्वरूप बुद्धिमता, सुन्दरता, स्वास्थय आदि गुणात्मक तथ्यों को प्रत्यक्ष अंकों में नहीं नापा जा सकता परन्तु विभिन्न इकाइयों को गुण की अधिकता के आधार पर पहला, दूसरा, तीसरा इत्यादि क्रम प्रदान किया जा सकता है। इन क्रमों के अन्तर के आधार पर ही सहसम्बन्ध की गणना की जाती है।

कोटि अन्तर सह संबंध गुणांक की गणना

1. सर्वप्रथम x एवं y श्रेणी के चर मूल्यों को अनेक आकार के आधार पर क्रम निश्चित कर उन्हें कोटि क्रम जैसे 1, 2, 3 आदि दे दिये जाते हैं।
2. x श्रेणी के कोटि क्रमों में से y श्रेणी के तत्सम्बन्धी कोटिक्रमों को घटाकर कोटि अन्तर (d) ज्ञात किया जाता है। कोटि अन्तर का योग सदैव शून्य होता है।
3. कोटि अन्तर का वर्ग कर उसका योग ज्ञात कर लिया जाता है।
4. निम्न सूत्र का प्रयोग कर सह सम्बन्ध ज्ञात करते है।

$$(\text{Rho})\rho = 1 – 6 \frac{\sum D^2}{N(N^2 - 1)}$$

जब दो या अधिक पदों का आकार समान हो और उन्हें औसत के आधार पर क्रम प्रदान किया गया है तो सूत्र में निम्न प्रकार संशोधन किया जाता है।

$$p(Rho) = 1-6\frac{\Sigma D^2+\frac{1}{2}(m^3-m)+\cdots\frac{1}{2}(m^3-m)}{N(N^2-1)}$$

यहाँ D= दोनों चरों का कोटि अन्तर

N= पदों की संख्या

m= उन पद मूल्यों की संख्या जिनके कोटिक्रम समान है।

(Rho)p = सहसम्बन्ध गुणांक

उदाहरण 1. : निम्न संमको से कोटि सहसम्बन्ध गुणांक ज्ञात करिये ।

X	90	35	80	44	92	20	55	70	60	37
Y	90	60	65	37	92	30	35	20	80	15

गणना

X	y	Rx	Ry	D(Rx – Ry)	D^2
90	90	2	2	0	0
35	60	9	5	4	16
80	65	3	4	–1	1
44	37	7	6	1	1
92	92	1	1	0	0
20	30	10	8	2	4
55	3	5	6	7	–11
70	20	4	9	–5	25
60	80	5	3	2	4
37	15	8	10	–2	4
					$\sum D^2 = 56$

$$= 56r = 1-\frac{6\sum D^2}{N(N^2-1)} = 1-\frac{6 \text{ x } 56}{10(100-1)} = 0.661$$

उदाहरण 2. : निम्न संमको से कोटि सहसम्बन्ध गुणांक ज्ञात करिये।

X	Rx	y	Ry	D(Rx – Ry)	D^2
48	3	13	5.5	–2.5	6.25
33	5	13	5.5	–0.5	0.25
40	4	24	1	3.0	9.0
9	10	6	8.5	1.5	9.0
16	8	15	4	4.0	16
16	8	4	10	–2.0	4
65	1	20	2	–1.0	1.00
24	6	9	7	–1.0	1.00
16	8	6	8.5	–0.5	0.25

51	2	19	3	–1.0	1.00
					47.75

गणना

$$p = 1 - \frac{6(\Sigma D^2 + \frac{1}{12}(m^3 - m)}{N(N^2 - 1)} \quad = 1 - \frac{6\,(47.75 + \frac{1}{12}(3^3 - 3) + \frac{1}{12}(3^3 - 3)}{10(100 - 1)}$$

$$= 1 - \frac{6[47.75 + 2 + 2]}{990} \quad = 1 - \frac{310.5}{990}$$

$$= 1\text{-}0.31 = +0.69$$

स्पियर मैन का कोटि– अन्तर विधि

गुण

1. यह विधि गणना व समझने की दृष्टि से सरल है।
2. जब पदों के वास्तविक मान न ज्ञात हो तब इस विधि का उपयोग किया जाता है।
3. इस विधि में समंकों के वास्तविक मान के स्थान पर केवल उनके क्रम की आवश्यकता होती है।

दोष :

1. पद मूल्यों के वास्तविक मान का कोई महत्व नहीं दिया जाता।
2. समान क्रम की स्थिति में गणना कठिन हो जाती है।
3. सतत श्रेणी में विभिन्न तत्वों के वितरण में इस विधि का प्रयोग नहीं किया जा सकता।

सीमाएं :

1. समूहीकृत आवृति वितरण में इस विधि द्वारा सहसम्बन्ध नहीं ज्ञात किया जा सकता।
2. पदों की संख्या तीस से ज्यादा होने पर गणना जटिल हो जाती है।

बोध प्रश्न – 3

1. धनात्मक सहसम्बन्ध किसे कहते हैं।

   ....

   ....

2. रेखीय सहसम्बन्ध से क्या तात्पर्य है।

   ....

   ....

3. वक्र रेखीय सहसम्बन्ध से क्या तात्पर्य है।

   ....

   ....

4. सहसम्बन्ध गुणांक से क्या अभिप्राय है?

   ....

   ....

5. स्पीयरमैन की कोटिक्रम विधि का प्रयोग कब किया जाता है?

   ....

....

11.5 सारांश (Summary)

केन्द्रीय प्रवृति तथा विसरण की माप के अध्ययन से स्पष्ट है कि इनके द्वारा विभिन्न तथ्यों की समानता, असमानता की तुलना की जा सकती है तथा अर्न्तसम्बन्धों व व्यवहार का विश्लेषण किया जा सकता है।

11.6 शब्दावली (Glossary)

- **टैली :** आवृति वितरण में चर मूल्यों की संख्या की गणना करने के लिए खींची गई खड़ी एवं तिरछी रेखाएं।
- **व्यक्तिगत श्रेणी :** वह श्रेणी, जिसमें प्रत्येक पद स्व की अलग –अलग माप दी हो।
- **खण्डित श्रेणी :** वह श्रेणी, जिसमें पद मूल्य में निरन्तरता नहीं होती तथा प्रत्येक पद मूल्य श्रेणी में जितनी बार आता है वह संख्या आवृति के रूप में उसके सामने लिखी हो।
- **अखण्डित श्रेणी :** वह श्रेणी जिसमें पद मूल्यों में निरन्तरता पायी जाती है तथा पद मूल्यों को वर्गो के रूप में लिखा जाता है। प्रत्येक वर्ग में शामिल होने वाले पद मूल्यों की संख्या को आवृति के रूप में सामने लिख दिया जाता है।

11.7 सन्दर्भ ग्रन्थ (Reference books)

1. कैलाश नाथ नागर : **सांख्यिकी के मूल तत्व,** मीनाक्षी प्रकाशन, 1982
2. डॉ. वी.के श्रीवास्तव : **भूगोल की सांख्यिकीय विधियां,** वसुन्धरा प्रकाशन, 2000 एवं डॉ. महत्तम प्रसाद
3. Aslam Mahamood : **Statistical Methods in geographical studies,** Rajesh Publications, Daryaganj New Delhi, 2002

11.8 बोध प्रश्नों के उत्तर

बोध प्रश्न– 1

1. सांख्यिकी में माध्य वह संख्या होती है जिसके आसपास श्रेणी के सम्पूर्ण ऑकड़ों की संख्यायें पायी जाती है। किसी श्रेणी में संख्या के आस पास पायी जाने वाली आँकडों की इस प्रवृत्ति को केन्द्रीय प्रवृत्ति कहते हैं।
2. यह एक ऐसा स्थिर अंक है जो श्रेणी के सम्पूर्ण आकड़ों का प्रतिनिधित्व करता है। यह विभिन्न आकड़ों का औसत होता है।
3. यह श्रेणी के सभी पदों पर आधारित होता है अत: एक सही प्रतिनिधि माध्य है पदों को बढ़ते हुए या घटते हुए क्रम में व्यवस्थित करने की आवश्यकता नहीं पड़ती, माध्य एक ही रहता है। इस पर चर मूल्यों का प्रभाव पड़ता है।
4. यह श्रृंखला को दो बराबर भागों में इस प्रकार विभाजित करता है कि आधी श्रृंखला इससे नीचे जबकि आधी इससे अधिक होती है।

5. माध्यिका में चरों की अवरोही अथवा अरोही क्रम में व्यवस्थित करना पड़ता है जबकि माध्य में नहीं। माध्यिका में चर मूल्यों का प्रभाव नहीं पड़ता जबकि माध्य में पड़ता है।
6. इस पर चरम मूल्यों का प्रभाव नहीं पड़ता। इसका मान श्रंखला के मूल्यों में से ही होता है तथा अखण्डित श्रेणी में मध्यमान ज्ञात करने की आवश्यकता नहीं पड़ती। यह श्रेणी में सभी मूल्यों पर आधारित नहीं होता। आकड़ों को अवरोही अथवा अरोही क्रम में व्यवस्थित करना आवश्यक होता है।
7. किसी श्रेणी का वह मूल्य जो सबसे अधिक बार उस श्रेणी में आता है।
8. चरम मूल्यों का प्रभाव नहीं होता। इसे निरीक्षण द्वारा ज्ञात किया जा सकता है। इसे रेखाचित्र द्वारा भी निकाला जा सकता है। यह अस्पष्ट माप है। कभी–कभी एक ही श्रेणी में दो से अधिक भी बहुलक हो सकते हैं।

बोध प्रश्न– 2

1. प्रकीर्णन केन्द्रीय मूल्य से बिखराव की उस सीमा का माप करता है जहाँ तक विभिन्न ऑंकड़ों का फैलाव रहता है।
2. प्रकीर्णन ज्ञात करने की 6 विधियाँ है –
   (अ) विस्तार
   (ब) चतुर्थक विचलन
   (स) माध्य विचलन
   (द) प्रमाप विचलन
   (य) आपेक्षिक विक्षेपण
   (र) लारेंज वक्र
3. दिये गये सभी ऑंकड़ों के मध्यमान से विचलन का योग है।
4. माध्य विचलन की गणना माध्यिका से करना उचित रहता है क्योंकि ऐसे विचलनों का कुल योग न्यूनतम होता है।
5. इसमें उन कमियों को दूर किया जा सकता है जो माध्य विचलन में पायी जाती हैं जैसे इसमें विचलनों को धनात्मक बनाने के लिये उनका वर्ग कर दिया जाता है। इसके गुणांक द्वारा कि किन्हीं दो श्रेणियों के विचलन की तुलना की जा सकती है।
6. यह माप सभी पदमाल के मूल्यों पर आधारित होता है इसलिये शुद्ध होता है। इस पर आकस्मिक विचलनों का कम प्रभाव पड़ता है। परन्तु इसकी गणना व इसे समझना कठिन है।
7. इसके द्वारा दो श्रेणियों के मध्य तुलना करना आसान होता है।

बोध प्रश्न– 3

1. जब दो चरों में एक ही दिशा में परिवर्तन हो अर्थात् एक चर मूल्य के बढ़ने से दूसरे में भी वृद्धि हो।
2. 2 जब दो चर मूल्यों में परिवर्तन का अनुपात समान हो।
3. जब दो चरों में पीरवर्तन का अनुपात असमान हो।
4. जब सह सम्बन्ध का मान अंकों में प्राप्त होता है। इसका मान –1 से; ∓1 के बीच आता है।
5. जहाँ तथ्यों के प्रत्यक्ष संख्यात्मक माप सम्भव न हो तथा उन्हें केवल एक निश्चित कोटिक्रम (Rank) के अनुसार ही रखा जा सके।

11.9 अभ्यासार्थ प्रश्न

1. निम्न आकड़ों की सहायता से सह सम्बन्ध गुणांक ज्ञात कीजिए ।

वर्षा (सेमी)	30	40	50	60	70	35	45	55	65
जनसंख्या घनत्व (वर्ग किमी)	110	120	130	140	160	115	145	148	150

2. निम्न आकड़ों की सहायता से स्पीयरमैन का कोटि क्रम गुणांक ज्ञात कीजिए ।

X	48	33	40	9	16	16	65	25	16	57
Y	7	13	13	24	6	18	5	20	9	9	19

3. निम्न आकड़ों की सहायता से 1. समान्तर माध्य 2. मानक विचलन तथा विचरण गुणांक ज्ञात कीजिए।

वर्ग	10–20	20–30	30–40	40–50	50–60	60–70	70–80
आवृति	6	8	15	7	3	2	1

4. निम्न आकड़ों की सहायता से माध्यिका तथा बहुलक ज्ञात कीजिए।

प्राप्तांक	0–5	5–10	10–15	20–25	25–30	30–35	35–40	40–45	45–50
विद्यार्थियों की संख्या	7	10	8	16	24	18	32	5	2

इकाई 12: निकटतम पड़ौस विश्लेषण का सैद्धान्तिक पक्ष, निकटतम पड़ौस विश्लेषण का प्रायोगिक अभ्यास, नगरीय केन्द्रों का स्थानिक विश्लेषण (Theoritical basis of nearest neighbour analysis practical exercise of nearest neighbour analysis, locational analysis of urban centres)

इकाई की रूपरेखा

12.0 उद्देश्य

12.1 प्रस्तावना

12.2 निकटतम पड़ोस विश्लेषण का सैद्धान्तिक पक्ष

12.3 निकटतम पड़ौस विश्लेषण का प्रायोगिक अभ्यास

12.4 नगरीय केन्द्रों का स्थानिक विश्लेषण

12.5 सारांश

12.6 शब्दावली

12.7 संदर्भ ग्रंथ

12.8 बोध प्रश्नों के उत्तर

12.9 अभ्यासार्थ प्रश्न

12.0 उद्देश्य (Objective)

इस इकाई के अध्ययनोपरान्त आप समझ सकेंगे –

- निकटतम पड़ौस विश्लेषण का अभिप्राय,
- निकटतम पड़ौस तकनीक से स्थानिक विश्लेषण,
- मानव अधिवासों का वितरण प्रारूप,
- नगरीय केन्द्रों के स्थानिक विश्लेषण की विधियाँ।

12.1 प्रस्तावना (Introduction)

भूगोल में मानवीय तथा प्राकृतिक तथ्यों का अध्ययन किया जाता है। भूगोल में सदैव विशेष स्थानों के वर्णन कुछ संकल्पनाओं तथा नियमों के अनुसार होते रहते है जिनको अधिक तर्क संगत करने का प्रयास सांख्यिकीय प्रयोग से हुआ है। भौगोलिक सन्दर्भ में मानव कल्याण तथा उन्नति की लक्ष्य पूर्ति के लिये विधि तन्त्र में आवश्यक प्रयत्न होते रहते हैं। वितरण प्रतिरूपों को समझना व उनकी तुलना करना भूगोलतेत्ता के लिये महत्वपूर्ण विषय वस्तु है। अधिवास मनुष्य के विकास के सबसे महत्वपूर्ण चिह्न हैं। मानव बस्तियों के क्षेत्रिय वितरण में विभिन्नतायें पाई

जाती हैं। अनेक भूगोलतेत्ताओ द्वारा मानव बस्तियों के क्षेत्रिय वितरण प्रारूप के बारे में अध्ययन किया है। स्थानिक विश्लेषण की अनेक तकनीकों का प्रयोग, वितरण प्रारूप ज्ञात करने के लिये किया गया है। निकटतम पड़ौस विश्लेषण, घनत्व विधि, क्रिस्टेलर विधि, एंट्रापी विश्लेषण, लोरेंज वक्र, गिनी की को–एफीशियन्ट विधि आदि तकनीकों का वर्णन इस इकाई में किया गया है जिससे स्थानिक भिन्नताओं को समझने में सहायता मिल सकेगी।

12.2 निकटतम पड़ौस विश्लेषण का सैद्धान्तिक पक्ष (Theoretical basis of nearest neighbor analysis)

निकटतम पड़ौसी विधि एक बिन्दु से उसके निकटतम पड़ौसी बिन्दु के बीच, दिशा का ध्यान रखें बिना, दूरी मापन से सम्बद्ध है।

किसी भी केन्द्र का उसके सबसे नजदीक वाले केन्द्र से किसी भी दिशा में उसका क्या सम्बन्ध है, उसको ही निकटतम पड़ौसी विश्लेषण कहा जाता है। इस विधि का सर्वप्रथम प्रयोग वनस्पति शास्त्र में 1954 में क्लार्क तथा इवान्स ने पौधों तथा वनस्पति के वितरण को ज्ञात करने के लिये किया था। इनके अनुसार यह विधि किसी भी क्षेत्र में और निमित दिशा से बस्तियों की अन्तराल की विचलन दशा को बताने में सहायक है। यह विधि अवलोकित अन्तराल एवं अपेक्षित अन्तराल के बीच सम्बन्धों की व्याख्या करती है। अपेक्षित अन्तराल एक अनियत (Random) प्रतिदर्श की गहनता की जानकारी देता है। जबकि अवलोकित अन्तराल सभी बिन्दुओं व स्थानों के बीच औसत दूरी को बताता है। भूगोल में सर्वप्रथम 1960 में एम एफ–डेसी ने अधिवासों के वितरण प्रतिरूप ज्ञात करने के लिये किया था। इनके अनुसार यह विधि किसी भी क्षेत्र में और नियत दिशा से बस्तियों की अन्तराल की विचलन दशा को बताने में सहायक है। यह विधि अवलोकित अन्तराल एवं अपेक्षित अन्तराल के बीच सम्बन्धों की व्याख्या करती है। अपेक्षित अन्तराल एक अनियत प्रतिदश की गहनता की जानकारी देता है। जब कि अवलोकित अन्तराल सभी बिन्दुओं व स्थानों के बीच की औसत दूरी को बताता है। करी एवं गेटिस ने भी इसका खूब उपयोग किया। इस विधि में प्रत्येक बिन्दु तथा उसके निकटतम पड़ौस बिन्दु के बीच दूरी के माध्य की गणना की जाती है। निकटतम पड़ौसी विश्लेषण समष्टि की स्थानिक सम्बद्धता का माप कहलाता है। किसी भी क्षेत्र के अधिवास प्रतिरूप ज्ञात करने के लिये उसका प्रतिरूप दैव (Random) या परिक्षेपित (dispersed) या गुच्छेदार (clustered) या समदूरस्थ (Uniform) है ज्ञात किया जाता है। इस प्रकार निकटतम पड़ौसी विश्लेषण विधि केन्द्रों के बीच विचलन की गहनता तथा उनके क्षेत्रीय प्रारूप को निर्धारित करने में सहायक होती है। इस विधि में किसी भी अधिवास का वितरण प्रतिरूप ज्ञात करने को निकटतम पड़ौस सूचकांक कहते हैं। इसको निम्न सूत्र से ज्ञात किया जाता है –

$$R = \frac{r\bar{o}}{r\bar{e}}$$

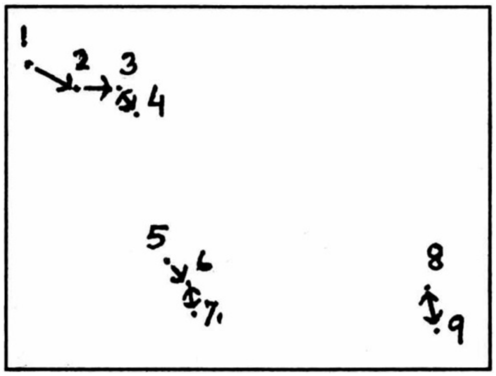
यहाँ R = निकटतम पड़ौसी सूचकांक

$r\bar{o}$ = औसत अवलोकित दूरी

$r\bar{e}$ = औसत अपेक्षित दूरी

इसको उदाहरण द्वारा स्पष्ट किया जा सकता है। किसी क्षेत्र का अधिवास प्रतिरूप ज्ञात करना हो तो उसके स्थलाकृतिक मानचित्र से ट्रेसिंग पेपर पर अधिवासों की स्थिति रण पैमाना ज्ञात कर उन्हें –

1. एक अधिवास से दूसरे अधिवास को, जो निकटतम है, उसको मिलाया जाता है। इससे पूर्व उन्हें क्रमांकित कर दिया जाता है।
2. निकटतम अधिवासों की दूरियाँ ज्ञात की जाती है।
3. दूरियों का योग किया जाता है।
4. इसके बाद औसत अवलोकित दूरी ज्ञात करते हैं।
5. $r\bar{e}$ औसत अपेक्षित दूरी ज्ञात करने के लिये पूरे क्षेत्र का क्षेत्रफल ज्ञात किया जाता है।
6. उस क्षेत्र की कुल बस्तियों (अधिवासों) की गणना की जाती है।
7. $r\bar{e}$ के लिए $\frac{1}{2\sqrt{\frac{N}{A}}}$ ज्ञात किया जाता है।
8. $\frac{r\bar{o}}{r\bar{e}}$ ज्ञात किया जाता है।



पैमाना 1 किमी = 1 सेमी

A = क्षेत्रफल = 6 x 5 = 30 वर्ग सेमी अर्थात् 30 वर्ग किमी.

तालिका - 1

क्र.सं.	केन्द्र	दूरी (cm)
1	1–2	.50
2	2–3	.40
3	3–4	.30
4	4–5	.30
5	5–6	.30
6	6–7	.20
7	7–8	.20
8	8–9	.40
9	9–8	.40
N=9		**$\sum d$ = 3.00 or 3Km**

$r\bar{o} = \sum d / N = 3/9 = 0.33km$

$$r\bar{e} = \frac{1}{2\sqrt{\frac{N}{A}}} = \frac{1}{2\sqrt{\frac{9}{30}}} = 0.92km$$

R = $\frac{r\bar{o}}{r\bar{e}}$ = 0.33/0.92 = 0.36

इस मूल्य को Rn तालिका में देखा जाता है यहाँ 0.36 उच्च सकेन्द्रण प्रतिरूप है। इस तालिका में सूचकांक का मान 0.0 से 2.15 तक होता है।

Rn तालिका

0.00–0.09	पूर्ण सकेन्द्रण
0.10–0.50	उच्च सकेन्द्रण
0.51–0.99	गुच्छेदार क्रम
1.00–1.19	दैव प्रतिरूप
1.20–1.49	उपागमीय प्रवृत्ति
1.50–2.14	परिक्षेपित क्रम
2.1491–2.15	पूर्ण षठकोणीय

इस R मूल्यों की विचरणशीलता का अन्य सांख्यकीय सूचकांकों द्वारा भी तुलना की जा सकती है; इनमें प्रसरण (V) प्रमुख है।

V = $\frac{4-\bar{\Lambda}}{4d\bar{\Lambda}}$ यहाँ d = N/A = 9/30 = 0.3

V = $\frac{4-3.142}{4x0.3x3.142}$ = 0.858/3.771 = 0.228

V का मान (0.228), $r\bar{e}$ के मूल्य (0.92) से कम है तो एक समान दूरीगत वितरण (Uniform distribution) माना जायेगा क्योंकि यदि –

(i) $r\bar{e}$ > V तो समान दूरीगत वितरण

(ii) V > $r\bar{e}$ तो गुंच्छित वितरण

(iii) $r\bar{e}$ / V = 1 तो अनियमित वितरण

R के मान की पुन: जाँच करने के लिये Z स्कोर का मान निकाला जाता है –

Z स्कोर = $\frac{r\bar{o}-r\bar{e}}{6r\bar{e}}$

यहाँ 6$r\bar{e}$ = $\frac{0.26136}{\sqrt[2]{\frac{N}{A}}}$

6$r\bar{e}$ = औसत अपेक्षित पूरी की प्रमाप त्रुटि

अत: Z स्कोर = $\frac{10.33-0.921}{\frac{0.26136}{\sqrt{\frac{9}{30}}}}$

Z स्कोर = $\frac{0.62}{\frac{0.26136}{\sqrt{3}}}$ = 0.62/0.4771 = 1.29

इस परिकलित मान को 1% सार्थकता स्तर की सारणी में देखा जाता है। यदि यह मान 1.96 से कम आता है तो ऐसी स्थित में मान को सार्थक माना जाता है। एवं वितरण प्रारूप को यादृच्छिक या दैव प्रतिरूप माना जायेगा। 1.96 से मान अधिक आने पर यह सार्थक नहीं होगा तथा वितरण सम्भावित समरूप माना जायेगा।

विश्लेषण की सीमायें : निकटतम पड़ौस बिन्दु विधि की सीमायें निम्न हैं –

(अ) इसमें निकटतम पड़ौस बिन्दु का चयन व्यक्तिनिष्ठ होता है तथा प्रथम पड़ौसी बिन्दु का अपेक्षा द्वितीय या तृतीय निकटतम पड़ौसी बिन्दु का चयन हो सकता है।

(ब) सूचकांक में जो प्रकीर्ण वितरण प्रतिरूप का प्रतीक है जो यह प्रकट करता है कि प्रत्येक अवस्थिति का चयन स्वतन्त्र व मनमाने ढंग से किया गया है। इसका अर्थ यह नहीं लगाना चाहिये कि वास्तविकता में भी पूर्णतः संयोग से ऐसा वितरण प्रतिरूप उमड़ा है।

(स) यह विधि एक नाभिक या बहु–नाभिक प्रतिरूपों में अन्तर नहीं कर पाती।

(द) यह विधि किसी क्षेत्र के तथ्यों के वितरण प्रतिरूप के औसत रूप को प्रदर्शित करती है। उस क्षेत्र में उपक्षेत्रीय प्रतिरूप हो सकते हैं जो इस विधि से प्रकट नहीं होते है।

प्रयोग सम्बन्धी सावधानियाँ : इस विधि में समीकरण दो कल्पनाओं पर आधारित है –

1. बिन्दु एक निश्चित क्षेत्र के अन्दर ही स्थित होते है।
2. क्षेत्र के अन्दर बिन्दु, कहीं भी स्वतन्त्र रूप से स्थित हो सकते हैं।

क्षेत्र का क्षेत्रफल बिन्दु घनत्व को प्रभावित करता है। चूंकि क्षेत्र का सीमांकन स्वेच्छ तरीके से होता है, इससे विश्लेषण परिणाम भी प्रभावित हो जाते हैं।

यदि किसी क्षेत्र को, बिन्दुओं की संख्या में वृद्धि किये बिना ही बढ़ा देते है तो निकटतम पड़ौसी सूचकांक का मान कम हो जायेगा। यह विधि बिन्दु प्रतिरूपों के मापन का बहुत ही उपयोगी वर्णनात्मक मापन प्रस्तुत करता है। इस विधि से दो क्षेत्रों की तुलना करते समय विशेष सतर्कता की आवश्यकता पड़ती है।

बोध प्रश्न –1

1. निकटतम पड़ौस विधि से आप क्या समझते है?

   ....

   ....

2. भूगोल में इस विधि का प्रयोग सर्वप्रथम किसने किया?

   ....

   ....

3. निकटतम पड़ौस सूचकांक का क्या सूत्र हैं?

   ....

   ....

4. यदि प्रसरण का मान औसत अपेक्षित दूरी से कम है जो प्रतिरूप कैसा होगा?

   ....

   ....

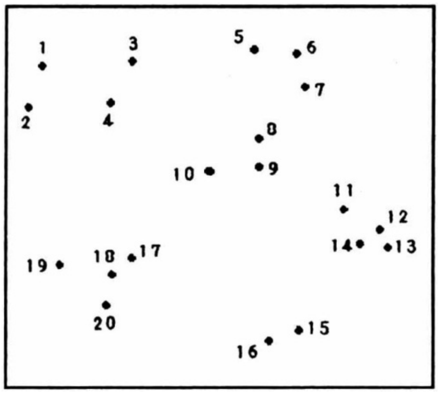
5. निकटतम पड़ौस विधि किन कल्पनाओं पर आधारित है?

   ....

   ....

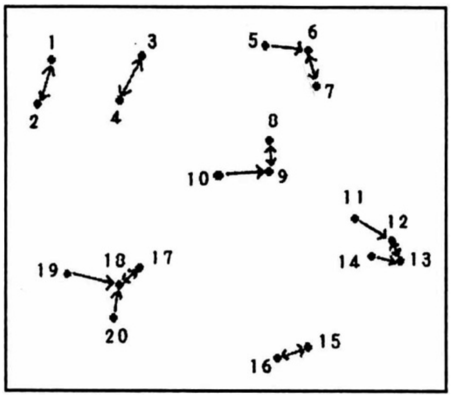
12.3 निकटतम पड़ौस विश्लेषण का प्रयोगिक अभ्यास (Practical exercise of nearest neighbor analysis)

उदाहरण : चित्र–12.1 में दिये गये अधिवासों के वितरण का विश्लेषण निकटतम पड़ौसी विधि द्वारा कीजिये। चित्र–12.1 के पड़ौसी चित्र–12.2 में दिखाये गये हैं एवं इसकी तालिका भी बनाई गई है।



पैमाना 1 सेमी. = 1 कि.मी.

चित्र-12.1



चित्र-12.2

तालिका – 12.2 :

क्र.स.	पड़ौसी केन्द्र	दूरी व (से.मी. में)
1	1–2	.60
2	2–3	.60
3	3–4	.70
4	4–5	.70
5	5–6	.60
6	6–7	.40
7	7–8	.40
8	8–9	.30
9	9–10	.30

10	10–11	.70
11	11–12	.60
12	12–13	.30
13	13–14	.30
14	14–15	.40
15	15–16	.50
16	16–17	.50
17	17–18	.40
18	18–19	.40
19	19–20	.70
20	20–21	.40
		$\sum d$ = 9.8 or 9.8km

$\sum$ = 9.8

क्षेत्रफल A = 42.25 वर्ग से.मी. or 42.25 वर्ग किमी.

$$r\bar{o} = \frac{\sum d}{N} = \frac{9.8}{20} = 0.49km$$

$$r\bar{e} = \frac{1}{2\sqrt{\frac{N}{A}}} = \frac{1}{2\sqrt{\frac{20}{42.25}}} = \frac{1}{2\sqrt{0.47}} = \frac{1}{2 \times 0.69} = \frac{1}{1.38} = 0.72km$$

$$R = \frac{r\bar{o}}{r\bar{e}} = \frac{0.49}{0.72} = 0.68$$

Rn सारणी में यह गुच्छेदार वितरण को इंगित करता है। इसकी तुलना हम प्रसरण से करते है।

$$V = \frac{4-\pi}{4d\pi} \text{ यहा } d=\frac{N}{A} = \frac{20}{42.25} = 0.47$$

$$V = \frac{4-3.142}{4 \times 0.47 \times 3.142} = \frac{0.858}{5.907} = 0.145$$

V का मान 0.145 है जो कि $r\bar{e}$ के मूल्य (0.72) से कम है तो समान दूरीगत वितरण माना जायेगा।

उदाहरण – ब्यावर उपखण्ड में ग्रामीण अधिवास केन्द्रों के भू वैन्यासिक वितरण के अध्ययनार्थ निकटतम पड़ौसी विश्लेषण का प्रयोग किया गया है। इसमें सम्पूर्ण ब्यावर उपखण्ड को एक क्षेत्र इकाई मानकर सभी ग्रामीण अधिवासों को लिया गया है। मानचित्र 1 में ब्यावर उपखण्ड पर निकटतम पड़ौसी विधि को दर्शाया गया है।

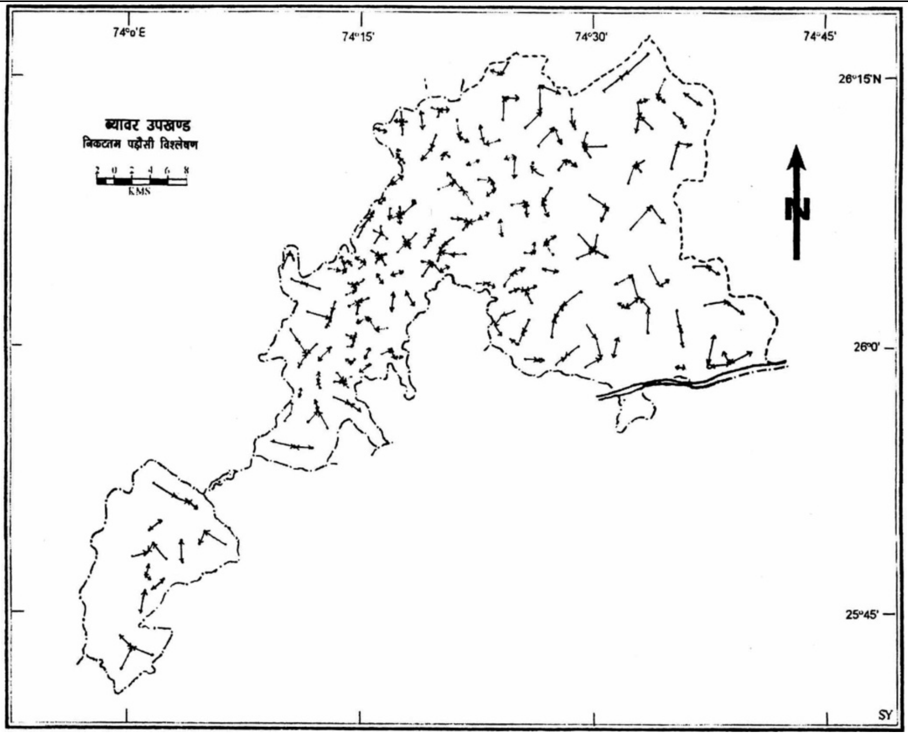
सम्पूर्ण अध्ययन क्षेत्र के संदर्भ में ग्रामीण केन्द्रों का वितरण प्रतिरूप विश्लेषण स्पष्ट करता है कि वितरण प्रतिरूप गुच्छेदार प्रवृति का है क्योंकि R मान 0.69 है।

पदानुक्रम आधार पर अधिवासों का वितरण सारिणी में दर्शाया गया है। (अग्र सारिणी डॉ. सन्दीप यादव के शोध प्रबन्ध 'स्पेशियो फंक्शनल प्लानिंग इन राजस्थान, 2001 पृष्ठ 126 से ली गई है)

तालिका – 12.3: ब्यावर उपखण्ड में निकटतम पड़ौसी विश्लेषण (पदानुक्रम स्तर पर)

पदानुक्रम स्तर	अधिवासों की संख्या	$r\bar{o}$	$r\bar{e}$	R	वितरण प्रतिरूप

I.	2	9.2	6.72	1.36	उपागमीय प्रवृति
II.	3	8.67	5.49	1.58	परिक्षेपित
III.	3	6.26	5.49	1.14	दैव वितरण
IV.	36	1.03	1.58	0.65	गुच्छेदार
V.	288	0.22	0.56	0.39	उच्च सकेन्द्रण



चित्र-12.3:

R12.4नगरीय केन्द्रों का स्थानिक विश्लेषण (Location Analysis of urban centres)

स्थानिक विश्लेषण के द्वारा किसी प्रदेश की तथा प्रदेशों की स्थिति सम्बन्धी भिन्नताओं को समझना होता है जिनमें भौगोलिक तथ्यों के वितरण की विशेषताओं तथा प्रतिरूपों का मूल्यांकन किया जाता है।

(अ) वितरण का घनत्व – इस अध्ययन क्षेत्र में किसी तथ्य तथा घटना दृश्यों की बारम्बारता जो उस क्षेत्र के विस्तार से अपेक्षित है, किया जाता है।

(ब) फैलाव – इसमें किसी तथ्य या लक्षण के फैलाव के अध्ययन क्षेत्र का कितना विस्तार है अथवा कोई तथ्य कितनी दूरी तक फैला है को प्रकट करता है।

(स) प्रतिरूप – इससे तात्पर्य किसी तथ्य के वितरण का ज्यामितीय विन्यास है।

1. **क्रिस्टलार विधि (Christaller Method) –** क्रिस्टालर ने यह विधि 1933 में प्रतिपादित की। उन्होंने बताया कि अधिवास प्रारूप तथा प्रतिरूप एक निश्चित सिद्धान्त का अनुगमन करता है। अधिवासों के आकार तथा उनके मध्य की दूरी में एक सा सम्बन्ध पाया जाता है अर्थात् बड़े –बडे आकार के अधिवासों के मध्य दूरी अधिक पायी जाती है तथा छोटे आकार के

अधिवासों के मध्य कम दूरी पायी जाती है। इन तथ्यों को था निष्कर्षों को ग्राफ द्वारा भी प्रस्तुत किया जाता है।

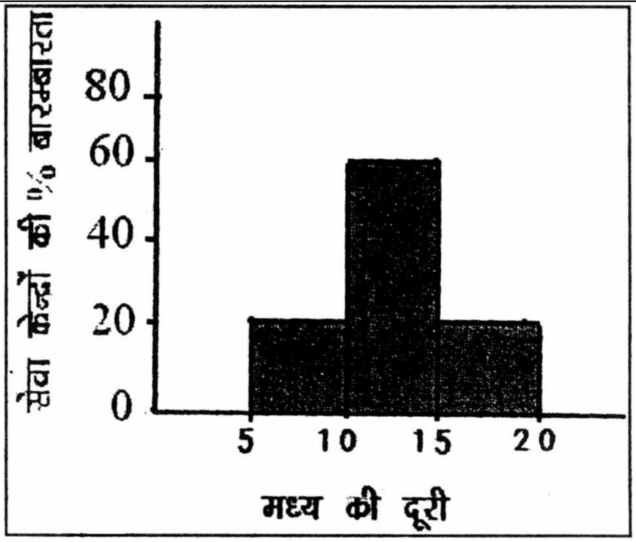
उदाहरण– राजस्थान के किसी क्षेत्र में प्रथम क्रम के 5 कस्बे आये तो उनकी निम्न प्रकार आवृति निकाल कर ग्राफ द्वारा दर्शाया जायेगा –

तालिका–12.5 :

सेवा केन्द्र	**मध्य की दूरी (किमी)**
1–2	6
2–3	11
3–4	15
4–5	15
5–1	18

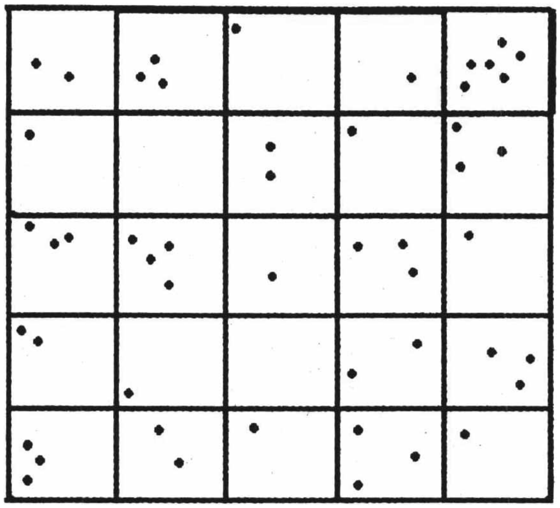
तालिका–12.6: उपर्युक्त सारिणी को निरन्तर श्रेणी में बदलने पर

मध्य की दूरी (x)	**बारम्बारता (f)**	**प्रतिशत बारम्बारता (%f)**
0–5	0	0%
5–10	1	20%
10–15	3	60%
15–20	1	20%
	cf = 5	**cf=100%**



चित्र-12.3

2. **कॉड्रेट विधि (Quadrat count Method) –** इस विधि को सर्वप्रथम ईवास हैमण्ड ने प्रयोग में लिया। इस विधि द्वारा किसी भी क्षेत्र के अधिवास संकेन्द्रण ज्ञात करने के लिये सम्पूर्ण क्षेत्र को समान वर्गो में बाँट दिया जाता है। प्रत्येक वर्ग में आने वाली अधिवास की संख्या ज्ञात कर ली जाती है तथा इनकी सारिणी तैयार की जाती है जिसमें प्रति वर्ग में बिन्दुओं की संख्या 1, 2, 3, 4,....... .0 लिख ली जाती है।



चित्र-12.4:

तालिका 12. 7

प्रति क्वॉड्रेट (वर्ग) में बिन्दुओं की संख्या	वर्गों की संख्या (आवृत्ति)
0	2
1	9
2	5
3	7
4	1
5	0

माध्य = बिन्दुओं की संख्या/ वर्गों की संख्या

(m) = $\frac{\sum fimi}{\sum fi}$ = $\frac{50}{25}$ = 2

प्रसरण s^2 $\frac{\sum fi(mi-m)^2}{\sum fi-1}$ $=\frac{44}{24}$ = 1.83

तालिका – 12.8 :

वर्ग की संख्या(mi)	आवृत्ति fi	fimi	माध्य से विलचन(mi–m)	$(mi–m)^2$	$fi(mi–m)^2$
0	2	0	–2	4	8
1	9	9	1	1	9
2	5	10	0	0	0
3	7	21	1	1	7
4	1	4	2	4	4
5	0	0	3	9	0
6	1	6	4	16	16
योग	$\sum$**fi=25**	$\sum$**fimi=50**		$\sum(mi-m)^2$**=44**	

प्रसरण माध्य अनुपात (VMR) $= \frac{S^2 2}{m} = \frac{1.83}{2}$

$= 0.92$

जब VMR का मान शून्य होता है तो वितरण नियमित पाया जाता है परन्तु VMR का मान जैसे –जैसे बढ़ता जाता है वितरण गुच्छेदार होता जाता है। यहीं तचठ 0.92 है तो वितरण गुच्छेदार प्रतिरूप का है।

3. **एंट्रापी विश्लेषण विधि (Entropy analysis Method)**– इस विधि का सर्वप्रथम प्रयोग मेडवेड कोई द्वारा 1967 में किया गया था। इसमें सम्पूर्ण क्षेत्रफल को समान वर्गो के अन्तर्गत बाँट दिया जाता है। मानो यह मान Q है। प्रत्येक वर्ग के अन्तर्गत पाये जाने वाले अधिवासों की संख्या को mi द्वारा प्रदर्शित किया जाता है। अतः $\sum mi = Q$ होगा। बारम्बारता Pi मालूम करते हैं –

$Pi = \frac{mi}{\sum mi}$ यहां - mi= एक वर्ग में अधिवासों की संख्या तथा

$\sum mi$ = सम्पूर्ण क्षेत्र के सभी अधिवासों की संख्या का योग

$Ha = \sum in - 1(Pilog = Pi)$

$Hp = 1.952+1.461 \log 10 \delta a + 0.193(\log 10\, \delta a)^2$

$\delta a = B/Q$ (B= अधिवासों की कुल संख्या)

विश्लेषण – यदि Ha का मान शून्य के लगभग आता है तो अधिवासों का वितरण नियमित (regular) माना जाता है अथवा अनियमित माना जाता है।

यदि Hp का मान Ha के मान के बराबर आता है तो यह वितरण दैव पद्धति का माना जाता है, परन्तु Hp का मान अपेक्षाकृत कम आने पर दैव वितरण नहीं माना जाता है।

4. **लोरेंज वक्र (Lorenz Curve)–** लोरेंज वक्र का सर्वप्रथम प्रयोग 1905 में एम ए. लोरेंज ने किया था। जनसंख्या के केन्द्रीकरण व अन्य जनानंकीय गुणों को मापने की उपयुक्त विधि है। इसमें ग्राफ पर दोनों अक्षों पर भिन्न–भिन्न चर मूल्यों को संचित प्रतिशत में लिखा जाता है। विभिन्न मानों का ग्राफ पर अंकित करने के बाद उन्हें मिला दिया जाता है। तुलना करने के लिये एक समान वितरण की कर्ण रेखा बनाई जाती है, जिसको बनाने की निम्न विधि है।

(अ) मूल्यों तथा मध्य बिन्दुओं के संचयी योग निकाले जाते हैं। अन्तिम संचयी योग को 100 मानकर प्रत्येक संचयी मूल्य को प्रतिशत में बदल दिया जाता है।

(ब) मूल्यों की तरह आवृत्तियों को भी संचयी करके अन्तिम संचयी आवृत्ति को 100 मानकर शेष संचयी आवृत्तियों को प्रतिशत में बदल दिया जाता है।

(स) संचयी मूल्यों के प्रतिशत को ऊर्ध्वाधर अक्ष पर प्रदर्शित किये जाते हैं। इसमें मूल बिन्दु 0% से शुरु करते हुये 100% तक माप लिखे जाते हैं।

(द) संची आवृत्तियों के प्रतिशत को क्षैतिज अक्ष पर प्रदर्शित करते हैं। इसमें मूल बिन्दु को 100% मान कर 0% तक माप लिखे जाते हैं।

(ध) ऊर्ध्वाधर अक्ष के 100% से क्षैतिज अक्ष के 0% तक एक सीधी रेखा खींचते हैं जिसे समान वितरण रेखा कहते है।

(य) संचयी आवृत्ति तथा मूल्यों के प्रतिशत को x तथा y अक्ष के मापानुसार रेखा चित्र में अंकित करते हैं।

(र) अन्त में इन बिन्दुओं को मिलाने से जो वक्र बनता है वह लारेंज वक्र कहलाता है।

उदाहरण : किसी सर्वेक्षण में प्राप्त निमांकित आँकडों को लारेंज वक्र द्वारा प्रदर्शित कीजिए –

तालिका– 12.9:

शहर से दूरी (कि.मी)	**सम्पूर्ण अधिवासों का प्रतिशत**	**क्षेत्रफल का प्रतिशत**
10 से कम	05.07	6.23
10 – 20	15.42	18.71
20 – 30	21.87	27.91
30 से अधिक	57.64	47.15

शहर से दूरी(कि.मी)	**सम्पूर्ण अधिवासों का प्रतिशत**	**अधिवासों का संचयी(x)**	**क्षेत्रफल का प्रतिशत**	**क्षेत्रफल का संचयी प्रतिशत(y)**
10 से कम	05.07	5.07	6.23	6.23
10 – 20	15.42	20.49	18.71	24.94
20 – 30	21.87	42.36	27.91	52.85
30 से अधिक	57.64	100.00	47.15	100.00

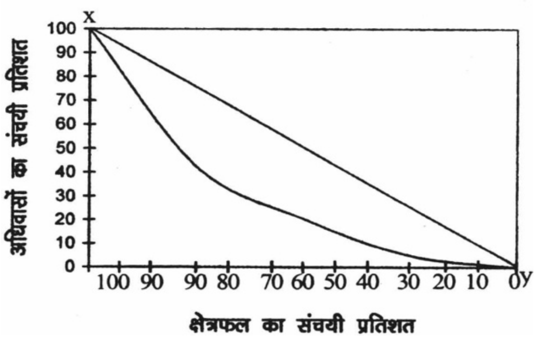
ऊपर वर्णित विधि के द्वारा इसे हम ग्राफ पर अंकित करते है।

ग्राफ पर वक्र रेखा सम वितरण रेखा के जितनी दूर होगी, अधिवासों का उतना ही केन्द्रीकरण होगा तक वक्र रेखा समवितरण रेखा के जितनी समीप होगी उतना ही नियमित प्रतिरूप होगा।

4. **गिनी की को –एफीशियट विधि (Gini co–efficient Method)** – यह विधि लारेंज विधि का ही सुधरा हु आ रूप है जिसमें सम्पूर्ण प्रक्रिया लॉरैज वक्र के समान ही होती है। इसकी गणना में एक कॉलम के तथ्यों को दूसरे कॉलम के तथ्यों से गुणा किया जाता है। x_1 को y_1 से गुणा करते समय प्रथम मूल्य को छोडकर अगले मूल्य से गुणा करते जाते हैं। इसी प्रकार y_1 को x_1 से गुणा करते समय, x_1 के प्रथम मूल्यों को छोडकर अगली संख्या से गुणा करते जाते हैं।

   इसको निम्न उदाहरण से समझा जा सकता है।

लॉरैंज वक्र



चित्र-12.6 :

तालिका – 12.10 : कोटा मण्डल गिनी को – एफीशियन्ट गणना - 2001

शहर से दूरी(कि.मी)	अधिवासों कासंचयी प्रतिशत (xi)	क्षेत्रफल कासंचयी प्रतिशत(yi)	$x_i y_{i+1}$	$y_i x_{i+1}$
10 से कम	5.07	6.23	126.45	127.65
10 – 20	20.49	24.94	1082.90	1056.46
20 – 30	42.36	52.85	4200.36	5200.85
30 से अधिक	100.00	100.00		
			5409.71	6384.96

$$G = \frac{1}{10000} [\sum X_i Y_{i+1} - \sum Y_i X_{i+1}]$$

$$= \frac{1}{10000} [5409.71 - 6384.96]$$

$$= \frac{1}{10000} [975.25]$$

$$= 0.097585$$

गिनी को–एफीशियन्ट का सूत्र निम्न है -

$$G = \sum_{i-1}^{n^{th}} X_i Y_{i+1} - \sum_{i=1}^{n^{th}} Y_i X_{i+1}$$

यहाँ G = गिनी का को–एफीशियंट

X_i = संचयी अनुपात में जनसंख्या

Y_i = संचयी अनुपात में इकाईयाँ

n = वर्ग अन्तराल की संख्या

G के मान की सीमा 0 से 1 है। यदि मान 0 के समीप आये तो संकेन्द्रण कम होगा तथा 1 के समीप आने पर अधिक होगा। इसमें मान को सदैव धनात्मक मानते हैं। यहाँ पर G = 0.0975 आया जो कि कम संकेन्द्रण को दर्शाता है।

बोध प्रश्न – 1

1. स्थानिक वितरण के तीन पक्षों के नाम बताइये?

....

....

2. एन्ट्रॉपी विश्लेषण विधि सर्वप्रथम किसने प्रयोग में ली?

....

....

3. कॉड्रेट विधि का सर्वप्रथम प्रयोग किसने किया?

....

....

4. VMR होने पर वितरण प्रतिरूप कैसा होता है?

………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………

5. जनसंख्या के केन्द्रीकरण व अन्य जनानंकीय गुणों को मापने के लिये कौनसी विधि उपयुक्त है?

………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………

6. लॉरैंज वक्र समवितरण रेखा के समीप होने पर क्या प्रदर्शित करेगा।

………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………

7. गिनी को–एफीशियन्ट का सूत्र क्या है?

………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………

12.5 सारांश

भूगोल के नियमों एवं संकल्पनाओं को सांख्यिकीय विधियों ने अधिक तर्क संगत बनाया है। इस इकाई में हमने समझा कि वितरण प्रतिरूपों का अध्ययन व उसकी तुलना करना, भूगोलवेत्ता के लिये कितना महत्वपूर्ण है। इस इकाई में हमने अधिवास वितरण प्रतिरूप में निकटतम पड़ौसी विश्लेषण की भूमिका का अध्ययन किया। साथ ही हमने स्थानिक विश्लेषण की विभिन्न तकनीकों के माध्यम से स्थानिक भिन्नताओं को समझने की कोशिश की।

12.6 शब्दावली

- **प्रतिरूप –** आकारीय प्रारूप
- **कॉड्रेट -** वर्गाकार
- **VMR –** प्रसरण माध्य अनुपात
- **बहु–नाभिक –** कई केन्द्र वाला

12.7 सन्दर्भ ग्रन्थ

1. यादव, हीरालाल; **मात्रात्मक भूगोल,** राधा पब्लिकेशन्स, नई दिल्ली, 1994
2. सिंह, आर एल. ; **प्रयोगात्मक भूगोल,** कल्याणी पब्लिकेशन्स, नई दिल्ली, 1991
3. तिवारी एवं त्रिपाठी; **अभिनव प्रयोगात्मक भूगोल,** प्रयाग पुस्तक भवन, इलाहाबाद, 2003
4. चौहान, पी आर. ; **प्रयोगात्मक भूगोल,** वसुन्धरा प्रकाशन, गोरखपुर 2001
5. Mahmood, Aslam: **Statistical methods in geographical studies;** Rajesh publications, New Delhi, 2002.

12.8 बोध प्रश्नों के उत्तर

बोध प्रश्न – 1

1. निकटतम पड़ौस विधि एक बिन्दु से उनके निकटतम पड़ौसी बिन्दु के बीच, दिशा का ध्यान रखे बिना, दूरी मापन से सम्बद्ध हैं।
2. भूगोल में इसका सर्वप्रथम प्रयोग 1960 में एम–एफ. डेसी ने किया था।
3. यहाँ $R = \frac{r\bar{o}}{r\bar{e}}$ R = निकटतम पड़ौसी सूचकांक

   $r\bar{o}$ = औसत अवलोकित दूरी

   $r\bar{e}$ = औसत अपेक्षित दूरी
4. इस स्थिति में समान दूरीगत (नियमित) वितरण प्रतिरूप होगा ।
5. यह विधि दो कल्पनाओं पर आधारित है –

   (अ) बिन्दु एक निश्चित क्षेत्र के अन्दर ही स्थित होते हैं।

   (ब) क्षेत्र के अन्दर, बिन्दु कहीं भी स्वतन्त्र रूप से स्थित हो सकते हैं।

बोध प्रश्न – 2

1. स्थानिक वितरण के तीन पक्ष हैं – वितरण का घनत्व, फैलाव एवं प्रतिरूप।
2. एंट्रापी विधि का सर्वप्रथम प्रयोग मेडवेड कोई ने 1967 में किया था।
3. कॉर्ड्रेट विधि का सर्वप्रथम प्रयोग ईवास हैमण्ड ने किया था।
4. VMR शून्य होने पर प्रतिरूप नियमित होगा।
5. लॉरैंज वक्र जनसंख्या के केन्द्रीकरण व अन्य जनानंकीय गुणों को मापने के लिये उपयुक्त विधि है।
6. वक्र सम वितरण रेखा के समीप आने पर नियमित वितरण प्रतिरूप प्रदर्शित करेगा।
7. गिनी को–एफीशियन्ट का सूत्र है –

$$G=\sum_{i-1}^{n^{th}} X_i Y_{i+1} - \sum_{i=1}^{n^{th}} Y_i X_{i+1}$$

$$G = \frac{1}{10000} \left[\sum X_i \; Y_{i+1} - \sum Y_i \; X_{i+1} \right]$$

यहाँ G = गिनी का को–एफीशियन्ट

X_i = संचयी अनुपात में जनसंख्या

Y_i = संचयी अनुपात में इकाईयाँ

n = वर्ग अन्तराल की संख्या

12.9 अभ्यासार्थ प्रश्न

1. निकटतम पड़ौस विधि को सउदाहरण समझाइये।
2. स्थानिक विश्लेषण की विभिन्न विधियों का नाम बताते हुये किसी एक का उदाहरण सहित वर्णन करें।

इकाई 13: वितरण, सममान रेखा विधि, वर्णमात्री एवं छाया मानचित्र, बिन्दु विधि एवं जनसंख्या पिरामिड आरेख (Distribution, Isopleth, Choropleth and shading maps, dot method and population pyramid diagram)

इकाई की रूपरेखा

13.0 उद्देश्य

13.1 प्रस्तावना

13.2 वितरण मानचित्र बनाने की विधियाँ

13.3 गुणात्मक विधियों

- 13.3.1 रंगारेख विधि
- 13.3.2 सामान्य छाया विधि
- 13.3.3 वर्ण प्रतीकी विधि
- 13.3.4 नामांकन विधि

13.4 मात्रात्मक विधियाँ

- 13.4.1 सममान रेखा विधि
- 13.4.2 वर्णमात्री विधि

13.5 बिन्दु विधि

13.6 पिरैमिड आरेख

- 13.6.1 साधारण पिरैमिड आरेख
- 13.6.2 अध्यारोपित पिरैमिड आरेख
- 13.6.3 मिश्रित पिरैमिड आरेख

13.7 आरेखी विधि

13.8 सारांश

13.9 शब्दावली

13.10 सन्दर्भ ग्रन्थ

13.11 बोध प्रश्नों के उत्तर

13.12 अभ्यासार्थ प्रश्न

13.0 उद्देश्य (Objective)

इस इकाई का अध्ययन करने के उपरान्त आप समझ सकेंगे कि : –

- वितरण मानचित्रों की जानकारी

- विभिन्न आँकडों का वितरण दर्शाने की विधियों की जानकारी
- गणितीय विधियों से वितरण दर्शाना
- जनसंख्या के विविध पक्षों का मानचित्रण करना
- मौसमी आँकडों के मानचित्रण की विधियाँ
- समकालिक चार्ट एवं मानारेख का ज्ञान
- प्रायोगिक भूगोल में सामाजिक आर्थिक आँकडों के मानचित्रण का महत्व

13.1 प्रस्तावना (Introduction)

मानचित्रों द्‌वारा किसी भी क्षेत्र के सांख्यिकीय आँकडों को एक उपयुक्त विधि द्‌वारा मानचित्र के रूप में प्रदर्शित किया जाता है। प्रो. आर. एल. सिंह के अनुसार, ' 'निश्चित सांख्यिकीय आँकडों पर आधारित किसी तत्व के वितरण का प्रदर्शन करने वाले मानचित्रों को वितरण मानचित्र कहते हैं। "आधुनिक भूगोल को स्थानिक वितरणों का विज्ञान माना जाता है, जिसमें क्षेत्रीय विभिन्नताओं के अन्तर को स्पष्ट किया जाता है तथा इसी कारण भूगोल को एक क्षेत्र वर्णनी विज्ञान (Chorological science) भी कहते हैं। पृथ्वी तल पर मिलने वाली क्षेत्रीय विभिन्नताओं को समझने के लिए वितरण मानचित्रों से बहुत सहायता मिलती है। वितरण मानचित्रों के बिना भौगोलिक अध्ययन को असम्भव माना जाता है। इसलिए कहा जा सकता है कि मानचित्र भूगोल को समझने की एक विकसित शब्दावली है। रिचार्ड हार्टशोर्न के अनुसार यदि अध्ययन की समस्या मानचित्रण योग्य नहीं है, तो यह सोचना पडेगा कि वह भूगोल की विषय वस्तु है, अथवा नहीं।

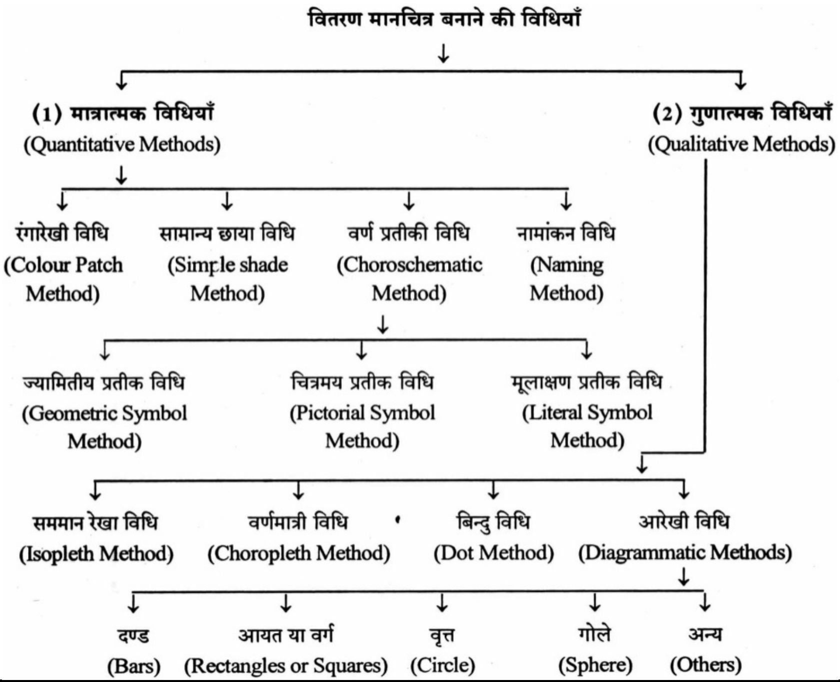
वितरण मानचित्र लिखित विषय वस्तु को दृश्यता (Visibility) प्रदान करता है, अत: ये मानचित्र स्वत: व्याख्यात्मक कहलाते हैं। इसलिए वितरण मानचित्रों को सुस्पष्ट एवं आकर्षक होना आवश्यक है। जिस क्षेत्र का वितरण मानचित्र तैयार किया जा रहा हो वहाँ का भौतिक मानचित्र भी होना चाहिए। साथ ही उस क्षेत्र का एक रूपरेखा मानचित्र (outline map) भी आवश्यक होता है, जो समक्षेत्र प्रक्षेप पर बना हो। इसी रूपरेखा मानचित्र को वितरण मानचित्र का आधार मानचित्र (base map) माना जाता है। इसके साथ ही सम्बन्धित सांख्यिकीय आँकडे.एवं अन्य सहायक मानचित्र भी आवश्यक होते हैं।

13.2 वितरण मानचित्र बनाने की विधियाँ

वितरण मानचित्र बनाने के लिए मुख्यत दो विधियाँ प्रयोग में ली जाती हैं। ये निम्नलिखित हैं

(1) मात्रात्मक विधियाँ (quantitative methods)

(2) गुणात्मक विधियाँ (Qualitative methods)



13.3 गुणात्मक विधियां

इन विधियों द्वारा बनाये गये मानचित्रों में रंग आभा या प्रतीकों द्वारा वितरण दर्शाया जाता है। इन मानचित्रों को देखने से पता चल जाता है कि कौन सी वस्तु का वितरण कहाँ है, लेकिन उनके घनत्व एवं मात्रा की सही जानकारी नहीं मिलती है। वितरण मानचित्र बनाने की प्रमुख गुणात्मक विधियाँ निम्नलिखित हैं:

13.3.1 रंगारेख विधि (colour patch method)

इस विधि में वस्तु का वितरण दर्शाने के लिए विभिन्न रंगों का प्रयोग किया जाता है। इन मानचित्रों को रंगारेखी मानचित्र (chorochromatic map) तथा रंगक मानचित्र (colour map) भी कहते हैं। इस विधि द्वारा भूमि उपयोग, मृदाओं का वितरण एवं वनस्पति के प्रकार तथा प्रशासनिक, राजनीतिक व प्राकृतिक इकाइयों को दर्शाया जा सकता है। रंग भरने की विधि के आधार पर ये मानचित्र तीन प्रकार के होते हैं।

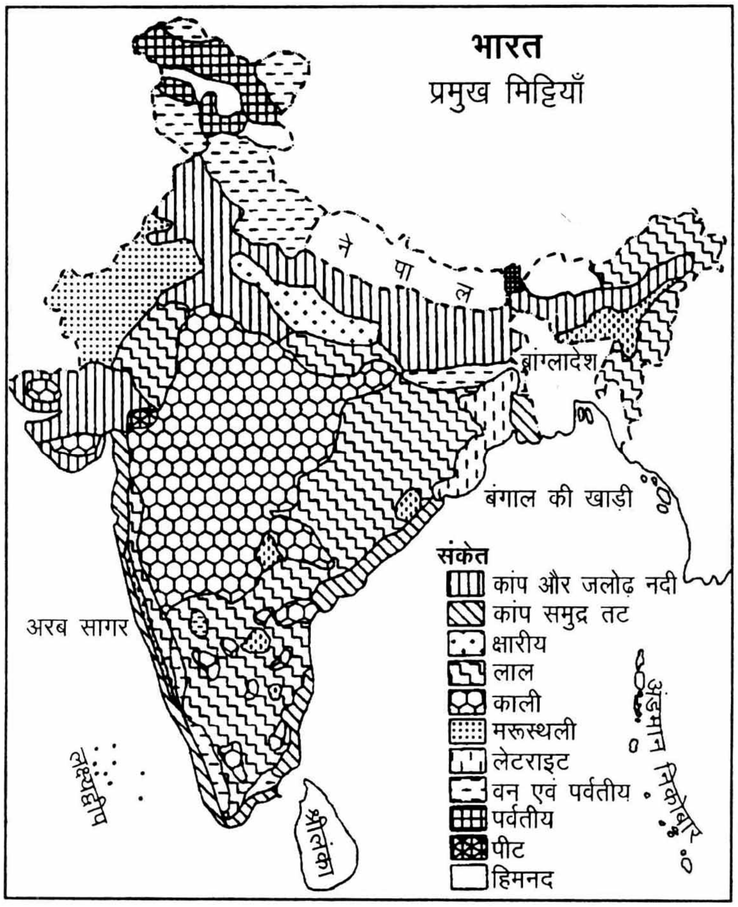
(i) **सामान्य रंगक मानचित्र :** इनके द्वारा राजनीतिक एवं प्राकृतिक प्रदेशों को दर्शाया जाता है, जिसके लिए इनमें विभिन्न क्षेत्रों को दर्शाने के लिए इच्छानुसार रंगों का चयन कर भर दिये जाते हैं।

(ii) **अन्तर्राष्ट्रीय प्रणाली के रंगक मानचित्र :** इन मानचित्रों में अन्तर्राष्ट्रीय मानकों के अनुसार ही रंग भरे जाते हैं। जैसे, मैदानी भागों को पीले रंग से, पाठों को हल्के भूरे रंग से, पर्वतीय प्रदेशों को गहरे पूरे रंग से व बर्फ से ढके भागों को सफेद रंग से दर्शाया जाता है।

(iii) **स्तरित रंगक मानचित्र (layer tint map) :** इस विधि में एक ही रंग की अनेक छायाएँ या स्तरों का प्रयोग करके वितरण दर्शाया जाता है।

13.3.2 सामान्य छाया विधि (Simple shade method)

यह विधि रंगारेखी विधि की तरह ही है लेकिन इसमें रंगों के स्थान पर काली स्याही की विभिन्न छायाओं या आभाओं का प्रयोग करते हैं। इनका चयन अपनी स्वेच्छानुसार किया जाता है। अधिकांशत: भूमि उपयोग, वनों एवं मृदाओं के प्रकार दर्शाने के लिए इस विधि का प्रयोग किया जाता है।



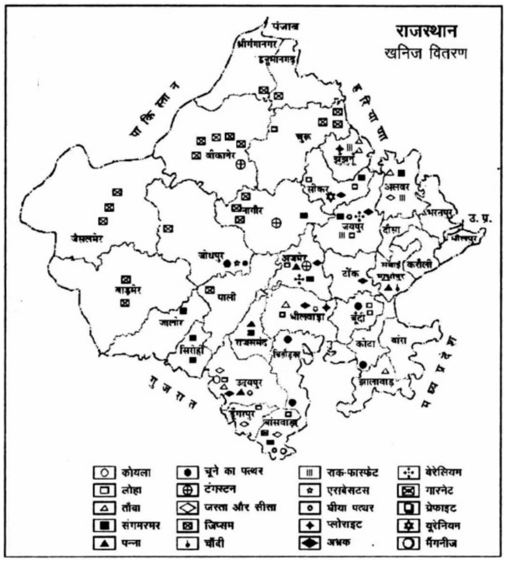
चित्र-13.1 : छायाविधि

13.3.3 वर्ण प्रतीकी विधि (choroschematic method)

इसे प्रतीक विधि (symbol method) भी कहते हैं, क्योंकि इसमें किसी वस्तु का वितरण दर्शाने के लिए प्रतीक या चिह्नों का प्रयोग करते हैं। ये प्रतीक निम्नलिखित तीन प्रकार के होते हैं:

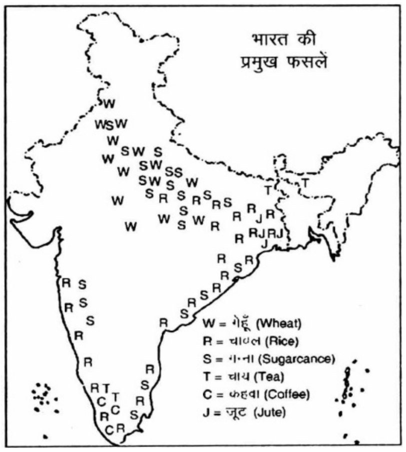
(i) **ज्यामितीय प्रतीक (geometric symbol) :** इनमें बिन्दु, आयत, वर्ग, त्रिभुज, वृत्त व क्रॉस प्रमुख हैं। मानचित्र में इन्हें निर्देशिका बनाकर दर्शाते हैं।

(ii) **चित्रमय प्रतीक (pictorial symbols) :** ये मानचित्र में दर्शाये जाने वाली वस्तुओं के वास्तव में समरूपता रखने वाली आकृति के प्रतीक होते है। जैसे खाद्यान्नों का उत्पादन बोरियों से, कपास का गाँठों से, वाहनों का किसी वाहन विशेष द्वारा व चाय का उत्पादन चाय पत्ती दर्शाकर दिखाया जाता है।



चित्र-13.2 : वर्ण प्रतीकी विधि

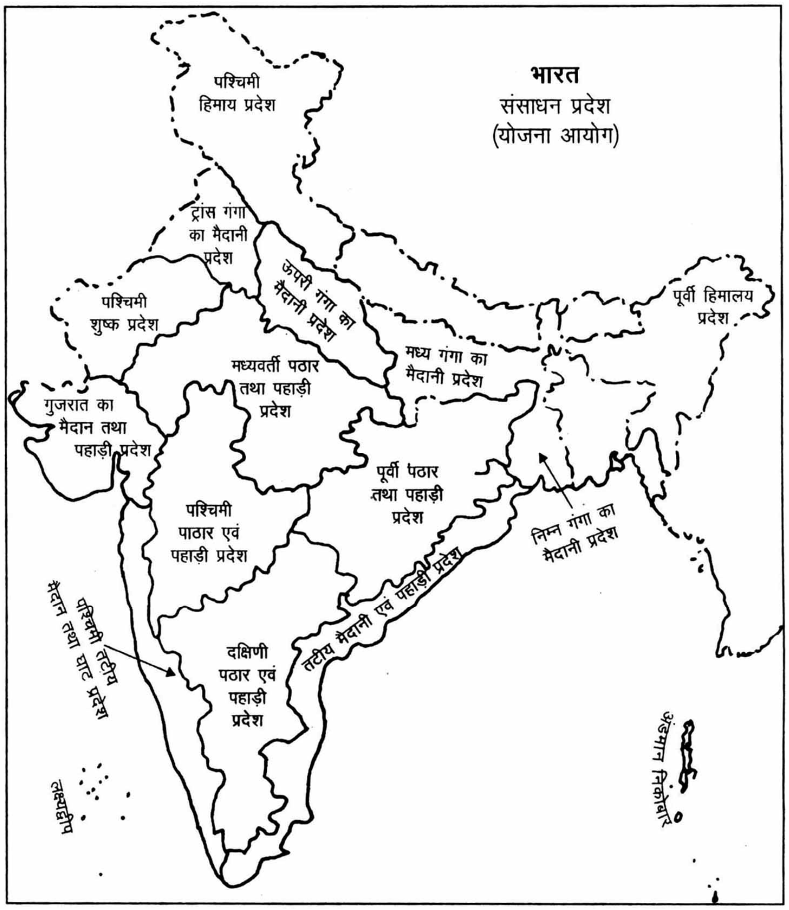
(iii) **मूलाक्षर प्रतीक (literal symbols) :** इस विधि में मानचित्र में दर्शायी जाने वाली वस्तु के नाम का पहला अक्षर प्रयुक्त करते हैं। उदाहरण के लिए यदि कृषि उत्पादों का वितरण दर्शाना है तो गेहूँ (wheat) के लिए 'W', चावल (Rice) के लिए 'R', चाय (Tea) के लिए 'T' तथा कॉफी (coffee) के लिए 'C' लिखेंगे। इसी प्रकार यदि खनिजों का वितरण दर्शाना है तो इसी तरह उनके नाम वाले शब्द का पहला अक्षर दर्शायेंगे।



चित्र-13.3 : मूलाक्षरप्रतीक विधि

13.3.4 नामांकन विधि (Naming method)

इस विधि में प्रदर्शित की जाने वाली वस्तुओं का पूरा नाम लिख देते हैं। जिस वस्तु की उपलब्धता जहाँ है, वहीं मानचित्र में उसका पूरा नाम लिख देते है। इस तरह इस विधि में मूलाक्षर विधि की तरह निर्देशिका (Index) बनाने की आवश्यकता नहीं है। इस विधि में मानचित्र बनाना एवं समझना आसान है। ये साथ ही ऐसे मानचित्र आमजन में अधिक लोकप्रिय होते हैं, क्योंकि इनके लिए विस्तृत आँकडों की आवश्यकता नहीं होती है, एक साथ कई वस्तुओं को दर्शा सकते हैं।



चित्र-13.4 : मानचित्रण की नामांकन विधि

13.4 मात्रात्मक विधियाँ

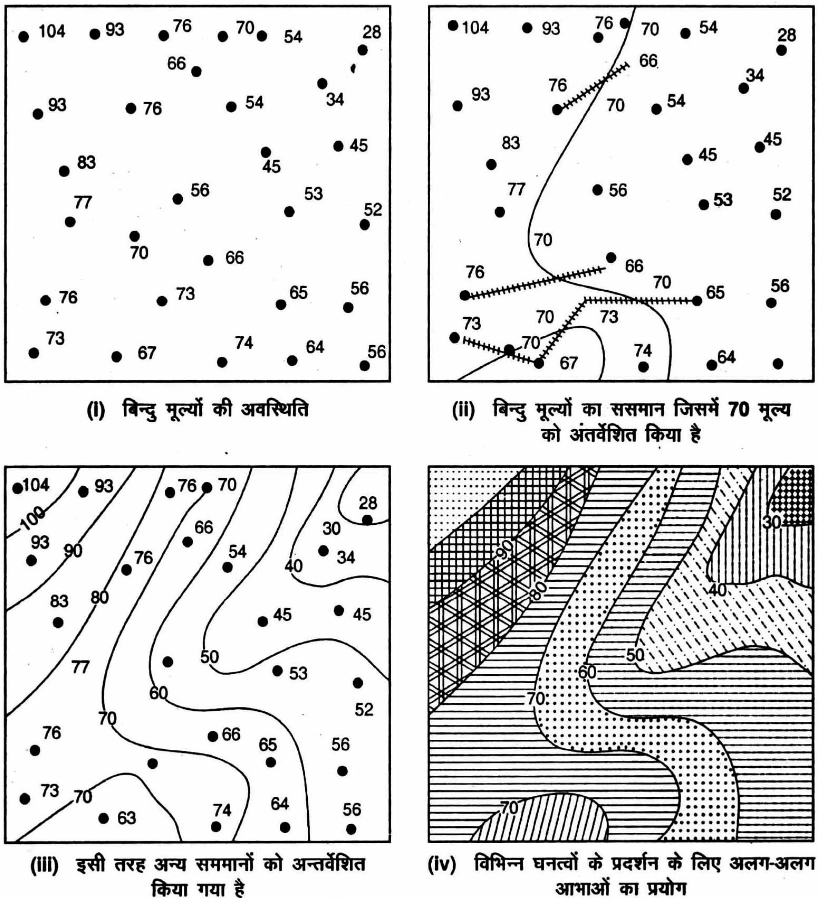
मात्रात्मक विधियों द्‌वारा बनाये गये वितरण मानचित्रों द्‌वारा किसी तत्व या वस्तुओं के वितरण के साथ–साथ उनकी मात्रा का भी ज्ञान हो जाता है। इन विधियों द्‌वारा वितरण मानचित्रों में दर्शायी गई वस्तु का घनत्व, मूल्य तथा समय एवं समावेश से मात्रात्मक विधियाँ अधिक लोकप्रिय हो गई हैं तथा इनका प्रयोग काफी बढ़ गया है। मात्रात्मक वितरण मानचित्र निम्नलिखित विधियों द्‌वारा बनाये जाते हैं।

1. सममान रेखा विधि (isopleths method)
2. वर्णमात्री विधि (choropleth method)
3. बिन्दु विधि (dot method)
4. आरेखी विधि (diagrammatic method)

13.4.1 सममान रेखा विधि (isopleth method)

सममान रेखा अँग्रेजी के 'Isopleth' शब्द का पर्याय है जो ग्रीक भाषा के 'ISOS' (समान) तथा 'Plethos' (माप) शब्दों से मिलकर बना है, जिसका शाब्दिक अर्थ है, समान मान (Equal Value) वाली रेखा। इस प्रकार सममान रेखाएँ वे रेखाएँ होती हैं जो मानचित्र पर किसी तत्व या

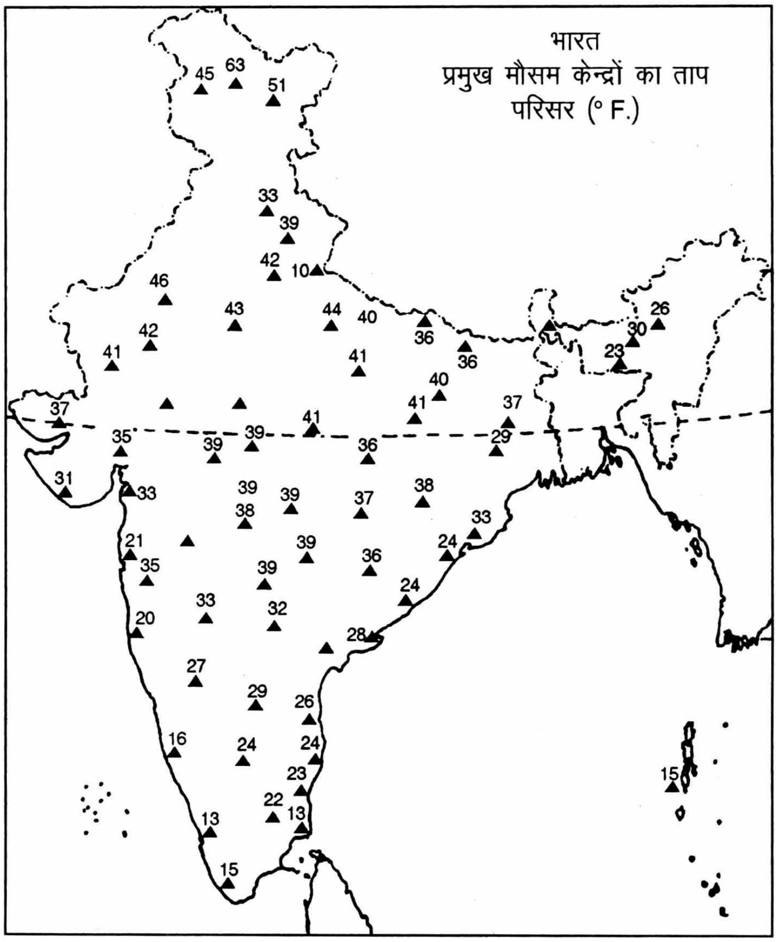
वस्तु के समान मूल्य या घनत्व वाले स्थानों को मिलाती है। सममान रेखा मात्रा (Quantity) या गहनता (Intensity) के रूप में हो सकती है। समताप रेखाएँ (Isotherms) समदाब रेखाएँ (Isobars), समवर्षा रेखाएँ (Isohytes), समोच्च रेखाएँ (Contours Or Isohypses), समगंभीर रेखाएँ (Isobaths), समभूकंप रेखाएँ (Isoseismal Lines), सममेघ रेखाएँ (Isonephs), समपवन रेखाएँ (Isotachs), समकाल रेखाएँ (Isochrones) आदि प्रमुख सममान रेखाएँ ही हैं। सममान रेखा को परिभाषित रूप में विभिन्न विद्वानों ने अलग–अलग नाम दिये हैं। यूरोपीय लेखक इन्हें Isorithms कहते है। जान के. राइट ने भी Isorithms कहा है।



चित्र-13.5 : सममान रेखा विधि द्वारा वितरण प्रदर्शन

विभिन्न प्रकार की सममान रेखाओं द्वारा वितरण मानचित्र उसी प्रकार बनाया जाता है, जैसे कि समोच्च रेखाएँ बनायी जाती हैं। इसलिए सममान मानचित्र बनाने के लिए सबसे पहले मानचित्र में किसी वस्तु की ज्ञात मात्रा या मूल्यों को उसी तरह यथास्थान लिख देते हैं, जैसे समोच्च रेखी मानचित्र में स्थानिक ऊँचाइयाँ लिखते हैं। इसमें हमें जितने अधिक स्थानों के आँकडे एवं स्थिति उपलब्ध होगी, सममान मानचित्र उतना ही अधिक शुद्ध होगा। यथास्थान मूल्यों या मात्रा को लिखने के बाद इनको उपयुक्त अंतराल लेकर अन्तर्वेशित (interpolate) करके मानचित्र में सममान रेखाएँ आलेखित कर देते हैं। सममान रेखाएँ एक निश्चित अंतराल पर बनायी जाती हैं, जिन्हें देखकर स्थिति प्रवणता का आभास हो जाता है। इसलिए अन्तराल का चयन करते समय

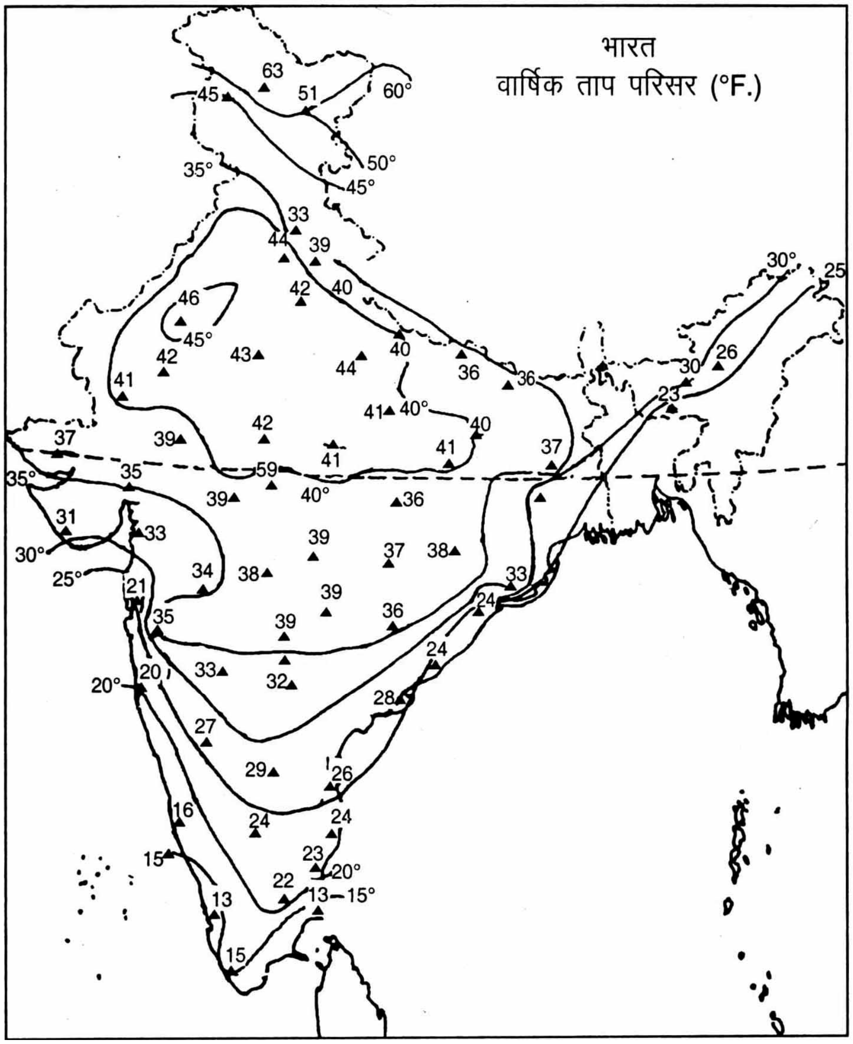
मानचित्र पर दर्शाई जाने वाली अधिकतम तथा न्यूनतम मात्राओं का अन्तर, आँकडों की मात्रा व प्रकृति तथा सममान रेखाओं की इकाई को मद्देनजर रखा जाता है।



चित्र-13.6 : भारत के प्रमुख मौसम केन्द्रों का वार्षिक ताप परिसर

सम्मान रेखाओं का अन्वर्वेशन भी सम्मोच्य रेखाओं की तरह ही किया जाता है। चित्र – 13.5 में चार भागों में सममान रेखाओं के अन्तर्वेशन को स्पष्ट किया गया है, इसके भाग (1) में बिन्दु मूल्यों (point values) को दर्शाया गया है, भाग (2) में 70 के मूल्य वाले बिन्दुओं की स्थिति ज्ञात करके उन्हें परस्पर मिलाकर 70 के मूल्य की सममान रेखा खींची गई है। इसमें अन्तर्वेशन यह मानकर किया गया है कि दो बिन्दुओं के बीच मूल्य समान रूप से घटता या बढ़ता है। तापमान या वायुदाब इसके सटीक उदाहरण हैं। ऐसा माने कि इस मानचित्र के उत्तर में एक बिन्दु का मूल्य 66 तथा दूसरे बिन्दु का 76 है तो स्पष्ट है कि 70 मूल्य वाले बिन्दु की स्थिति इनके मध्य होगी, अत: इन दोनों बिन्दुओं को सरल रेखा द्वारा मिलाइये तथा इसे 76–66 =10 भागों में विभाजित कीजिए। यहाँ 70 मूल्य वाला बिन्दु 66 मूल्य वाले बिन्दु से 4 भाग तथा 76 मूल्य वाले बिन्दु से 6 भाग दूर है। इस तरह 70 मूल्य वाले बिन्दु की स्थिति ज्ञात की जा सकती है। चित्र के भाग (2) में इसी आधार पर अन्य सभी सममान रेखाएँ खींची गई हैं तथा भाग (3) में दृश्यता को स्पष्ट करने के लिए सममान रेखाओं के मध्य छाया डाली गई है। छाया भरते समय यह देखा जाता है कि कम मूल्य वाली पट्टियों में हल्की तथा अधिक मूल्य वाली

पट्टियों में गहरी छाया भरी जाती है। यह आवश्यक नहीं की सभी सममान मानचित्रों मे छाया या आभा भरी जाये। अनेक विद्‌वानों ने छायाओं की जगह रंग भरने की भी सलाह दी है।

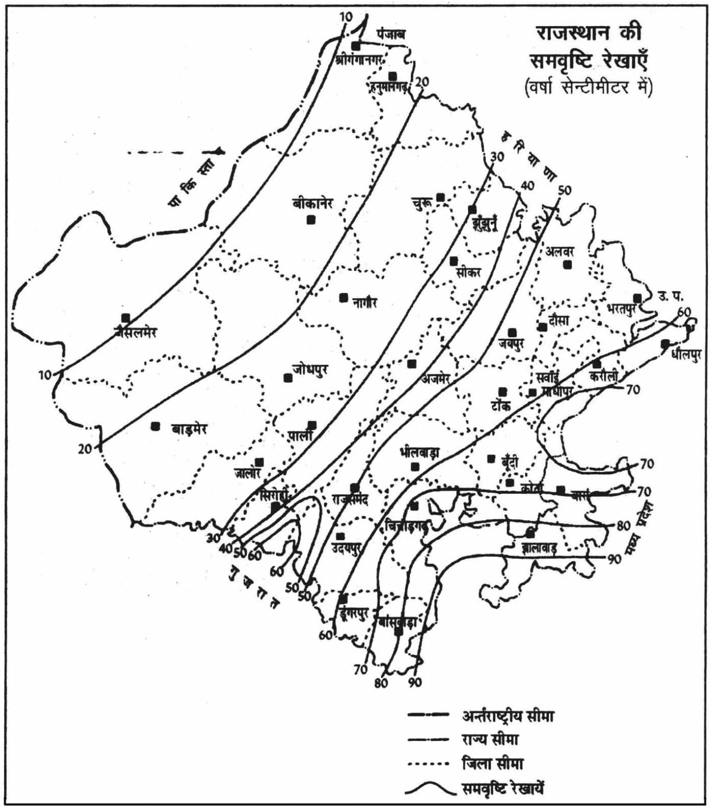


चित्र–13.7 : सममान विधि द्‌वारा भारत के वार्षिक ताप परिसर का निरूपण

उदाहरण मानचित्र–6 पर दिये गये आँकडों के आधार पर वार्षिक तापमान (°F) परिसर को दर्शाने के लिए सममान रेखाएँ बनाइये।

रचना विधि चित्र–5 (i) में दिये गये मौसम विज्ञान केन्द्रों के तापमान को समान मान वाले बिन्दुओं को मिलाते हुए वार्षिक ताप परिसर दर्शाइये। इनके लिए अपने अनुभव से अन्तर्वेशन करके अन्य सहायक स्थानों की स्थिति ज्ञात करके सममान रेखाएँ खींची जा सकती है। चित्र–5 (ii)

सममान रेखा मानचित्रों को भी सांख्यिकीय उच्चावच मॉडलों एवं त्रिविम (3D) ब्लॉक आरेखों के रूप में भी दर्शाया जा रहा है। इनमें निर्मित सममान रेखा मॉडल (built up isopleths model) तथा आइसोमेट्रिक आरेख (isometric diagram) प्रमुख है। चित्र – 13.8 : सममान रेखा विधि



चित्र-13.8 : सममान रेखा विधि

सममान रेखा विधि के गुण :

1. यह वितरण प्रदर्शित करने की उत्तम वैज्ञानिक विधि है। इसका प्रशासनिक इकाइयों से सम्बन्ध नहीं होता।
2. सममान रेखाओं द्वारा किसी तत्व की प्रवणता (gradient) का पता लगाया जा सकता है कि यह किस दिशा में परिवर्तित हो रहा है।
3. सममान रेखा विधि द्वारा क्षेत्रीय वितरण दर्शाना आसान होता है। तापमान, वर्षा, वायुदाब आदि जलवायु तत्वों के आँकडे बिन्दु आँकडों के रूप में होते हैं, जिन्हें समताप रेखा, समवृष्टि रेखा तथा समाचार रेखाओं द्वारा दर्शाया जा सकता है।

सममान रेखा विधि के दोष :

1. सममान रेखा बनाने के लिए अन्तर्वेशन करना पडता है, जो सरल कार्य नहीं है।
2. सममान रेखा मानचित्रों में सममान रेखाओं की शुद्धता इस बात पर निर्भर करती है कि स्थानिक आँकडे. कितने हैं, क्योंकि आकड़े. जितने अधिक होंगे शुद्धता उतनी ही अधिक होगी।
3. सममान रेखी मानचित्र तभी अधिक महत्व का होता है, जब प्रवणता अधिक नहीं होती है, इसलिए वितरण में अधिक परिवर्तन होने पर यह विधि उपयोगी नहीं होती है। जलवायु आंकड़े में कम परिवर्तन पाये जाने के कारण यह विधि अधिक उपयुक्त रहता है।

बोध प्रश्न– 1

1. वितरण मानचित्र किसे कहते हैं?

....

....

2. वितरण मानचित्रों के प्रकार बताइये।

....

....

3. ज्यायमितीय प्रतीकों के नाम बताइये।

....

....

4. निम्नलिखित में से कौनसी विधि मात्रात्मक है

(अ) रंगारेखी (ब) छाया विधि

(स) सममान विधि (द) नामांकन विधि

....

....

5. सममान मानचित्र किसे कहते है?

....

....

6. सममान मानचित्र का मुख्य दोष' क्या हैं?

....

....

13.4.2 वर्णमात्री विधि (Choropleth method)

वर्णमात्री शब्द अंग्रेजी भाषा के 'Choropleth' का पर्याय है, जो ग्रीक शब्दों 'choros' (स्थान) तथा Plethos (माप) से मिलकर बना है, जिसका शाब्दिक अर्थ है, क्षेत्र में माप (quantity in area) वर्णमात्री मानचित्र में विभिन्न घनत्व को दर्शाने के लिए छायाओं का प्रयोग करते हैं, अत: इसे छाया विधि (shading method) भी कहते हैं।

वर्णमात्री विधि द्वारा मुख्य रूप से वस्तुओं का प्रति इकाई क्षेत्र0 औसत संख्या अथवा प्रतिशत दर्शाते हैं, जिनमें जनसंख्या घनत्व, कृषि भूमि व कुल भूमि अनुपात, कृषि भूमि में सिंचित क्षेत्र का अनुपात आदि प्रमुख हैं। मोंकहाउस के अनुसार, ' 'यदि सममान रेखा मानचित्र जलवायु वैज्ञानिक का प्रमुख उपकरण है तो वर्णमात्री मानचित्र जनसंख्या वितरण के मात्रात्मक विवेचन में मानव भूगोलवेत्ता का प्रमुख उपकरण है। ' '

वर्णमात्री विधि से वितरण मानचित्र बनाने के लिए राज्यों, जिलों, तहसीलों, विकास खण्डों आदि को इकाई क्षेत्र माना जाता है, क्योंकि वर्णमात्री मानचित्रों में घनत्व की भिन्नता को राजनीतिक या प्रशासनिक इकाइयों के अनुसार ही प्रदर्शित किया जाता है।

उदाहरण – 1: निम्नलिखित आँकडों के आधार पर भारत में जनसंख्या घनत्व दर्शाने के लिए एक वर्णमात्री मानचित्र बनाइये

तालिका– 13.1 : भारत में जनसंख्या घनत्व–2001

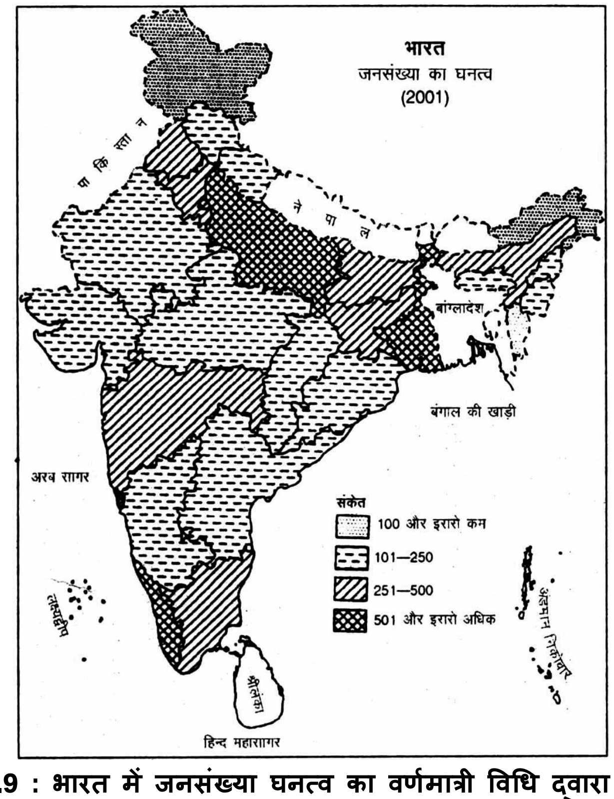
क्र.सं	राज्य/केन्द्र शासित प्रदेश*	घनत्व (व्यक्ति प्रति वर्ग कि.मी)
1	दिल्ली*	9340
2	चण्डीगढ़*	7900
3	पांडिचेरी*	2030
4	लक्षद्वीप*	1895
5	दमन तथा दीव*	1413
6	पश्चिमी बंगाल	903
7	बिहार	881
8	केरल	819
9	उत्तर प्रदेश	690
10	पंजाब	484
11	तमिलनाडु	480
12	हरियाणा	478
13	दादरा व नगर हवेली*	449
14	गोवा	364
15	असम	340
16	झारखण्ड	338
17	महाराष्ट्र	315
18	त्रिपुरा	305
19	आन्ध प्रदेश	277
20	कर्नाटक	276
21	गुजरात	258
22	उड़ीसा	236
23	मध्यप्रदेश	196
24	राजस्थान	165
25	उत्तराखण्ड	159
26	छत्तीसगढ़	154
27	नागालैण्ड	120
28	हिमाचल प्रदेश	109
29	मणीपुर	107
30	मेघालय	103
31	जम्मू–कश्मीर	100
32	सिक्किम	76
33	अंडमान व निकोबार द्वीप समूह*	43
34	मिजोरम	42
35	अरुणाचल प्रदेश	13

स्त्रोत : Census of India 2001, Final data.

उपर्युक्त सारणी में दिये गये जनसंख्या घनत्व के आकड़ों से भारत का वर्णमात्री मानचित्र बनाने के लिए सबसे पहले भारत के राज्यों एवं केन्द्र शासित प्रदेशों के आकड़ों को अवरोही क्रम में व्यवस्थित करना होता है जो इस सारणी में पहले ही हैं अब एक उपर्युक्त अन्तराल लेकर इन आकड़ों को वर्गों में बाँट देते हैं। यहाँ निम्नलिखित वर्ग बनाये जा सकते हैं:

क्र.सं.	**घनत्व प्रति वर्ग कि.मी.**	**समूह में सम्मिलित राज्य एवं केन्द्र शासित प्रदेश**
1.	100 व इससे कम	अरुणाचल प्रदेश, मिजोरम, अण्डमान एवं निकोबार द्वीप सह, सिक्किम तथा जम्मू एवं कश्मीर।
2.	101 से 250	मेघालय, मणिपुर, हिमाचल प्रदेश, नागालैण्ड, छत्तीसगढ़, उत्तराखण्ड, राजस्थान, मध्यप्रदेश तथा उड़ीसा।
3.	251 से 500	गुजरात, कर्नाटक, आन्ध्रप्रदेश, त्रिपुरा, महाराष्ट्र झारखण्ड, असम, गोआ, दादरा व नगर हवेली हरियाणा तमिलनाडु व पंजाब।
4.	501 एवं इससे अधिक	उत्तर प्रदेश, केरल, बिहार, पश्चिमी बंगाल, दमन व दीप, लक्षद्वीप, पाण्डिचेरी, चण्डीगढ़ व दिल्ली।

अब उपर्युक्त चार वर्गों के लिए अलग – अलग छायाओं का चयन करके सम्बन्धित राज्यों एवं केन्द्र शासित प्रदेशों में भर दीजिए। यह ध्यान रहे कि छाया की गहराई घनत्व के बढ़ते क्रम में बढ़नी चाहिए अर्थात् कम घनत्व वाले वर्ग में कम गहरी छाया तथा अधिक घनत्व वाले वर्ग में गहरी छाया भरना चाहिए। अंत में चारों के लिए एक निर्देशिका (Index) बना दीजिए जिसको देखकर घनत्व का अतर आसानी से पता कर सकें।



चित्र-13.9 : भारत में जनसंख्या घनत्व का वर्णमात्री विधि द्वारा निरूपण

उदाहरण 2: निम्नलिखित आँकडों के आधार पर राजस्थान का एक वर्णमात्री मानचित्र बनाइये ।

तालिका– 13.2 : राजस्थान में जनसंख्या घनत्व– 2001

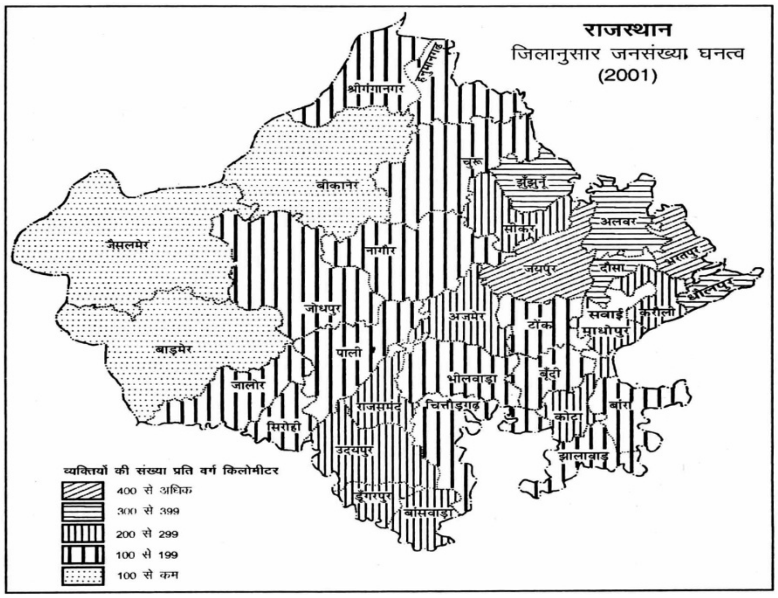
क्र.सं.	**जिला**	**जनसंख्या घनत्व (2001)**	**क्र.सं.**	**जिला**	**जनसंख्या घनत्व (2001)**
	राजस्थान	**165**			
1.	जयपुर	471	17.	भीलवाड़ा	192
2.	भरतपुर	414	18.	झालावाड़	190
3.	दौसा	384	19.	बूंदी	173
4.	अलवर	357	20.	टोंक	168
5.	धौलपुर	324	21.	चित्तोडगढ़	166
6.	झुंझुनू	323	22.	सिरोही	166
7.	बांसवाडा	298	23.	नागौर	157
8.	सीकर	296	24.	पाली	147
9.	डूँगरपुर	294	25.	बारां	146
10.	कोटा	288	26.	जालौर	136
11.	अजमेर	257	27.	जोधपुर	126
12.	राजसमन्द	256	28.	हनुमानगढ़	120
13.	सवाई माधोपुर	248	29.	चुरू	114
14.	श्रीगंगानगर	224	30.	बाड़मेर	69
15.	करौली	218	31.	बीकानेर	61
16.	उदयपुर	196	32.	जैसलमेर	13

उपर्युक्त सारणी में राजस्थान के सभी जिलों की जनसंख्या का घनत्व दिया गया है, इसको उदाहरण के अनुसार उचित निम्नलिखित वर्गांतराल में बांट लेंगे।

क्र.सं.	**घनत्व प्रति वर्ग कि.मी.**	**समूह में सम्मिलित जिले**
1.	100 तथा इससे कम	जैसलमेर, बाडमेर एवं बीकानेर।
2.	101200	उदयपुर, भीलवाड़ा, झालावाड़, बूँदी,टोंक, चित्तौड़गढ़, सिरोही, नागौर, बारा, जालौर, जोधपुर, हनुमानगढ़ पाली एवं चुरू।
3.	200300	सीकर, डूंगरपुर, कोटा, अजमेर, राजसमन्द, सवाई माधोपुर, श्रीगंगानगर, करौली एवं बांसवाडा।
4.	301400	दौसा, अलवर, धौलपुर एवं झुंझुनूं
5.	401 से अधिक	जयपुर एवं भरतपुर।

वर्णमात्री विधि एक ऐसी सरल विधि है जिसको देखने मात्र से हमें तुलनात्मक वितरण का पता लग जाता है। यह जनसंख्या घनत्व में आये परिवर्तन को दर्शाने के लिए भी उपयोगी है। इस विधि का मुख्य दोष यह है कि इसमें वितरण दर्शाते समय प्रशासनिक इकाइयों को आधार मानते हैं, जबकि तत्वों में परिवर्तन प्राकृतिक विभागों के अनुसार होता है। इस प्रकार सम्पूर्ण प्रशासनिक

क्षेत्र में घनत्व समान होता है जबकि उसमें प्राकृतिक खण्डों के अनुसार भारी अन्तर होता है। विभाजित वर्गों के अनुसार एक आभा वर्ग से दूसरे को देखने पर एकदम अन्तर लगता है जबकि वास्तव में यह अन्तर आकस्मिक न होकर क्रमिक होता है।



चित्र – 13.10: वर्णमात्री विधि

13.5 बिन्दु विधि (Dot Method)

मानचित्रकला में बिन्दु विधि का प्रयोग काफी पुराना है। बिन्दु विधि द्वारा वितरण मानचित्रों में किसी वस्तु का वितरण दर्शाने के लिए समान आकार के बिन्दुओं का प्रयोग करते हैं।

प्रत्येक बिन्दु का एक निश्चित मान लेकर जहाँ वस्तु का वितरण होता है वहीं बिन्दु लगाकर वितरण दर्शाते हैं। एक बिन्दु का कोई भी मान निश्चित कर लेते हैं, जैसे 1 बिन्दु = 2500 व्यक्ति, 1000 हैक्टेयर, 5 मिलियन टन या 5 लाख पशु आदि। बिन्दुओं का मान निश्चित करके रूपरेखा मानचित्र (outline map) में राज्य, जिला, तहसील या विकास खण्ड आदि में से जिसके अनुसार आँकडे दिये गये हों, उसमें सम्बन्धित तथ्य की संख्या या मात्रा दर्शाने के लिए बिन्दुओं को अंकित कर देते हैं। इसमें प्रशासनिक इकाई जितनी छोटी होगी, मानचित्र में शुद्धता उतनी ही अधिक होगी। मानचित्र में अधिक शुद्धता रहे इसके लिए बिन्दुओं को उचित स्थान पर ही अंकित किया जाये तथा ऐसा करने के लिए सम्बन्धित क्षेत्र के स्थलाकृतिक मानचित्र, जलवायु मानचित्र, मृदा मानचित्र, सिंचाई मानचित्र आदि को मद्देनजर रखना आवश्यक है। बिन्दु विधि की सहायता से जनसंख्या वितरण, पशु, फसल, खनिज व उद्योगों का वितरण दर्शाया जाता है। बिन्दु मानचित्र में बिन्दुओं की कुल संख्या तथा दर्शायी गई मात्रा में निरपेक्ष (absolute ratio) होता है, जिस कारण इस विधि को अनेक विद्वान् निरपेक्ष विधि कई कहते हैं।

बिन्दु मानचित्र बनाते समय अनेक समस्याएँ आती हैं। इनमें निम्नलिखित चार समस्याएँ प्रमुख हैं:

1. **बिन्दु का मूल्य निश्चित करना** (determining the value of dot)
2. **बिन्दुओं का आकार** (size of dots)

3. **बिन्दुओं को अंकित करना** (spacing or placing of dots)

4. **एक समान बिन्दु लगाना** (drawing of uniform dots)

उदाहरण – 3: निम्नलिखित आँकडों की सहायता से राजस्थान की जनसंख्या के वितरण को दर्शाने के लिए एक बिन्दु मानचित्र की रचना कीजिए।

तालिका-3 : राजस्थान में जनसंख्या-2001

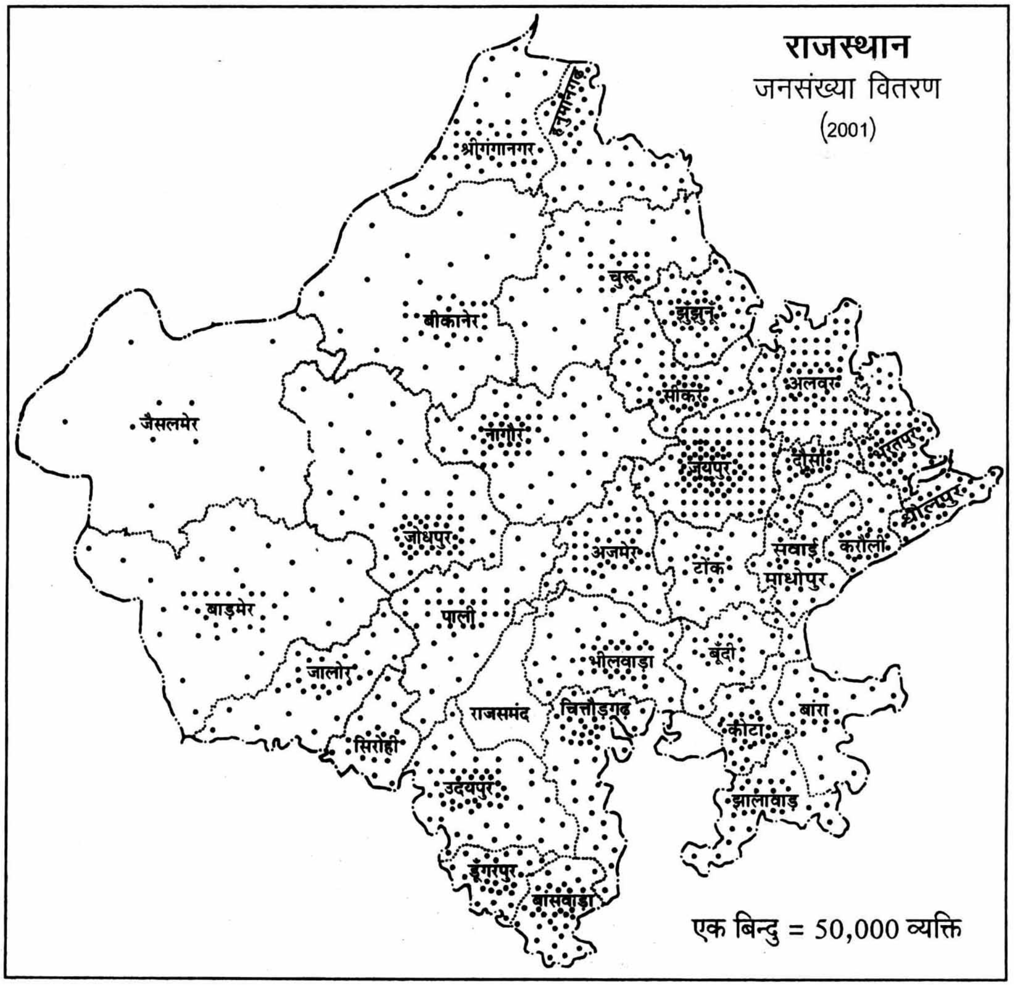
क्र.सं.	**जिला का नाम**	**जनसंख्या (2001)**	**क्र.सं.**	**जिला का नाम**	**जनसंख्या (2001)**
	राजस्थान	**5,64,73,122**			
1.	श्रीगंगानगर	17,88,487	17.	बाड़मेर	19,63,758
2.	हनुमानगढ़	15,17,390	18.	जालौर	14,48,486
3.	बीकानेर	16,73,562	19.	सिरोही	8,50,756
4.	चुरू	19,22,908	20.	पाली	18,19,201
5.	झुंझुनू	19,13,099	21.	अजमेर	21,80,526
6.	अलवर	29,90,862	22.	टोंक	12,11,343
7.	भरतपुर	20,98,323	23.	बूँदी	9,61,269
8.	धौलपुर	98,28,152	24.	भीलवाडा	20,09,516
9.	करौली	12,05,631	25.	राजसमंद	9,86,269
10.	सवाई माधोपुर	11,16,031	26.	उदयपुर	26,32,210
11.	दौसा	13,16,790	27.	डूँगरपुर	11,07,037
12.	जयपुर	52,52,388	28.	बांसवाड़ा	15,00,420
13.	सीकर	22,87,229	29.	चित्तौड़गढ़	18,02,656
14.	नागौर	27,73,894	30.	कोटा	15,68,580
15.	जोधपुर	28,80,777	31.	बाराँ	10,22,568
16.	जैसलमेर	5,07,999	32.	झालावाड़	11,80,342

रचना विधि जनसंख्या के आकड़े जिलेवार अवरोही क्रम में दिये गये हैं। अब एक राजस्थान की रूपरेखा का मानचित्र लीजिए, जिसमें राजस्थान के सभी 32 जिलों की सीमाएँ दी गई हों। इस मानचित्र में जिलों का आकार एवं उनकी जनसंख्या को मद्देनजर रखकर बिन्दुओं का मूल्य निश्चित कीजिए। मान लीजिए एक बिन्दु 50,000 व्यक्तियों को दर्शाता है, अब इस बिन्दु मूल्य के आधार पर प्रत्येक जिले के बिन्दुओं की संख्या ज्ञात कीजिए। इसके लिए जिले की कुल जनसंख्या में एक बिन्दु के माने गये मूल्य का भाग दीजिए। प्रत्येक जिले में बिन्दुओं की संख्या पूर्णांक में न हो तो पूर्णांक में कर लीजिए तथा प्रत्येक जिले में पेन्सिल से हल्के से उनमें बिन्दुओं की संख्या भर दो। इसमें जनसंख्या के संकेन्द्रण वाले स्थानों (नगर आदि) को पहले ही अंकित कर लेवें तथा वहाँ अधिक बिन्दु लगायें जबकि यह ध्यान रहे कि ऋणात्मक क्षेत्रों पर कोई बिन्दु नहीं लगाया जाये।

तालिका– 13.4 : राजस्थान की जनसंख्या– 2001

क्र.सं.	**जिले का नाम**	**जनसंख्या**	**बिन्दुओं की वास्तविक संख्या**	**निकटतम पूर्णांक संख्या**
1.	श्रीगंगानगर	17,88,487	17,88,427÷50000 = 35.76	36

2.	हनुमानगढ़	15,17,390	15,17,390÷50000=30.34	30
3.	बीकानेर	16,73,562	16,73,562÷50000=33.47	33
4.	चुरू	19,22,908	1922908÷50000=38.45	38
5.	झुंझुनूं	19,13,099	19,13,099÷50000=38.26	38
6.	अलवर	29,90,862	29,90,862÷50000=59.81	60
7.	भरतपुर	20,98,323	20,98,323 ÷50000=41.96	42
8.	धौलपुर	9,82,815	9,82,815÷50000=19.25	19
9.	करौली	12,05,631	12,05,631÷50000=24.11	24
10.	सवाई माधोपुर	11,16,031	11,16,031÷50000=22.31	22
11.	दौसा	13,16,790	13,16,790÷50000=26.33	26
12.	जयपुर	52,52,388	52,52,388÷50000 =105.04	105
13.	सीकर	22,87,229	22,87,229÷50000=45.74	46
14.	नागौर	27,73,894	27,73,894÷50000=55.47	55
15.	जोधपुर	28,80,777	28,80,777÷50000=57.61	58
16.	जैसलमेर	5,07,999	5,07,999÷50000=10.15	10
17.	बाडमेर	19,63,758	19,63,758÷50000=39.27	39
18.	जालौर	14,48,486	14,48,486÷50000=28.96	29
19.	सिरोही	8,50,756	8,50,756÷50000=17.01	17
20.	पाली	18,19,201	18,19,201÷50000=36.38	36
21.	अजमेर	21,80,526	21,80,526÷50000=43.61	44
22.	टोंक	12,11,343	12,11,343÷50000=24.22	24
23.	बूँदी	9,61,269	9,61,269÷50000=19.22	19
24.	भीलवाड़ा	20,09,516	20,09,516÷50000=40.19	40
25.	राजसमंद	9,86,269	9,86,269÷50000=19.72	20
26.	उदयपुर	26,32,210	26,32,210÷50000=52.64	53
27.	डूँगरपुर	11,07,037	11,07,037÷50000=22.14	22
28.	बांसवाड़ा	15,00,420	15,00,420÷50000=30.00	30
29.	चित्तौड़गढ़	18,02,656	18,02,656÷50000=36.05	36
30.	कोटा	15,68,580	15,68,580÷50000=31.37	31
31.	बारा	10,22,568	10,22,568÷50000=20.45	20
32.	झालावाड़	11,80,342	11,80,342÷50000=23.60	24



चित्र-13.11 : बिन्दु मानचित्र

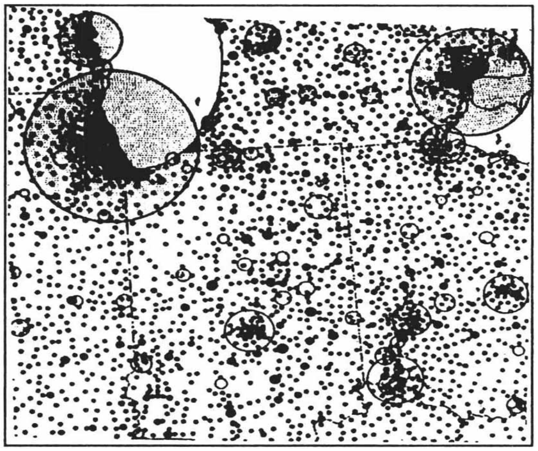
बिन्दु मानचित्र द्वारा जनसंख्या वितरण को तो आसानी से दर्शाया जा सकता है लेकिन ऐसा कोई बिन्दु मूल्य नहीं चुना जा सकता है, जिससे नगरीय एवं ग्रामीण जनसंख्या को एक साथ शुद्धता से दर्शाया जा सके। ऐसा यदि बिन्दु के आकार द्वारा करते हैं तो यह कार्य कठिन होगा, क्योंकि यदि एक गाँव की जनसंख्या को छोटे बिन्दु द्वारा दर्शाते हैं तो बडे. नगरीय क्षेत्र के लिए बडा बिन्दु बनाना होगा, जिसको एक नगर की सीमा में अंकित करना कठिन होगा तथा यह बिन्दु नगर के बाहर कम घनत्व वाले क्षेत्र में निकल जायेगा, इस समस्या से बचने के लिए निम्नलिखित दो विधियाँ प्रमुख हैं

1. स्टिलजेन बोअर विधि (Stilgen bauer’s Method)
2. स्टेन डी गीर विधि (Sten de geer’s Method)

1. **स्टिलजेन बोअर विधि (Stilgen bauer’s Method):** इसे क्षेत्रीय (Area) विधि भी कहते हैं। इसका विकास एफ. डी. स्टिलजेन बोअर (Floyd D., Stilgenbouer 1932) ने किया था।
   इस विधि में ग्रामीण एवं नगरीय जनसंख्या को बिन्दुओं एवं वृत्तों द्वारा एक साथ दर्शाते हैं । ग्रामीण जनसंख्या को समान आकार के बिन्दुओं द्वारा तथा नगरीय जनसंख्या को वृत्तों द्वारा दर्शाते हैं। वृत्त का क्षेत्र किसी भी नगर की जनसंख्या के अनुपात में होता है। वृत्त का

केन्द्र नगर की एकदम अवस्थिति पर स्थित करना होता है। इसके क्षेत्र अनुपात में ही बिन्दु का आकार निश्चित किया जाता है। वृत्त का अर्द्धव्यास वलय आरेख में बताई गई विधि से ही ज्ञात किया जाता है। यहाँ एक तथ्य महत्वपूर्ण है कि किसी वृत्त का अर्द्धव्यास ज्ञात करने के लिए वलय आरेख के सूत्र में न्यूनतम संख्या के स्थान पर एक बिन्दु के द्‌वारा दर्शायी गई जनसंख्या का मान लिखा जाना चाहिए। इस प्रकार से वृत्त के अर्द्धव्यास तथा उसके द्‌वारा दर्शायी गई जनसंख्या में वही अनुपात रहता है जो बिन्दु के अर्द्धव्यास व बिन्दु द्‌वारा दर्शायी गई ग्रामीण जनसंख्या में रहता है। उदाहरणार्थ यह माना जाये कि किसी मानचित्र में एक बिन्दु 100 ग्रामीण व्यक्तियों को दर्शाता है तथा इस बिन्दु का अर्द्धव्यास 0.75 मिलीमीटर है तो 10,000 जनसंख्या वाले एक नगर के वृत्त का अर्द्धव्यास निम्न होगा

अर्द्धव्यास (R) = $\frac{\sqrt{1000}}{\sqrt{100}}$ x 0.75 मिलीमीटर $= \frac{316.23}{10} \times 0.75 =$ 2.37 सेमी.

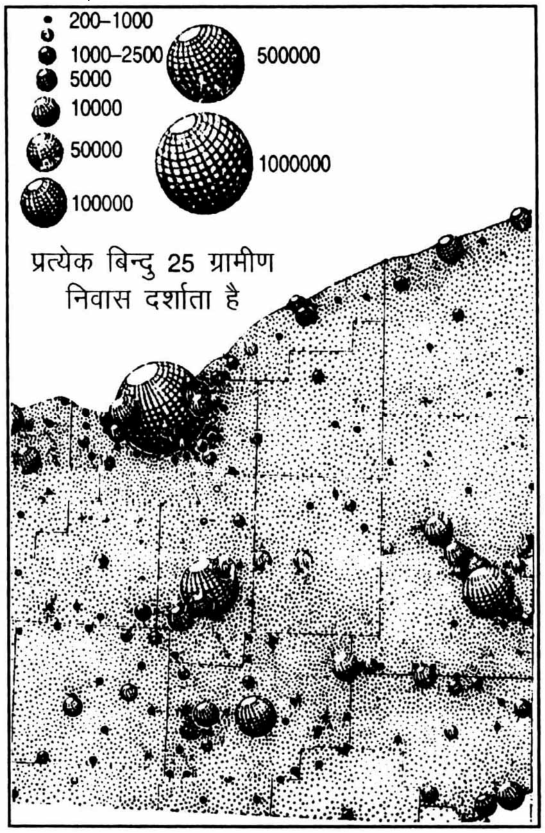


चित्र-13.12 : स्टिलजेन बोअर विधि द्‌वारा जनसंख्या का निरूपण, इसमे जनसंख्या को बिन्दुओ द्‌वारा तथा नगरीय जनसंख्या को वृत्तों (circles) द्‌वारा दर्शाया गया है।

अब अर्द्धव्यास ज्ञात करके मानचित्र में वृत्तों को इस तरह दर्शाते हैं कि ये नगरों की स्थिति वृत्त के केन्द्र में दर्शाये इन वृत्तों को या तो खाली छोड.दें या उनमें हल्की छाया भरें ताकि उनके अन्दर ग्रामीण जनसंख्या दर्शाने के लिए अंकित किये गये बिन्दु दिख सकें। इरविन रेज के अनुसार वृत्त पारदर्शी ही होने चाहिए। इस प्रकार ग्रामीण जनसंख्या के साथ किसी बडे महानगर की जनसंख्या को दर्शाने की यह एक महत्वपूर्ण विधि है।

2. **स्टेन डी गीर विधि (Sten de Geer's Method):** इसे आयतीनी (volumetric) विधि भी कहते हैं। इस विधि को स्टेन डी गीर नामक स्वीडिश भूगोलवेत्ता ने सन् 1917 में विकसित किया था। गीर महोदय ने इसमें ग्रामीण जनसंख्या को दर्शाने के लिए वर्ग या समूह बिन्दु व्यवस्था (A grouped dot system) का प्रयोग किया, जबकि नगरीय जनसंख्या को दर्शाने के लिए छोटे गोलों (spheres) का प्रयोग किया है। इन गोलों का वर्गमूल जनसंख्या के अनुपात में होता है। ये गोले वृत्तों की तुलना में कम स्थान घेरते हैं। गोले का अर्द्धव्यास 'सांख्यिकीय आँकडों का निरूपण' नामक अध्याय में आरेख' शीर्षक में बतायी गई विधि से ज्ञात करते हैं। उदाहरणार्थ स्टिलजेन जनसंख्या को इस विधि से दर्शाने के लिए गोले का अर्द्धव्यास निम्न होगा:

अर्द्धव्यास = $\frac{3\sqrt{1000}}{\sqrt{100}}$ x 0.75 mm = 7.5 से.मी.



चित्र– 13.13 : स्टेनडीगीयर विधि से जनसंख्या घनत्व का प्रदर्शन, इसमें गोलाभ (spheres) द्वारा नगरीय एवं बिन्दुओं द्वारा ग्रामीण जनसंख्या को दर्शाया गया है।

यह अर्द्धव्यास वृत्त की तुलना में कम है। इस विधि का यही प्रमुख गुण है कि इसमें गोले स्थान कम घेरते हैं। स्पष्ट है कि स्टिलजेन बोअर विधि एवं स्टेन डी गीर विधि में मूल अन्तर वृत्त एवं गोले का ही है। साथ ही जनसंख्या वितरण में मिलने वाली विषमता को गोले अच्छी तरह प्रदर्शित करते हैं। स्टिल जेन बोअर विधि में वृत्तों के पीछे बिन्दु दिखते हैं, लेकिन गोलों के पीछे नहीं दिखते हैं, लिए गोलों के अन्दर बिन्दु नहीं लगाते हैं। गोले को विभाजित नहीं कर सकते हैं, जबकि वृत्तों को वृत्तारेख में बदल सकते हैं।

बिन्दु अध्ययन का महत्व

बिन्दु विधि से बनाये गये मानचित्रों द्वारा वितरण को अच्छी तरह तथा शुद्धता से दर्शाया जा सकता है। निरपेक्ष आँकडों के लिए यह विधि अधिक उपयोगी है। बिन्दुओं को देखकर वितरण की प्रवृत्ति का पता लगा सकते हैं तथा बिन्दु गिनकर मानचित्र से भी आँकडों की जानकारी ले सकते हैं। इसके लिए यह आवश्यक है कि पर्याप्त अभ्यास कर लिया जाना चाहिए। साथ ही बिन्दु मानचित्र बनाने के लिए अन्य सहायक मानचित्रों का भी अध्ययन कर लेना चाहिए, क्योंकि विषय की पर्याप्त जानकारी तथा अध्ययन क्षेत्र के भौगोलिक ज्ञान के बिना पर्याप्त शुद्धता का अभाव रहेगा।

वर्तमान में बहु बिन्दु विधि (multiple dot method) का प्रयोग हो रहा है जिसमें एक ही मानचित्र में दो प्रकार के आँकडों को दर्शाया जा सकता है। इनमें स्त्री –पुरुषों का वितरण, नगरीय –ग्रामीण जनसंख्या का वितरण एक से अधिक फसलों का वितरण आदि प्रमुख हैं। इसके लिए बहुरंगी बिन्दुओं का प्रयोग किया जाता है। भारतीय सर्वेक्षण विभाग ने स्कूल एटलस में ऐसे मानचित्र तैयार किए हैं।

13.6 पिरामिड आरेख (Pyramid diagram):

इसे स्तूप आरेख भी कहते हैं। इनका आरेखों की आकृति पिरैमिड की तरह होती है। जनसंख्या के विभिन्न पक्षों लिंग के अनुसार जनसंख्या, आयु वर्ग, साक्षरता आदि के आकड़े पिरैमिड आरेख द्वारा प्रदर्शित करते हैं। रचना के आधार पर पिरैमिड आरेख तीन प्रकार के होते हैं

(i) साधारण पिरैमिड आरेख (simple pyramid diagram)

(ii) अध्यारोपित आरेख (superimposed pyramid diagram)

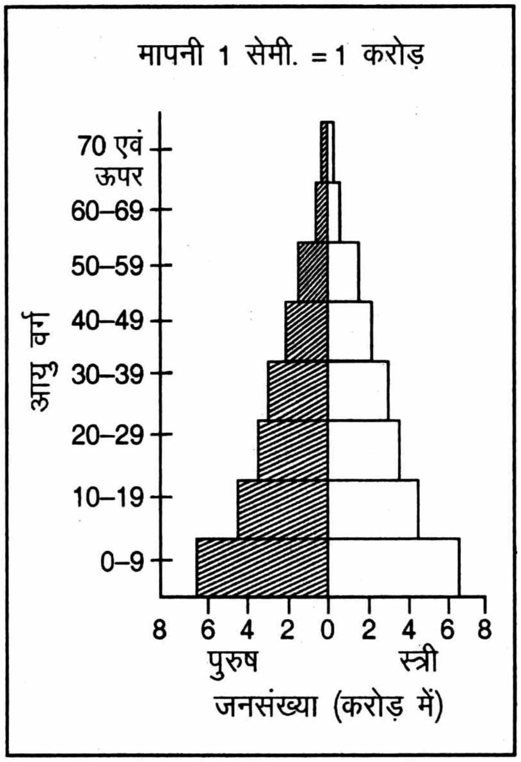
(iii) मिश्रित पिरैमिड आरेख (compound pyramid diagram)

13.6.1 साधारण पिरैमिड आरेख (simple pyramid diagram)

किसी एक ही समयावधि (वर्ष) या स्थान से संबंधित आकड़ों का प्रदर्शन साधारण या सरल पिरैमिड आरेख द्वारा करते हैं। इसकी रचना से पूर्व सबसे पहले पदमाला में दिये गये आयु वर्गों के मान को एक उर्ध्वाधर स्तंभ (column) में नीचे से ऊपर की ओर आरोही क्रम (बढ़ते क्रम में) अंकित करते हैं। इसके बाद प्रत्येक आयु वर्ग के सामने एक ओर पुरुषों की तथा दूसरी ओर महिलाओं की संख्या अथवा उनका प्रतिशत मूल्य मापनी के अनुसार आधार रेखा पर लिखते हैं। इस प्रकार साधारण पिरैमिड आरेख में जनसंख्या को प्रतिशत में भी दर्शाकर आरेख बना सकते हैं। साथ ही आधार रेखा ऊपर दोनों ओर जनसंख्या के विभिन्न आयु वर्गो को दर्शाने वाले क्षैतिज कॉलम परस्पर एक –दूसरे से सटाकर तथा एक दूसरे के मध्य निश्चित अंतराल रखकर दोनों रूपों में बनाते है।

उदाहरण 5: जनसंख्या को आयु रख लिंग वर्ग के आधार पर उपयुक्त चित्र द्वारा प्रस्तुत कीजिए

आयु वर्ग	**पुरुष (करोड़ में)**	**स्त्री (करोड़ में)**	**कुल (करोड़ में)**
0–9	6.6	6.5	13.1
10–19	4.5	4.0	8.5
20–29	3.7	3.7	7.4
30–39	3.0	2.6	5.6
40–49	2.2	1.9	4.1
50–59	1.4	1.3	2.7
60–69	0.8	0.8	1.6
70 से अधिक	0.4	0.5	0.9



चित्र 13.15 : साधारण पिरैमिड आरेख

13.6.2 अध्यारोपित पिरैमिड आरेख (Super imposed pyramid diagram)

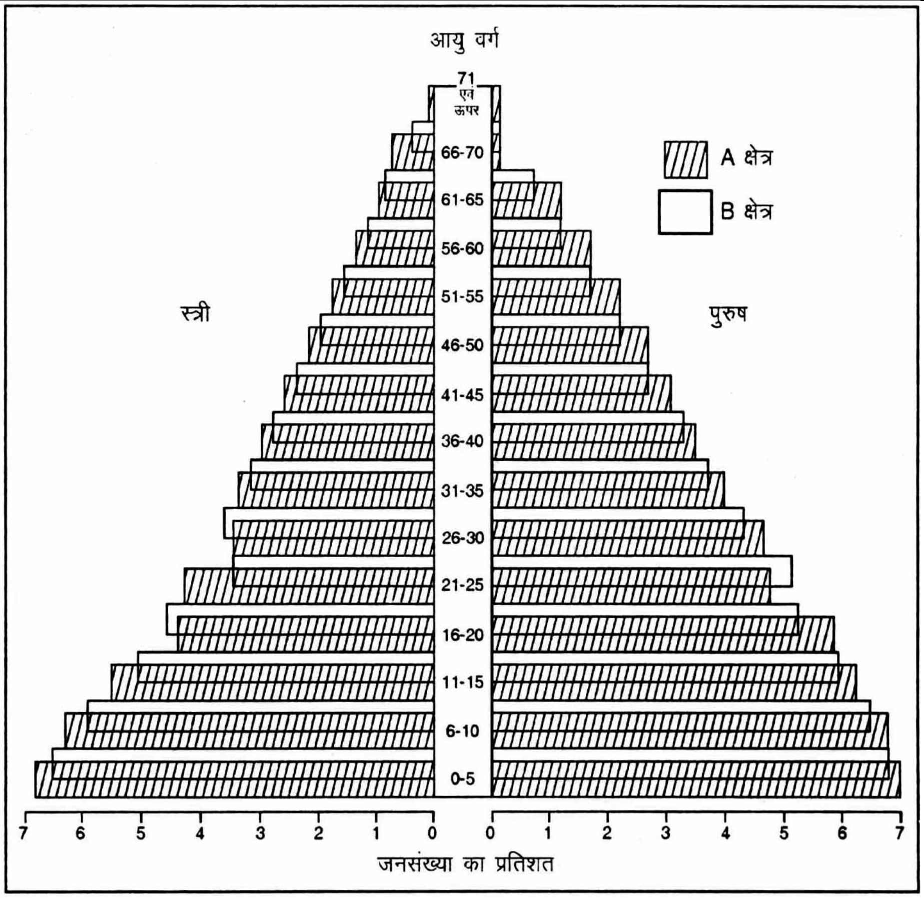
इसे सरल पिरैमिड आरेख की तरह ही बनाया जाता है लेकिन इसमें एक ही स्थान पर दो विभिन्न वर्षों या एक ही वर्ष में दो स्थानों के आयु वर्ग व लिंग के अनुसार जनसंख्या के आकड़ों को तुलनात्मक रूप में दर्शाते हैं अर्थात् एक वर्ष या स्थान के सरल आरेख को दूसरे स्थान या वर्ष के सरल आरेख पर अध्यारोपित किया जाता है जबकि इनकी आधार रेखा एवं मापनी एक ही होती है। बस इनको पृथक छापा या रंग द्वारा दर्शाते हैं।

उदाहरण–6: निम्नलिखित आकड़ों की सहायता से एक अध्यारोपित आरेख बनाइये

दो क्षेत्रों A तथा B में आयु वर्ग लिंग के अनुसार जनसंख्या

आयुवर्ग	A क्षेत्र की कुल जनसंख्या (%में)		B क्षेत्र की कुल जनसंख्या (% में)	
	पुरुष	स्त्री	पुरुष	स्त्री
0–5	7.0	6.6	7.0	6.8
6–10	6.8	6.5	6.9	5.8
11–15	6.5	5.0	6.6	5.5
16–20	5.8	4.8	5.9	4.4
21–25	5.1	3.8	5.0	4.5
26–30	5.2	3.1	4.9	3.6
31–35	4.6	2.9	4.4	3.5
36–40	3.6	2.6	3.6	2.9

41–45	3.3	2.5	3.3	2.7
46–50	2.5	2.3	2.5	2.5
51–55	2.3	2.0	2.3	2.2
56–60	1.8	1.6	1.8	1.8
61–65	1.6	0.9	1.6	1.0
66–70	0.6	0.5	1.1	0.6
71 एवं ऊपर	0.2	0.3	0.2	0.1



चित्र -13.16 : अध्यारोपित पिरैमिड आरेख

13.6.3 मिश्रित पिरैमिड आरेख (Compound pyramid diagram)

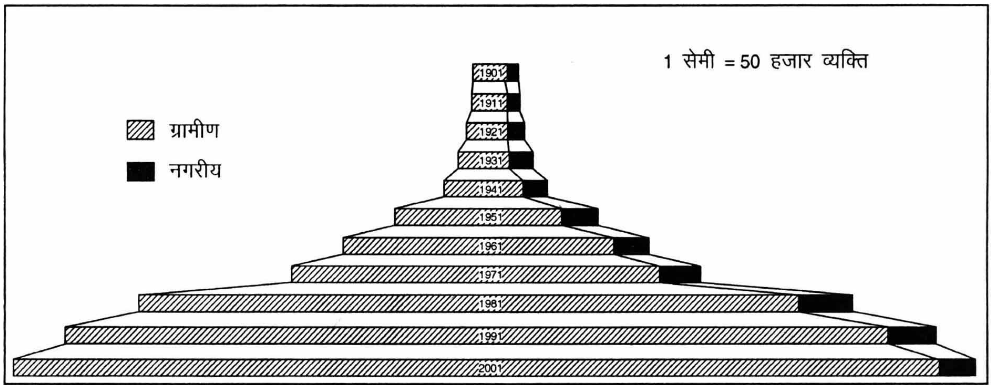
जनसंख्या संरचना में आयु वर्ग के अनुसार लिंग अनुपात के अलावा ग्रामीण –नगरीय अनुपात जैसे लक्षणों की तुलना करने के लिए मिश्रित पिरैमिड आरेख बनाये जाते हैं। ये सोपानी आवृति के होते हैं। आरेख में सोपानों की संख्या वर्षों के अनुसार निर्धारित की जाती है। जैसे राजस्थान की ग्रामीण एवं नगरीय जनसंख्या अनुपात का सन 1901 से 2001 तक का विवरण देना है तो 10 सोपान होंगे। इस तरह प्रत्येक सोपान किसी स्थान की विभिन्न वर्षो की कुल जनसंख्या को प्रकट करेंगे।

अध्यारोपित पिरैमिड आरेख में प्रत्येक जनगणना वर्ष की जनसंख्या के अनुपात में निर्धारित की जाती है। सर्वप्रथम कुल जनसंख्या के योग के बराबर रेखा खिची जाती है। इसके बाद मापनी ले अनुसार ग्रामीण एवं नगरीय जनसंख्या के अनुपात के अनुसार इसे विभाजित करके विभिन्न छायाओं या रंगों द्वारा दर्शाया जाता है।

उदाहरण-7 : निम्नलिखित आंकड़ो को एक अध्यारोपित पिरैमिड आरेख द्वारा दर्शाये

राजस्थान में ग्रामीण-नगरीय जनसंख्या की वृद्धि 1901-2001

वर्ष	कुल जनसंख्या	ग्रामीण जनसंख्या	नगरीय जनसंख्या
1901	10,294,090	8,743,434	1,550,656
1911	10,983,509	9,507,680	1,475,829
1921	10,292,648	8,817,313	1,475,335
1931	11,747,974	11,746,758	1,729,205
1941	13,863,859	11,746,758	1,729,205
1951	15,970,774	13,015,499	2,955,275
1961	20,155,602	16,874,124	3,281,478
1971	25,765,806	21,222,045	4,543,761
1981	34,261,862	27,051,354	7,210,508
1991	44,005,990	33,938,877	10,067113
2001	56,473,122	43,267,678	1,320,444



चित्र 13.17 : मिश्रित पिरैमिड आरेख

आरेख की रचना करने के लिए सबसे पहले उपयुक्त मापनी का चयन करके उस पर प्रत्येक वर्ष की कुल जनसंख्या, ग्रामीण जनसंख्या तथा नगरीय जनसंख्या को प्रदर्शित करने वाले सोपानों की लम्बाई ज्ञात कर लेंगे इसके बाद क्रमानुसार अधिक से कम मान की ओर इन सोपानों को समान अंतराल पर अध्यारोपित करते हुए चित्र को बनाएंगे। उदाहरणार्थ यदि 1 सेमी = 5० लाख व्यक्ति की मापनी मान लेवें तो 2001 की कुल जनसंख्या को दर्शाने वाले सोपान की लम्बाई 5, 64, 73, 122/50,00,000 = 11.30 की होगी तथा इस सोपान में ग्रामीण जनसंख्या को प्रकट करने वाली रेखा की लम्बाई 43267678/50,00,000=8.66 से.मी होगी तथा शेष नगरीय जनसंख्या को प्रकट

करेगी। बड़ी संख्याओं को गणना सम्बन्धी सरलता के लिए निकटतम संख्या (round figure) (जैसे 56473122 को 5. 65 लाख) में भी बदल सकते हैं।

बोध प्रश्न– 2

1. पिरैमिड आरेख द्वारा किस प्रकार के आकड़ों को दर्शाया जा सकता है?

   ....

   ....

2. साधारण से आप क्या समझते हैं?

   ....

   ....

3. साधारण आरेख बनाते समय क्या–क्या सावधानियाँ रखनी पड़ती है?

   ....

   ....

4. अध्यारोपित पिरैमिड आरेख किस प्रकार के आकड़ों को दर्शाने के लिये बनाया जाता है?

   ....

   ....

5. अध्यारोपित पिरैमिड आरेख एवं निश्चित आरेख में क्या अन्तर है?

   ....

   ....

6. मिश्रित पिरैमिड आरेख की मुख्य क्या हैं?

   ....

   ....

13.7 आरेखी विधि (Diagrammatic method)

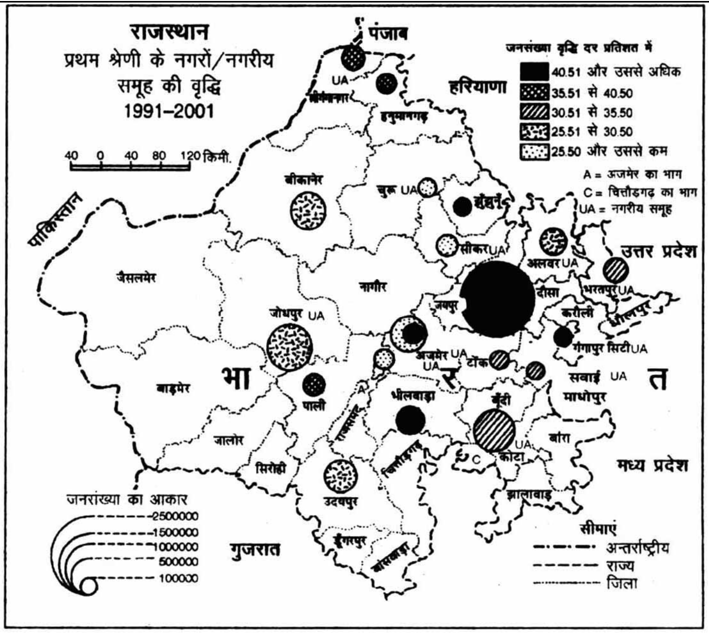
आरेखी विधि में किसी रूपरेखा (outline map) पर विभिन्न वस्तुओं का वितरण दर्शाने के लिए आरेखों का सहारा लिया जाता है। सांख्यिकीय आँकडों के निरूपण नामक अध्याय में अनेक आरेखों का वितरण दिया गया है, जिनमें दण्ड आरेख, पाई या चक्र आरेख, आयत आरेख, वर्ग आरेख, गोलीय आरेख तथा घन आरेख प्रमुख हैं, इन्हीं आरेखों को जब किसी मानचित्र पर बनाया जाता है तो उसे ' आरेखीय मानचित्र' कहते हैं।

उदाहरण : निम्नलिखित आँकडों के आधार पर एक वृत्तारेख मानचित्र बनाइये।

तालिका– 13.5 राजस्थान के एक लाख से अधिक जनसंख्या वाले नगरों की जनसंख्या– 2001

क्र.सं	नगर समूह/नगर का नाम	कुल	क्र.सं	नगर समूह/नगर का नाम	कुल
1.	जयपुर	23,24,319	11.	पाली	1,87,571
2.	जोधपुर	8,56,034	12.	सीकर	1,85,506
3.	कोटा	7,04,731	13.	टोंक	1,35,663
4.	बीकानेर	5,29,007	14.	हनुमानगढ़	1,29,654

5.	अजमेर	4,90,138	15.	ब्यावर	1,25,923
6.	उदयपुर	3,89,317	16.	किशनगढ़	1,16,156
7.	भीलवाड़ा	2,80,185	17.	गंगापुरसिटी	1,05,336
8.	अलवर	2,65,850	18.	सवाई माधोपुर	1,01,994
9.	गंगानगर	2,22,833	19	चुरू	1,01,853
10.	भरतपुर	2,05,104	20.	झुंझुनूं	1,00,476



चित्र-13.15 : आरेखी मानचित्र

बोध प्रश्न– 3

1. वर्णमात्री विधि किसे कहते हैं?

   ....

   ....

2. सममान का शाब्दिक अर्थ बताइये।

   ....

   ....

3. वर्णप्रतीकी विधि क्या है?

   ....

   ....

4. समकालिक मानारेख को परिभाषित कीजिए।

   ....

   ....

5. बिन्दु विधि क्या है?

   ....

....

6. वर्णमात्री मानचित्र एवं सममान मानचित्र में अन्तर स्पष्ट कीजिये।

....

....

7. बिन्दु विधि की मुख्य समस्याऐं क्या हैं?

....

....

8. स्टिलजेन बेअर विधि व स्टेन डीगरि विधि में मुख्य अन्तर क्या है?

....

....

13.8 सारांश (Summary)

भौगोलिक अध्ययनों में आँकडों का निरूपण विभिन्न रूपों में लम्बे समय से होता आया है, लेकिन इनके विशिष्ट वितरण को दर्शाने के लिए वर्तमान में उन्नत विधियाँ विकसित कर ली गई हैं, जिनके कारण विभिन्न सूक्ष्म सामाजिक – आर्थिक आँकडों का मानचित्रण सम्भव हो पाया है। प्रस्तुत अध्याय में वर्तमान में गुणात्मक विधियों का महत्व घटता जा रहा है, क्योंकि अब आनुभाविक विधियों का स्थान गणितीय विश्लेषणों ने लिया है। कम्प्यूटर के विकास के बाद अब मात्रात्मक विधियों का प्रयोग बढ़ गया है। विगत चार दशकों से सुदूर संवेदन तकनीकी एवं भौगोलिक सूचना तंत्र (जी. आई एस.) के विकास से तो प्रत्येक आँकडों का निरूपण सूक्ष्म –से – सूक्ष्म स्तर पर सम्भव हुआ है, जिसके लिए अंकीय मानचित्रों का प्रचलन बढ़ा है। यद्यपि आधुनिक तकनीकी पर आधारित मानचित्रों का प्रचलन बढ़ा है लेकिन पारम्परिक मानचित्रों का भी अपनी जगह विशिष्ट महत्व है।

13.9 शब्दावली (Glossary)

- **रंगारेख विधि (colour patch method)** ऐसी विधि जिसमें वस्तुओं का वितरण दर्शाने के लिए रंगों का प्रयोग किया जाता है।
- **रंगारेखी मानचित्र (Chorochromatic map)** रंगों द्वारा विभिन्न वस्तुओं को मानचित्र में दर्शाने वाली विधि से बने मानचित्र।
- **वर्ण प्रतीकी मानचित्र (Choroschematic map)** ऐसे मानचित्रों में वस्तुओं का वितरण प्रतीक या चिह्नों का प्रयोग किया जाता है।
- **सममान विधि (Isopleth method)** इसमें समान मान वाली रेखाओं द्वारा वितरण दर्शाते हैं।
- **वर्णमात्री विधि (Choropleth method)** ऐसे मानचित्रों में विभिन्न घनत्व को दर्शाने के लिए छायाओं का प्रयोग करते हैं।
- **बिन्दु विधि (Dot method)** मानचित्रकला की इस विधि में वितरण मानचित्रों में किसी वस्तु का वितरण दर्शाने के लिए समान आकार के बिन्दुओं का प्रयोग किया जाता है।

13.10 सन्दर्भ ग्रंथ (Reference books)

1. E.Raisz (1948), **General Cartography,** Mc Graw Hills, New york
2. F.J monkhouse and H.R Wilkinson, maps and diagrams,1960, P.235.
3. Singh, R.L (1979), Elements of practical geography
4. खुल्लर, डी. आर. (2003), प्रयोगात्मक भूगोल के मूल तत्व।
5. जाट, बी. सी. (2009), **भौगोलिक चिन्तन का इतिहास,** मलिक एण्ड कम्पनी, जयपुर।
6. जाट, बी. सी. (2008), **प्रयोगात्मक भूगोल,** पंचशील प्रकाशन, जयपुर।
7. शर्मा, जे. पी. (2006), **प्रायोगिक भूगोल,** रस्तोगी प्रकाशन, मेरठ।
8. Ramesh A. (2000, **Fundamentals of cartography,** concepts, New Delhi).
9. यादव, हीरालाल (1999), **प्रयोगात्मक भूगोल की. रूपरेखा,** राधा पब्लिकेशन, नई दिल्ली।

13.11 बोध प्रश्नों के उत्तर

बोध प्रश्न– 1

1. निश्चित सांख्यिकीय आँकडों पर आधारित किसी तत्व के वितरण का प्रदर्शन करने वाले मानचित्रों को वितरण मानचित्र कहते हैं।
2. वितरण मानचित्र दो प्रकार के होते हैं (1) गुणात्मक एवं (2) मात्रात्मक।
3. बिन्दु, आयत, वर्ग, त्रिभुज, वृत्त व क्रॉस।
4. (स)
5. जिसमें वितरण समान मान वाली रेखाओं द्वारा दर्शाया जाता है।
6. सममान रेखा बनाने के लिये अन्तर्वेशन करना इसकी एक मुख्य कमी है।

बोध प्रश्न– 2

1. जनसंख्या के विभिन्न पक्षों, लिंग के अनुसार जनसंख्या, आयु, वर्ग, साक्षरता आदि आँकडों को पिरैमिड आरेख द्वारा दर्शाते हैं।
2. किसी एक ही समयावधि (वर्ष) या स्थान से सम्बन्धित आंकड़े का प्रदर्शन साधारण पिरैमिड आरेख द्वारा करते हैं।
3. सबसे पहले पदमाला में दिये गये आयु वर्गों के मान को एक ऊर्ध्वाधर स्तंभ में नीचे से ऊपर की ओर आरोही क्रम में अंकित करते हैं। इसके बाद प्रत्येक आयु वर्ग के सामने एक ओर पुरुषों को तथा दूसरी ओर महिलाओं की संख्या को दर्शाते हैं।
4. इसमें एक ही स्थान पर दो विभिन्न वर्षों या एक ही वर्ष में दो स्थानों के आयु वर्ग व लिंग के अनुसार जनसंख्या के आकड़ों को तुलनात्मक रूप से दर्शाते हैं।
5. ग्रामीण नगरीय अनुपात जैसे लक्षणों की तुलना करने के लिये मिश्रित पिरैमिड आरेख बनाते हैं, जबकि अध्यारोपित पिरैमिड में दो विभिन्न वर्षों या आयु वर्ग व लिंग के अनुसार जनसंख्या के आकड़ों का तुलनात्मक स्वरूप दर्शाते हैं।
6. इस में ग्रामीण व नगरीय लक्षणों को सोपानी के द्वारा दर्शाते हैं। इस तरह प्रत्येक सोपान किसी स्थान की विभिन्न वर्षों की कुल जनसंख्या को प्रकट करता है।

बोध प्रश्न– 3

1. इस विधि द्‌वारा वस्तुओं या जनसंख्या का वितरण प्रति इकाई, औसत संख्या या प्रतिशत में दर्शाते हैं।
2. यह शब्द ग्रीक भाषा के ISOS (समान) व Plethos (माप) से मिलकर बना है, जिसका अर्थ हैसमान मान (Equal value)।
3. इसमें किसी वस्तु का वितरण दर्शाने के लिए प्रतीक या चिह्नों का प्रयोग करते हैं।
4. किसी निश्चित स्थान पर दिये गये बिन्दु से समान समय में पहुँच वाले स्थानों को मिलाने वाली रेखाओं द्‌वारा बने आरेख को मानारेख कहते हैं।
5. इस विधि द्‌वारा मानचित्रों में किसी वस्तु का वितरण दर्शाने के लिए समान आकार के बिन्दुओं का प्रयोग करते हैं।
6. वर्णमात्री मानचित्र प्रशासनिक आधार पर बनाया जाता है, जबकि सममान मानचित्र में प्रशासनिक इकाइयों का ध्यान नहीं रखा जाता है।
7. सभी बिन्दुओं का आकार एक समान होना आवश्यक है। बिन्दु लगाते समय प्रशासनिक इकाइयों की आसपास में लगे बिन्दुओं की सघनता का भी ध्यान रखना चाहिये।
8. स्टिलजेन बोअर विधि में ग्रामीण रण नगरीय जनसंख्या को बिन्दुओं एवं वृत्तों द्‌वारा दर्शाते हैं, जबकि स्टेन डीगरि विधि में ग्रामीण एवं नगरीय जनसंख्या को बिन्दुओं एवं छोटे गोलों (spheres) का सहारा लिया जाता है।

13.12 अभ्यासार्थ प्रश्न

1. वितरण मानचित्रों को परिभाषित कीजिए।
2. वर्णमात्री विधि द्‌वारा राजस्थान का जनसंख्या घनत्व दर्शाइये।
3. भारत के जनवरी के तापमान को सममान रेखा मानचित्र में दर्शाइये।
4. समकालिक मानचित्र किसे कहते हैं?
5. बिन्दु विधि के गुण व दोष बताइये।

इकाई 14: आर्थिक–सामाजिक आकड़ों के निरूपण के त्रिविमीय आरेख एवं मानारेख (Three dimensional diagrams and cartograms of economic and social data)

इकाई की रूपरेखा

14.0 उद्देश्य
14.1 प्रस्तावना
14.2 त्रिविम आरेख
  14.2.1 गोलीय आरेख
  14.2.2 घनारेख
  14.2.3 ब्लॉक पुंज आरेख
14.3 मानारेख
14.4 सारांश
14.5 शब्दावली
14.6 संदर्भ ग्रंथ
14.7 बोध प्रश्नों के उत्तर
14.8 अभ्यासार्थ प्रश्न

14.0 उद्देश्य (Objective)

इस इकाई का अध्ययन करने के उपरान्त आप उपयोग सम्बन्धी निम्नलिखित पक्षों को समझ सकेंगे : –

- त्रिविम आरेख का तात्पर्य
- त्रिविम आरेख बनाने की आवश्यकता,
- कुछ प्रमुख त्रिविम आरेखों की रचना?
- जनसंख्या व सामाजिक आर्थिक आकड़ों के लिये त्रिविमिय आरेखों की उपयोगिता,
- मानारेख का तात्पर्य
- विभिन्न प्रकार के मानारेख रण उनकी विभिन्न सामाजिक आर्थिक ऑकड़ों में उपयोगिता।

14.1 प्रस्तावना (Introduction)

भूगोल में जनसंख्या, कृषि, औद्योगिक तथा यातायात सम्बन्धी आर्थिक एवं सामाजिक आकड़ों को विभिन्न आरेखों द्वारा दर्शाया जाता है। इनको प्रदर्शित करने के लिए सर्वप्रथम संबंधित आकड़ों का संकलन कर वर्गीकरण रण सारणीयन कर लिया जाता है तत्पश्चात् उपयुक्त आरेख का चयन कर दर्शाया जाता है। ऐसा प्रयास सर्वप्रथम श्री विलियम प्लेफेयर ने अपनी पुस्तक कामर्शियल एण्ड पॉलिटीकल एटलस आफ 1801' में किया था। इसके बाद तीव्रता से विभिन्न सांख्यिकीय आकड़ों का निरूपण समाचार पत्रों, विज्ञापनों, पत्र–पत्रिकाओं तथा पुस्तकों में होने

लगा, जिससे पूर्व में जहाँ आकड़ों का एक जमघट बनाना पडता था, वहीं आज आरेखों के प्रयोग से जटिल आकड़ों को विभिन्न आकर्षक तरीकों से प्रस्तुत किया जा रहा है। इस प्रकार विभिन्न आकड़ों का आरेखीय निरूपण दृष्टिक विधि (Visual method) का अनुपम उदाहरण है।

आरेखीय निरूपण द्वारा आकड़ों की भावना को अच्छी तरह दर्शाया जा सकता है जबकि आकड़ों की सारणियों को चित्रों से अधिक शुद्ध माना जाता है। लेकिन आरेखीय प्रस्तुतीकरण आकड़े चित्रमय होकर दृष्टिपथ द्वारा पाठक के मस्तिष्क तक जाते हैं तथा लम्बे समय तक प्रभाव रखते हैं।

सांख्यिकीय आकड़ों को प्रकट करने के लिए बनाये जाने वाले चित्र या आरेख की रचना में अधिकतम तीन मापों या आयामों की गणना की जाती है। ये आयाम (Dimension) लम्बाई या ऊँचाई, चौड़ाई या मोटाई व आयतन आदि हैं। इन्हीं आयामों के आधार पर आरेखों को निम्नलिखित रूप में विभाजित किया जा सकता है : –

(1) एक विम आरेख (One dimensional diagram)

(2) द्विविम–आरेख (two dimensional diagrams)

(3) त्रिविम–आरेख (Three dimensional diagrams)

एक विम आरेख बनाने के लिये एक ही विस्तार ऊँचाई का प्रयोग होता है, जबकि द्विविम आरेखों में लम्बाई व चौड़ाई दोनों मापों की गणना करके दर्शाया जाता है। त्रिविम आरेखों में तीन विस्तारों या विभागों लम्बाई, चौड़ाई व ऊँचाई या गहराई को दर्शाया जाता है। ये आरेख उस समय अधिक लाभदायक होते हैं। जब दर्शाये जाने वाले मूल्यों में अन्तर होता है।

भूगोल में मानारेखों के प्रयोगों से भौगोलिक स्थितियों के सन्दर्भ में किसी भी तथ्य विशेष की क्षेत्रीय विशेषता का तुलनात्मक ज्ञान होता है।

14.2 त्रिविम आरेख (Three dimensional diagram)

त्रिविम आरेख में तीन विस्तारों या विमाओं –लम्बाई, चौड़ाई व ऊँचाई या गहराई का प्रयोग करते हैं। इन आरेखों में दिये गये मूल्यों या मानों को घन आरेख, ब्लाक आरेख तथा गोलीय आरेख आदि के आयतन के अनुपात में प्रदर्शित करते हैं, जिस कारण इन्हें आयतन आरेख (Volume diagram) भी कहते हैं। ये आरेख उस समय अधिक लाभदायक होते हैं जब दर्शाये जाने वाले मूल्यों में अधिक अंतर होता है। त्रिविम आरेखों में निम्नलिखित तीन आरेख प्रमुख हैं :

(1) गोलीय आरेख (Spherical diagram)

(2) घनारेख (Cube diagram)

(3) ब्लॉक पुंज आरेख (Block pile diagram)

14.2.1 गोलीय आरेख (Spherical diagram)

ऐसे आरेखों में दिये गये मूल्यों को दर्शाने के लिए विभिन्न आकार के गोले बनाते हैं तथा इनका अर्द्धव्यास प्रदर्शित की जाने वाली संख्या के घनमूल का समानुपाती होता है। किसी भी संख्या का घनमूल (cube root) लघुगणक व प्रति लघुगणक सारणी की सहायता से ज्ञात करते हैं। इसके लिए बड़ी संख्याओं को तीन अंकों वाली संख्या में बदल लेते हैं। जैसे – 24230000, 12130000

तथा 18230000 संख्याएँ हैं तो इन्हें क्रमश: 242, 121 व 182 लाख लिख सकते हैं। इसके बाद परिशिष्ट से इनके घनमूल पढ़िये इनके घनमूल क्रमश : 6.2317, 4.9461 तथा
5.6671 हैं। घनमूल ज्ञात करके वलय आरेख की तरह ही विभिन्न गोलों के अर्द्धव्यास गणना कर ज्ञात कर लेंगे। इसमें भी सर्वप्रथम न्यूनतम या अधिकतम मान वाली संख्या को ले सकते हैं तथा फिर क्रमश: सभी का अर्द्धव्यास ज्ञात करके गोले बना लेंगे।

उदाहरण – 14 : निम्नलिखित आकड़ों को गोलीय आरेख द्वारा दर्शाइये

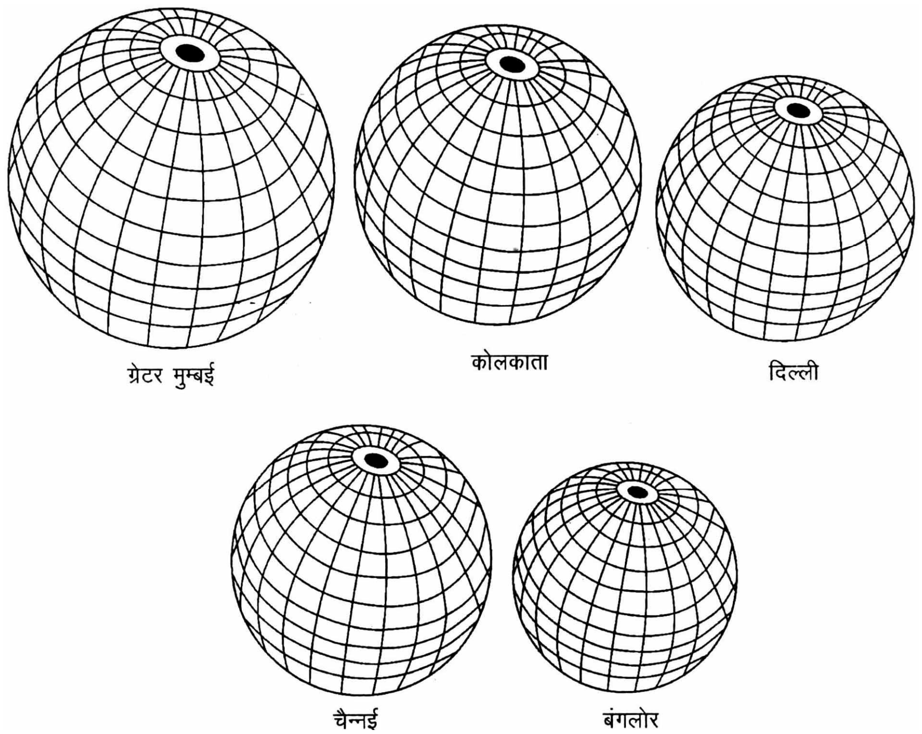
तालिका– 14.1 : भारत के प्रमुख महानगरों की जनसंख्या - 2001

महानगर	**जनसंख्या**
वृहद् मुम्बई	1,63,68,084
कोलकाता	1,32,16,546
दिल्ली	1,27,91,458
चेन्नई	64,24,624
बैंगलोर	56,86,844

दिये गये आकड़ों की निकटतम संख्या ज्ञात कर उनका अर्द्धव्यास ज्ञात कीजिए

महानगर	**जनसंख्या (लाख में)**	**निकटतम संख्या**	**घनमूल गोले का अर्द्धव्यास**
वृहद् मुम्बई	1,63,68,084	163.68	5.469 = 2.50
कोलकाता	1,32,16,546	132.16	5.092 x 2.50 = 2.32
दिल्ली	1,27,91,458	127.91	5.038 x 2.50 = 2.30
चेन्नई	64,24,624	64.24	4.005 x 2.50 = 1.83
बंगलोर	56,86,844	56.86	3.845 x 2.50 = 1.75

इस सारणी में अधिकतम जनसंख्या वाला महानगर वृहद् मुम्बई है जिसकी जनसंख्या के घनमूल को प्रकट करने वाले गोले का सुविधानुसार 2.5 सेमी अर्द्धव्यास मानकर अन्य महानगरों की जनसंख्या को दर्शाने वाले गोलों के अर्द्धव्यास ज्ञात कर इनके अनुसार गोले बनाइये। ज्ञात रहे कि सर्वप्रथम अधिकतम जनसंख्या वाले महानगर की जनसंख्या को प्रकट करने वाले गोले का अर्द्धव्यास सुविधानुसार मान लिया जाता है अत: यह 1 सेमी, 1. 5 सेमी या 2.0 सेमी आदि कोई भी हो सकता है लेकिन शेष गोलों के अर्द्धव्यास इसके अनुसार ही होंगे।



चित्र 14.1 : भारत के प्रमुख की जनसंख्या (2001)

बोध प्रश्न – 1

1. त्रिविम आरेख से आप क्या समझते हैं?

   ....

   ....

2. त्रिविम आरेख किन परिस्थितियों में बनाया जाता है?

   ....

   ....

3. गोलीय आरेख किन प्रकार के आँकडों के लिये अधिक उपयुक्त होता है?

   ....

   ....

4. गोलीय आरेख की मुख्य विशेषतायें क्या हैं?

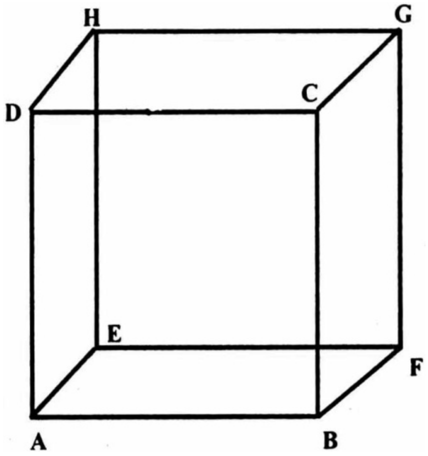
   ....

   ....

14.2.2 घनारेख (Cube diagram)

घनारेख भी एक प्रकार का त्रिविम आरेख है, इसका आयतन या घन (Volume) दर्शाई गई संख्या का समानुपाती होता है अत: हमें लघुगणक सारणी से दी गई संख्या का घनमूल ज्ञात करते हैं। घन में लम्बाई, चौड़ाई व ऊँचाई तीनों की माप एक समान होती है अत: इसकी एक भुजा ज्ञात होने पर आसानी से रचना की जा सकती है। चित्र–15 के अनुसार मान लीजिए एक भुजा AB दी गई है जिस पर घन की रचना करनी है तो AB भुजा पर ABCD एक वर्ग बनाइये तथा AC

तथा BD रेखाओं को मिलाइये जिस से वे परस्पर E बिन्दु को काटे जो ABCD वर्ग का केन्द्र है। अब AC एवं BD रेखाओं को मिटा दीजिए एवं E के दायीं ओर AB के समानांतर व बराबर EP रेखा खींच कर EFH दूसरा वर्ग बनाइये। इसके बाद B को F से, C को G से तथा D को H से मिलाने वाली रेखाएँ खींचिए जो क्रमश: BF, CG तथा DH रेखाएँ बनाये तथा रेखा की प्रवृत्ति न होने के कारण AE, EF, EH भुजाओं को बिन्दुओं के रूप में मिलाइये।



चित्र 14.2: घन बनाने की विधि

उदाहरण–15: निम्नलिखित आकड़ों को घन आरेख द्वारा दर्शाइये –

तालिका 14.2

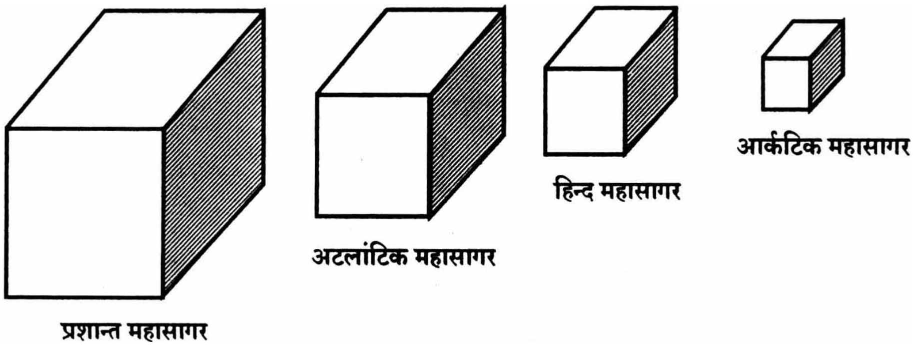
महासागरों का क्षेत्रफल

महासागर	**क्षेत्रफल (करोड़ वर्ग कि.मी में)**	**महासागर**	**क्षेत्रफल (करोड़ वर्ग कि.मी में)**
प्रशांत महासागर	16.57	हिन्द महासागर	7.34
अटलांटिक महासागर	8.24	आर्कटिक महासागर	1.40

घन आरेख बनाने के लिए निम्नलिखित गणना कीजिए

महासागर	**क्षेत्रफल (करोड़ वर्ग कि.मी में)**	**घनमूल**	**घन की भुजा (सेमी)**
प्रशांत महासागर	16.57	2.50	x 1 = 2.25
अटलांटिक महासागर	8.24	2.01	x 1 = 1.81
हिन्द महासागर	7.34	1.94	x 1 = 1.75
आर्कटिक महासागर	1.40	1.11	= 1.00

इस सारणी में घनमूल 1.11 हैं जिसे दर्शाने के लिए घन की भुजा सुविधानुसार 1.00 cm मान ली गई है तथा इसके अनुसार पूर्व वर्णित से शेष भुजाएँ 1.75cm, 1.81cm तथा 2.25cm सेमी कर उनसे घन बना लीजिये व महासागरों का क्षेत्रफल दर्शाइए।



चित्र 14.3 : घनारेख द्वारा

बोध प्रश्न - 2

1. घनारेख की मुख्य विशेषता क्या है?

....

....

2. घनारेख में लंबाई, चौड़ाई तथा ऊँचाई में क्या संबंध पाया जाता है?

....

....

14.2.3 ब्लॉक पुंज आरेख (block pile diagram)

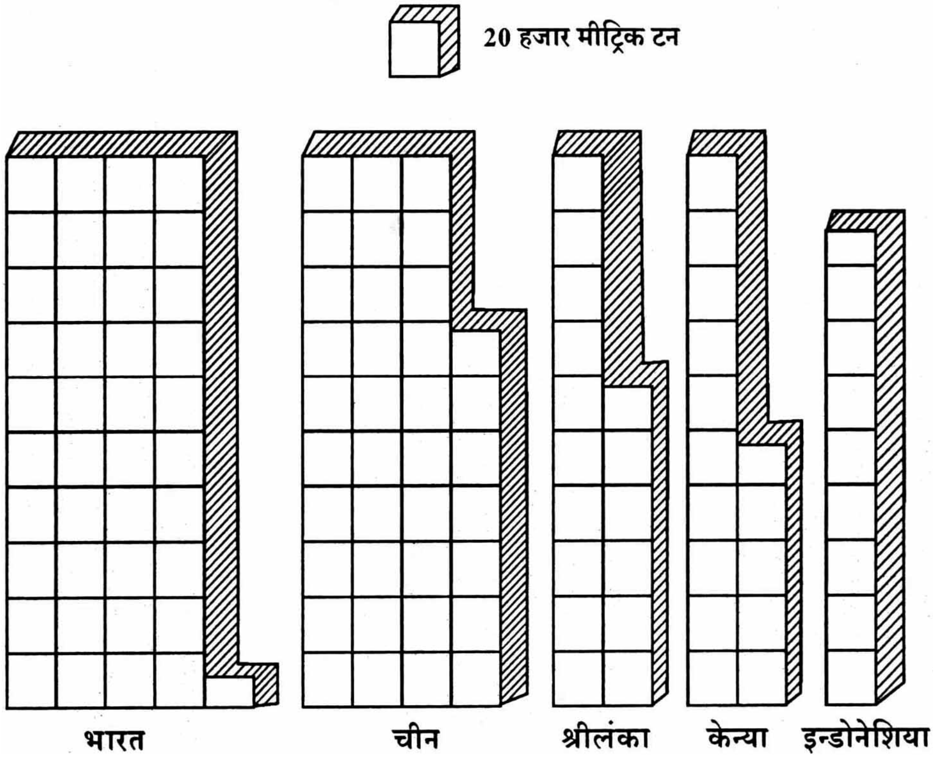
ब्लॉक पुंज आरेख में मूल्यों को दर्शाने के लिए छोटे छोटे घन पुंज के रूप में बनाकर एक दूसरे के साथ व ऊपर रख देते है इसके लिए सबसे पहले एक निश्चित मापनी (जैसे 1 घन = 2 टन या 5 टन आदि) के अनुसार समान आकार के घनों की संख्या ज्ञात कर लेते हैं। निश्चित मापनी से प्राप्त यह घन दिये गये मूल्यों का निश्चित भाग प्रदर्शित करता है तथा माप की इकाई का काम करता है। यहाँ घनमूल की गणना करना आवश्यक नहीं है। घनों की संख्या ज्ञात करने के लिए दी हुई संख्या में इकाई घन द्वारा प्रदर्शित की गई संख्या का भाग देते हैं जैसे यह मान लिया जाये कि एक घन 20 हजार टन उत्पादन को दर्शाता है तो भारत, चीन श्रीलंका व केन्या तथा इण्डोनेशिया प्रमुख पाँच देशों के चाय उत्पादन को दर्शाने वाले घनों आदि की संख्या क्रमश: 41.3, 37.2, 15.5, 14.3 तथा 8.6 होगी।

उदाहरण–16 :– निम्नलिखित आँकडों को ब्लॉक पुंज आरेख द्वारा दर्शाइये

तालिका–14.3 : विश्व के प्रमुख चाय उत्पादन देश –2004

क्र.सं.	देश	उत्पादन (हजार टन में)
1.	भारत	826
2.	चीन	745
3.	श्रीलंका	311
4.	केन्या	287
5.	इण्डोनेशिया	173

ब्लाक पुंज आरेख में सदैव दायीं ओर वाले पार्श्व को छायांकित किया जाता है तथा इसके अग्र भाग एवं शीर्ष भाग में इकाई क्रम लिखा जाता है, जिससे घनों को आसानी से गिना जा सके। एक साथ पाँच या दस स्तम्भ बना सकते है।



चित्र–14.4 : ब्लॉक पुंज आरेख

बोध प्रश्न – 3

1. ब्लॉक पुंज आरेख से आप क्या समझते हैं?

   ....

   ....

2. ब्लॉक पुंज आरेख की मुख्य विशेषतायें क्या हैं?

   ....

   ....

3. एक पुंज में लगभग घनों की संख्या कितनी होती है?

   ....

   ....

4. ब्लॉक पुंज आरेख, घनारेख से किस प्रकार भिन्न है?

   ....

   ....

14.3 मानारेख (Cartograms)

भूगोल को सामान्यतया मानचित्रों का विज्ञान माना जाता है । मानचित्रों पर विभिन्न भौगोलिक तथ्यों का प्रदर्शन उनकी सही अवस्थिति के सन्दर्भ में करना ही मानारेख है। आरेखीय प्रदर्शन में मानचित्र का मूल आकार विकृत भी हो सकता है। मानारेख आरेखीय मानचित्रों से भिन्न होते हैं। जहाँ आरेखीय मानचित्र वास्तविक मानचित्र में स्थिति के अनुसार किसी तत्व विशेष को प्रदर्शित करते हैं, वहीं मानारेख में किसी तत्व विशेष का प्रदर्शन मानचित्र की मूल आकृति को विकृत कर देता है। लेकिन तत्व के प्रदर्शन का उद्देश्य पूरा हो जाता है। इस तरह भूगोल में मानारेखों के प्रयोगों से भौगोलिक स्थितियों के सन्दर्भ में किसी भी तथ्य विशेष की क्षेत्रीय विशेषताओं को अधिक आसानी से स्पष्ट किया जा सकता है। इसके साथ ही तत्व विशेष की किसी विशेषता का तुलनात्मक ज्ञान भी हो जाता है। भूगोल में प्रचलित कुछ उल्लेखनीय मानारेख निम्नलिखित हैं

1. आयताकार मानारेख (Rectangular cartograms)
2. यातायात प्रवाह आरेख (Traffic flow diagram)
3. समकालिक चार्ट या मानारेख (Isochronic chart or cartograms)

14.3.1 आयताकार मानारेख (Rectangular cartograms)

किसी भी भौगोलिक तथ्य का स्थिति के सन्दर्भ में मानचित्रण जब आयताकार आरेख से किया जाय तो वह आयताकार मानारेख कहा जाता है। इसकी रचना प्रक्रिया का आधार आयताकार आरेख की रचना है। आयत में लम्बाई x चौडाई के आधार पर क्षेत्रफल ज्ञात किया जाता है। इसलिये प्रदर्शित किये जाने वाले मूल्यों के लिये निश्चित मापक के रूप में क्षेत्रफल वर्ग इकाई में ज्ञात कर लेते हैं। पुन: मापक के आधार पर अभीष्ट आयतों की लम्बाई x चौडाई ज्ञात करके मानचित्र पर विशेष भौगोलिक स्थिति के अनुसार आयतों की रचना कर देते हैं। यहाँ यह उल्लेखनीय है कि आयताकार आरेख में विभिन्न आयतों की लम्बाई रण चौडाई अलग –अलग हो सकती हैं। जबकि आयताकार मानारेख में सभी आयतों की चौडाई एक ही रखते हैं। लम्बाई मूल्यों के अनुसार कुछ भी हो सकती है। मानचित्र पर चित्रांकन के समय सम्बन्धित आयत कभी–कभी बाह्य सीमा से बाहर या एक– दूसरे के क्षेत्र में प्रवेश कर जाते हैं। इससे मानचित्र का मूल स्वरूप नष्ट हो जाता है। फिर भी स्थिति के सन्दर्भ में पदपूल्यों की तुलना स्पष्ट रूप से की जा सकती है।

बोध प्रश्न – 4

1. आयताकार मानारेख की मुख्य विशेषतायें क्या हैं?

   ....

   ....

2. आयताकार मानारेख बनाते समय क्या–क्या सावधानियाँ रखनी पडती हैं?

   ....

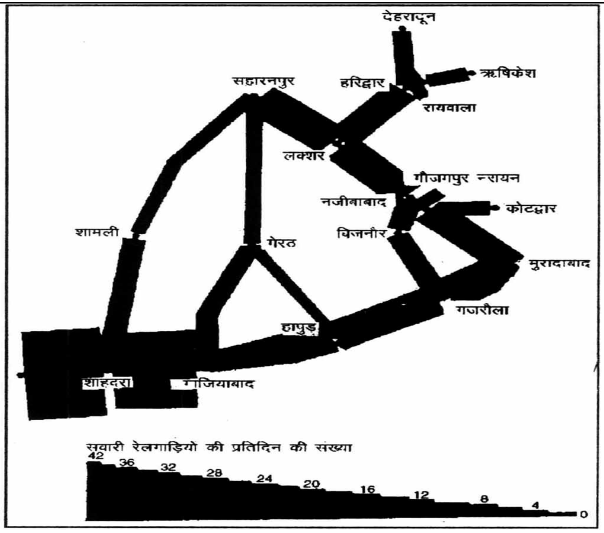
   ....

14.3.2 यातायात प्रवाह आरेख (Traffic flow diagram)

यातायात प्रवाह आरेख के द्वारा विभिन्न मार्गो पर यात्रियों या सामान का दैनिक, साप्ताहिक अथवा मासिक प्रवाह (परिवहन की संख्या) प्रदर्शित किया जाता है। इसमें परिवहन मार्ग यातायात प्रवाह की मात्रा के अनुपात में बनाये जाते हैं। दो स्टेशनों के मध्य निश्चित संख्या के अनुसार ही मोटी–पतली रेखाएँ होती हैं।

उदाहरण– 17 : निम्नलिखित आकड़ों के आधार पर उत्तराखण्ड पश्चिमी उत्तर प्रदेश एवं दिल्ली के मध्य रेल यातायात प्रवाह आरेख बनाइये

क्र.सं.	**रेलमार्ग**	**दैनिक रेलगाड़ियाँ**
1.	दिल्ली - शाहदरा	60
2.	शाहदरा– गाजियाबाद	52
3.	दिल्ली शामली सहारनपुर	13
4.	सहारनपुर - लक्सर	19
5.	लक्सर–हरिद्वार	14
6.	हरिद्वार – रायवाला	17
7.	रायवाला– देहरादून	12
8.	रावाला - ऋषिकेश	5
9.	लक्सर–मौजमपुरं नरायन	21
10.	मोजमपुर नरायन - नजीराबाद	24
11.	नजीबाबाद– मुरादाबाद	18
12.	नजीबाबाद कोटद्वार	6
13.	मेरठ– खुर्जा	5
14.	गाजियाबाद - हापुड	20
15.	हापुड गजरोला मुरादाबाद	19
16.	गजरौला मौजमापुर नरायन	5



चित्र– 145 : प्रवाह आरेख

रचना विधि : सर्वप्रथम सभी रेलमार्गों को दर्शाने वाले क्षेत्र का मानचित्र बनाकर उसमें स्टेशनों की स्थिति अंकित कीजिए। अब एक उपयुक्त मापनी का चयन कीजिए। यहाँ एक से.मी.= 40 रेलगाड़ियों की मापनी उपयुक्त है। अब इसके अनुसार रेलमार्गों की मोटाई निश्चित कर खींचिए। मोटे परिवहन मार्गो को रिबन्ड (Ribands) कहते है। यहाँ एक मि.मी मोटी रेखा 4 रेलगाड़ियों को दर्शाती है। अब इस आरेख के ऊपर शीर्षक लिखिए एवं प्रवाह मार्गों की मोटाई की निर्देशिका (Index) बनाइये।

बोध प्रश्न - 5

1. यातायात प्रवाह आरेख से किस प्रकार के आंकड़े दर्शाये जाते हैं?

   ....

   ....

2. यातायात प्रवाह आरेख बनाने की कौन–कौन–सी विधियाँ है?

   ....

   ....

3. रिबन्ड से आप क्या समझते हैं?

   ....

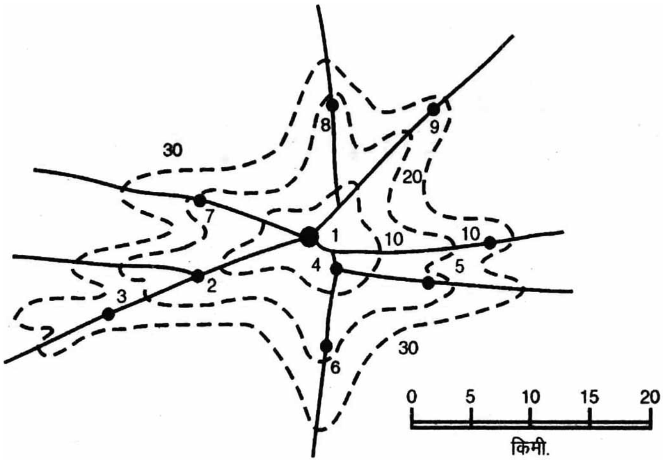
   ....

14.3.3 समकालिक चार्ट या मानारेख (Isochronic chart or cartogram)

किसी निश्चित स्थान पर दिये गये बिन्दु से समान समय में पहुँच वाले स्थानों को मिलाने वाली रेखाओं को समकाल रेखाएँ (isochrones) कहते हैं। किसी भी क्षेत्र के किसी केन्द्र के सन्दर्भ में विभिन्न मार्गो के सहारे समय एवं दूरी का मानचित्रण समकाल रेखाओं द्वारा ही किया जाता है। इस प्रकार किसी निश्चित केन्द्र से चारों ओर एक निश्चित समयान्तराल के अनुसार खींची गई रेखाओं से समकालिक चार्ट बनाते हैं।

ऐसे चार्टों की रचना किसी क्षेत्र के सड़क एवं रेलमार्ग जाल के मानचित्र एवं किसी भी स्थान से आने –जाने वाले साधनों द्वारा विभिन्न केन्द्रों के लगने वाले समय की आवश्यकता के आधार पर की जाती है। इसके लिए सबसे पहले मानचित्र पर जाल बना लेते हैं। फिर विभिन्न मार्गों पर चलने वाले यातायात के साधनों की समय–सारणी के अनुसार दूरी तथा समय की गणना कर लेते हैं। एक उपयुक्त मापक लेकर समयांतराल निर्धारित करके केन्द्र से विभिन्न मार्गों पर दूरी निश्चित कर लेते हैं तथा अंत में ऐसे समान दूरी एवं समान समय वाले बिन्दुओं को मिलाकर समकालिक चार्ट बनाते हैं।

यही क्रिया क्रमश: क्षेत्र में उसी मापक अन्तराल पर बाहर की ओर करते जाते हैं। अन्त में सभी समकाल रेखाओं को मिलाते जाते है। इस तरह सम्बन्धित क्षेत्र का समकाल मानारेख तैयार हो जाता है।



चित्र – 14 : एक शहर का समकाल मानारेख

यहाँ यह भी ध्यान रखने योग्य तथ्य है कि आदर्श रूप में किसी केन्द्र से चतुर्दिक समान दूरी पर समान समय लगने की संकल्पना की जाती है। लेकिन यथार्थ में ऐसा होता नहीं है। केन्द्र से जाने वाले मार्गों और उन पर चलने वाले यातायात साधनों की गुणवत्ता पर समय एवं दूरी का अन्तर्सम्बन्ध निश्चित होता है। इसीलिये केन्द्र से जाने वाले किन्हीं भी 2 मार्गों के बीच पर्याप्त क्षेत्र ऐसा बच जाता है। जहाँ से उस केन्द्र पर पहुँचने में अपेक्षाकृत अधिक समय लगता है। इसी कारण समकाल रेखायें केन्द्र के सन्दर्भ में अँग्रेजी के त अक्षर से आकार वाली होती हैं। वास्तव में समकाल रेखायें भौगोलिक क्षेत्र में विभिन्न बिन्दुओं की सापेक्षिक अभिगम्यता की द्योतक होती हैं। इसीलिये एक बडा केन्द्र जिसका प्रभाव अधिक विस्तृत होता है, वहाँ से तीव्रगामी यातायात साधनों के कारण एक निश्चित समयान्तराल में अधिक दूरी तय की जाती है जबकि कम प्रभाव वाले केन्द्र से उसी समयान्तराल में कम दूरी तय की जाती है। भूगोल में किसी भी केन्द्र से समकाल रेखा मानारेख किसी क्षेत्र, देश अथवा सम्पूर्ण विश्व के लिये बनाया जा सकता है। मापक का निश्चय दूरी व यातायात साधन को ध्यान में रखकर करते हैं। समकाल रेखा मानारेख की रचना प्रक्रिया निम्न उदाहरण समझी जा सकती है।

बोध प्रश्न – 6

1. समकालिक मानारेख से आप क्या समझते हैं?

   ....

   ....

2. समकालिक मानारेख बनाते समय किन बातों को ध्यान रखना चाहिये?

   ....

   ....

3. समकालिक मानारेख की मुख्य विशेषतायें क्या हैं?

   ....

   ....

14.4 सारांश (Summary)

भूगोल में आर्थिक–सामाजिक आँकडों का प्रयोग लम्बे समय से आनुभाविक रण गणितीय विधियों से होता आया है, लेकिन वर्तमान में तकनीकी विकास ने इनके गणितीय विश्लेषण एवं निरूपण को सरल बना दिया है, साथ ही यह आरेख के अनुरूपों में प्रयुक्तिकरण भी हो गया है।

सांख्यिकीय आंकडों का आरेखीय प्रदर्शन करते समय अनेक तथ्यों का ध्यान रखना आवश्यक होता है ताकि शुद्ध परिणाम प्राप्त किये जा सकें। इनमें आरेख को सरल, स्पष्ट एवं आकर्षक बनाने के लिए अनुभव की भी महती आवश्यकता होती है। त्रिविमिय आरेखों का उपयोग मुख्यतया दिये गये आँकडों में अधिक अन्तर होने पर किया जाता है। मानारेख की सहायता से मुख्य विचार को अधिक प्रभावशाली ढंग से दर्शाया जाता है।

14.5 शब्दावली (Glossary)

- **त्रिविम आरेख (3D or three dimensional diagram):** इन आरेखों में तीन विस्तारों या विमाओं तथा लम्बाई चौड़ाई व ऊँचाई या गहराई का निरूपण किया जाता है।
- **मानारेख :'** सांख्यिकीय सूचनाओं को आरेखी रूप में प्रस्तुत करना ही मानारेख कहलाता है।
- **प्रवाह आरेख (Flow diagram):** इस आरेख द्वारा गति से सम्बंधित आंकडों का निरूपण किया जाता है, जिसमें बसों, रेलों तथा अन्य परिवहन के साधनों की गति को दर्शाया जाता है।
- **रिबन्ड (Ribands):** मोटे परिवहन मार्गों को रिबन्ड कहते हैं।

14.6 सन्दर्भ ग्रंथ (Reference books)

1. E. Raisz(1948): **General cartography,** Mc Graw hills, New York
2. F.J Monkhouse and H.R Wilkinson: **Maps and diagrams**:1960,P.235
3. Singh R.L (1979): Elements of practical geography
4. खुल्लर, डी. आर. (2003) प्रयोगात्मक एगेल के मूल तत्व।
5. जाट, बी. सी. (2009) **भौगोलिक चिन्तन का इतिहास,** मलिक एण्ड कम्पनी, जयपुर।
6. जाट, बी. सी. (2008) **प्रयोगात्मक भूगोल,** पंचशील प्रकाशन, जयपुर।
7. शर्मा, जे. पी. (2006) **प्रायोगिक भूगोल,** रस्तोगी प्रकाशन, मेरठ।
8. Ramesh A. (2000): **Fundamentals of cartography,** concept, New Delhi
9. यादव, हीरालाल (1999), **प्रयोगात्मक भूगोल की रूपरेखा,** राधा पब्लिकेशन, नई दिल्ली।

14.7 बोध प्रश्नों के उत्तर

बोध प्रश्न – 1

1. ऐसा आरेख जिनमें लम्बाई, चौड़ाई व ऊँचाई या गहराई तीनों विस्तारों को एक साथ दर्शाया जाता है।
2. जब दिये हुये मूल्यों में अन्तर अधिक हो।
3. विभिन्न नगरों की दी हुई जनसंख्या में अधिक अन्तर पाये जाने की स्थिति में गोलीय आरेख की रचना करते हैं।

4. यह आरेख देखने में सुन्दर व आकर्षक लगता है तथा विभिन्न गोलों के आकार में बहुत अधिक विषमता नजर नहीं आती।

बोध प्रश्न – 2

1. इन घनों के आयतनों में वही अनुपात होता है जो अनुपात उन मूल्यों के घनमूलों में होता है।
2. घनारेख में लम्बाई, चौड़ाई व ऊँचाई तीनों माप एक समान होती है।

बोध प्रश्न – 3

1. इसमें किसी मूल्य को प्रकट करने के लिये पूर्व निश्चित मापनी के अनुसार समान आकार वाले घनों की संख्या ज्ञात करके उन्हें एक पुंज के रूप में बनाते हैं।
2. प्रत्येक पुंज में घनों को इस प्रकार बनाते हैं कि उनकी सरलतापूर्वक गिनती की जा सके। अधिकांशत: पुंज में घनों को 10–10 के कालम में रखा जाता है।
3. एक पुंज में लगभग घनों की संख्या 10 होती है।
4. घनारेख में घनों को अलग–अलग बनाया जाता है, जबकि ब्लॉक पुंज आरेख में घनों को एक पुंज के रूप में दिखाते हैं जिसमें एक पुंज में लगभग 10 घन होते हैं।

बोध प्रश्न – 4

1. प्रत्येक आयात का क्षेत्रफल सम्बन्धित उपविभाग के दिये हुए मूल्य के अनुपात में होता है।
2. इसमें आयतों को लगभग उसी प्रकार व्यवस्थित किया जाता है, जिस प्रकार मानचित्र में उपविभाग व्यवस्थित होते हैं, जिससे मानारेख की आकृति व दिये हुए मानचित्र में समता दिखलाई दे।

बोध प्रश्न – 5

1. इसमें बसों, रेलों एवं परिवहन के अन्य साधनों की गति की दिशा तथा उनके एक स्थान से दूसरे स्थान पर जाने की मात्रा को दर्शाया जाता है।
2. यातायात प्रवाह आरेख बनाने की दो विधियाँ हैं। प्रथम विधि में परिवहन मार्गों का यातायात प्रवाह की मात्रा के अनुपात में मोटा–पतला बना देते हैं। द्वितीय विधि में परिवहन मार्गों को यातायात प्रवाह की मात्रा के अनुसार महीन समानान्तर रेखाओं द्वारा दर्शाते हैं।
3. मोटे परिवहन मार्गों को रिबन्ड कहते हैं।

बोध प्रश्न – 6

1. किसी दिये हुए बिन्दु से समान समय में पहुँच वाले स्थानों को मानचित्र पर मिलाने वाली रेखाओं को समकालिक मानारेख कहते हैं।
2. चूकि यात्रा का वेग परिवहन साधन की प्रकार पर निर्भर करता है। अत: विभिन्न परिवहन साधनों की सम्भावित गति की जानकारी होना आवश्यक है।
3. जिन भागों में तेज गति से यात्रा की जा सकती है, वहाँ समकाल रेखाओं की रेलवे, बस स्टेण्ड से दूरी अधिक है। ऐसे मार्ग सीधी बस सेवा वाले मार्गों के सहारे –सहारे स्थित हैं।

14.8 अभ्यासार्थ प्रश्न

1. त्रिविम आरेखों का वर्गीकरण उदाहरण सहित कीजिए।
2. राजस्थान के प्रमुख नगरों की जनसंख्या को गोलीय आरेखों द्वारा दर्शाइये।
3. यातायात प्रवाह आरेखों की भौगोलिक विवेचना कीजिए।

4. मानारेख किसे कहते हैं? आयताकार मानारेख बनाने की विधि को उदाहरण देकर समझाइये।
5. ब्लाक पुंज आरेख की मुख्य विशेषतायें क्या हैं?

इकाई 15 : आलेख (Graphs)

इकाई की रूपरेखा

15.0 उद्देश्य
15.1 प्रस्तावना
15.2 बहुरैखिक
15.3 अर्द्धलघुगणकीय ग्राफ
15.4 त्रिभुजाकार आलेख
15.5 वृतालेख
15.6 क्लाइमोग्राफ
15.7 जल बजट आरेख
15.8 सारांश
15.9 शब्दावली
15.10 संदर्भ ग्रंथ
15.11 बोध प्रश्नों के उत्तर
15.12 अभ्यासार्थ प्रश्न

15.0 उद्देश्य (Objective)

इस ईकाई का अध्ययन करने के उपरान्त आप समझ सकेंगे कि : –

- विभिन्न प्रकार के आलेखों की रचना विधि एवं उपयोगिता।
- विभिन्न प्रकार के आकड़ों के प्रदर्शन हेतु काम में लिए जाने वाले आलेख।

15.1 प्रस्तावना (Introduction)

वर्तमान में प्रत्येक विषय में मात्रात्मक विधियों का उपयोग किया जाने लगा है। भूगोल ऐसा विषय है जिसमें विभिन्न स्त्रोतों के माध्यम से आँकड़ो का संकलन किया जाता है। इन आँकड़ो की जटिलता के कारण इन्हें समझने तथा निष्कर्ष निकालने में कठिनाई का सामना करना पड़ता है, आलेख उपरोक्त समस्या का समाधान करते है। आलेखों के माध्यम से आँकड़ो का दृश्य स्वरूप (visual form) भी मिलता है।

आलेख ग्राफ पेपर पर निर्देशाकों की मदद से अंकित किये गये बिन्दुओं को एक रेखा के द्वारा मिला देने से बनी आकृति होती हैं। आलेखों के प्रयोग से गणितीय गणना करने में बाने वाले समय की बचत होती है। ये विश्लेषण, अनुसंधान तथा नियोजन में सहायक होते है। इनके द्वारा जटिल आकड़े सरल एवं बोधगम्य हो जाते है। आलेखों में कुछ दोष भी पाये जाते है जैसे : – आलेख में खींचे गये वक्र सर्वदा वास्तविक मूल्यों को नहीं दर्शाते। मापक में परिवर्तन से आलेख के वक्र में अन्तर आ जाता है। जिस कारण इनका दुरूपयोग भी हो सकता है।

15.2 बहुरैखिक आलेख (Polygraph)

ऐसे आलेख जिनमें दो या दो से अधिक वक्र (curve) होते है तथा भिन्न–भिन्न स्थानों के किसी एक तथ्य अथवा एक ही स्थान से सम्बन्धित भिन्न–भिन्न तथ्यों आदि के कालिक परिवर्तनों

(change in time) को प्रदर्शित करते है। बहुरैखिक आलेख (polygraph or polyline or poly linear graph) कहलाते है। इन आलेखों के माध्यम से सम्बन्धित तथ्यों की तुलना की जा सकती है। इस आलेख में सभी वक्र एक ही मापनी पर बनाये जाते हैं तथा पहचान के लिए प्रत्येक वक्र पर नाम लिख दिया जाता है अथवा उन्हें भिन्न–भिन्न रंगो के माध्यम से दर्शाते हैं अथवा वक्रों को भिन्न–भिन्न प्रकार की रेखाओं जैसे– सरल रेखा, टूटी रेखा (broken lines), बिंदु रेखा (dot lines) आदि द्वारा दर्शाया जाता है।

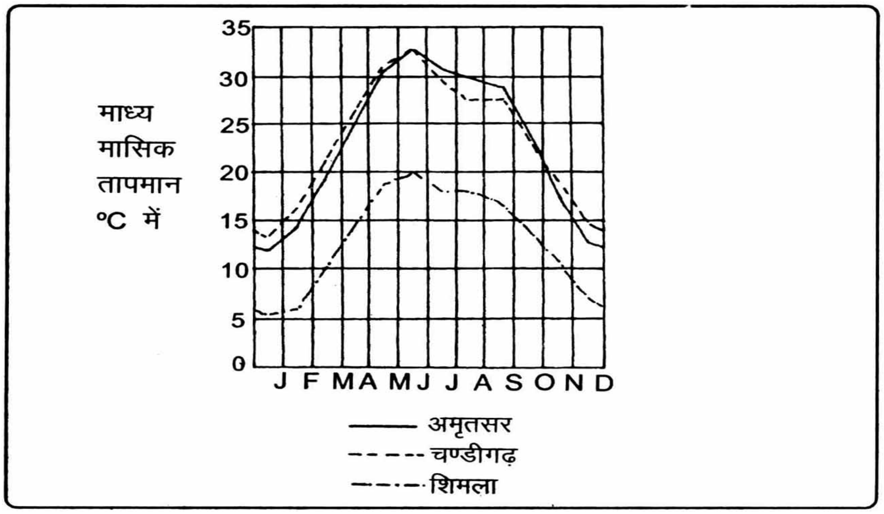
इन आलेखों का उपयोग विभिन्न देशों, राज्यों अथवा नगरों की जनसंख्या में वृद्धि, एक स्थान की पुरूषों व स्त्रियों की जनसंख्या में वृद्धि, आयात–निर्यात, उत्पादन, वर्षा,तापमान आदि के आँकडों को प्रदर्शित करने के लिये किया जाता है।

बहुरैखिक आलेख की निर्माण प्रक्रिया

सर्वप्रथम आँकड़ो का निरीक्षण कर उपयुक्त मापनी का चुनाव करते हैं ताकि आलेख में आँकड़ो का निरूपण सही ढंग से किया जा सके। आँकड़ो में समय का प्रदर्शन सामान्यतः X अक्ष या क्षैतिज अक्ष पर तथा तथ्यों से सम्बन्धित आँकड़ो को Y अक्ष या ऊर्ध्वाधर अक्ष पर प्रदर्शित करते है। आँकडों के निरूपण के लिए X अक्ष के मान से सम्बन्धित Y अक्ष के मान को निर्धारित कर निर्देशांक विधि से स्थिति का निर्धारण कर चिन्ह लगा देते है। इस प्रकार प्रत्येक इकाई के आँकड़ो हेतु चिन्ह लगाकर उन्हें निष्कोण वक्र रेखा (smooth curved lines) द्वारा मिला देते है। इसी प्रकार से अन्य इकाईयों के आँकड़ो हेतु चिन्ह लगा कर वक्र बनाते हैं। एक इकाई का वक्र दूसरे से भिन्न रहे इस हेतु वक्रों को अलग–अलग रेखाओं (जैसे टूटी रेखा, बिन्दु रेखा आदि) द्वारा अथवा रंगो द्वारा बनाते हैं। पहचान के लिए प्रत्येक वक्र पर उसकी इकाई का नाम भी लिख देते हैं।

उदाहरण :– निम्न नगरों के माध्य मासिक तापमान (°C) के आँकड़ो का प्रदर्शन बहुरैखिक आलेख द्वारा कीजिए।

नगर	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
शिमला	5.3	5.8	10.1	14.5	18.6	19.7	18.3	17.7	16.9	14.3	10.7	7.2
चण्डीगढ़	13.7	16.1	21.5	26.9	30.9	32.9	29.1	28.1	27.3	23.7	18.7	14.9
अमृतसर	11.8	14.2	19.3	25.3	30.6	32.9	30.7	29.9	28.9	24.3	17.4	12.9



चित्र 15.1 : बहुरेखीक आरेख

बोध प्रश्न –1

1. बहुरैखिक आलेख किसे कहते है।

....

....

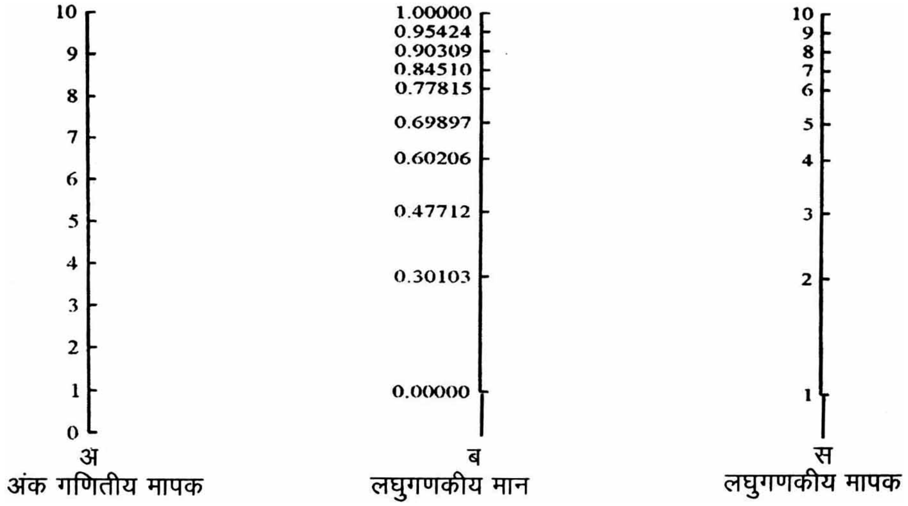
2. बहुरेखिक आलेख का महत्व बताईये।

....

....

15.3 लघुगणकीय एवं अर्द्धलघुगणकीय आलेख

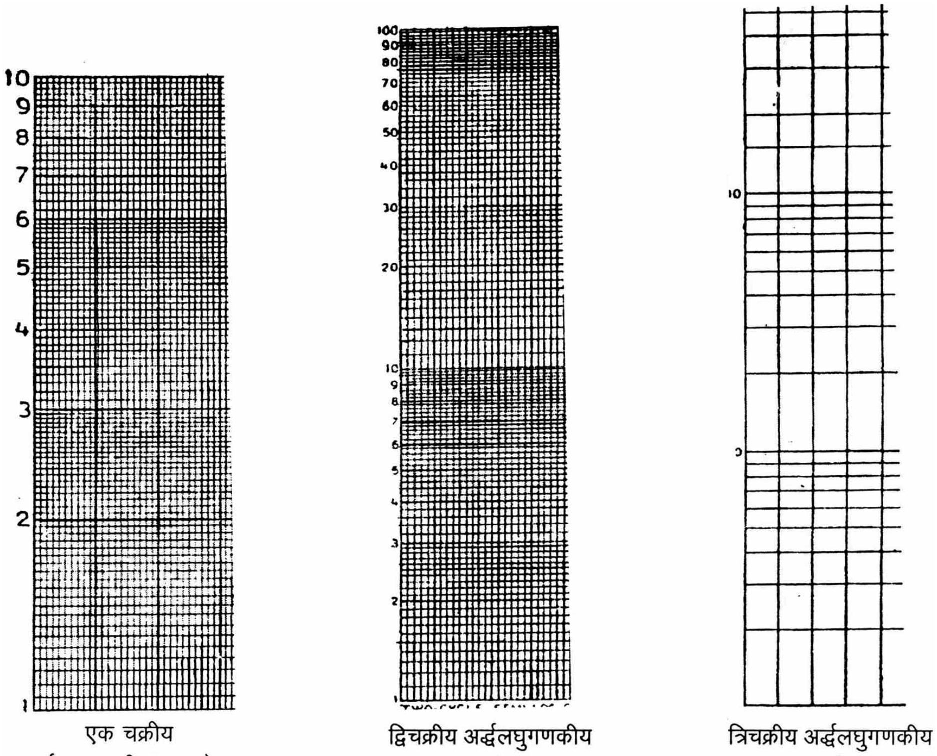
जब आँकडे अत्यधिक विस्तार वाले हो या गुणोत्तर श्रेणी में हों तो उनका निरूपण साधारण / समान्तर (अंकगणितीय) मापक के अनुसार करना कठिन होता है। ऐसे स्थिति में आँकड़ो के निरूपण हेतु लघुगणकीय मापक उपयुक्त रहता हैं। साधारण (अंकगणितीय) मापक
(Arithmetic scale) में बराबर परिमाण / मात्रा (magnitude) को बराबर दूरी द्वारा प्रदर्शित किया जाता है जैसे किसी केन्द्र पर 80 से.मी औसत मासिक वर्षा को समान्तर मापक द्वारा प्रदर्शित करना है। इस कार्य हेतु पैमाना 1 से.मी = 20 सेमी. मान कर 5 से.मी. की एक रेखा खींच लेते हैं। यह रेखा 100 सेमी. वर्षा को प्रदर्शित करेगी। इस रेखा के समान 10 भाग कर प्रत्येक भाग के पुन: 10 उपभाग कर लें तो इस पर 0 से 100 से.मी तक की वर्षा को प्रदर्शित किया जा सकता है। इस प्रकार का मापक अंकगणितीय मापक कहलाता है। लघुगणकीय मापक में मापक के मानो के बीच की दूरियां, जो समान्तर मापक के अनुसार होती है, इकाइयों के लघुगणकीय मान होती है अर्थात् यदि हम इकाइयों के वास्तविक मान के स्थान पर उनके लघुगणकीय मानों को अंकगणितीय मापक पर अंकित कर दें तो इससे लघुगणकीय मापक बन जाता है। लघुगणकीय मापक पर शून्य को प्रदर्शित नहीं किया जा सकता है क्योंकि शून्य का लघुगणकीय मान अन्नत (infinity) होता है। किसी भी लघुगणकीय मापक पर बिन्दुओं के बीच की दूरियां वास्तविक दूरियाँ न होकर उनकी लघुगणकीय दूरियां होती है।



चित्र 15.2 : अंकगणितीय व लघुगणकीय मापकों की तुलना

लघुगणकीय मापक की रचना करने के लिए सर्वप्रथम लघुगणकीय सारणी (log table) के माध्यम से log1, log2 से............ log10 के मान ज्ञात कर लेते है। फिर चित्रानुसार इन संख्याओं के मानो को अंकगणितीय मापक की सरल रेखा के सहारे अंक गणितीय मापक के अनुसार विभाजित करके प्रदर्शित कर देते है (देखें चित्र 15.1 अ,ब तथा स) यह मापक एक चक्रीय अर्द्ध लघुगणकीय मापक कहलाता है।

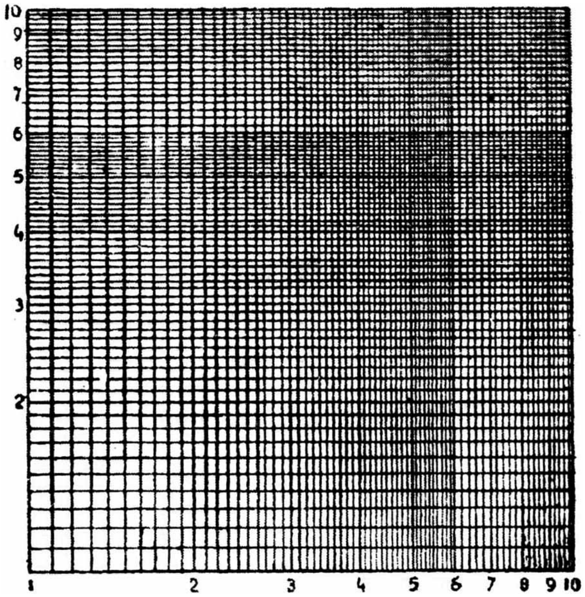
इसी प्रकार से अधिक विस्तार वाले आँकडों के प्रदर्शन के लिए पाँच चक्रों तक के लघुगणक ग्राफ पेपर काम में लिए जाते हैं। साधारण ग्राफ पेपर पर मापक सामान्यत इकाई के दसवें भाग तक विभक्त होता है। किन्तु लघुगणक ग्राफ पेपर पर मापक दस की स्थिर दर से बढ़ता है। एक चक्र के प्रारम्भ तथा अन्त का मान क्रमश: अगले चक्र के प्रारम्भ और अन्त के मान का 1/10 होता है। अर्थात् अगला चक्र पूर्व के चक्र का दस गुना होता है जैसे यदि प्रथम चक्र 1 से 10 तक फैला है तो दूसरा चक्र 10 से 100 तक तीसरा चक्र 100 से 1000 तक, चौथा चक्र 1000 से 10000 तक तथा पांचवा चक्र 10000 से 100000 तक विस्तृत होगा। (चित्र 15.3)



एक चक्रीय अर्द्धलघुगणकीय ग्राफ पेपर | द्विचक्रीय अर्द्धलघुगणकीय ग्राफ पेपर | त्रिचक्रीय अर्द्धलघुगणकीय ग्राफ पेपर

चित्र : लघुगणकीय ग्राफ पेपर

अत: स्पष्ट है कि जब अत्यधिक विस्तार वाले आँकड़ो का निरूपण क्षैतिज व उर्ध्वाधर अक्ष के सहारे लघुगणकीय मापक के आधार पर किया जाता है तो उस लेखाचित्र को लघुगणकीय आलेख (Logarithmic graph) कहते है। इसी प्रकार जब आकड़ों का निरूपण केवल एक अक्ष (Y अक्ष) के सहारे लघुगणकीय मापक बनाकर किया जाता है तो उसे अर्द्ध–लघुगणकीय आलेख (Semi Logarithmic graph) कहते है।



चित्र 15.3 : लघुगणकीय ग्राफ पेपर

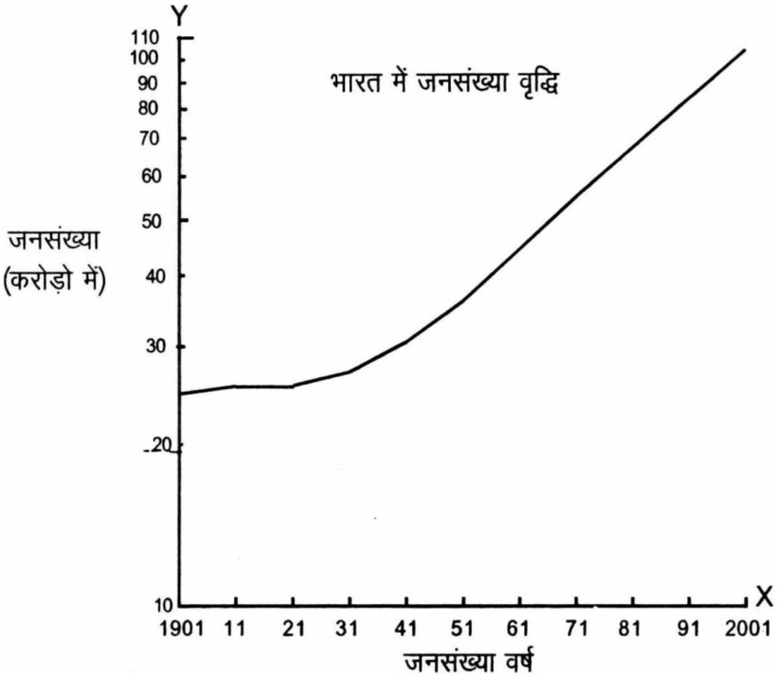
निर्माण प्रक्रिया : सर्वप्रथम आँकड़ो के न्यूनतम एवं अधिकतम मूल्यों को ज्ञात कर उनका विस्तार (Range) ज्ञात कर लेते है जिससे चक्र का निर्धारण करते है ताकि आँकड़ो के निम्नतम व उच्चतम मूल्यों को भलीभांति ग्राफ पर प्रदर्शित किया जा सके। सामान्यत स्वतंत्र चर को क्षैतिज अक्ष (X अक्ष) पर तथा आश्रित चर को उर्ध्वाधर (Y अक्ष) पर प्रदर्शित किया जाता है। आलेख में आँकड़ो को प्रदर्शित करने वाले विभिन्न बिन्दुओं का निर्धारण निर्देशांक पद्धति के आधार पर करते है। अन्त में निर्धारित बिन्दुओं को जोड़कर एक निष्कोण वक्र (smooth curve) का निर्माण कर लेते है। इस प्रकार एक लघुगणकीय आलेख बन जाता है।

लघुगणकीय मापक जनसंख्या वृद्धि को दर्शाने के लिए उपयुक्त रहते है क्योंकि जनसंख्या की वृद्धि गुणोत्तर श्रेणी (1, 2, 4, 8, 16.....) के अनुसार होती है। मृत्यु तथा उत्तरजीविता (mortality) की प्रवृतियों को आलेखित करना हो तो अर्द्ध–लघुगणकीय मापनी उपयुक्त रहती है क्योंकि जीवन के पहिले वर्ष में दरों (rate) के उतार–चढ़ाव महत्वपूर्ण होते है जिन्हें केवल लघुगणकीय मापक द्वारा ही स्पष्टता से प्रदर्शित किया जा सकता है। अंक गणितीय माप पर इस प्रकार के आँकड़ो को दर्शाने से पहिले वाले वर्षो के मूल्य संकुचित हो जाते है तथा स्पष्ट रूप से प्रदर्शित नहीं हो पाते।

उदाहरण : भारत की जनसंख्या वृद्धि के आँकड़ो से एक लघुगणकीय आलेख की रचना करें ।

भारत की जनसंख्या 1901 – 2001

वर्ष	जनसंख्या (करोड़ो में)	वर्ष	जनसंख्या (करोड़ो में)
1901	23.8	1961	43.9
1911	25.2	1971	54.8
1921	25.1	1981	68.5
1931	27.9	1991	84.4
1941	31.9	2001	102.7
1951	36.1		



चित्र 15.4 : लघुगणकीय आरेख

बोध प्रश्न – 2

1. लघुगणकीय लेखाचित्र को परिभाषित कीजिए।

   ....

   ....

2. लघुगणकीय लेखाचित्र का उपयोग किस प्रकार के आँकड़ो के प्रदर्शन हेतु श्रेष्ठतय होता है?

   ....

   ....

3. लघुगणकीय मापक पर शून्य मान क्यों नहीं दर्शाया जा सकता?

   ....

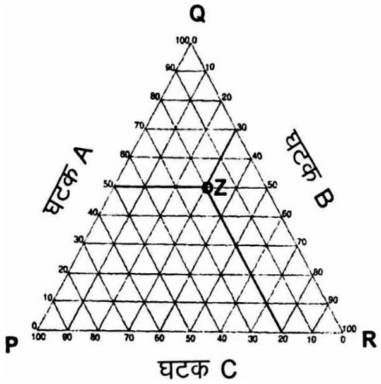
   ....

15.4 त्रिभुजाकार आलेख

वह आरेख जिसमें किसी समष्टि (universe) के तीन भिन्न घटकों या चरों को समबाहु त्रिभुज (equilateral triangle) की तीन भुजाओं पर प्रदर्शित किया जाता है, त्रिभुजाकार आरेख (ternary diagram) कहते है। त्रिकोणाकार आरेख या ग्राफ या चार्ट (triangular diagram / graph / chart) के नाम से भी जाना जाता है। यहां समष्टि से तात्पर्य समूह के उन आँकड़ो से है, जिनके तीन उपभाग हों जैसे – मिट्टी के नमूनों में रेत,सिल्ट, व मृतिका का अनुपात, कृषि में रबी, खरीफ व जायद फसलों का क्षेत्रफल अथवा उत्पादन, जनसंख्या में युवा, प्रौढ़ एवं वृद्ध व्यक्तियों का अनुपात, मजदूरों में कृषक, औद्योगिक एवं घरेलू मजदूर, नगरों की औद्योगिक संरचना में प्राथमिक ,द्वितीयक तथा तृतीयक क्रियाओं का योगदान आदि।

आरेख निर्माण से पूर्व यह सुनिश्चित कर लेना चाहिए कि आलेख में प्रदर्शित की जाने वाली प्रत्येक संख्या के तीन भाग है / घटक है तथा प्रत्येक घटक का मान प्रतिशत में है। आरेख निर्माण के लिए प्रदर्शित की जाने वाली प्रत्येक संख्या के तीनों भागो के मानों का योग कर प्रत्येक भाग का प्रतिशत ज्ञात कर लेते है, इसी प्रकार अन्य संख्याओं के लिए अलग– अलग प्रतिशत ज्ञात करते है। आरेख निर्माण करने के लिए एक समबाहु त्रिभुज बनाते है। (सुविधा के लिए त्रिभुज की प्रत्येक भुजा की लम्बाई 10 से.मी ली जा सकती है, क्योंकि आरेख में त्रिभुज की प्रत्येक भुजा पर 0 से 100 प्रतिशत तक की मापनी अंकित की जानी है। अब इस त्रिभुज की प्रत्येक भुजा पर किसी एक घटक के लिए 0 से 100 तक की प्रतिशत में मापनी अंकित कर देते है। मापनी अंकित करते समय सभी चिन्हों के मान एक ही दिशा में लिखे जाते है। ऐसा करने पर त्रिभुज का प्रत्येक कोना एक घटक की मापनी के शून्य को तथा दूसरे घटक की मापनी के 100 को दर्शायेगा।

आरेख में किसी समूह के घटको के मान को प्रदर्शित करने की विधि को निम्न उदाहरण द्वारा समझा जा सकता है। माना किसी समूह X के तीन घटक A, B व C है जिनके मान क्रमश: 50%, 30% व 20% है। आरेख में तीनों घटको के मूल्यों को किसी एक बिन्दु द्वारा प्रदर्शित किया जायेगा। इस कार्य हेतु सुविधानुसार एक समबाहु त्रिभुज PQR बनाकर उसकी प्रत्येक भुजा पर ऊपर बताये अनुसार प्रतिशत में मापनी अंकित कर देते है।



चित्र 15.5 : त्रिकोणाकार आरेख में घटकों के मान को प्रदर्शित करने की विधि

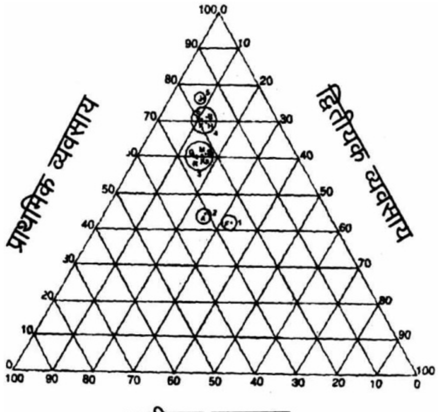
उपरोक्त चित्र 15. 5 में PQ भुजा घटक A, पने भुजा घटक B तथा RP भुजा घटक C के मान को दर्शाती है। अब समबाहु त्रिभुज में समूह X के तीनों घटकों के मान को प्रदर्शित करने वाले चिन्ह का निर्धारण करते है। इसके लिए घटक A के मान जैसे 50% के मापनी पर लगे चिन्ह से रेखा के सहारे ऊपर की ओर इतना आगे बढ़ते है कि घटक B के मान 30% की रेखा (QR) तक पहुंच जाये। इस प्रकार प्राप्त कटाव बिन्दु से रेखा RP की ओर चलें तो C घटक का मान 20% तक पहुंचेगा। इस प्रकार हमें तीनों घटको के मान को प्रदर्शित करने वाला एक कटाव बिन्दु Z प्राप्त हो जाता है। इसी प्रकार से अन्य समूहों हेतु कटाव बिन्दु प्राप्त कर लेते है। अत: स्पष्ट है कि यह आरेख प्रकीर्णन आरेख (scatter diagram) के समान ही है।

आरेख में सभी समूहों के कटान बिन्दुओं की स्थिति या समूहन (grouping) को देखकर विश्लेषण किया जाता है। यदि कटान बिन्दुओं का सकून त्रिभुज के किसी एक शीर्ष बिन्दु के (ऊपरी मान की ओर) निकट पाया जाता है तो वह घटक बड़े आकार को दर्शाता है। यदि कटान बिन्दु किसी एक रेखा के सहारे स्थिति होते है तो वह घटक के छोटा होने का संकेत है।

उदाहरण : भारत के हरियाणा राज्य के विभिन्न जिलों की व्यवसायिक संरचना के आँकड़ो को त्रिभुजाकार चार्ट की सहायता से प्रदर्शित कीजिये।

जिले का नाम	**विभिन्न व्यवसायों में कार्यशील जनसंख्या का प्रतिशत**		
	प्राथमिक व्यवसाय	**द्वितीयक व्यवसाय**	**तृतीयक व्यवसाय**
हिसार	69.9	11.8	18.3
सिरसा	71.3	10.0	18.7
भिवानी	71.2	11.2	17.6
गुड़गांव	60.1	13.8	26.1
फरीदाबाद	42.5	32.7	24.8
जींद	75.5	8.6	15.9
महेन्द्रगढ़	60.5	15.1	24.4
अम्बाला	45.8	24.0	30.2
करनाल	60.0	15.3	24.7
कुरूक्षेत्र	70.1	10.2	19.7
रोहतक	59.6	14.0	26.4
सोनीपत	60.2	16.0	23.8

सारणी में दर्शाये गये आँकड़ो को पूर्व में बतलायी विधि अनुसार, दर्शाते है । (चित्र 15. 6)



चित्र 15. 6 : त्रिकोणाकार आरेख।

बोध प्रश्न – 3

1. त्रिभुजाकार आरेख में त्रिभुज की प्रत्येक भुजा की लम्बाई कितने इकाई के बराबर होती है?

   ....

   ....

2. त्रिभुजाकार आरेख एक प्रकार से............................आरेख ही है?

   ....

   ....

3. त्रिभुजाकार आरेख बनाते समय रखी जाने वाली मुख्य सावधानियां बताइये?

....

....

15.5 वृत्तालेख / वर्तुल आलेख

ऐसे आलेख जिनमें तापमान,वर्षा पवन या अन्य तत्वों के मानो को एक केन्द्र बिन्दु से बाहर की ओर विभिन्न दिशाओं में खींचे गए विकिरणों पर आलेखित करते है तथा इन आलेखित बिन्दुओं को मिलाकर एक वक्र बना देते है, वृत्ताकार / वर्तुल आलेख / वृत्तालेख

(circular graph) कहलाते है। वृत्तालेखों में परम्परागत आयताकार निर्देशांकों के स्थान पर ध्रुवीय निर्देशांकों (radial coordinates) द्वारा आँकड़ो को दर्शाया जाता हैं। जलवायु सम्बन्धी दशाओं के चित्रण में ये आलेख परम्परागत आलेखों की तुलना में श्रेष्ठ होते है क्योंकि वर्ष के सभी महीनों में ऋतुऐं चक्रीय रूप में व्यवस्थित होती हैं एवं एक दूसरे से पृथक नहीं की जा सकती है। इस प्रकार वृत्तालेख एक संतता (continuity) को प्रदर्शित करते हैं जो कि परम्परागत तरीकों द्वारा प्रदर्शन में संभव नहीं है।

प्रस्तुत अध्ययन में हम जलवायु आलेख का उदाहरण स्वरूप अध्ययन करेंगें।

जलवायु आलेख

किसी स्थान के मासिक तापमान व वर्षा संबंधी दशाओं को प्रदर्शित करने वाले आलेख जलवायु आलेख (climatograph) कहलाते है। ये एक प्रकार के वृत्तालेख ही हैं। जलवायु आलेख सर्वप्रथम इ एन –मुन्स ने बनाया था, जिसे बाद में आर. हार्टशोर्न ने संशोधित किया। इरविन रेज ने इसे अर–आलेख (spoke graph) नाम दिया। प्रस्तुत अध्ययन में हम रेज द्वारा निर्मित जलवायु आलेख के बारे में पढेंगे रेज ने किसी स्थान का जलवायु आलेख बनाने के लिए बारह महीनों के औसत मासिक तापमान व औसत मासिक वर्षा के आँकड़ो को काम में लिया। आलेख की रचना के लिए किसी वृत (जिसका अर्द्ध व्यास सुविधानुसार चुना जाता है। सामान्यत: इसे दिये गये आँकड़ो के अधिकतम मान को निकटतम शून्यांक में बदलकर निर्धारित करते है) केन्द्र से 30 – 30 अंश (360° में 12 का भाग देने पर) के अन्तराल पर 12 अर्द्धव्यास या अक्ष खींचते है तथा उनके बाहरी सिरे पर (परिधि पर) 12 बजे से प्रारम्भ कर घड़ी की सुई की दिशा में जनवरी,फरवरी ,मार्च आदि महीनों के नाम अंकित कर देते है। तापमान तथा वर्षा के वक्र बनाने के लिए वृत्त में प्रत्येक महीने के अर्द्धव्यास अर्थात अरीय अक्ष (radial coordinates) पर चिन्ह अंकित करते है। प्रत्येक अरीय अक्ष पर महीने का तापमान अथवा वर्षा के आँकड़ो को प्रदर्शित करने वाले चिन्ह निर्धारण के लिए निम्न प्रक्रिया अपनाते है. –

माना दिये गये तापमान अथवा वर्षा के आँकड़ो में अधिकतम मूल्य 30.7 है। (देखे उदाहरण) इसे निकटतम शून्यांक में बदलने पर इसका मान X=30 होता है। इस मान हेतु वृत्त का अर्द्धव्यास माना R =4 से.मी है। अब प्रत्येक महीने के लिए आँकड़ो (तापमान / वर्षा) को अरीक्ष अक्ष पर दर्शाने के लिए निम्न सूत्र काम में लेते है।

किसी भी महीने के अरीक्ष अक्ष पर दर्शाये जाने वाले चिन्ह की मृत के केन्द्र से दूरी = xR

a = किसी भी महीने के आकड़े (तापमान/वर्षा) का वास्तविक मान

x = आँकड़ो के अधिकतम मूल्य को निकटतम शून्यांक में बदलने पर आया मान

R = x हेतु मृत का माना गया अर्द्धव्यास

उपरोक्त विधि एंव सूत्र द्वारा प्रत्येक महीने के मान को अरीय अक्ष पर दर्शाने वाले चिन्ह की दूरी ज्ञात कर लेते है तथा इस प्रकार निर्धारित किये गये चिन्हों को मिलाते हुए तापमान अथवा वर्षा के वक्र को पूर्ण कर लेते है। जब दोनों आकड़े एक ही मृत के अन्दर दर्शाते है तो सामान्यत: वर्षा के वक्र से घिरे भाग में छाया (shades) भर देते है जिससे दोनों वक्र स्पष्ट दिखलाई दें। आलेख में तापमान एवं वर्षा की मापनियों को संकेन्द्र वृतों के द्वारा प्रदर्शित करते है। ये संकेन्द्री वृत जिस अनुपात में तापमान के मूल्यों को प्रदर्शित करते है, उसी अनुपात में उन पर वर्षा के मूल्यों को भी लिख दिया जाता है, जिससे तापमान एवं वर्षा की मापनिया प्रदर्शित हो जाती है।

एक ही आलेख में जलवायु के एक से अधिक तत्वों के प्रदर्शन से उनके मध्य तुलना में आसानी होती है वर्ष में सभी ऋतुऐं चक्रीय रूप में व्यवस्थित होती है तथा एक दूसरे से पृथक नहीं की जा सकती, अत: इनके चित्रण हेतु चक्रीय / वर्तुल आलेख अधिक उपयोगी होते है। इनमें बिना माह या दिन को दोहराये सम्पूर्ण वर्ष की जलवायु दशाओं (विशेषकर तापमान एवं वर्षा) को एक साथ प्रदर्शित कर तुलना की जा सकती है।

उदाहरण – सारणी में दर्शाये गये किसी नगर के आँकड़ो हेतु जलवायु आलेख बनाइये।

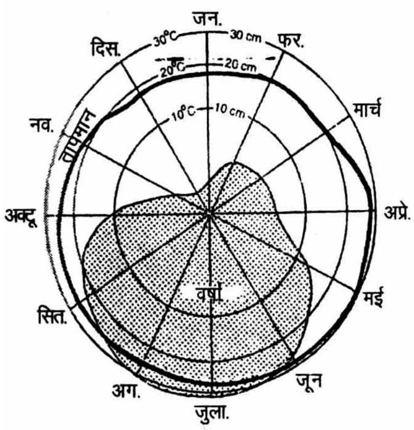
माना अधिकतम मूल्य = 30.7

निकटतम शून्यांक में बदलने पर = 30

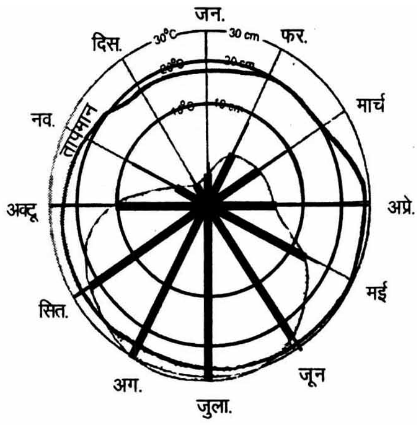
माने गये मृत का अर्द्धव्यास = 4 सेमी

महीना	**तापमान (℃)**	**वर्षा (सेमी.)**	**वृत के केन्द्र से प्रत्येक महीने हेतु**	**चिन्ह की दूरी तापमान (℃) वर्षा (cm)**
जनवरी	18	1.0	3.1	0.7
फरवरी	21	2.8	3.3	1.2
मार्च	21	3.5	3.3	1.4
अप्रेल	29	5.0	3.9	1.6
मई	30	12.7	4.0	2.6
जून	29	28.4	3.9	3.8
जुलाई	28	30.7	3.8	4.1
अगस्त	27	29.2	3.7	3.9
सितम्बर	28	22.3	3.8	3.5
अक्टूबर	26	11.0	3.7	2.4
नवम्बर	22	1.3	3.4	0.8
दिसम्बर	18	0.5	3.1	0.5

उपरोक्त बतलायी गयी प्रक्रिया के आधार पर जलवायु आलेख की रचना कर लेते है।(चित्र 15.7)



चित्र 15.7 : क्लाईमेटोग्राफ



चित्र 15.8 : ध्रुवीय चार्ट

तापमान तथा वर्षा के आँकड़ो का प्रदर्शन टी. डबल्यू बर्च ने भी वृत्तालेख द्वारा किया। बर्च ने इन्हें ध्रुवीय चार्ट (polar chart) अथवा घड़ी आलेख (clock graph) नाम द्वारा सम्बोधित किया। बर्च द्वारा निर्मित वृत्तालेख रेज द्वारा निर्मित वृत्तालेख की भांति ही बनाया जाता है। अन्तर केवल इतना है कि वर्षा के आँकड़ो को वक्र द्वारा न दर्शाकर कर स्तम्भों द्वारा दर्शाया जाता है। (चित्र 158)

बोध प्रश्न –4

1. वृतालेख किसे कहते है?

   ....

   ....

2. जलवायु आरेख किसे कहते है?

   ....

   ....

15.6 जलवायु प्रभावरेखा

ऐसे आरेख जिनमें किसी स्थान के जलवायु सम्बन्धी आकड़ों को एक दूसरे के सम्मुख आलेखित करते है, जलवायु प्रभावरेखा या क्लाईमोग्राफ (climograph) कहते है। परिणामी आलेख (graph) की आकृति तथा चौखटे में आलेख की स्थिति द्वारा उस स्थान की जलवायु की प्रकृति का पता चलता है। जलवायु प्रभावरेखा की सर्वप्रथम कल्पना जे बी. बाल महोदय ने की थी। कोपन ने 1918 में विश्व जलवायु का वर्गीकरण करने के लिए विभिन्न जलवायु 'आलेखों का प्रयोग किया था। जे बी. लेली ने अपने अध्ययन "graphic studies in climatology" में भी विभिन्न प्रकार के आलेख बनाये। इसी प्रकार ग्रिफ़िफ़त टेलर तथा फॉस्टर ने भी जलवायु की दशाओं का प्रभाव मानव सक्रियता (human activity) पर दिखलाने के लिए आलेख बनाये। यहां हम टेलर द्वारा बनाये गये क्लाईमोग्राफ व हीदर ग्राफ तथा फॉस्टर द्वारा बनाये गये जलवायु प्रभावरेखों के बारे में अध्ययन करेगें।

ग्रिफ्फ़ित टेलर का जलवायु प्रभावरेखा

बीसवीं शताब्दी के प्रथम चरण में टेलर ने मानव की शारीरिक क्रियाओं पर तापमान व आपेक्षिक आर्दता (Relative humidity) के प्रभावों को दर्शाने के लिए आलेख बनाया तथा उसे 'कलाईमोग्राफ" के नाम से सम्बोधित किया। टेलर ने क्लाईमोग्राफ बनाने के लिए औसत मासिक आर्द्रबल्ब तापमान (average monthly वेट बल्ब temperature) तथा सापेक्षिक आर्दता के आकड़ों को काम में लिया। इन्हें दर्शाने के लिए चित्रानुसार क्षैतिज OX अक्ष पर सापेक्षिक आर्दता (20% से 100% तक) तथा उर्ध्वाधर OY अक्ष पर आर्द्रबल्ब तापमान (–10°F से 90°F तक) के मापक निर्धारित करते हैं। कुछ स्थानों के तापमान गर्मियों में अधिक रहते हैं, अत: आर्द्रबल्ब तापमान 0°F से 100°F तक के मध्य लिये जा सकते है। ग्राफ में दर्शाये X बिन्दु से एक उर्ध्वाधर रेखा OY अक्ष के बराबर तथा Y बिन्दू से एक क्षैतिज रेखा OX अक्ष के सामान्तर बना कर ग्राफ को एक चौखटे (frame) के रूप में बन्द कर देते हैं। मापक निर्धारण के पश्चात X एंव Y अक्ष से दोनों चरों– तापमान व आर्द्रता के प्रत्येक महीने हेतु प्रतिच्छेदन बिन्दु प्राप्त कर लेते है तथा पहचान के लिए प्रत्येक बिन्दु पर उस महीने के नाम को अथवा महीने के नाम के प्रथम अक्षर को अंकित कर देते हैं। इस प्रकार हमें कुल 12 बिन्दु प्राप्त हो जाते हैं। जनवरी माह के बिन्दु को फरवरी माह के बिन्दु से, फरवरी माह के बिन्दु को मार्च माह के बिन्दु से, इसी प्रकार सभी महिनों के बिन्दुओं को क्रमानुसार सरल रेखा से मिला देते हैं। चौखटे में परिणामी बहुभुजीय आकृति एवं उसकी ग्राफ में का अध्ययन कर उस स्थान पर निवास की सम्भावनों के सम्बन्ध में निष्कर्ष निकाला जा सकता है। ग्राफ को देखने मात्र से ही जलवायु के सामान्य लक्षणों का ज्ञान हो जाता है। ग्राफ पर बहुभुजीय आकृति ग्राफ के जिस कोने में स्थित होती हैं वह स्थान उसी के अनुकूल जलवायु वाला समझा जाता है। विभिन्न स्थानों के क्लाईमोग्राफ की आकृति व स्थितियों की सहायता से उनकी जलवायु की तुलना सहज व सुलभ हो जाती है। परिणामी बहुभुज की आकृति के आधार पर भी जलवायु की विशेषताओं का आकलन किया जा सकता हैं जैसे तकुवेनुमा (spindle) आकृति द्वारा शुष्क जलवायु तथा विकर्णनुमा (diagonal) आकृति द्वारा भूमध्यसागरीय जलवायु का बोध होता है। इसी प्रकार मानसूनी जलवायु हेतु उल्टे विकर्णनुमा आकृति बनती हैं आदर्श ब्रिटिश प्रकार की जलवायु हेतु पूर्ण आकार (full body) की आकृति बनती है।

क्लाईमोग्राफ के चारों कोने विशिष्ट जलवायुवीय दशाओं को इंगित करते हैं। इनके लिए टेलर महोदय भिन्न–भिन्न नाम दिए जिन्हें निम्न सारणी द्वारा समझा जा सकता है –

शब्द	आलेख के चौखटे में स्थित	अर्थ	आर्द्र बल्ब का तापमान	सापेक्षिक आर्द्रता	जलवायु दशा
MUGGY	उत्तरी–पूर्वी कोना	उमसदार	60°F or >15°C	>70%	उष्ण व आर्द्र जलवायु
RAW	दक्षिणी–पूर्वी कोना	शीतार्द्र जलवायु	40°F or > 4°C	>70%	ठण्डी व आर्द्र
KEEN	दक्षिणी–पश्चिम कोना	शीतशुष्क जलवायु	<40°F	<40%	ठण्डी व शुष्क

SCORCHING	उत्तरी–पश्चिमी कोना	झुलसता	>60°F or >15°C	<40% जलवायु	उष्ण व शुष्क

टेलर ने क्लाईमोग्राफ का निर्माण उष्णकटिबन्धीय क्षेत्रों (मुख्यत: आस्ट्रेलिया) में यूरोप वासियों के निवास की सम्भावनाओं व सीमाओं को दर्शाने के लिए किया था। इस हेतु आलेख पर सुखद एवं दु:खद जलवायु की पहचान के लिए टेलर ने निम्न सामान्य
मापक प्रस्तावित किये:

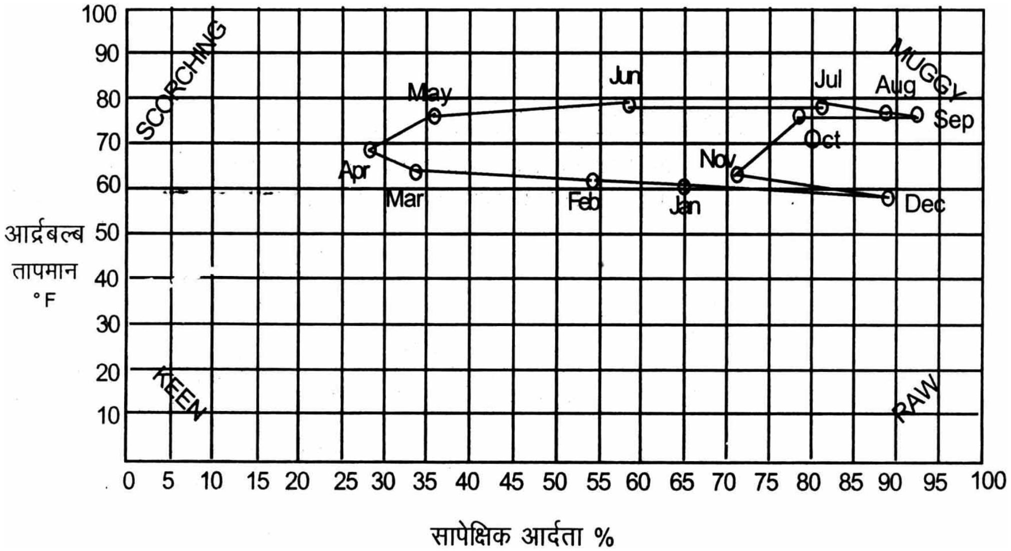
क्र.स.	**तापमान सीमा**	**जलवायु दशा**
1.	21°C – 24°C	सदा दुखद (सर्वदा कष्टदायक)
	(70°F – 75°F)	(usually uncomfortable)
2.	18°C – 21°	सीबहु दा दुखद (प्राय: कष्टदायक)
	(65°F – 70°F)	(often uncomfortable)
3.	15°C – 18°C	अल्प दुखद (कष्टदायक)
	(60°F – 65°F)	(sometimes uncomfortable)
4.	13°C–15°C	कुछ दुखद
	(55°F – 60°F)	(very rarely uncomfortable)
5.	7°C – 13°C	आदर्श
	(45°F – 55°F)	(ideal)
6.	4°C – 7°C	अत्यल्प सुखद
	(40°F – 45°F)	(very rarely uncomfortable)

उदाहरण : निम्न आँकडों की सहायता से क्लाइमोग्राफ बनाइए

महीना	जन.	फर.	मा.	अ.	म.	जू.	जु.	अ.	सि.	अ.	न.	दिस.
आर्द्रबल्ब तापमान °F	60	62	64	68	75	78	79	77	76	78	62	59
सापेक्षिक आर्दता %	65	54	34	27	36	59	82	89	93	78	71	89

क्लाइमोग्राफ में बहुभुजीय आकृति की स्थिति MUGGY की ओर है। अत: वहां की जलवायुवीय दशायें उष्ण व आर्द्र प्रकार की होगीं।

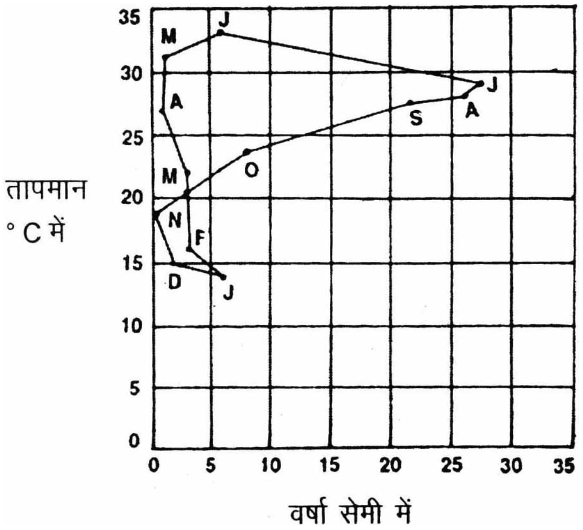
ग्रिक्किथ टेलर महोदय ने औसत मासिक तापमान व औसत मासिक वर्षा के आँकड़ो को क्रमश : Y अक्ष व X अक्ष पर अंकित करते हुए एक और ग्राफ का निर्माण किया, जो कि हीदरग्राफ (Hythergraph) कहलाता है। यह भी एक प्रकार का क्लाइमोग्राफ ही है। टेलर ने इस ग्राफ का प्रयोग बस्तियों के संदर्भ में जलवायु के अन्तरों का प्रभाव स्पष्ट करने के लिये किया था। हीदरग्राफ द्वारा कृषि उपजों को प्रभावित करने वाली जलवायु दशाओं का भी पता चलता है। फसलें साल के विभिन्न महीनों में तापक्रम और वर्षा के आधार पर बोयी जाती है तथा प्रत्येक फसल के लिए निश्चित वर्षा एवं ताप क्रम की आवश्यकता होती है। अत: हीदरग्राफ द्वारा फसल विशेष के लिए अनुकूल या प्रतिकूल जलवायु की दशाओं का पता चल जाता है।



चित्र 15.9 : क्लाइमोग्राफ

उदाहरण : निम्न आँकडों की सहायता से हीदरग्राफ बनाइए

महीना	जन.	फर.	मा.	अ.	म.	जू.	जु.	अ.	सि.	अ.	न.	दिस.
आर्द्रबल्ब तापमान ℃	13.7	6.1	21.5	26.9	30.9	32.9	29.1	28.1	27.7	23.7	18.7	14.9
वर्षा सेमी में	5.6	2.6	2.6	1.0	1.3	6.2	27.7	26.3	22.6	8.2	0.5	1.8

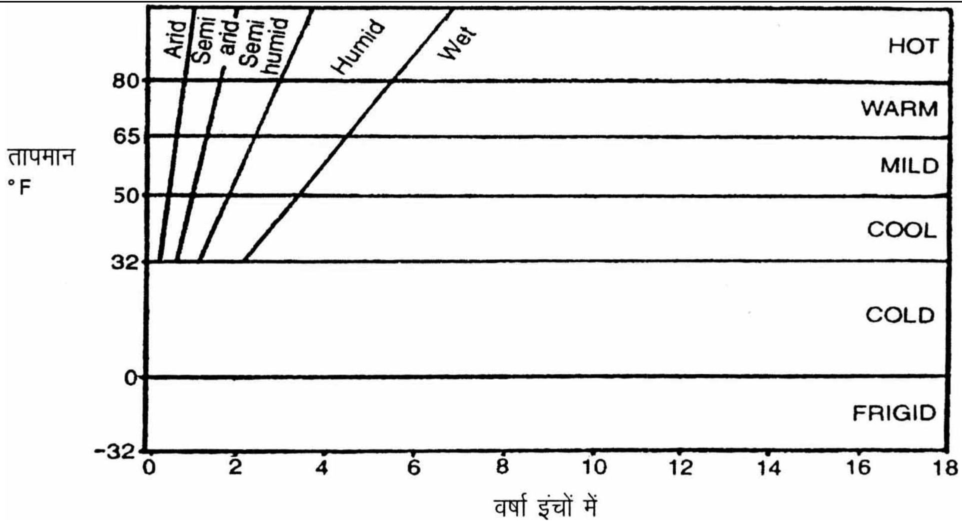


चित्र 15.10 हीदरग्राफ

ई. ई. फॉस्टर (E.E. Foster) ने भी टेलर की भांति मासिक औसत तापमान तथा मासिक औसत वर्षण के आँकड़ो को क्रमशः X अक्ष तथा Y अक्ष पर प्रदर्शित कर एक क्लाइमोग्राफ का निर्माण किया था। इस हेतु उन्होंनें थॉनथ्वेट के जलवायु वर्गीकरण की योजना का प्रयोग किया। क्लाइमोग्राफ निर्माण हेतु उन्होंने समकोणिक निर्देशांक की ग्रिड पद्धति को काम में लिया। फॉस्टर ने उर्ध्वाधर Y अक्ष पर तापमान –20°F से 100°F तथा क्षैतिज X अक्ष पर वर्षा 0 इंच से 18 इंच की सीमा तक प्रदर्शित किये। ग्राफ में क्षैतिज अक्ष के समानान्तर रेखाऐं खींचकर 6

तापमण्डल (temperature zones) भी दर्शाये (देखें चित्र 15.11) इसके साथ ही उन्होनें चार ताप मण्डलों को तिर्यक (oblique) रेखाओं के द्वारा तापमान एवं वर्षा की मात्रा के आधार पर पुन: पांच भागो में विभक्त किया। तापमण्डल निम्न चित्र द्वारा तथा उपभाग की सीमायें निम्न सारणी द्वारा स्पष्ट है।

क्र.सं.	तापमण्डल	तापमान
1.	अतिशीत कटिबन्ध (Frigid Zone)	–20°F से 0°F
2.	शीत कटिबन्ध (Cold Zone)	0°F से 32°F
3.	शीतल कटिबन्ध (Cool Zone)	32° F से 50°F
4.	मृदु कटिबन्ध (Mild zone)	50°F से 65° F
5.	कोष्ण कटिबन्ध (warm zone)	65° F से 80° F
6.	उष्ण कटिबन्ध (Hot zone)	>80°F



चित्र 15.11 : फॉस्टर का क्लाईमोग्राफ

क्र.सं	उष्ण कटिबन्ध	निचले सिरे के निर्देशांक		ऊपरीसिरे के निर्देशांक	
		तापमान (°F)	वर्षा इंच में	तापमान (°F)	वर्षा इंच में
1.	शुष्क(Arid)	32.4	0.32	83.2	1.03
2.	अर्द्धशुष्क (semi arid)	32.4	0.59	83.2	1.9
3.	अर्द्ध आर्द्ध (Semi humid)	32.4	1.10	83.2	3.60
4.	आर्द्र (Humid)	32.4	2.05	83.2	6.73
5.	गीला (Wet)	32.4	18.00	83.2	18.00

0F15.7 जल बजट आरेख

जल बजट आरेख के द्वारा किसी स्थान विशेष की वर्ष के भिन्न –भिन्न महीनों में जल के अधिशेष (surplus) अथवा अभाव (deficit) की औसत दशाओं का पता चलता है। आरेख के निर्माण के लिए दिये गये स्थान के औसत मासिक वर्षण (precipitation) तथा उसी स्थान के

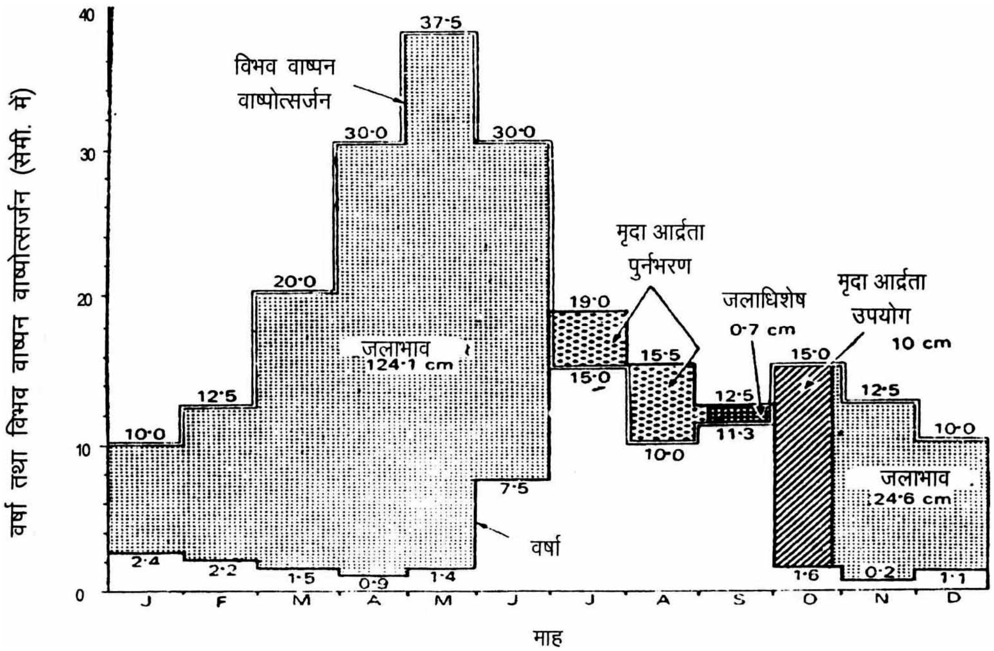
औसत मासिक विभव वाष्पण वाष्पोत्सर्जन (precipitation evapotranspiration) के आँकड़ो को रैखिक आलेख (line graph) अथवा दण्ड आरेख (Bar diagram) के द्वारा प्रदर्शित करते हैं। इन आरेखों का कृषि कार्य में विशेष महत्व होता है। धरातल पर वायुमण्डल से प्राप्त आर्द्रता का निक्षेप / गिरना वर्षण (वर्षा ,हिम, ओला व ओस) कहलाता है। वाष्पन (evaporation) क्रिया के द्वारा द्रव, गैस में परिवर्तित होते है। धरातलीय जल सूर्यतप के कारण वाष्पन क्रिया द्वारा वाष्प रूप में वायुमण्डल में पहुंचता है। वाष्पन की दर वायु के तापमान, वाष्प दबाव (वायुमण्डल में पहले से उपस्थित आर्द्रता की मात्रा), धरातल की प्रकृति व हवा पर निर्भर करती है। अधिक तापमान, तेज हवा, वृहद जलीय सतह के होने पर वाष्पन की दर अधिक होती है। रेगिस्तानी प्रदेशों में वाष्पन की दर सर्वाधिक तथा भूमध्यरेखीय एवं ठण्डे जलवायु क्षेत्रों में यह स्थानीय दशाओं के अनुसार निम्नतम होती है। पौधों द्वारा जल वाष्प हास (Loss) की क्रिया वाष्पोत्सर्जन (transpiration) कहलाती है। प्रत्यक्ष वाष्पन तथा पेड –पोधों की वाष्पोत्सर्जन क्रिया द्वारा भू – भाग के जल का पुन: वायुमण्डल में लौटना वाष्पन वाष्पोत्सर्जन कहलाता है।

यदि धरातल पर जल की आपूर्ति लगातार एवं पर्याप्त बनी रहे तो वाष्पन वाष्पोत्सर्जन की सैद्धान्तिक रूप से अधिकतम मात्रा विभव वाष्पन वाष्पोत्सर्जन कहलाती है तथा वाष्पन वाष्पोत्सर्जन की वास्तविक मात्रा, यथार्थ / वास्तविक वाष्पन वाष्पोत्सर्जन कहलाती है। अत: स्पष्ट है कि जल धरातल पर आर्द्रता की कमी होगी तो यथार्थ वाष्पन वाष्पोत्सर्जन की मात्रा भी कम होगी। उन स्थानों पर जहां वर्षा की मात्रा अधिक व वाष्पन कम होगा। वहा वास्तविक वाष्पन वाष्पोत्सर्जन एवं विभव वाष्पन –वाष्पोत्सर्जन की मात्रा रख– दूसरे के समान होगी।

जल बजट आरेख के सिद्धान्त को सर्वप्रथम 1948 में अमेरिकन जलवायु शास्त्री सी वारेन थार्नथ्वेट (C.W Thornthwaite) ने दिया था। र्थानश्वेट ने जल बजट आरेख की रचना के समय यह माना की धरातल पर स्थित मृदा आवरण (soil cover) में आर्द्रता ग्रहण करने की क्षमता होती है व इसकी 10 सेमी तक की मात्रा विभव वाष्पन वाष्पोत्सर्जन हेतु उपलब्ध रहती है। जब वर्षण की मात्रा अधिक विभव वाष्पन वाष्पोत्सर्जन की मात्रा से कम होती है तो एक निश्चित समय तक (मृदा आर्द्रता की संचित मात्रा का अधिकतम 10 सेमी तक) मृदा आवरण में संचित आर्द्रता द्वारा इस कमी की पूर्ति होती है। मृदा में संचित आर्द्रता की मात्रा (10 सेमी तक मृदा आर्द्रता) समाप्त होने पर वाष्पन वाष्पोत्सर्जन हेतु जल उपलब्ध नहीं होता इस दशा को जलाभाव (water deficit) की स्थिति कहते है। इस के पश्चात जब विभव वाष्पन वाष्पोत्सर्जन की मात्रा से वर्षण अधिक होता है तो पहले 10 सेमी तक की वर्षन द्वारा मृदा आवरण की आर्द्रता का पुन: भरण (recharge) होता है तथा शेष अतिरिक्त जल धरातल पर बहने लगता है। इस दशा को जल अधिशेष (water surplus) की स्थिति कहते है।

जल बजट आरेख की रचना को निम्न आकड़ों के आधार पर समझा जा सकता है।

महीना	जन.	फर.	मा.	अ.	म.	जू.	जु.	अ.	सि.	अ.	न.	दिस.
औसत वर्षा(cm)	2.4	2.2	1.5	0.9	1.4	7.5	19.0	15.5	12.5	1.6	0.2	1.1
औसत विभव वाष्पोत्सर्जन(cm)	10.0	12.5	20.0	30.0	37.5	30.0	15.0	10.0	11.3	15.0	12.5	10.0



चित्र 15.12 : जल बजट आरेख

जल बजट आरेख की रचना के लिए सर्वप्रथम एक क्षैतिज आधार रेखा खींचकर उस पर समान दूरी के अन्तर पर महीनों को दर्शाने के लिए चिन्ह लगा लेते है। अब इस आधार रेखा के बायें सिर पर समकोण बनाती हुई एक उर्ध्वाधर रेखा खींचते है तथा उस पर औसत मासिक वर्षा तथा औसत मासिक विभव वाष्पन वाष्पोत्सर्जन की मात्रा को दर्शाने के लिए सेमी की मापनी बनाते है। चित्र 15. 12 में दर्शायेनुसार प्रत्येक महीने के चिन्ह के सामने वर्षा की मात्रा को प्रदर्शित करने के लिए सेन्टीमीटर मापनी के आधार पर चिन्ह लगाते है। फिर जनवरी माह के वर्षा चिन्ह को फरवरी माह से तथा फरवरी माह के वर्षा चिन्ह को मार्च माह के वर्षा चिन्ह से एक सरल रेखा द्वारा जोड़ देते हैं। विभव वाष्पन –वाष्पोत्सर्जन की मात्रा को दर्शाने के लिए भी उपरोक्त वर्णित प्रक्रिया का अनुसरण करते है किन्तु प्रत्येक माह के विभव वाष्पन –वाष्पोत्सर्जन चिन्हों को मिलाने के लिए सरल रेखा के स्थान पर खण्डित रेखा का प्रयोग करते हैं ताकि इसे पृथक किया जा सके। आँकड़ो का प्रदर्शन रेखिक आलेख के स्थान पर साधारण दण्डों के माध्यम से भी किया जा सकता हैं। जलाभाव त था जलाअधिशेष की स्थिति को निम्न सूत्र द्वारा ज्ञात किया जा सकता है –

जल अधिशेष / जलाभाव = मासिक वर्षा – विभव वाष्पन वाष्पोत्सर्जन

जब किसी माह में वर्षा कीं मात्रा विभव वाष्पन वाष्पोत्सर्जन की मात्रा से अधिक होती है तो उस माह में जल अधिशेष होगा, इसके विपरीत परिस्थिति में जलाभाव होगा परन्तु यहाँ पर यह ध्यान रखना आवश्यक है कि जलाभाव की स्थिति के बाद पहले अधिशेष जल द्वारा 10 से मी. तक मृदा आर्द्रता का पुन : भरण होगा उसके बाद बचा जल अधिशेष के रूप में रहेगा। इसी प्रकार जलाभाव कीं स्थिति से पूर्व विभव वाष्पन वाष्पोत्सर्जन हेतु पहले मृदा की आर्द्रता 10 से. मी. तक काम में आयेगी, उसके बाद जलाभाव की स्थिति पैदा होगी। इसे उपर्युक्त उदाहरण के द्वारा निम्न सारणी से समझा जा सकता है।

Months	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Total												
R	2.4	2.2	1.5	0.9	1.4	7.5	19.0	15.5	12.5	1.6	0.2	1.1
P.E	10.0	12.5	20.0	30.0	37.5	30.0	15.0	10.0	11.3	15.0	12.5	10.0
A.E	2.4	2.2	1.5	0.9	1.4	4.5	15.0	10.0	11.3	11.6	12.5	8.9
W.D.	7.6	10.3	18.5	19.1	36.1	22.5	3.4	12.3	8.9	148.7		
S.R.							4.0	5.5	0.5	10.0		
W.S.							0.7				0.7	

सारणी में R = वर्षा, PE = विभव वाष्पन वाष्पोत्सर्जन, AE = वास्तविक वाष्पोत्सर्जन, WD = जलाभाव, SR = अधिशेष वर्षा तथा, WS = ज्लाधिशेष।

चित्र 15. 11 को देखने से यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि जनवरी माह से जून माह तक वर्षण की तुलना में विभव वाष्पोत्सर्जन की मात्रा अधिक है। इसी कारण इन महीनों में जल का अभाव हैं। जुलाई माह से सितम्बर माह के प्रारम्भिक दिनों में विभव वाष्पन वाष्पोत्सर्जन के पश्चात बचा वर्षा जल (10 सेमी तक) मृदा आवरण की आर्द्रता का पुर्नभरण करता है तथा शेष रहा जल अर्थात 0.7 सेमी अधिशेष जल के रूप में धरातल पर बह जाता है। अक्टूबर माह के अन्तिम सप्ताह तक मृदा में संचित आर्द्रता विभव वाष्पन वाष्पोत्सर्जन हेतु काम में आती है तथा उसके बाद जल का अभाव बन जाता है। इस प्रकार अक्टूबर माह के अन्तिम सप्ताह से दिसम्बर माह तक जल का अभाव रहता है।

जब किसी माह में वर्षा की मात्रा विभव वाष्पन–वाष्पोत्सर्जन की मात्रा से अधिक होती है तो उस माह में जल अधिशेष होगा। इसके विपरीत परिस्थिति में जलाभाव होगा, परन्तु यहां पर यह ध्यान रखना आवश्यक है कि जलाभाव की स्थिति के बाद पहले अधिशेष जल द्वारा 10 सेमी तक मृदा आर्द्रता का पुन: भरण होगा, उसके बाद बचा जल अधिशेष के रूप में रहेगा। इसी प्रकार जलाभाव की स्थिति से पूर्व विभव वाष्पन –वाष्पोत्सर्जन हेतु पहले मृदा की आर्द्रता 10 सेमी तक काम में आयेगी, उसके बाद जलाभाव की स्थिति पैदा होगी। इसे उपरोक्त उदाहरण के द्वारा निम्न सारणी से समझा जा सकता है।

बोध प्रश्न – 5

1. जलवायु प्रभावरेखा के चारों कोनों पर क्या शब्द लिखे रहते है?

   ....

   ....

2. हीदरग्राफ में क्षतिज्ञ व उर्ध्वाधर अक्ष पर क्या दर्शाते है?

   ....

   ....

3. जल बजट आरेख से हमें क्या पता चलता है?

   ....

   ....

15.8 सारांश (Summary)

आलेखों के अध्ययन से स्पष्ट है कि इनके द्वारा विभिन्न प्रकार के आँकड़ो का प्रदर्शन प्रभावी ढंग से किया जा सकता है। आलेख सामाजिक आर्थिक विषयों से सम्बन्धित विषय की प्रवृति को तो स्पष्ट करते है, किन्तु वास्तविक एवं शुद्ध परिणाम नहीं देते।

15.9 शब्दावली (Glossary)

- **निर्देशांक :** किसी समतल पृष्ठ पर एक बिन्दु की स्थिति को ज्ञात करने के लिए दो मापो की आवश्यकता होती है ये दोनों माप निर्देशांक कहलाते है।

15.10 सन्दर्भ ग्रंथ (Reference books)

1. आर सी. तिवारी व एस शर्मा : **अभिनव प्रयोगात्मक भूगोल,** प्रयोग पुस्तक भवन, 2000
2. एफ. जे. मांकहाऊस : **मानचित्र तथा आरेख,** (हिन्दी अनुवाद) मध्यप्रदेश हिन्दी ग्रंथ अकादमी, 1976
3. जे. पी. शर्मा : **प्रायोगिक भूगोल,** रस्तोगी पब्लिकेशन, 2007
4. आर एल. सिंह :**Elements of practical geography,** Vikas publications 1979
5. गोपाल सिंह: **Map works and practical geography,** Vikas publishing house, 1998
6. आर पी मिश्रा व ए. रमेश : **Fundamentals of cartography,** concept Publishing company, 1989

15.11 बोध प्रश्नों के उत्तर

बोध प्रश्न – 1

1. ऐसे आलेख जिनमें दो या दो से अधिक वक्र होते है तथा वे भिन्न – 2 स्थानों के किसी एक तथ्य अथवा एक ही स्थान से सम्बन्धित भिन्न –भिन्न तथ्यों आदि के कालिक परिवर्तनों को प्रदर्शित करते है। बहुरैखिक आलेख कहलाते है।
2. बहुरैखिक आलेखों का उपयोग विभिन्न देशों, राज्यों अथवा नगरों की जनसंख्या में वृद्धि, एक स्थान की पुरूषों व स्त्रियों की जनसंख्या में वृद्धि, आयात – निर्यात, उत्पादन, वर्षा, तापमान आदि के आँकड़ो को प्रदर्शित करने के लिये किया जाता।

बोध प्रश्न – 2

1. जब अत्यधिक विस्तार वाले आँकड़ो का निरूपण क्षैतिज व उर्ध्वाधर अक्ष के सहारे लघुगणकीय मापक के आधार पर किया जाता है तो उस लेखाचित्र को लघुगणकीय आलेख कहते है।
2. जनसंख्या की वृद्धि, मृत्यु तथा उत्तरजीविता आदि वे आँकडे जिनमें गुणोत्तर वृद्धि होती है।
3. क्योंकि शून्य का लघुगणकीय मान अन्नत होता है अत: लघुगणकीय मापक पर शून्य को प्रदर्शित नहीं किया जा सकता है।

बोध प्रश्न – 3

1. 100

2. प्रकीर्णन
3. आरेख में त्रिभुज की प्रत्येक भुजा पर 0 से 100 प्रतिशत तक की मापनी अंकित की जानी चाहिए। मापनी अंकित करते समय सभी चिन्हों के मान एक ही दिशा में लिखे जाने चाहिए।

बोध प्रश्न– 4

1. ऐसे आलेख जिनमें तापमान, वर्षा पवन या अन्य तत्वों के मानो को एक केन्द्र बिन्दु से बाहर की ओर विभिन्न दिशाओं में खींचे गए विकिरणों पर आलेखित करते है तथा इन आलेखित बिन्दुओं को मिलाकर एक वक्र बना देते है, वृत्ताकार / वर्तुल आलेख /वृत्तालेख कहलाते है।
2. किसी स्थान के मासिक तापमान व वर्षा सम्बन्धी दशाओं को प्रदर्शित करने वाले आलेख जलवायु आलेख (climatograph) कहलाते है।

बोध प्रश्न– 5

1. Scorching, Muggy, Raw and Keen
2. क्षितिज अक्ष पर औसत मासिक तापमान तथा उध्वार्धर अक्ष पर औसत मासिक वर्षा
3. जल बजट आरेख के द्वारा किसी स्थान विशेष की वर्ष के भिन्न –भिन्न महीनों में जल के अधिशेष अथवा अभाव की औसत दशाओं का पता चलता है।

15.12 अभ्यासार्थ प्रश्न

1. आलेख किसे कहते है, हुनका महत्व समझाईये?
2. निम्न पर टिप्पणी लिखें।
   क. लघुगणकीय मापक
   ख. जल बजट आरेख
   ग क्लाइमोग्राफ
3. निम्म आँकड़ो के प्रयोग से उचित आलेख बनाईये ।

महीना	जन.	फर.	मा.	अ.	म.	जू.	जु.	अ.	सि.	अ.	न.	दिस.
तापमान(°C)	15	17	26	29	32	33	29	28	27	26	21	16
वर्षा (cm)	4.5	3.5	1.0	1.0	0.5	11.0	28..0	27.0	13.0	5.0	0.5	2.0

इकाई 16: भूगोल में क्षेत्र अध्ययन (Field studies in geography)

इकाई की रूपरेखा

16.0 उद्देश्य
16.1 प्रस्तावना
16.2 क्षेत्र अध्ययन की प्रकृति एवं प्रकार
16.2.1 वस्तुनिष्ठ अध्ययन
16.2.2 निदर्शन द्वारा अध्ययन
16.2.3 क्षेत्र अध्ययन के प्रकार
16.2.3.1 अन्वेषणात्मक
16.2.3.2 वर्णनात्मक
16.2.3.3 निदनात्मक
16.3 क्षेत्र अध्ययन में भौगोलिक प्रक्रिया रण तकनीक
16.3.1 समस्या का चयन
16.3.2 समस्या की पहचान
16.3.3 प्राक्कल्पना का निर्माण
16.3.4 सम्बन्धित सामग्री का अध्ययन
16.4 सांख्यिकी संग्रहण विधियाँ
16.4.1 प्राथमिक स्त्रोत
16.4.1.1 व्यक्तिगत प्रेक्षण
16.4.1.2 अनुसूची एवं साक्षात्कार
16.4.1.3 प्रश्नावली
16.4.1.4 दूर संवेदन एवं वायु फोटो
16.4.1.5 भौगोलिक सूचना तन्त्र
16.4.2 द्वितीयक स्त्रोत
16.4.2.1 प्रकाशित स्त्रोत
16.4.2.2 अप्रकाशित स्त्रोत
16.5 निदर्शन या प्रतिदर्शन
16.5.1 सम्भाविता
16.5.2 असम्भाविता
16.5.3 यादृच्छिक
16.5.3.1 लॉटरी
16.5.3.2 ड्रम चक्र विधि
16.5.3.3 टिपेट विधि
16.5.3.4 क्रमिक निदर्शन या प्रतिदर्शन

16.5.3.5 ग्रिड निदर्शन
16.5.3.6 स्तरित निदर्शन
16.5.3.7 बहु स्तरीय निदर्शन
16.5.3.8 पुँजित निदर्शन
16.6 सांख्यिकीय आकड़ों का विश्लेषण: 1
16.6.1 आँकडों का वर्गीकरण
16.6.1.1 गुणात्मक वर्गीकरण
16.6.1.2 पारणामात्मक
16.6.2 आँकडों का श्रेणीकरण
16.6.2.1 व्यक्तिगत श्रेणी
16.6.2.2 विच्छिन या खण्डित श्रेणी
16.6.2.3 अखण्डित या संतत
16.6.3 आंकड़े का सारणीकरण
16.6.3.1 साधारण सारणीयन
16.6.3.2 आकृति सारणीयन
16.6.3.3 आकृति वितरण सारणीयन
16.7 सांख्यिकीय आकड़ों का विश्लेषण: 2
16.7.1 सांख्यिकी चित्राण
16.8 प्रतिवेदन प्रस्तुति
16.8.1 प्रतिवेदन सम्बन्धित सामान्य सिद्धान्त
16.8.2 प्रतिवेदन संरचना
16.8.3 प्रतिवेदन रूपरेखा
16.9 सारांश
16.10 शब्दावली
16.11 संदर्भ ग्रंथ
16.12 बोध प्रश्नों के उत्तर
16.13 अभ्यासार्थ प्रश्न

16.0 उद्देश्य (Objective)

क्षेत्र अध्ययन को वैज्ञानिक दृष्टिकोण एवं उसके समग्र परिप्रेक्ष्य से समझने की कोशिश प्रस्तुत अध्याय में की गई है। इसी अध्याय में क्षेत्र अध्ययन की प्रकृति एवं महत्व की विवेचना भी की गई है। साथ ही इस इकाई के अध्ययन से आप समझ सकेंगे।

- क्षेत्र अध्ययन के प्रकार, उपकरण एवं तकनीक।
- सांख्यिकी आँकडों के संग्रहण की विधि, स्त्रोत एवं विश्लेषण।
- प्रतिदर्शन विधि (निदर्शन) तथा उसका आधार।
- समस्या का चयन एच निरूपण तथा समाधान।
- क्षेत्र से सम्बन्धित प्रतिवेदन की प्रस्तुति।

16.1 प्रस्तावना (Introduction)

क्षेत्र अध्ययन ही भूगोल की मूल संकल्पनाओं को विकसित करने में सहायक रहा है। प्राचीन काल से लेकर आज तक विश्व के विभिन्न क्षेत्रों का भ्रमण करके अनेकों नाविकों, वैज्ञानिकों आदि ने क्षेत्रीय अध्ययन की परम्परा को समृद्ध बनाया। यही कारण है कि भूगोल के विकास चक्र में एक अन्वेषीय प्रवृति का समावेश हुआ। यूनानी भूगोलवेता एवं मानचित्रकार टॉलमी का ज्योग्राफीया (geographic) नामक ग्रन्थ क्षेत्रीय अध्ययन की ही देन है। मर्केटर ने तो क्षेत्रीय अध्ययन के आधार पर ही यूरोप का विस्तृत मानचित्र प्रस्तुत किया। इसी प्रकार उन्नीसवीं सदी में जर्मन भूगोलवेत्ताओं विशेषकर हम्बोल्ट, रिटर आदि ने क्षेत्रीय अध्ययन द्वारा भूगोल के ज्ञान में संवृद्धि की है।

वेदों एवं विभिन्न महाकाव्यों, कथानकों में विभिन्न प्रदेशों का जीवन्त तथा यर्थाथपरक विश्लेषण वास्तव में गहन क्षेत्रीय अध्ययन के परिणाम रहे हैं। अनेकों महाद्वीपों का विवरण आज भी आश्चर्यजनक लगते हैं, क्योंकि तत्कालीन समय में आधुनिक काल जैसी सुविधाऐं उपलब्ध नहीं थीं फिर भी विभिन्न ऋषियों एवं कवियों का क्षेत्रीय विश्लेषण किसी भी सूरत में कम नहीं है।

मोटे तौर पर क्षेत्रीय अध्ययन के दो प्रमुख उद्देश्य होते हैं –

1. **सैद्धान्तिक उद्देश्य :** भूगोल की संकल्पनात्मक प्रवृत्ति के अनुसार इसमें भौतिक तथा सांस्कृतिक पर्यावरण के विभिन्न तथ्यों के अर्न्तसम्बन्धों का विश्लेषण किया जाता है। पुराने तथ्यों का सत्यापन नवीन तथ्यों की खोज एवं परीक्षण भौगोलिक यथार्थ एवं तथ्यों के मध्य पाए जाने वाले प्रकार्यात्मक सम्बन्धों की खोज, अवधारणाओं के निर्माण आदि को रखा जा सकता है।
2. **व्यवहारिक उद्देश्य :** भूगोल में सैद्धान्तिक पक्ष की अपेक्षा व्यवहारिक निरीक्षण (Applied observation) द्वारा विवरण प्रस्तुत किया जाना अधिक उपयोगी माना जाता है। क्योंकि ज्ञान की खोज का सम्बन्ध लोगों की मूलभूत आवश्यकताओं से होता है। अर्थात् व्यवहारिक उद्देश्य से अध्ययन करने का तात्पर्य ऐसे तथ्य प्राप्त करना है जिनमें भौगोलिक परिस्थितियों, तथ्यों आदि की कारण सहित व्याख्या की जा सके। यह उस कार्यक्रम का भाग होता है जिसका लक्ष्य विद्यमान भौगोलिक स्थितियों में अनुकूलन लाना है चाहे वह गन्दी बस्तियों की पर्यावरणीय दशाऐं अथवा प्रजातीय संगठन की प्रभावशीलता।

   सैद्धान्तिक एवं व्यवहारिक दोनों पक्ष अर्न्तसम्बन्धित हैं, और एक दूसरे को प्रभावित करते हैं। व्यवहारिक पक्ष अपने कार्य में विशुद्ध अनुसंधान की पद्धतियों, प्राविधियों, अवधारणाओं तथा सिद्धान्तों का उपयोग करता है, बदले में वह ऐसे विश्वसनीय प्रमाण प्रस्तुत करता है जो समाज के लिए उपयोगी प्रमाणित हो सकें तथा जिनके आधार पर पर्यावरण के साथ अनुकूलन स्थापित किया जा सके। इतना ही नहीं, वह ऐसी तकनीक का विकास भी करता है जो विशुद्ध अनुसंधान में उपयोगी साबित हो सके।

16.2 क्षेत्रीय अध्ययन की प्रकृति एवं प्रकार (Nature & Types of field studies)

क्षेत्र अध्ययन भौगोलिक यथार्थ से अन्र्तसम्बन्धित प्रक्रियाओं के व्यवस्थित विश्लेषण की एक वैज्ञानिक पद्धति है। जिसमें क्षेत्र के भौगोलिक यथार्थ के बारे में प्रमाणिक जानकारी प्राप्त की जाती है। अर्थात् समस्या के चयन से लेकर निष्कर्षो तक पूरी तरह वस्तुनिष्ठ होकर वैज्ञानिक विधि का प्रयोग किया जाता है। अध्ययनकर्ता वस्तुनिष्ठ आँकडों का, मानचित्रों, भू–पत्रकों, हवाई चित्रों आदि का संकलन करता है, एवं भू –आकृति एवं सामाजिक पारिस्थितिकी (Social ecology) को ध्यान में रखते हुए क्षेत्र का अध्ययन विशिष्ट दृष्टिकोण से करता है। अत: क्षेत्रीय अध्ययन की प्रकृति मुख्यत: निम्नांकित बिन्दुओं में रखकर समझी जा सकती है।

16.2.1 भौगोलिक पर्यावरण का वस्तुनिष्ठ अध्ययन

क्षेत्रीय अध्ययनकर्ता पूरी तरह वस्तुनिष्ठ होकर भौगोलिक पारिस्थितिकी के यथार्थ का अध्ययन करता है। समस्या के चयन से लेकर आँकडों तथा तथ्यों के संकलन उनका विश्लेषण एवं सामान्यीकरण में निर्धारित प्रक्रिया का पालन किया जाता है।

16.2.2 निदर्शन द्वारा अध्ययन (Study through sampling)

सामान्यत: क्षेत्रीय अध्ययन में भौगोलिक, प्राकृतिक, सामाजिक आदि प्रघटना के व्यापक होने का प्रतिनिधित्वपूर्ण निदर्शन का चयन किया जाता है। अत: निदर्शन के चयन के कारण क्षेत्रीय इकाईयों के अध्ययन में वैज्ञानिकता का आना स्वभाविक है। क्योंकि इसमें निरीक्षण, परीक्षण, आँकडों तथा तथ्यों का संकलन, वर्गीकरण तथा सामान्यीकरण हेतु व्यवस्थित वितविधि को अपनाया जाता है जिसे वैज्ञानिक पद्धति कहते हैं। प्राकृतिक, भौतिक तथा सामूहिक अधिवास से सम्बन्धित अध्ययन क्षेत्रीय अध्ययन के अन्तर्गत आते हैं। क्षेत्रीय अध्ययन की एक विशेषता यह है कि इसका अध्ययन काफी व्यापक होता है जिसमें सम्पूर्ण प्राकृतिक पर्यावरण तथा उससे सम्बन्धित पारिस्थितिकी आदि को सम्मलित किया जाता है। इसमें ऐसे विषयों को भी अध्ययन के लिए चुना जा सकता है जिनके सम्बन्ध में पहले अध्ययन हो चुका है। इसका कारण यह है कि क्षेत्रीय अध्ययन का लक्ष्य नवीन तथ्यों की खोज के साथ–साथ पुराने तथ्यों का पुन: परीक्षण भी हो जाता है। भौगोलिक विज्ञान के क्षेत्र में यह और भी आवश्यक है। विभिन्न पक्षों में तेजी से परिवर्तन आ रहे हैं।

16.2.3 क्षेत्रीय अध्ययन के प्रकार

16.2.3.1 अन्वेषणात्मक अथवा निरूपणात्मक (exploratory or formulative)

किसी समस्या के सैद्धान्तिक एवं व्यवहारिक पक्ष से सम्बन्धित कारणों को खोजने जिस शोध का सहारा लिया जाता है उसे अन्वेषणात्मक या निरूपणात्मक अध्ययन कहते है। इस प्रकार के अध्ययन का उद्देश्य किसी समस्या के सम्बन्ध में प्राथमिक जानकारी प्राप्त करके प्राक्कल्पना (Hypothesis) का निर्माण और अध्ययन की रूपरेखा तैयार करता है। इससे समस्या का कार्य – कारण ज्ञात हो जाता है। परिणामस्वरूप अध्ययन में नियमितता एवं श्रृंखलाबद्धता बनी रहती है।

उदाहरणार्थ यदि हम यह जानना चाहते हैं कि क्षेत्र के परिवर्तनशील पर्यावरण के लिए कौन –कौन से प्राकृतिक एवं मानवीय कारण उत्तरदायी हैं तो इसके लिए हमें अन्वेषणात्मक शोध का सहारा लेना पडेगा। ऐसे क्षेत्रीय अध्ययन में कुछ बातों पर विशेष ध्यान दिया जाता है। जैसे सम्बन्धित साहित्य का अध्ययन, सर्वेक्षण, सही सूचनाओं का चुनाव, उपयुक्त प्रश्नावली आदि।

16.2.3.2 वर्णानात्मक

यह एक ऐसा अध्ययन है जिसका उद्देश्य समस्या के सम्बन्ध में वास्तविक तथ्यों का संकलन करके उनके आधार पर एक विवरण प्रस्तुत करना। इसमें समस्या के विभिन्न पक्षों पर सविस्तार प्रकाश डाला जाता है। अत: विषय का सावधानीपूर्वक चुनाव, उचित प्राविधियों का प्रयोग, निदर्शन प्रणाली द्वारा सूचनाओं का चयन तथा विश्लेषण की प्रमुखता रहती है। तथ्यों को प्राप्त करने हेतु अवलोकन, साक्षात्कार, प्रश्नावली, रेखाचित्र, मानचित्र, धरातल पत्रक अथवा किसी अन्य विधि का प्रयोग किया जा सकता है।

16.2.3.3 निदानात्मक (Diagnostic Approach)

क्षेत्र अध्ययन से प्राप्त निष्कर्षों को समस्या के समाधान के लिए भी प्रस्तुत किया जा सकता है। निदानात्मक अध्ययन की निम्नांकित विशेषताऐं हैं –

(i) उपकल्पनाओं का निर्माण और उसी आधार पर सम्पूर्ण क्षेत्र अध्ययन का संचालन।

(ii) प्रकृति –मानव सम्बन्धों से उत्पन्न पर्यावरण समस्याओं के उपचार की खोज।

(iii) निदानात्मक विधि में क्षेत्र अध्ययनकर्ता समस्या के समाधान अवश्य ढूंढता है, किन्तु उस समस्या को हल करना उसका कार्य नहीं होता, वह तो केवल वैज्ञानिक तौर पर रास्ता बता सकता है जिसके आधार पर समस्या के सुलझाने का कार्य किया जा सकता है।

16.3 क्षेत्र अध्ययन में भौगोलिक प्रक्रिया एवं तकनीक (Geographical process and technique of field study)

क्षेत्र अध्ययन की प्रक्रिया अनेक चरणों से होकर सम्पादित की जाती है। सामान्यत: क्षेत्र अध्ययन की प्रक्रिया में निम्नांकित चरणों अथवा उपकरणों का उल्लेख किया जाता है –

16.3.1 समस्या का चयन (Selection of problem)

क्षेत्र अध्ययन का यह प्रथम चरण अत्यन्त महत्वपूर्ण है। कोई भी अध्ययन कार्य उस समय तक प्रारम्भ नहीं किया जा सकता जब तक कि समस्या अर्थात् विषय का चुनाव नहीं कर लिया जाता। अध्ययन हेतु समस्या का चुनाव करते समय यह देखना होगा कि विषय से सम्बन्धित आवश्यक तथ्य उपलब्ध हो सकेंगे या नहीं, किन भौगोलिक उपकरणों एवं तकनीक काम में लेते हुए तथ्यों – आँकडों को संकलित किया जा सकेगा, अध्ययन कार्य साधनों की सीमितता को ध्यान में रखते हुए समय पर पूरा किया जा सकेगा अथवा नहीं तथा विषय की सामान्यीकरणों के प्रतिपादन की दृष्टि से उपयोगिता है। विषय के दोषपूर्ण चुनाव से श्रम व साधनों का अपव्यय होता है। समस्या के चुनाव में निम्न बातों का ध्यान रखने पर जोर दिया जाता है –

(i) समस्या ऐसी होनी चाहिए जिसको समझने की अध्ययनकर्ता स्वयं योग्यता रखता हो ताकि अध्ययन कार्य एक निश्चित अवधि में पूरा किया जा सके। (ii) अध्ययन की जाने वाली समस्या से सम्बन्धित यदि कोई अन्य शोध या सामग्री उपलब्ध नहीं हो तो समस्या (विषय) का क्षेत्र अधिक व्यापक नहीं होना चाहिए। (iii) उपलब्ध तकनीक की सहायता से समस्या का अध्ययन किया जा सकता या नहीं, और (iv) समस्या के चुनाव से क्षेत्र अध्ययन के माध्यम से वैज्ञानिक निष्कर्ष निकाले जा सकेंगे? तात्पर्य यह है कि अध्ययन के लिए किसी ऐसी समस्या का चुनाव नहीं कर लेना चाहिए जिसके लिए वैज्ञानिक तकनीक या सामग्री उपलब्ध नहीं हो, जिसके लिए प्रमाणित तथ्य एकत्रित करना सम्भव नहीं हो तथा जिसकी भौगोलिक दृष्टि से उपयोगिता नहीं हो।

16.3.2 समस्या की पहचान (Identification of problem)

क्षेत्र अध्ययन में अनेक प्रकार की समस्याओं का बाहुल्य होता है। इसलिए अध्ययनकर्ता के लिए यह महत्वपूर्ण है कि वह समस्या (विषय) की सम्पूर्ण चयन विधि से पूर्णत: परिचित हो। विभिन्न मूल्यों से युद्ध क्षेत्रीय अध्ययनकर्ता निश्चय ही विभिन्न प्रकार के शीर्षकों का चुनाव करते हैं किन्तु यह कहना भ्रमपूर्ण है कि शीर्ष के चुनाव में वैयक्ति मूल्य ही एक मात्र निर्धारक है। वस्तुस्थिति यह है कि क्षेत्र अध्ययन के शीर्षक का चुनाव पर्यावरण घटकों द्वारा भी प्रभावित होता है।

समस्या की पहचान से तात्पर्य समस्या के समस्त पक्षों के स्पष्टीकरण से है। जब तक अध्ययनकर्ता समस्या का प्रतिपादन नहीं कर लेता तब तक वह इस बात से अनभिज्ञ होता है कि वस्तुत: उसे क्या करना है तथा किन –किन प्रश्नों को खोजना है। क्योंकि प्रकृति में होने वाले परिवर्तन समस्या की प्रकृति तथा उसके स्वरूप को भी परिवर्तित करते हैं। क्षेत्र अध्ययन में विशिष्ट क्षेत्र की स्थिति एवं स्थल निर्धारक के पश्चात् निमांकित शीर्षकों के संदर्भ में समस्या की पहचान की जा सकती है –

(i) विशिष्ट क्षेत्र की सामाजिक–सांस्कृतिक संरचना (socio cultural structure) अर्थात् मानव –वातावरण, जनसंख्या, नृवंशीय समूह (ethenic groups) की संरचना, जाति –प्रथा, मेले, त्यौहार आदि।

(ii) क्षेत्र के पारिस्थितिक तंत्र (eco system), जैव –विधिता (bio diversity) का अध्ययन।

(iii) अधिवासों की स्थिति (विशेषत: ग्रामीण अधिवास), आकार, प्रकार एवं प्रतिरूप।

(iv) ग्रामीण भू –उपयोग, कृषि, उद्योग, परिवहन, नगरीय अधिवास उप–स्तरीय बसाव (sub standard settlement) की समस्याऐं, नगरीय पदानुक्रम (urban hicrachiey)

(v) ग्रामीण कृषि व्यवसाय, उपज का परिवहन, कृषि उपज का भण्डारण, सहकारी संस्थाऐं।

(vi) ग्रामीण विकास की विभिन्न योजनाऐं एवं उनकी दशा जैसे नरेगा (NREGA), IRDP, महिला कल्याण योजनाऐं तथा इन योजनाओं का ग्रामीण जीवन स्तर एवं अर्थव्यवस्था पर प्रभाव।

16.3.3 प्राक्कल्पना का निर्माण (Formation of hypothesis)

क्षेत्र निर्धारण के साथ क्षेत्र कार्य की प्राक्कल्पना क्षेत्र अध्ययन के कार्य को दिशा प्रदान करती है। इसकी सहायता से अध्ययन इधर–उधर भटकने से बच जाता है। यह बताती है कि सूचनाओं तथा आंकड़े में से क्या ग्रहण करना है और क्या छोड़ देना है? इससे अध्ययन का कार्य – क्षेत्र

निर्धारित होता है, आने का मार्ग व दिशा स्पष्ट होती है। तथ्यों के आधार पर प्राक्कल्पना सत्य भी प्रमाणित हो सकती है और असत्य भी किन्तु क्षेत्र अध्ययन के कार्य को सफल बना देती है, दिशाहीन अध्ययन पर अंकुश लगाती है, ऐसे तथ्यों को एकत्रित करने पर रोक लगाती है जे क्षेत्र अध्ययन की दृष्टि से अनावश्यक है।

16.3.4 सम्बन्धित सामग्री का अध्ययन

सम्बन्धित विषय सामग्री में प्रलेख, लेख, पत्र–पुस्तकें, प्रतिवेदन, शोध ग्रन्थ, आलेख, चित्र–मानचित्र, भू–पत्रक, खसरा मानचित्र, हवाई चित्र, सांख्यिकी आकड़े, क्षेत्र अध्ययन से सम्बन्धित उपकरण आदि आते है। इससे क्षेत्र अध्ययन के कार्य सरल हो जाते हैं और अध्ययन की विभिन्न प्राविधियों का ज्ञान भी हो जाता है एवं किए हुए शोध कार्य को पुन: दोहराने की मूल रूप से भी छुटकारा मिल जाता है। अध्ययन कार्य की सही रूपरेखा तैयार करने में मदद मिलती है। सामग्री के अध्ययन से निम्नलिखित लाभ मिलते हैं– (i) ऐसी अन्तर्दृष्टि (Insight) प्राप्त होती है जिससे वह समुचित प्रश्नावली तैयार कर सूचनाऐं एकत्रित कर सकता है। (ii) अध्ययन कार्य में उपयोगी पद्धतियाँ तथा तकनीक की जानकारी हो जाती है। (iii) अवधारणाओं को समझने तथा प्राक्कल्पनाओं के निर्माण में सहायता मिलती है तथा (iv) समस्या से सम्बन्धित उन पहलुओं पर ध्यान दिया जा सकता है, जिन पर अन्य अध्ययनकर्ताओं ने पूर्व में ध्यान नहीं दिया हो।

बोध प्रश्न – 1

1. क्षेत्रीय अध्ययन में समस्या का चयन करते समय किन बातों का ध्यान रखते हैं?

   ....

   ....

2. क्षेत्रीय अध्ययन में प्राक्कल्पना की क्या उपयोगिता है?

   ....

   ....

16.4 सांख्यिकी संग्रहण तथा स्त्रोत (Source of data)

सांख्यिकीय संकलन में अलग–अलग स्त्रोतों का प्रयोग किया जाता है। सामान्यत: यह क्षेत्र अध्ययनकर्ता पर निर्भर है कि वह किन – किन स्त्रोतों से अपनी समस्या से सम्बन्धित सामग्री का संकलन करे। अध्ययन की आवश्यकता एवं उद्देश्यों पर भी यह निर्भर करता है कि कौनसे स्त्रोत आकड़ों के संकलन के लिए आवश्यक है। प्राय: सांख्यिकीय आकड़ों (सूचनाओं) के संकलन के दो स्त्रोत उल्लेखनीय हैं –

(i) क्षेत्रीय स्त्रोत (Field source)

(ii) प्रलेखीय स्त्रोत (Document source)

(i) **क्षेत्रीय स्तोत्र (Field Source):** इसमें अध्ययनकर्ता को अपने अध्ययन क्षेत्र में कार्य करना पड़ता है और उसी दौरान अवलोकन, साक्षात्कार तथा प्रश्न–अनुसूची आदि तकनीक से सम्बन्धित तथ्यों का संकलन करने हेतु उपयुक्त विधि का चयन करता है। यह समस्या की

प्रकृति, उत्तरदाताओं के शैक्षणिक स्तर तथा जानकारी पर आधारित है। विस्तृत जानकारी हेतु तथा उत्तरदाताओं का भौगोलिक दृष्टि से दूर–दूर फैले होने पर प्रश्नावली का प्रयोग अधिक उपयोगी माना जाता है। इसके अतिरिक्त अवलोकन प्रविधि सर्वाधिक लाभप्रद मानी जाती है क्योंकि यह क्षेत्र के स्वरूप को आलेखित करती है जैसे क्षेत्र की स्थलाकृति, कृषि स्वरूप, मानव अधिवासों के प्रकार तथा प्रतिरूप, परिवहन आदि।

(ii) **प्रलेखीय स्त्रोत (Document Source):** जिसमें समस्या से सम्बन्धित प्रकाशित अथवा अप्रकाशित दस्तावेजों, पत्रों, रिपोर्ट, रेखाचित्र, मानचित्र, खसरा –रिपोर्ट, भूमि –उपयोग के आकड़े, कृषि उत्पादन, जनसंख्या तथा जलवायु सम्बन्धी आकड़ों आदि सम्मलित रहते हैं।

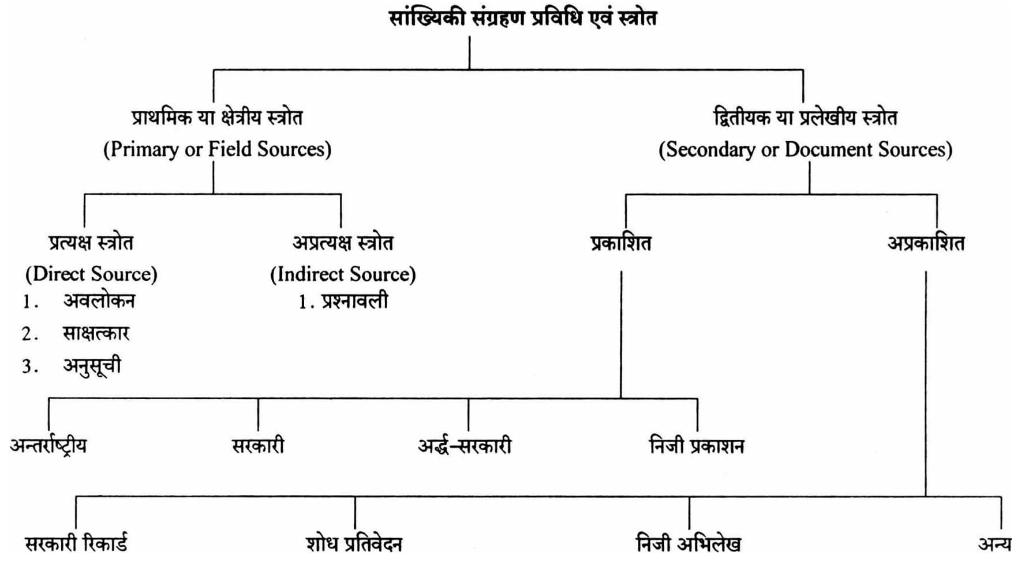
भौगोलिक अध्ययन में क्षेत्रीय तथा प्रलेखीय आधार पर जो भी तथ्य एकत्रित किये जाते हैं वे सांख्यिकी आँकड़े कहलाते हैं। मोटे तौर पर आकड़ा शब्द से तात्पर्य 'प्रत्युत्तरों के अभिलेखन (Product of responses) से है। यद्यपि क्षेत्रीय अध्ययन के अन्तर्गत आंकड़े अनेक स्वरूप ग्रहण करते हैं फिर भी इनमें एक सामान्य संरचना एवं अर्न्तसम्बन्ध देखे जा सकते हैं, जिनके तीन अंग हो सकते

(i) विश्लेषण के तत्व (Elements of analysis) अथवा क्षेत्रीय अध्ययन की इकाईयाँ।

(ii) विभित्तियाँ (Dimensions) अथवा चर (variables) जिनका क्षेत्र के संदर्भ में अध्ययन किया जाता है, तथा

(iii) अध्ययन किये गए चरों पर इकाईयों के मूल्य (value of units) जो परिस्थितियों द्वारा प्राप्त होते हैं।

सामान्यत: आंकड़े तथा उनके स्त्रोतों को दो भागों में विभाजित किया जाता है – (1) प्राथमिक आंकड़े (Primary data) तथा (2) द्वितीयक आँकडे (Secondary data)। जो सांख्यिकीय आँकड़े अध्ययनकर्ता अथवा संस्था द्वारा पहली बार संकलित किये जाते हैं उन्हें प्राथमिक आँकडे कहते हैं इसके विपरीत वे आंकड़े जिन्हें अध्ययनकर्ता स्वयं एकत्रित न करके किसी प्रकाशित अथवा अप्रकाशित स्त्रोत से प्राप्त करता है वे द्वितीयक स्त्रोत आंकड़ें होंगे। संक्षेप में यह कहा जा सकता है कि प्राथमिक आँकडों का स्त्रोत मौलिक होता है जबकि द्वितीयक आंकड़े पूर्व में संग्रहित होते हैं। सांख्यिकीय संग्रहण प्रविधियों तथा स्त्रोत निम्न हैं –



16.4.1.1 व्यक्तिगत प्रेक्षण (Personal observation)

अवलोकन से तात्पर्य प्रेक्षण तथा निरीक्षण करने से है यह क्षेत्र अध्ययन का आधार माना जाता है जो अवलोकन से प्रारम्भ होता है और उसे सत्यापन के लिए अन्ततः आवश्यक रूप से अवलोकन पर ही पुन: लौट आना पड़ता है। क्षेत्र अध्ययन तभी प्रमाणिक बन सकता है जब वह भौगोलिक तथा सामाजिक संरचना का प्रत्यक्ष अवलोकन एवं उनका वर्गीकरण करे। अत: स्पष्ट है कि अवलोकन प्राथमिक सामग्री संकलित करने की एक प्रत्यक्ष एवं महत्वपूर्ण प्रविधि है। इसमें अध्ययनकर्ता विशिष्ट क्षेत्र का निरीक्षण करता है, उसे समझता है और सम्बन्धित आकड़ों (सामग्री) का संकलन का प्रारूप निश्चित करता है। क्योंकि क्षेत्र विविध एवं जटिल प्रकृति का होता है, सभी प्रकार के तथ्यों का अध्ययन एक ही प्रकार के अवलोकन को नियन्त्रित, सहयोगी तथा असहयोगी श्रेणियों में बांटा जाता है।

क्षेत्र की व्यापकता एवं विविधता को देखते हुए अध्ययन कार्य एक समूह द्वारा किया जाता है। यह तथ्यों के अवलोकन करने तथा उनका आलेखन करने पर निर्भर करता है, यद्यपि आकड़ों का संकलन रख वर्गीकरण एक केन्द्रीय व्यक्ति द्वारा ही किया जाता हैं। अवलोकन में प्रमाणिकता रख विश्वसनीयता लाने के लिए निम्नांकित प्रक्रिया अपनाई जाती है –

(1) क्षेत्र अध्ययन का कार्य प्रारम्भ करने से पहले अवलोकन की एक विस्तृत योजना बना ली जाती है, जिसमें यह तय कर लिया जाता है कि कौन–कौन से तथ्यों का संकलन किस प्रकार से करना है? क्षेत्र को छोटे–छोटे भागों में विभाजित कर देना चाहिए ताकि संचालन और संगठन में एकरूपता रहेगी तथा परस्पर तुलना भी हो सकेगी।

(2) प्रमाणिकता के लिए अवलोकन अनुसूचि का प्रयोग भी किया जा सकता है। अवलोकनकर्ता क्षेत्र के प्राकृतिक पर्यावरण जैसे धरातल की बनावट, मिट्टियों के प्रकार, प्राकृतिक वनस्पति सांस्कृतिक तथा सामाजिक प्रारूपों से अर्न्तसम्बन्ध, जैव विविधता (Bio Diversity), पारिस्थितिक तंत्र (Eco system), नृवंशीय समूह (Ethenic group) मानव अधिवासों की स्थिति रख आकार, कृषि, जनसंख्या का स्वरूप आदि के बारे में प्रत्यक्ष जानकारी प्राप्त करके अनुसूची में दर्ज करता है।

अनुसूची अध्ययन क्षेत्र से सम्बन्धित समस्या की एक व्यवस्थित तथा वर्गीकृत प्रश्न सूची होती है। अनुसूची तथा प्रश्नावली में केवल यह अन्तर होता है कि प्रश्नावली तो स्वयं उत्तरदाता द्वारा भरी जाती है जबकि अनुसूचि साक्षात्कार द्वारा प्रश्न पूछकर भरी जाती है। इस प्रकार अनुसूची तकनीक से शिक्षित तथा अशिक्षित दोनों सूचनादाताओं से आकड़े प्राप्त किए जा सकते हैं। अनुसूचि का प्रयोग करने के दौरान क्षेत्र का अवलोकन भी हो जाता है जबकि प्रश्नावली में ऐसा अवसर नहीं मिलता। साक्षात्कार विधि में सूचनादाता से व्यक्तिगत सम्पर्क करके आंकड़े एकत्रित किये जाते हैं। इसमें निम्न बातों का ध्यान रखना चाहिए –

(i) साक्षात्कार प्रारम्भ करने से पूर्व सूचनादाता को साक्षात्कार का उद्देश्य बतला देना चाहिए।

(ii) साक्षात्कार आपसी सदभावपूर्ण वातावरण में करना चाहिए।

(iii) केवल भलिभाँति पूर्व निर्धारित प्रश्न ही पूछने चाहिए और प्रश्नों की भाषा सरल तथा एक अर्थी हो ताकि सूचनादाताओं को अधिक से अधिक बोलने को बाध्य होना पड़े।

(iv) साक्षात्कार के अन्त में यह पूछ लेना भी लाभकारी होता है कि वह अमुक विषय के बारे में ओर किया जाता है।

16.4.1.3 प्रश्नावली (Questionnaire)

साधारणत: क्षेत्र से सम्बन्धित सूचनाऐं प्राप्त करने के लिए बनाए गए प्रश्नों की सुव्यवस्थित सूचि को प्रश्नावली की संज्ञा दी जाती है प्रश्नावली की संरचना क्षेत्र की समस्या (विषय) के लक्षण, अध्ययन के उद्देश्य तथा क्षेत्र की विशेषताओं को ध्यान में रखकर की जाती है। विषय से सम्बन्धित प्रश्नावली तैयार करने में निम्नांकित बातों का ध्यान रखा जाना चाहिए – (1) प्रश्नों की संख्या कम हो, प्रश्न सरल, स्पष्ट व एक अर्थक हों, (2) प्रश्न ऐसे हों जिनका उत्तर हाँ या नहीं में दिये जा सकें, (3) प्रश्न एक दूसरे को पुष्ट करने वाले हों, (4) प्रश्नों की प्रकृति ऐसी होनी चाहिए कि अभीष्ट सूचना को प्रत्यक्ष रूप से प्राप्त कर सकें।

इस प्रश्नावली की प्रकाशित प्रतियाँ डाक द्वारा सूचनादाताओं के पास भेज दी जाती है और सूचनादाता उसे भरकर अध्ययनकर्ता को वापिस लौटा देते हैं। बड़े रख व्यापक क्षेत्र के अध्ययन में प्राय: इस तकनीक का प्रयोग होता है।

प्रश्नावली के गुण

चुकि प्राथमिक तथ्यों के संकलन में प्रश्नावली तकनीक अत्यन्त महत्वपूर्ण है इसलिए इनके गुणों के कारण क्षेत्रीय तथ्यों को आसानी से एकत्रित किया जा सकता है। इसके कुछ गुण निम्नांकित हैं –

(i) प्रश्नावली एक विस्तृत क्षेत्र में बिखरे हुए तथ्यों और व्यक्तियों के समूह में से सूचनाऐं संकलित करने की शीघ्रतम तथा सरलतम तकनीक है। प्राय: राज्यों तथा बड़े क्षेत्र की जनसंख्या का अध्ययन प्रश्नावली द्वारा सफलतापूर्वक किया जाता है।

(ii) चूकि प्रश्नावली भरते समय अध्ययनकर्ता सूचनादाता के समक्ष उपस्थित नहीं रहता है। अत: वह खुलकर स्वतंत्रतापूर्वक क्षेत्र की समस्या के विषय में विचार प्रकट करता है। फलस्वरूप प्रमाणिक सूचनाऐं प्राप्त होती हैं।

(iii) प्रश्नावली से प्रमाणीकृत परिणाम प्राप्त होते हैं, जिन्हें सारणीबद्ध तथा सांख्यिकीय रूप से प्रयोग मे लाया जा सकता है। अत: प्राप्त सूचनाओं का वर्गीकरण, सारणीयन एवं श्रेणीबद्ध करना सरल होता है।

(iv) प्रश्नावली द्वारा प्राप्त परिणामों की परस्पर तुलना सहजता से की जा सकती है।

प्रश्नावली के दोष

(i) प्रश्नावली केवल शिक्षित लोगों के लिए ही प्रयोग योग्य होती है क्योंकि सूचनादाता को स्वयं उन्हें पढ़कर भरना होता है। अत: इसका प्रयोग ग्रामीण क्षेत्रों में सीमित मात्रा में ही हो सकता है।

(ii) प्रश्नावली बहुत कम संख्या में लौटकर आती है और कई बार प्रश्नावली में मुख्य प्रश्नों के उत्तर टाल दिए जाते हैं अथवा लापरवाही के कारण छूट जाते हैं।

(iii) प्रश्नावली तकनीक द्वारा क्षेत्र अध्ययन हेतु चयनित निदर्शन (sampling) क्षेत्र का पूर्ण प्रतिनिधित्व नहीं कर पाता है क्योंकि क्षेत्र में शिक्षित तथा अशिक्षित सभी प्रकार के लोग

रहते हैं। अत: समग्र सम्बन्ध में वैज्ञानिक ढंग से सामान्यीकरण करना सम्भव नहीं हो पाता है।

16.4.1.4 दूरसंवेदन एवं वायु–फोटो प्रविधि (Remote sensing and air photo technique)

प्राथमिक सांख्यिकी संकलन की सुदूर संवेद ग्रहण और वायु–फोटो प्रविधि विशेष उल्लेखनीय है। यह एक सूचना संग्रहण तकनीक है जिसके अन्तर्गत किसी क्षेत्र के सम्पर्क में न जाकर भी उसके विषय में दूर से ही विभिन्न प्रकार की सूचनाऐं प्राप्त की जाती हैं। धरातल के विभिन्न तथ्यों से सम्बन्धित सूचनाऐं सुदूर अन्तरिक्ष में संग्रहित की जाती हैं वहाँ से सभी सूचनाऐं भू–केन्द्रों तक उपग्रहों द्वारा प्रेषित की जाती हैं। इन प्रविधियों द्वारा विस्तृत अध्ययन क्षेत्रों से सम्बन्धित सभी सूचनाऐं रथ आंकड़े अपेक्षाकृत अल्प समय में ही संकलित किए जा सकते हैं। उपग्रहों से प्राप्त पृथ्वी–तल के फोटो–चित्र एवं रेडियों संकेतों की सहायता से महाद्वीपों, महासागरों की संरचना, खनिज सम्पदा, वनसम्पदा, कृषि क्षेत्रों, वायुमण्डल दशाओं मानव अधिवासी आदि से सम्बन्धित सांख्यिकी प्राप्त कर उनका प्रबन्ध और मानचित्रण किया जाता है। इनके द्वारा क्षेत्र के भू–उपयोग, भू–आकृति, परिवहन मार्ग, मिट्टियों आदि के सम्बन्ध में महत्वपूर्ण सूचनाऐं भी एकत्रित की जाती हैं।

16.4.1.5 भौगोलिक सूचना तन्त्र (Geographic Information system)

भौगोलिक सूचना तन्त्र (GIS) भौगोलिक आकड़ों के संग्रहण, प्रदर्शन, विश्लेषण और मानचित्रण की एक कम्पयूटर आधारित प्रविधि है। भूगोल के अध्ययन क्षेत्र में तथ्यों की बढ़ती हुई विविधता, उनके जटिल तन्त्र से शीघ्र निष्कर्ष निकालना श्रम एवं समय साध्य होता जा रहा है। इसलिए वैज्ञानिकों ने ऐसे कम्पयूटर प्रोग्राम और सोफ्टवेयर पेकेज विकसित किए हैं, जिनके आधार पर अनेक प्रकार के भौगोलिक आँकडों के जटिल तंत्र का शीघ्र विश्लेषण मानचित्रण एवं प्रदर्शन करना अत्यन्त सरल हो गया है। आधुनिक संदर्भ में इस तकनीक को भौगोलिक सूचना तन्त्र (GIS) कहा जाता है। दूर संवेद तकनीक सर्वेक्षण, क्षेत्रीय सूचना संग्रहण, विश्लेषण, प्रदर्शन और कम्पयूटर विज्ञान का समान्वित प्रतिरूप है। वर्तमान में क्षेत्रिय अध्ययन में इस प्रविधि द्वारा भौगोलिक आंकड़े का संग्रहण, मानचित्रण एवं विश्लेषण किया जाता है।

16.4.2 द्वितीयक या प्रलेखीय स्त्रोत

विभिन्न विभागों एवं संस्थाओं द्वारा जब नियोजित रूप में किसी विशिष्ट क्षेत्र की विभिन्न समस्याओं के बारे में उनका अभिलेखीय संग्रह कर लिया जाता है तो उन्हें द्वितीयक या प्रलेखीय सांख्यिकी कहते हैं। वास्तव में ये निश्चित समयान्तराल पर सर्वेक्षण द्वारा प्राप्त किए जाते हैं। तत्पश्चात सम्बन्धित संस्थाऐं अपने –अपने उद्देश्य के अनुसार इनका उपयोग करती है। द्वितीयक आंकड़े प्रकाशित एवं अप्रकाशित दोनों प्रकार के स्त्रोतों से प्राप्त किए जा सकते हैं –

16.4.2.1 प्रकाशित स्त्रोत

(i) **अन्तर्राष्ट्रीय प्रकाशन :** संयुक्त राष्ट्र संघ के तत्वाधान में कई संस्थाऐं जैसे आई.ए.ई.ए., आई. एल.सी., एफ.ए.ओ, डब्ल्यू.एच.ओ., यूनेस्को आदि सदस्य देशों से प्राप्त आकड़ों का प्रकाशन करती रहती है।

(ii) **सरकारी प्रकाशन :** केन्द्रीय तथा राज्य सरकार के विभिन्न विभाग या मंत्रालय आंकडे प्रकाशित करते हैं जैसे जनगणना रिपोर्ट, रिजर्व बैंक के बुलेटिन, सांख्यिकीय सारांश, मौसम रिपोर्ट, तथा सरकारी आयोग व समितियों के प्रतिवेदन ऐसे प्रकाशनों के उदाहरण हैं।

(iii) **अर्द्ध–सरकारी प्रकाशन :** विभिन्न नगरपालिकाऐं, नगर निगम तथा जिला परिषद समय–समय पर प्रतिवेदन प्रकाशित करते हैं। जिनमें आवास रख परिवहन तथा पंचायतों से सम्बन्धित आँकडों रण अध्ययन प्रकाशित होते हैं।

(iv) दैनिक तथा साप्ताहिक समाचार पत्रों तथा पत्रिकाओं के माध्यम से भी सांख्यिकीय आँकड़े प्राप्त किये जा सकते हैं। समाचार पत्रों में कृषिमडियों के भाव, कृषि उपज, ग्रामीण गतिविधियों के ब्यौरे प्रकाशित होते रहते हैं।

16.4.2.2 अप्रकाशित स्त्रोत

अप्रकाशित स्त्रोत प्राय: अभिलेखों (records) तथा शोध–प्रबन्धों के रूप में होते हैं जैसे –

(i) सरकार तथा विभिन्न मंत्रालयों द्वारा राष्ट्रीय तथा राज्य स्तर पर विभिन्न विषयों से सम्बन्धित प्रकाशित की जाने वाली सूचनाऐं –आँकड़े जो गाँव, ब्लॉक या तहसील स्तर पर सम्बन्धित कार्यालयों में अभिलेखों के रूप में उपलब्ध होते हैं। गाँव विशेष के कृषि तथा पशुपालन सम्बन्धी आकड़े तहसील कार्यालय से प्राप्त किये जा सकते हैं। अथवा सरकारी कार्यालयों से कई आकड़े मूलरूप से प्रकाशित नहीं किए जाते हैं; अप्रकाशित अभिलेखों के रूप में होते हैं।

(ii) अप्रकाशित शोध –प्रबन्धों, कम्पनियों, व्यापार संघों आदि से भी अप्रकाशित आँकqए प्राप्त किये जा सकते हैं।

बोधप्रश्न – 2

1. सांख्यिकीय आँकडों के संकलन के क्या स्त्रोत हैं?

   ....

   ....

2. प्रलेखीय स्त्रोत से आप क्या समझते हैं?

   ....

   ....

3. अनुसूची एवं प्रश्नावली में क्या अन्तर है?

   ....

   ....

4. दूर संवेदन तकनीकी क्या है?

   ....

....

5. भौगोलिक सूचना तंत्र से आप क्या समझते हैं?

....

....

16.5 निदर्शन अथवा प्रतिदर्शन विधि (Sampling method)

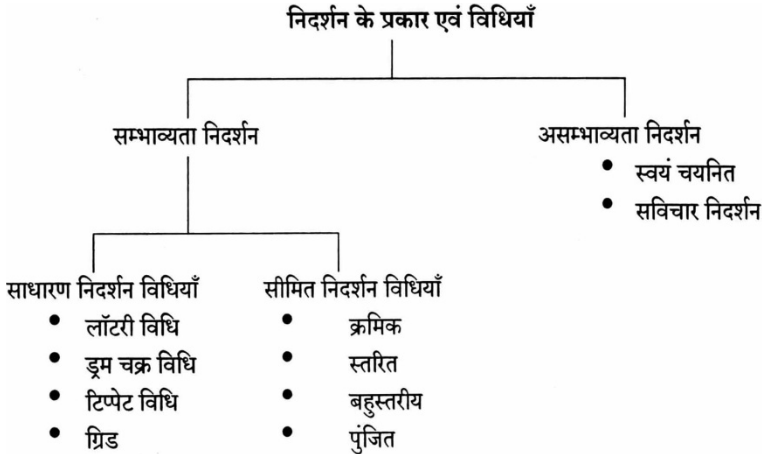
भौगोलिक सूचनाऐं काफी विस्तृत होती हैं विशेष रूप से मानवीय तथ्य इतनी अधिक संख्या और परिवर्तन शील प्रकृति वाले हैं कि एक निश्चित उद्देश की पूर्ति हेतु उनकी विस्तृत जानकारी आवश्यक है। दूसरी ओर सीमित संसाधन के कारण विस्तृत सूचना संग्रह असम्भव होता है। इसलिए अभीष्ट क्षेत्र से नदे के तौर पर इस प्रकार आँकडों का संग्रह करते हैं ताकि वे पूरे समष्टि का प्रतिनिधित्व कर सकें। यही निवेदन अथवा प्रतिचयन (sampling) कहलाती है। निदर्शन विधि वास्तव में प्रतिदर्शन (नमूना) का विधि तंत्रात्मक विकास है। अर्थात् किसी भी समाष्टि में कुछ तथ्यों को निश्चित करके उसके बारे में सर्वेक्षण किया जाता है तो उसे ही प्रतिदर्श कहते हैं।

निदर्शन विधि का आधार : निदर्शन विधि का प्रमुख आधार सम्भाव्यता का सिद्धान्त है जिसके अनुसार हम यह मानकर चलते हैं कि किसी विस्तृत समष्टि (universe) में से उसके कुछ भाग का ही सर्वे क्षण करके समष्टि के व्यवहार को जाना जा सकता है। इसमें दो मुख्य नियम कार्य करते हैं।

(i) सांख्यिकी निरूतरता का नियम (Law of statistical regularity)

(ii) व्यापक संख्याओं की स्थिरता का नियम (Law of inertia of large number)

प्रथम परिस्थिति में यदि किसी बड़ेसमूह अथवा समष्टि में से यादृच्छिक (Random) आधार पर कुछ का चयन कर लिया जाये तो वही पूरी समष्टि को व्यक्त करने में सक्षम होता है। जबकि दूसरी परिस्थिति में स्थिरता का नियम कार्य करता है अर्थात् किसी भी कारणवश यदि कुछ तथ्य परिवर्तित होते हैं तो पुन: नए तथ्य आकर उनका स्थान ग्रहण कर लेते हैं। इसलिए तथ्यों की संख्या स्थिर रहती है। यही कारण है कि उस समूह का निदर्शन सर्वेक्षण हर परिस्थिति में समष्टि का प्रतिनिधित्व करता है। सामान्यतया निदर्शन की विकसित विधियाँ को चार वर्गों में बांटा जा सकता है –



16.5.1 सम्भाव्यता निदर्शन (Probability Sampling)

सम्भाव्यता निदर्शन का तात्पर्य किसी समष्टि के कुछ भाग को लेकर उसका अध्ययन करके सम्पूर्ण क्षेत्र के बारे में जानकारी निकालने से है। यदि किसी क्षेत्र में कोई भी तथ्य लगभग समान रूप में वितरित है अथवा उसकी विशेषतायें समान हैं तो उसके पूरे भाग का अध्ययन न करके केवल थोड़े से भाग के अध्ययन से सम्पूर्ण तथ्य के व्यवहार की व्याख्या की जा सकती है। ओसत वितरण के सिद्धान्त के आधार पर यदि किसी क्षेत्र के कुछ भाग का चयन यादृच्छिक (Random) के आधार पर निकाल कर अध्ययन किया जाये तो प्राप्त निष्कर्ष पूरे क्षेत्र का प्रतिनिधि होता है।

अर्द्ध प्रसम्भाव्यता निदर्शन (Semi probability sampling)

इसके अन्तर्गत जिस क्षेत्र का अध्ययन करना है और यदि उसका विस्तार अपरिमित हो तो सर्वप्रथम कुछ आधारों को लेकर उसको विभिन्न स्तरों (strata) या पुंजों (clusters) में विभाजित करके प्रत्येक स्तर से यादृच्छिक आधार पर चयन करके सर्वेक्षण करते हैं।

16.5.2 असम्भाव्यता निदर्शन (Non probability sampling)

इसमें सर्वेक्षणकर्ता किसी क्रम अथवा नियम के अनुसार इकाइयों का चयन न करके अपनी सुविधानुसार और लागत के संदर्भ में प्रतिचयन करता है। इसलिए इस विधि को यादृच्छिक या अनियमित प्रतिदर्शन करते हैं।

16.5.3 यादृच्छिक निदर्शन (Random sampling)

यादृच्छिक प्रतिदर्शन विधि अधिक उपयुक्त तथा वैज्ञानिक मानी जाती है क्योंकि इसमें प्रतिदर्शन की छाँट पर क्षेत्र अध्ययनकर्ता की राय या पक्षपात का कोई प्रभाव नहीं होता। अत: क्षेत्र की प्रत्येक इकाई को प्रतिदर्श में सम्मलित होने के समान अवसर प्राप्त होते हैं अर्थात् यादृच्छिक प्रतिदर्शन में समग्र की कोई भी इकाई प्रतिदर्श अध्ययन के लिए चुनी जा सकती है। चुनाव भी इस प्रकार किया जाता है ताकि पूरे समष्टि का बोध हो सके। इसकी मुख्यत: तीन विधियाँ प्रयोग में ली जाती है –

16.5.3.1 लॉटरी विधि (Lottery method)

यादृच्छिक निदर्शन की यह एक सरल यान्त्रिक विधि है। इसके अन्तर्गत क्षेत्र की सभी इकाइयों के नाम कागज के एक समान पुर्जियों पर नोट कर लेते हैं। इन पुर्जियों की समान आकार की गोलियाँ बनाकर उन्हें एक थैले में डाल कर ठीक से हिला देते हैं। इसके पश्चात् किसी व्यक्ति से अथवा अध्ययनकर्ता स्वयं जिस संस्था में निदर्शन का चुनाव करना चाहता है उतनी गोलियाँ बारी –बारी से निकाल कर उन पर जिन इकाइयों के नाम या संकेत अंकित होते हैं उन्हें निदर्शन मान लिया जाता है। उदाहरणार्थ 100 इकाईयों की समष्टि में से 10 गोलियाँ निकालते हैं. और–इस प्रकार चुनी गई गोलियों पर लिखी इकाइयाँ समग्र की अभीष्ट प्रतिदर्श मानी जायेंगी।

16.5.3.2 ड्रम चक्र विधि (Rotating drum method)

ड्रम चक्र विधि भी लॉटरी विधि जैसी ही है। इसमें एक ड्रम की आकृति वाले बर्तन का प्रयोग किया जाता है, जिसमें समान आकृति वाले लकड़ी के दस टुकड़े होते हैं जिस पर 0 से 9 तक के अंक लिखे जाते हैं। इस विधि से प्रतिदर्श चुनने से पूर्व समग्र की समस्त इकाइयों की क्रम संख्या निश्चित कर ली जाती है। प्रतिदर्श इकाई ज्ञात करने के लिए ड्रम को ठीक तरह घुमाकर छोड़ देते हैं। ड्रम के संकेतांक पर रूकने पर लकड़ी के टुकड़े पर लिखी संख्या पढ़ ली जाती है। इसी प्रकार बार–बार ड्रम को रोटेट कर प्रतिदर्श इकाई की क्रम संख्या के इकाई, दहाई, सैंकड़ा, हजार आदि के मान ज्ञात कर लिए जाते हैं। जितनी संख्या में प्रतिदर्श छाँटने होते हें उतनी ही बार इस क्रिया को दोहराया जाता है।

16.5.3.3 टिप्पेट की यादृच्छिक संख्याऐं (Tippet's Random method)

महान सांख्यिकी शास्त्री टिप्पेट ने 4 – 4 अंकों वाली हजारों संख्या वाली सारणियाँ बनाई हैं। यदि किसी समष्टि के अन्तर्गत प्रतिदर्शन की बहु त अधिक संख्याओं का चयन करना होता है तो टिप्पेट की सारणी अधिक उपयुक्त मानी जाती है। इस सारणी का प्रयोग करने से पूर्व प्रतिदर्श की सभी इकाइयों को क्रमानुसार लिख लिया जाता है। फिर टिप्पेट की गई सारणी से किसी एक पृष्ट से प्रतिदर्श की इकाइयों को लेना प्रारम्भ करते हैं। चयन का क्रम उर्ध्वाधर (Vertical) या क्षैतिज (Horizontal) दोनों रूपों में किया जा सकता है। उदाहरणार्थ यादृच्छिक संख्याओं के चयन हेतु क्षैतिज रूप में इकाई वाली संख्या के लिए क्रमशः 6, 8, 3, 2, 9 और 1 का चयन करते हैं। दहाई वाली संख्या हेतु 46, 58, 53, 32 आदि का चयन करते हैं। सैकड़ों के लिए 146, 158, 753 आदि का चयन किया जाता है।

टिप्पेट की सारणी (Random sampling table of Tippet)

9146	2158	0753	1232	0729	7181
9694	5488	8485	4798	4112	3262
1168	6862	4194	3596	4473	2047
9259	2117	9887	4881	9390	4151

अतः प्रसम्भाव्यता या यादृच्छिक प्रतिदर्शन भूगोल के विभिन्न्न प्रकार के अध्ययनों के लिए अधिक उपयुक्त है। किसी भी क्षेत्रीय इकाई (field unit) का विस्तृत सर्वेक्षण के लिए उस इकाई के उपक्षेत्रों का यादृच्छिक विधि से प्रतिदर्शन करके सम्पूर्ण इकाई के बारे में आकलन किया जा सकता है। इसलिए भूगोल में इस विधि का सर्वाधिक उपयोग किया जाता है। इसके अतिरिक्त अद्र्ध्प्रसम्भावयता (semi probability sampling) में भी निम्नांकित विधियों का प्रयोग किया जाता है –

16.5.3.4 क्रमिक निदर्शन (systematic sampling)

इस विधि में सर्वप्रथम समग्र की सभी इकाइयों को व्यवस्थित कर लिया जाता है तत्पश्चात् यह निश्चय किया जाता है कि समग्र में से कितनी इकाइयों का चयन निदर्शन हेतु करना है। साथ ही इकाई से दूसरी इकाई के बीच समान संख्यात्मक अन्तराल रखना भी आवश्यक है। इसके लिए कुल इकाइयों की संख्या में निदर्शन की इकाइयों की संख्या से भाग देकर अन्तराल ज्ञात किया

जा सकता है। उदाहरणार्थ अध्ययन क्षेत्र में 100 इकाइयाँ हैं और 20 का चयन करना है तो क्रमानुसार प्रथम इकाई के बाद 100/20 = 5 का अन्तराल रखकर 6वीं इकाई चुनी जायेगी। इस प्रकार 20 इकाइयों का चुनाव कर लिया जाता है।

16.5.3.5 ग्रिड प्रणाली (Grid system)

बहुधा इस विधि का उपयोग भौगोलिक क्षेत्र के चुनाव में किया जाता है। यदि किसी नगर, प्रदेश या अध्ययन क्षेत्र में से कुछ इकाइयों का चयन करना है तो सर्व प्रथम उस क्षेत्र का नक्शा तैयार किया जाता है फिर इस मानचित्र पर भौगोलिक आधार से छोटे –छोटे वर्गों का जाल बना लेते हैं अथवा सेल्युलायड पदार्थ से बनी ग्रिड प्लेट मानचित्र रखते हैं। इस प्लेट पर वर्गाकार खाने बने होते हैं तथा उन पर नम्बर अंकित रहते हैं। पूर्व में तयशुदा इकाइयों के वर्गों को चिन्हित कर लिया जाता है और उन्हें ही निदर्शन का क्षेत्र मानकर अध्ययन किया जाता है।

16.5.3.6 स्तरित निदर्शन (stratified sampling)

भौगोलिक रूप से अधिक उपयोगी विधि है। पृथ्वी के किसी भी भाग में एक समान विशेषताएँ नहीं पाई जाती हैं इसलिए क्षेत्र की विशेषताओं के अनुसार इकाइयों का चयन किया जाता है। विभिन्न स्तरों के क्षेत्रफल अथवा जनसंख्या के आधार पर सम्पूर्ण समष्टि से उनका समानुपातिक प्रतिनिधित्व ज्ञात करते हैं। प्रत्येक संस्तर में इकाईयों का चयन यादृच्छिक (Random) विधि से भी किया जा सकता है। इसलिए स्तरित निदर्शन को दो भागों में विभाजित किया जा सकता है –

(i) स्तरित यादृच्छिक निदर्शन (stratified random sampling)

(ii) स्तरित क्रमिक निदर्शन (stratified systematic sampling)

16.5.3.7 बहुस्तरीय प्रतिदर्शन (Multistage sampling)

जब अध्ययन क्षेत्र बहुत अधिक विस्तृत होता है तो चुनी गई इकाइयों की भौतिक दूरी अधिक होती है। ऐसी स्थिति में किसी एक इकाई के न मिलने पर दूसरी इकाई से सूचना एकत्रित करने के लिए अध्ययनकर्ता को काफी समय इधर–उधर जाने में व्यय करना पड़ता है। इसी कारण चुनी गई इकाइयों को एक निश्चित भौगोलिक क्षेत्र तक सीमित रखा जाये। अत: ऐसी स्थिति में बहुस्तरीय निदर्शन एक उपयुक्त विकल्प है। यदि किसी बड़े क्षेत्र की इकाइयों का अध्ययन करना है तो अग्रांकित स्तरों से गुजरना पड़ता है –

(1) इस विधि में सबसे पहले क्षेत्र को भौगोलिक आधार पर छोटे–छोटे क्षेत्रों में विभाजित किया जाता है।

(2) तत्पश्चात् प्रत्येक क्षेत्र से कुछ ग्रह समूहों का चयन रेण्डम विधि से अर्थात् लॉटरी आदि से किया जाता है।

(3) प्रत्येक गृह समूहों में से कुछ ग्रहों का चयन भी निदर्शन के आधार पर किया जाता है।

(4) अब कुछ ग्रहों में से एक ग्रह को अध्ययन हेतू चुना जाता है। इस प्रकार अन्तिम चुनाव के लिए कई चरणों से होकर गुजरना पड़ता है।

16.5.3.8 पुंजित निदर्शन (cluster sampling)

जब अध्ययन क्षेत्र बहुत विस्तृत तथा विषमताओं से भरा हो तो सबसे पहले उसे क्षेत्रीय इकाइयों में बाँट लिया जाता है। इनमें से महत्वपूर्ण तथ्यों के अध्ययन हेतु अपेक्षित थोड़ी सी इकाइयों का चयन किया जाता है। ये इकाइयों पुंज (cluster) के नाम से जानी जाती है। इसमें सम्पूर्ण अध्ययन क्षेत्र को विभिन्न तथ्यों के आधार पर कई इकाइयों में विभाजित करके यादृच्छिक (random) के आधार पर निदर्शन की इकाईयों का निर्धारण किया जाता है। विभिन्न तथ्यों के सूक्ष्म अध्ययन के लिए प्रथम क्रम की इकाईयों को द्वितीय क्रम में विभाजित करके पुन: यादृच्छिक (रेण्डम) आधार पर चयन करते हैं। आवश्यकतानुसार इसी क्रम को तृतीय, चतुर्थ आदि तक भी बढ़ा सकते हैं।

बोध प्रश - 3

1. प्रतिचयन से क्या तात्पर्य है?

   ....

   ....

2. यादृच्छिक प्रतिचयन को स्पष्ट कीजिये।

   ....

   ....

3. क्रमिक निदर्शन से क्या तात्पर्य है?

   ....

   ....

4. ग्रिड प्रणाली निदर्शन किस प्रकार किया जाता है?

   ....

   ....

5. स्तरित निदर्शन की मुख्य विशेषता दीजिये?

   ....

   ....

16.6 सांख्यिकीय आकड़ों का विश्लेषण–1 (Analysis of statistical data – 1)

क्षेत्र अध्ययन में विभिन्न माध्यमों से एकत्रित सांख्यिकीय आंकड़े का विशाल संग्रह हो जाता है। प्रत्यक्षत: उन आंकडों को देखकर उस क्षेत्र के बारे में कोई भी जानकारी सरलता से प्राप्त नहीं की जा सकती है। इसलिए सांख्यिकीय विश्लेषण की आवश्यकता पड़ती है। सांख्यिकीय विश्लेषण में निम्न प्रक्रिया अपनाते हैं –

16.6.1 आंकड़े का वर्गीकरण

भौगोलिक आंकड़े विभिन्न गुण एवं धर्म वाले होते हैं। समन्वित रूप से संग्रहित उन आंकड़े को उनकी विशेषताओं के आधार पर कई प्रकार के भागों में वर्गीकृत किया जाता है। आंकड़ों के वर्गीकरण में प्राय: दो विधियाँ अपनाई जाती हैं –

16.6.1.1 गुणात्मक वर्गीकरण

इसके अन्तर्गत आकड़ों में निहित गुण अथवा विशेषता के आधार पर उनका वर्गीकरण किया जाता है। उदाहरणार्थ किसी क्षेत्र में वर्षा के प्राप्त आंकड़े को क्षेत्र की इकाईयों के अनुसार, महीनों अथवा मात्रा के अनुसार वर्गीकृत करते हैं। इसी प्रकार क्षेत्र की जनसंख्या के आंकड़ों को पुरुष–स्त्री, साक्षरता, जाति –धर्म, व्यवसायिक संरचना आदि के आधार पर वर्गीकृत किया जा सकता है।

16.6.1.2 परिणात्मक अथवा वर्गान्तर वर्गीकरण

जब आकड़ों में विशेषता के संदर्भ में भिन्नता पाई जाती है तो आकड़ों को वर्ग अन्तराल में विभाजित किया जाता है। इससे आकड़े सरल तथा बोधगम्य बन जाते हैं। उदाहरणार्थ किसी क्षेत्र की आय के अध्ययन में आयु की सीमा 21 से 59 वर्ष के बीच है। अब इस सीमा को चार भागों में विभाजित करने पर सीमा रेखाऐं 30, 40, 50 तथा 60 होंगी। इन वर्गों के बीच वर्ग अन्तराल का परिमाण 10 वर्ष है। इस प्रकार एक विशिष्ट वर्ग अन्तराल के अन्तर्गत पाई जाने वाली अध्ययन की इकाइयों को बारम्बारता भी कहा जा सकता है।

16.6.2 आकड़ों का श्रेणीकरण

सांख्यिकीय आँकडों का वर्गीकरण करके उनको श्रेणीबद्ध किया जाता है क्योंकि आकड़े कई श्रेणियों वाले होते हैं। ये श्रेणियाँ निम्नलिखित होती हैं –

16.6.2.1 व्यक्तिगत श्रेणी (Individual series)

जब किसी भी तथ्य के बारे में प्राप्त आँकड़े अपने आप में पूर्ण होते हैं और आपस में बिलकुल स्वतंत्र होते हैं तो उन्हें व्यक्तिगत श्रेणी के आँकडों के अन्तर्गत रखा जाता है जैसे किसी कक्षा में अध्ययनरत विद्यार्थियों के भार (weight) किसी क्षेत्र में गेहूँ उत्पादन आदि।

16.6.2.2 विच्छिन्न, खण्डित अथवा संतत श्रेणी (Discrete series)

जब क्षेत्र से संग्रहित आंकड़े का स्वरूप विस्तृत हो तथा उनमें कोई निश्चित अन्तर न हो तो उसे विच्छिन्न या खण्डित श्रेणी के आंकड़े कहा जाता है। जैसे किसी अध्ययन क्षेत्र में कृषि उत्पादन के अनुसार गाँवों के संख्या के आंकड़े निम्नांकित तालिका में दर्शाए गए

तालिका – 16. 1

कृषि उत्पादन हजार टन में	गाँवों की संख्या
5	10
7	5
9	7

10	12
6	8
11	15
8	13
15	3

16.6.2.3 अखण्डित अथवा असंतत श्रेणी (Continuous series)

सांख्यिकीय विश्लेषण हेतु जब प्राप्त आकड़ों को विभिन्न इकाईयों में मापन किया जा सके अथवा उनको कई श्रेणियों में विभक्त किया जा सके और विभिन्न इकाइयों में एक निश्चित अन्तराल और सम्बन्ध हो तो उन्हें अखण्डित श्रेणी में रखकर विश्लेषण किया जाता है। जैसे अध्ययन क्षेत्र की विभिन्न इकाइयों में वन क्षेत्र, कृषि भूमि क्षेत्र, जनसंख्या का घनत्व आदि।

16.6.3 सांख्यिकीय आँकड़ों का सारणीकरण (Tabulation of statistics)

प्राय: भौगोलिक सूचनाओं का संग्रह समन्वित रूप में किया जाता है क्योंकि सर्वेक्षण, प्रतिचयन करते समय श्रम तथा समयावधि को ध्यान में रखकर बिना किसी एक क्रम के आँकडे संकलित कर लिए जाते हैं। जब इन्हीं आंकड़ों को व्यवस्था के अनुसार किसी क्रम में रखते हैं तो इस प्रकिया को सारणीकरण कहा जाता है। सारणी के द्वारा प्रस्तुतिकरण से सांख्यिकीय विश्लेषण में सरलता आ जाती है। सारणीयन की निम्नांकित विधियाँ हैं –

16.6.3.1 साधारण सारणी

इसके अन्तर्गत प्राप्त सांख्यिकीय को सरल रूप में आरोही अथवा अवरोही क्रम में व्यवस्थित करके उसका शीर्षक निर्धारित कर लिया जाता है। जैसे किसी क्षेत्र में इकाईयों वार खरीफ की कुल फसलों का उत्पादन हजार टनों में संकलित किया गया है – 431, 283, 44, 283, 370, 447, 723, 617, 413, 30 इनको आरोही तथा अवरोही क्रम में निम्न प्रकार से रखेंगे –

आरोही क्रम –	30,	44,	283,	370,	413,	431,	447,	617,	723
अवरोही कम –	723,	617,	447,	431,	413,	370,	283,	44,	30

16.6.3.2 आवृष्टि सारणीयन

सांख्यिकीय आँकडों की अत्यधिक संख्या के होने पर उपर्युक्त साकार व्यवस्थापन उपयुक्त नहीं रहता है। अत: आँकडों की मात्रा तथा अवीक्षणों के आधार पर आवृति व्यवस्था दी जाती है। जैसे किसी राज्य में जिलानुसार कुल 10,000 हैक्टेयर में वन क्षेत्र के आँकड़े उपलब्ध हैं

10, 39, 39, 16, 42, 42, 22, 57, 16, 29, 29, 24, 10

10, 10, 42, 16, 57, ०5, 14, 14, 42, 57, 01, 10, 03

20, 01, 33, 14, 29, 16, 02, 04, 16, 33, 16, 42, 02, 33

इन सांख्यिकीय आकड़ों की आवृत्ति (frequency) व्यवस्था नियमानुसार की जाएगी –

तालिका. –16.2

वन क्षेत्र 10,000 हेतु	1	2	3	4	5	10	14	16	20	22	24	29	33	39	57

जिलों की संख्या	2	2	1	1	1	6	3	5	1	1	3	3	3	2	3

16.6.3.3 आवृति वितरण सारणीयन

जब प्राप्त आंकड़े की संख्या बहुत अधिक हो तब आवृति वितरण व्यवस्था द्वारा आंकडों का संक्षिप्तीकरण करके बोधगम्य बनाते हैं। इसके लिए वर्गान्तर विधि अपनाई जाती है। वर्गान्तर में सभी आँकडों को एक निश्चित अन्तराल पर वर्गीकृत किया जाता है और प्रत्येक समूह में आवृत्तियां (frequencies) लिखी जाती हैं जैसे उपर्युक्त आँकडों में वर्गान्तर <5, 5–10,10–15 आदि अथवा <4, 4–8, 8–12,12–16 बनाए जा सकते हैं। वर्गान्तर से पूर्व निम्न तथ्यों की जानकारी कर लेनी चाहिए –

(1) **वर्गान्तर का विस्तार –** वर्गान्तर का विस्तार अपनी सुविधानुसार बनाया जाता है। यह मुख्यत: निम्नतम से लेकर अधिकतम तक की मात्रा पर वर्गान्तर का विस्तार निर्भर करता है। इसके लिए निम्न सूत्र अपनाया जाता है –

वर्गान्तर की संख्या = $\frac{\text{आँकडों का प्रसार}}{\text{वर्ग विस्तार}}$(+1

(2) **न्यूनतम वर्गान्तर का मूल्य–** प्राय: सांख्यिकी से वर्गान्तर बनाते समय यह निश्चित करना होता है कि वर्गान्तर बनाते समय यह निश्चित करना होता है कि वर्गान्तर किस संख्या से आरम्भ करें। आरोही क्रम में आकड़ों का न्यूनतम मूल्य प्रारम्भ के वर्गान्तर में आना चाहिए यही कारण है कि उक्त उदाहरण में या <4 से कम अथवा 0–4 मूल्य से वर्गान्तर आरम्भ किया जाता है।

(3) **वर्गान्तर का क्रम –** वर्गान्तर बनाते समय यह निश्चित कर लेना चाहिए कि उन्हें किस क्रम में रखा जाता है। आरोही क्रम में लिखते समय नीचे से ऊपर की ओर बढ़ता जाता है जैसे तालिका– 2 में >52, 48–52, 44–48, 40–44 अथवा अवरोही क्रम में ऊपर से नीचे बढ़ते हुए क्रम <8, 8–16, 16–24, 24–32 आदि वर्गान्तर होंगे।

बोध प्रश्न – 4

1. सतत एवं असतत श्रेणी में अंतर स्पष्ट कीजिए।

....

....

16.7 सांख्यिकीय आकड़ों का विश्लेषण–2 (Statistical Analysis – 2)

केवल आंकड़े जमा कर लेने तथा उनका वर्गीकरण, श्रेणीकरण तथा सारणीयन मात्र से ही क्षेत्रीय अध्ययन कार्य पूरा नहीं हो जाता उनका आगे विश्लेषण करना अगला महत्वपूर्ण कदम है। तथ्य युक्त व्याख्या के बिना कोई भी क्षेत्रीय अध्ययन सफल नहीं हो सकता। इसमें सांख्यिकीय आँकडों के स्वरूप, यथा स्थान तथा अर्न्तसम्बन्धों पर भी विचार किया जाता है क्योंकि आकड़े स्वयं कुछ नहीं कहते, वे मूक होते हैं उनको क्रमबद्ध विश्लेषण तथा चित्रांकन के द्वारा मुखरित बनाया जाता है। उदाहरणार्थ किसी विशिष्ट क्षेत्र से प्राप्त आंकड़े के विश्लेषण के आधार पर एक मानचित्र बोए गए क्षेत्र के प्रतिशत के प्रदर्शन के लिए तैयार किया जाए और दूसरा सम्मोच रेखाओं द्वारा क्षेत्र

के ढलान का मानचित्र बनाया जाए तो ढलान या सामान्य रूप में सभी स्थल रूपों और भू – उपयोग के बीच मात्रात्मक सम्बन्ध स्थापित कर बड़ी आसानी से विश्लेषण कर निष्कर्ष निकाला जा सकता है। ढाल की तीव्रता अधिक होगी तो वहाँ खेती कम होगी क्योंकि सीढ़ीनुमा खेती ढाल की प्रवणता के एक निश्चित अंश जैसे 30 या 40 तक ही हो सकती है। इससे अधिक तीव्र ढालों पर वन (forest) हो सकते हैं या पेड़ों की अंधाधुंध कटाई के कारण वे बंजर हो सकते हैं।

इसी प्रकार विभिन्न फसलों के क्षेत्रफल उत्पादन और प्रति हैक्टेयर उपज, सिंचाई, जनसंख्या आदि आंकडे संग्रहित तथा विश्लेषित किए जाते हैं। क्षेत्रीय प्रतिरूपों और विभिन्नताओं के विश्लेषण में सांख्यिकीय सारणियों से मदद मिलती है। भूगोलवेत्ता उनमें से उपयुक्त आंकड़े की मदद से मानचित्र तैयार करते हैं और उनका विश्लेषण कर निष्कर्ष निकाल लेते हैं।

16.7.1 सांख्यिकीय आँकड़ों के चित्रमय विश्लेषण के आधार

1. आँकडों की प्रकृति के आधार पर विश्लेषण –
   (i) परिमाणात्मक आकड़ों (quantified) का विश्लेषण
   (ii) गैर परिमाणात्मक आंकड़े का विश्लेषण
2. उद्देश्य के आधार पर विश्लेषण –
   (i) क्षेत्रीय इकाइयों का विवरण प्रस्तुत करने के उद्देश्य से किया गया विश्लेषण।
   (ii) केवल प्रतिदर्श का अध्ययन करते हुए प्राचल (parameter) के विषय में प्रतिदर्शनात्मक विश्लेषण।
3. विश्लेषण में प्रयोग की गई विधि के आधार पर–
   (i) सांख्यिकीय विश्लेषण।
   (ii) तार्किक विश्लेषण।
4. तुलना के आधार पर आकड़ों का विश्लेषण –
   (i) अध्ययन क्षेत्र के भौतिक तथा सांस्कृतिक घटकों का तुलनात्मक विश्लेषण।

क्षेत्रीय अध्ययन में भौतिक तथा सांस्कृतिक तथ्यों का अध्ययन किया जाता है। चित्रांकन के लिए किस प्रकार की कार्टोग्राफिक विधि किन तथ्यों के लिए चयनित की जानी है, यह सांख्यिकीय आकड़ों की संख्या, प्रकृति, आकार एवं अध्ययन के उद्देश्य पर निर्भर करती है। चित्रों –मानचित्रों के समूह तथा चित्रांकन की तकनीक को दृष्टिगत रखकर चयन किया जाना चाहिए।

16.8 प्रतिवेदन प्रस्तुति (Presentation of report)

क्षेत्रीय अध्ययन का अन्तिम चरण प्रतिवेदन (report) लेखन है। प्रतिवेदन के द्वारा अध्ययनकर्ता अपने समस्त सर्वेक्षण तथा उसके निष्कर्षों को बताता है। प्रतिवेदन लेखन का स्वरूप समस्या को ध्यान में रखकर तैयार किया जाता है। जैसे क्षेत्र की कृषि अथवा ग्रामीण अधिवासों का अध्ययन किया गया है तो सम्भवत: किसान तथा प्रशासन भी उसके विषय में जानना चाहेंगे और जनसाधारण की रूचि भी उसमें हो सकती है। इसलिए प्रतिवेदन का स्वरूप भी उसी अनुरूप तैयार किया जाएगा। प्रतिवेदन से मुख्यत: दो उद्देश्यों

(i) प्रतिवेदन से यह पता लगता है कि भूगोल के संदर्भ में उस विशिष्ट क्षेत्रीय अध्ययन का स्थान क्या है? प्रतिवेदन में यह स्पष्ट होना चाहिए कि क्षेत्रीय अध्ययन के द्वारा किस

भौगोलिक सिद्धान्त का परीक्षण हुआ है और उसके द्वारा प्राप्त निष्कर्ष से भूगोल के विकास में किस प्रकार सहायता मिलती है।

(ii) क्षेत्रीय अध्ययन में प्रयुक्त समस्त प्रक्रियाऐं प्रतिवेदन में ब्यौरेवार दी रहती हैं। इसके अध्ययन से अन्य भूगोलवेत्ता को यह अवसर मिलता है कि वे जाँचें कि ये प्रक्रियाऐं किस सीमा तक भौगोलिक हैं।

16.8.1 प्रतिवेदन सम्बन्धित सामान्य सिद्धान्त

(1) प्रतिवेदन स्पष्ट तथा सार्थक होना चाहिए।

(2) प्रतिवेदन में क्षेत्रीय विस्तार एवं सूक्षमता का उचित समावेश होना चाहिए।

(3) यथा स्थान आवश्यक सूचना तथा सांख्यिकीय आकड़े अवश्य दिए जाने चाहिए।

(4) सकारात्मक (positive) तथा नकारात्मक (negative) दोनों प्रकार के निष्कर्षों का भी उल्लेख हो।

(5) यथा सम्भव कार्य–प्रक्रिया, विशिष्ट समस्याओं तथा अन्य शीर्षकों से सम्बन्धित सूचनाऐं भी सम्मिलित की जानी चाहिए।

(6) परीक्षणों से प्राप्त परिणामों को स्पष्ट दर्शाए जाने चाहिए।

(7) फुटनोट (foot note) का प्रयोग भी आवश्यकतानुसार किया जाना हित कर रहता है।

(8) प्रतिवेदन यथा सम्भव सूक्ष्म होने चाहिए।

16.8.2 प्रतिवेदन की संरचना

(1) प्रतिवेदन में सर्वप्रथम समस्या का स्पष्टीकरण आवश्यक है। समस्या किसी प्राकृतिक सामाजिक सिद्धान्त पर आधारित हो सकती है अथवा पहले शोध से पैदा हुई भी हो सकती है।

(2) क्षेत्रीय अध्ययन की सीमाओं तथा विषय–क्षेत्र का निर्धारण भी दर्शाना होता है ताकि यह स्पष्ट हो सके कि क्षेत्र के किस भाग का अथवा इकाइयों के समूह से सम्बन्धित है।

(3) अध्ययन के उद्देश्य के साथ प्रतिवेदन की संरचना मे यह भी दर्शाया जाना चाहिए कि अध्ययन मुख्यत: वर्णानात्मक या कार्य– कारण सम्बन्धित है।

(4) प्रतिचयन की पद्धति तथा निदर्शन के स्वरूप का पूरा वर्णन हो। प्रतिचयन किस आधार पर किया गया है, कितने तथ्यों का चयन करने का प्रयत्न किया गया है आदि सभी जानकारियों का समावेश हो।

(5) सांख्यिकीय संग्रहण की पद्धतियों एवं स्त्रोत का भी ब्यौरेवार वर्णन हो।

(6) विश्लेषण का आधार प्रस्तुत करने वाली सारणियों, चित्रों, मानचित्रों आदि का भी उल्लेख हो।

(7) प्रतिवेदन के अन्त में बहुधा एक सारांश भी दिया जाता है जिसमें समस्त समस्या, प्रविधियों, प्राप्त तथ्यों और निष्कर्षों का संक्षिप्त विवरण होता है।

16.8.3 प्रतिवेदन की रूप रेखा (outline of report)

सर्व प्रथम प्रति वेदन की रूप रेखा तैयार की जानी चाहिए और इसे तैयार करते समय यह ध्यान रखा जाना चाहिए कि हम क्या दर्शाना चाहते हैं तथा विभिन्न पहलू एक–दूसरे से किस प्रकार सम्बन्धित हैं। प्रति वेदन की निम्न रूप रेखा प्रस्तुत की जाती है –

1. प्रस्तावना सम्बन्धी सामग्री (Prefatory material)

(i) शीर्षक
(ii) सन्दर्भ सारणियाँ एवं चार्टों की सूची
(iii) प्रस्तावना अथवा प्रक्कथन
(iv) परिणामों का सारांश अथवा सार।

2. प्रतिवेदन की विषय–वस्तु (subject matter)
   (i) परिचय
      (a) समस्या सम्बन्धित कथन।
      (b) क्षेत्र –सर्वेक्षण का स्थान, समय एवं सामग्री।
      (c) प्रयोग में ली गई प्रविधियाँ।
      (d) अनुसूचियाँ, प्रश्नावलियाँ अथवा प्रयुक्त उपकरणों की सूची।
   (ii) परिणामों का विश्लेषण एवं प्रस्तुति करण
      (a) तथ्यों का प्रतिवेदन–सांख्यिकीय आँकड़े, सारणियों, मानचित्रों, भू–पत्रकों आदि का प्रस्तुति करण।
      (b) आंकड़े का विश्लेषण एवं विवेचन।
      (c) आकड़ों पर आधारित निष्कर्ष।
      (d) आवश्यक सामग्री का सूक्ष्म सारांश।

बोध प्रश्न – 5

1. प्रतिवेदन लेखन से कौनसे दो उद्देश्यों की पूर्ति होती है?

   ....

   ....

2. प्रतिवेदन की रूपरेखा बनाते समय किन बिन्दुओं को ध्यान में रखा जाता है?

   ....

   ....

16.9 सारांश (Summary)

प्राचीन समय से ही क्षेत्र अध्ययन भूगोल का प्रमुख अंग रहा है जिसके प्रमाण यूनानी भूगोलवेत्ता टॉकमा एवं मर्केटर द्वारा रचित क्रमश: 'ज्योग्राफीया' ग्रन्थ तथा चेप के विस्तृत मानचित्र में मिलते हैं। स्पष्ट है कि भूगोल में क्षेत्र अध्ययन की परम्परा अत्यन्त पुरानी है।

पारिस्थितिक विश्लेषण का वस्तुनिष्ठ अध्ययन क्षेत्र अध्ययन का प्रमुख अंग है जिसमें प्राकृतिक एवं सांस्कृतिक पर्यावरण के यथार्थ का विश्लेषण किया जाता है। विशिष्ट क्षेत्र की समस्या के चयन एवं पहचान से लेकर सांख्यिकी आकड़ों का संकलन, सामान्यीकरण एवं चित्रांकन तक की प्रक्रिया का निर्वहन किया जाता है।

वर्तमान वैज्ञानिक प्रविधियाँ तथा दूर संवेदन, वायुफोटो –प्रविधि एवं कम्प्यूटरीकृत भौगोलिक सूचना तन्त्र (GSI) ने विविध एवं जटिल तन्त्र से संग्रहण, विश्लेषण एवं निष्कर्ष निकालना अत्यन्त आसान बना दिया है।

क्षेत्र अध्ययन का अन्तिम चरण प्रतिवेदन लेखन द्वारा सम्पन्न किया जाता है जो क्षेत्र के समग्र का भौगोलिक सिद्धान्तों के आधार पर परीक्षण दर्शाता है।

16.10 शब्दावली (Glossary)

- **सम्भाव्यता (Probability) :** सम्भावना की गणितीय माप।
- **निदर्शन (Sampling) :** सर्वेक्षण की एक विशिष्ट विधि जिसमें सम्पूर्ण में से चुने हुए कुछ अंश (प्रतिदर्श) का सवेक्षण किया जाता है।
- **यादृच्छिक निदर्शन (Random Sampling) :** एक प्रायिकता प्रतिचयन (Probability sampling) जिसमें निदर्शन इकाइयों का चयन संभावितता सिद्धान्त के अनुसार किया जाता है।
- **पर्यावरण (Environment) :** पर्यावरण उन समस्त जैविक तथा भौतिक कारकों का समग्र प्रभाव जो सभी सजीवों को प्रभावित करते हैं।
- **पारिस्थितिक विश्लेषण (Ecological Analysis) :** भौगोलिक अध्ययन का एक उपागम जिसमें मनुष्य तथा पर्यावरण के पारस्परिक सम्बन्धों की दृष्टि से तथ्यों का अन्वेषण एवं विश्लेषण किया जाता है।
- **जैव–विविधता (Bio Diversity) :** पादपों एवं प्राणियों में पाइ जाने वाली विविधता।

16.11 सन्दर्भ ग्रंथ (Reference books)

1. आर एन. त्रिवेदी; डी पी. शुक्ला : **रिसर्च मैथ्योडोलॉजी,** कॉलेज बुक डिपो, जयपुर 2001,
2. एम. एल. गुप्ता; डी डी. शर्मा : **सामाजिक अन्वेषण की सर्वेक्षण पद्धतियों,** साहित्य भवन पब्लिकेशन्स, आगरा 2007
3. शर्मा, जे पी. : **प्रायोगिक भूगोल,** रस्तोगी एण्ड कम्पनी, मेरठ 2003,

16.12 बोध प्रश्नों के उत्तर

बोध प्रश्न – 1

1. क्षेत्रीय अध्ययन में समस्या का चुनाव करते समय यह देखना होगा कि क्षेत्र में विषय से सम्बन्धित आवश्यक तथ्य उपलब्ध हो सकेंगे अथवा नहीं। अध्ययन कार्य साधनों की सीमितता को ध्यान में रखते हुए समय पर पूरा किया जा सकेगा अथवा नहीं।
2. यह क्षेत्र अध्ययन के कार्य को दिशा प्रदान करता है। इससे यह आधार मिला जाता है कि सूचनाओं तथा आँकडों में से क्या ग्रहण करना है तथा क्या छोड़ देना है।

बोध प्रश्न – 2

1. सांख्यिकीय आंकड़ों के आकलन के दो स्त्रोत हैं – 1. श्रेत्रीय स्त्रोत, 2. प्रलेखीय स्त्रोत।
2. समस्या से सम्बन्धित प्रकाशित एवं अप्रकाशित दस्तावेज, रिपोर्ट, भूमि उपयोग, जलवायु, कृषि उत्पादन, जनसंख्या आदि सक सम्बन्धित आँकडों सम्मलित होते हैं।
3. प्रश्नावली स्वयं उत्तरदाता द्वारा भरी जाती है, जबकि अनुसूची साक्षात्कार द्वारा प्रश्न पूछकर भरी जाती है।
4. यह एक सूचना संग्रहण तकनीकि है, जिसके अन्तर्गत किसी क्षेत्र के सम्पर्क में न जाकर भी उसके विषय में दूर से ही विभिन्न प्रकार की सूचनायें प्राप्त की जाती है।

5. भौगोलिक सूचना तंत्र भौगोलिक आकड़ों के संग्रहण, प्रदर्शन विश्लेषण और मानचित्रण की एक कम्पयूटर आधारित प्रविधि है।

बोध प्रश्न – 3

1. किसी भी समष्टि में कुछ तथ्यों को निश्चित करके उसके बारे में सर्वेक्षण किया जाता है तो उसे प्रतिचयन कहते हैं।
2. इसमें समग्र की किसी भी इकाई को प्रतिदर्श के अध्ययन के लिये चुना जा सकता है।
3. 3 इसमें समग्र की सभी इकाइयों को व्यवस्थित करने के पश्चात् चुनी जाने वाली इकाइयों की संख्या के आधार पर समान अन्तराल से इकाई का चुनाव किया जाता है।
4. अध्ययन क्षेत्र पर छोटे –छोटे वर्गों का जाल बना लेते हैं तथा पूर्व में तयशुदा इकाइयों के वर्गों को चिन्हित कर प्रतिचयन का चुनाव कर लिया जाता है।
5. इसमें क्षेत्र की विशेषताओं के आधार पर–इकाइयों का चयन किया जाता है।

बोध प्रश्न – 4

1. जन संग्रहित आकड़ों का स्वरूप विस्तृत हो एवं उनमें कोई निश्चित अन्तर न हो तो उसे सतत आंकड़े परन्तु जब इकाइयों में निश्चित अन्तराल व सम्बन्ध हो तो उसे असतत आँकड़े कहते हैं।

बोध प्रश्न – 5

1. (a) भूगोल के क्षेत्र में क्षेत्रीय अध्ययन का स्थान।
   (b) क्षेत्रीय समस्याओं का बेहतर प्रबन्धन एवं नियोजन।
2. (a) प्रस्तावना सम्बन्धी सामग्री।
   (b) प्रतिवेदन की विषय वस्तु।
   (c) परिणामों का विश्लेषण एवं प्रस्तुतीकरण।

16.13 अभ्यासार्थ प्रश्न

1. क्षेत्र अध्ययन क्या है? उसके उद्देश्य रख महत्व को स्पष्ट कीजिए।
2. सांख्यिकी संकलन के प्राथमिक एवं द्वितीयक स्त्रोतों पर प्रकाश डालिए।
3. प्रश्नावली से आप क्या समझते हैं? प्रश्नावली के गुण दोषों की विवेचना कीजिए।
4. निदर्शन को परिभाषित कीजिए। निदर्शन के प्रमुख प्रकार तथा विधियों का वर्णन कीजिए।
5. निम्नलिखित पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए:
   (i) समस्या का चुनाव एवं पहचान।
   (ii) प्रश्नावली एवं अनुसूची में अन्तर।
   (iii) तथ्यों के प्रलेखी स्त्रोत।
   (iv) सम्भावित निदर्शन के प्रमुख प्रकार।

ISBN No. - 13/978-81-8496-037-2