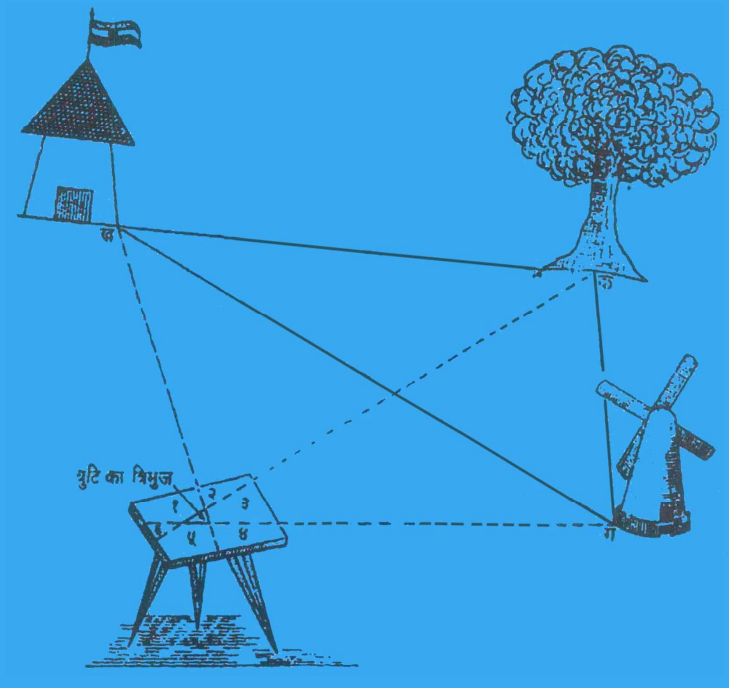
GE-09

वर्धमान महावीर खुला विश्वविद्यालय, कोटा



प्रायोगिक भूगोल

BA/BSc. GE-09

वर्धमान महावीर खुला विश्वविद्यालय, कोटा

प्रायोगिक भूगोल

पाठ्यक्रम अभिकल्प समिति

अध्यक्ष

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

सलाहकार / समन्वयक एवं सदस्य

विषय समन्वयक/ परामर्शदाता

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

सदस्य सचिव / समन्वयक

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

सदस्य

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

सम्पादन तथा पाठ लेखन

सम्पादक

डॉ. एन.के. जेतवाल
विभागाध्यक्ष, भूगोल विभाग
राजकीय स्नातकोत्तर महाविद्यालय, बून्दी(राज.)

लेखक

1. **डॉ. एम.के. गौड़**
   विभागाध्यक्ष, भूगोल विभाग
   राजकीय बाँगड़ स्नातकोत्तर महाविद्यालय, पाली-मारवाड़(राज.)
2. **डॉ. सन्दीप यादव**
   वरिष्ठ व्याख्याता, भूगोल विभाग
   राजकीय स्नातकोत्तर महाविद्यालय, बून्दी(राज.)
3. **डॉ. (श्रीमती) विद्या**
   व्याख्याता, भूगोल
   गीता महिला महाविद्यालय, जयपुर(राज.)
4. **डॉ. जे.पी. शर्मा**
   व्याख्याता, भूगोल
   भगवान आदिनाथ जय-राज मारवाड़ा महाविद्यालय
   नैनवाँ, जिला बून्दी(राज.)
5. **डॉ. (श्रीमती) सीमा कलवार**
   व्याख्याता, भूगोल
   सेन्ट जोसफ महिला महाविद्यालय, जयपुर (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**	**पाठ्यसामग्री उत्पादन एवं वितरण विभाग**

पाठ्यक्रम उत्पादन

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

उत्पादन : पुनः मुद्रण : जून, 2010 ISBN.: 13/978-81-8496-013-6

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

वर्धमान महावीर खुला विश्वविद्यालय, कोटा

अनुक्रमणिका

प्रायोगिक भूगोल

इकाई - 1	:	मानचित्र प्रक्षेप : परिभाषा, वर्गीकरण, मानचित्र प्रक्षेपों की पहचान एवं उद्देश्यानुरूप मानचित्र प्रक्षेपों की उपयुक्तता	8–27
इकाई - 2	:	सुदूर संवेदन-तकनीकी का सैद्धान्तिक ज्ञान	28–61
इकाई - 3	:	बेलानाकार प्रक्षेप	62–78
इकाई - 4	:	शंक्वाकार प्रक्षेप	79–95
इकाई - 5	:	शिरोबिन्दु प्रक्षेप	96–115
इकाई - 6	:	त्रिविम आरेख : ब्लाकपुंज आरेख, गोलीय, स्टिलजेन बोअर विधि एवं स्टेन-डी-गीर विधि	116–126
इकाई - 7	:	प्लेन टेबुल सर्वेक्षण के उपकरण एवं उनके उपयोग	127–142
इकाई - 8	:	प्लेन टेबुल सर्वेक्षण : विकिरण विधि, प्रतिच्छेदन विधि, माला रेखा विधि एवं स्थिति निर्धारण विधियाँ, प्लेन टेबुल सर्वेक्षण के गुण	143–160
इकाई - 9	:	भारतीय क्लाईनोमीटर	161–170

परिचयात्मक

प्रस्तुत पुस्तक को 9 इकाईयों में विभाजित किया गया है । प्रथम इकाई में मानचित्र प्रक्षेप की परिभाषा, वर्गीकरण, मानचित्र प्रक्षेपों की पहचान एवं उपयुक्तता को समझाया गया है । इकाई 3 से 5 तक बेलनाकार, शंक्वाकार एवं शिरोबिन्दु प्रक्षेपों की रचना प्रक्रिया को उदाहरण सहित अभिव्यक्त किया है । इकाई 8 में त्रिविम आरेख जैसे ब्लाकपुंज, गोलीय. स्टिल जेन बोअर तथा स्टेन-डी-गीर विधि का विस्तार से वर्णन किया गया है । इकाई 7 एवं 8 में प्लेन टेबुल सर्वेक्षण में काम आने वाले उपकरणों की जानकारी, प्लेन टेबुल सर्वेक्षण की विकिरण, प्रतिच्छेदन, चक्रमण, स्थिति निर्धारण आदि विधियों एवं इसके गुण दोष की जानकारी दी गयी है । अन्तिम इकाई में भारतीय क्लाईनोमीटर के विभिन्न अंग, प्रयोग विधि जैसे-पहुँच व बिना पहुँच विधि एवं गहराई मापन को समझाया गया है ।

पुस्तक में प्रायोगिक भूगोल के उपरोक्त तथ्यों को उदाहरण एवं चित्रों द्वारा विद्यार्थियों को समझाने का प्रयास किया गया है । आशा है कि पुस्तक भूगोल के विद्यार्थियों के लिए उपयोगी सिद्ध होगी ।

इकाई-I : मानचित्र प्रक्षेप : परिभाषा, वर्गीकरण, मानचित्र प्रक्षेपों की पहचान एवं उद्देश्यानुरूप मानचित्र प्रक्षेपों की उपयुक्तता (Map Projections : Definition, Classification, Identification and Suitability of Map Projections according to Objectives)

इकाई की रूपरेखा :

1.0 उद्देश्य

1.1 प्रस्तावना

1.2 मानचित्र प्रक्षेप

1.2.1 मानचित्र प्रक्षेप की परिभाषा

1.2.2 प्रक्षेप रचना एवं प्रक्षेपों की विकृति

1.2.3 मानचित्र प्रक्षेपों की आवश्यकता

1.2.4 ग्रिड, अक्षांश, देशान्तर रेखाओं की जानकारी

1.3 मानचित्र प्रक्षेपों की रचना का इतिहास

1.4 प्रक्षेपों का वर्गीकरण

1.4.1 प्रकाश के आधार पर

1.4.2 गुण के आधार पर

1.4.3 रचना विधि के आधार पर

1.4.4 परम्परागत

1.5 मानचित्र प्रक्षेपों की पहचान

1.6 उद्देश्यानुरूप मानचित्र प्रक्षेपों की उपयुक्तता

1.7 सारांश

1.8 शब्दावली

1.9 संदर्भ ग्रन्थ

1.10 बोध प्रश्नों के उत्तर

1.11 अभ्यासार्थ प्रश्न

1.0 उद्देश्य (Objectives)

इस इकाई का अध्ययन करने पर आप समझ सकेंगे- .

- प्रक्षेप का अभिप्राय,
- अक्षांश व देशान्तर रेखाओं के बारे में एवं उनका महत्व,
- मानचित्र प्रक्षेपों की रचना का इतिहास,

- प्रक्षेपों का वर्गीकरण,
- प्रक्षेपों की रचना एवं विशेषताऐं,
- प्रक्षेपों की पहचान,
- प्रक्षेपों का उद्देश्य और उपयोग के बारे में ।

1.1 प्रस्तावना (Introduction)

प्रक्षेप धरातल की समतल सतह पर प्रक्षेपित करने की क्रिया का नाम है । इसमें भूगोलवेत्ताओं द्वारा अक्षांश और देशान्तर वृत्तों के रेखाजाल की कल्पना की गई है । प्रक्षेप में ग्लोब पर अंकित अक्षांश और देशान्तर वृत्त एक चौरस सतह पर प्रक्षेपित किये जाते हैं । इसलिये प्रकाशीय स्थिति के अनुसार धरातल के विभिन्न भागों के अलग-अलग विधियों से प्रक्षेपित करने की प्रक्रियायें विकसित की गई हैं । इसलिए अलग-अलग क्षेत्रों हेतु अलग-अलग प्रक्षेप बनते हैं । उद्देश्यों के अनुसार प्रक्षेप की विभिन्न विधियों से रचना की जाती है । प्रक्षेपों का वर्गीकरण कई प्रकार से किया गया है । इनकी रचनायें, रचना प्रक्रिया अथवा प्रकाश की स्थिति की परिकल्पना के आधार पर प्रक्षेप कई प्रकार के होते हैं ।

1.2 मानचित्र प्रक्षेप (Map Projection)

भौगोलिक अध्ययन में छोटे-छोटे प्रदेशों का अध्ययन ग्लोब के माध्यम से संभव नहीं है, क्योंकि बड़े आकार के ग्लोब का निर्माण, पुनरूत्पादन, रख-रखाव एवं एक स्थान से दूसरे स्थान पर ले जाना सुविधाजनक नहीं है अत: ग्लोब की अक्षांश व देशान्तर रेखाओं को कम से कम अशुद्धियों सहित समतल कागज पर प्रदर्शित कर मानचित्रों में प्रक्षेपों का प्रयोग किया जाने लगा । प्रक्षेप में ग्लोब की अक्षांश व देशान्तर रेखाओं के जाल को समतल सतह पर प्रदर्शित किया जाता है ।

1.2.1 मानचित्र प्रक्षेप की परिभाषा (Definition of Map Projection)

प्रक्षेप ज्यामितीय शास्त्र का शब्द है, जिसका वास्तविक अर्थ किसी वस्तु को प्रसारित करना है । भूगोल में इसका अर्थ व्यापक होता है । प्रक्षेप वह विधि है जिसके द्वारा समतल कागज पर ग्लोब की अक्षांश तथा देशान्तर रेखाओं के जाल को क्रमबद्ध रूप से प्रक्षेपित किया जाता है । इस प्रकार प्रक्षेप ग्लोब की अक्षांश व देशान्तर रेखाओं के जाल को समतल कागज पर प्रदर्शित करने की विधि है ।

प्रक्षेप को अन्य शब्दों में Graticule, Grid, Net तथा Mesh भी कहते हैं ।

प्रक्षेप शब्द इतना अधिक लोकप्रिय हो गया है कि ज्यामितीय विधि के द्वारा बनाये गये अक्षांश-देशान्तर रेखाओं के जाल भी इसी नाम से पुकारे जाते हैं ।

केलवे के अनुसार - "पृथ्वी के धरातल की समानान्तर और देशान्तर रेखाओं को चपटे मानचित्र पर दर्शाने की विधि ही मानचित्र प्रक्षेप है ।"

जे.ए. स्टीयर्स - " एक मानचित्र प्रक्षेप ग्लोब की अक्षांश देशान्तर रेखाओं को चपटे कागज पर प्रदर्शन की विधि है ।"

वॉन राइपर (Von Riper) Map Projection can be defined as an orderly or systematic arrangement of the earth's grid on a plane surface.

Strahler A.N.- A map projection is an orderly system of parallels and meridians used as basis for drawing map on flat surface.

उपर्युक्त परिभाषाओं से पता चलता है कि प्रक्षेप की रचना में निम्न बातों का ध्यान रखा जाता है-

1. पृथ्वी की गोलाई एवं उसका चपटे तल पर प्रदर्शन
2. मापनी एवं दिशा
3. अक्षांश देशान्तर रेखाओं का व्यवस्थित जाल

1.2.2 प्रक्षेप रचना एवं प्रक्षेपों की विकृति (Construction of Projection and Distortion)

पृथ्वी की गोलाभ आकृति के कारण उसे या उसके किसी बड़े भाग को समतल कागज पर पूर्ण शुद्धता के साथ प्रदर्शित नहीं किया जा सकता । यदि हम किसी कागज को ग्लोब पर लपेटने का प्रयास करें तो उस कागज की आकृति विकृत हो जायेगी । ऐसा ही यदि ग्लोब को चपटा या समतल करने का प्रयास करें तो उसमें भी विकृति आ जायेगी । इससे स्पष्ट है कि ग्लोब के अक्षांश व देशान्तर रेखाओं के जाल को समतल कागज पर प्रदर्शित करने में किसी न किसी प्रकार की विकृति आ जाती है । इस विकृति के तीन पहलू मुख्य है;-

(i) दिशा

(ii) आकृति

(iii) क्षेत्रफल

(i) **दिशा -** पृथ्वी की गोलाभ आकृति को चपटा करने पर या उसके अक्षांश व देशान्तर रेखाओं के जाल को समतल कागज पर प्रदर्शित करने में दो स्थानों की सापेक्षिक स्थिति व दिशा में विकृति आ जाती है ।

(ii) **आकृति -** यदि किसी विधि के द्वारा प्रक्षेप में दिशा शुद्ध रखने का प्रयास किया जाता है तो आकृति विकृत हो जाती है ।

(iii) **क्षेत्रफल -** यदि किसी विधि द्वारा प्रक्षेप में उपरोक्त में से कोई एक गुण बनाए रखा जाता है, तो क्षेत्रफल भी अशुद्ध हो जाता है ।

अत: प्रक्षेप में ये तीनों गुण एक साथ सुरक्षित नहीं रखे जा सकते है । किसी विशेष उद्देश्य से बनाये जाने वाले प्रक्षेप में एक गुण सुरक्षित रखने पर अन्य दो विकृतियाँ उत्पन्न हो जाती हैं ।

1.2.3 मानचित्र प्रक्षेपों की आवश्यकता (Need of Map Projection)

हमारी पृथ्वी की वास्तविक आकृति एक चपटे गोलाभ की तरह है । यद्यपि अपनी दैनिक गति के कारण यह ध्रुवों पर से पिचक गई है जिसके कारण इसका ध्रुवीय व्यास (12710 कि.मी.) भूमध्यरेखीय 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 भूमध्यरेखीय व्यासों का अन्तर केवल एक सेन्टीमीटर का पांचवा भाग होगा । यदि इससे भी छोटे ग्लोब का व्यास बनाया जाऐ तो यह अन्तर ओर भी कम हो जायेगा । इसलिए अपने कार्यो के लिए पृथ्वी को एक गोला मान लेते हैं । पृथ्वी की इस गोलाकार

आकृति को केवल ग्लोब के द्वारा ही सही-सही देखा व दिखलाया जा सकता है तथापि मानचित्रों की तुलना में ग्लोब का प्रयोग कम होता है । ग्लोब का प्रयोग प्रयोगात्मक कार्यो के लिये कठिन है क्योंकि-

1. ग्लोब को कागज पर बने मानचित्रों की तरह मोड़कर रखना या पुस्तक में देना सम्भव नहीं है ।
2. 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 ।
3. ग्लोब पर पृथ्वी के समस्त भाग को एक दृष्टि में नहीं देखा जा सकता । इसलिये प्रक्षेप को समतल या सपाट क्षेत्र पर बनाया जा सकता है ।
4. गोलीय भू-आकृति के कारण ग्लोब की दूरियाँ आसानी से नहीं मापी जा सकती है ।
5. ग्लोब को एक स्थान से दूसरे स्थान पर ले जाना असुविधाजनक है । ग्लोब को प्रत्येक समय साथ नहीं रखा जा सकता है ।
6. बड़े मापक पर ग्लोब तथ्यों का प्रदर्शन संभव नहीं है ।
7. विभिन्न भौगोलिक पहलुओं के लिए विभिन्न ग्लोब बनवाना अधिक महंगा होगा ।
8. धरातल पत्रक जैसे बड़े अनुमाप के मानचित्र ग्लोब पर प्रदर्शित करना संभव नहीं है ।
9. पृथ्वी के छोटे-छोटे भागों के पृथक्-पृथक् ग्लोब नहीं बनाये जा सकते हैं ।
10. ग्लोब पर पृथ्वी का एक बार में केवल आधा भाग ही देख सकते हैं । अत: इस अवगुण के कारण दो क्षेत्रों की आपस में तुलना नहीं कर सकते ।
11. युद्ध क्षेत्र आदि में जहाँ बड़े मापक वाले मानचित्रों की आवश्यकता पड़ती है, वहाँ ग्लोब का प्रयोग असम्भव है । ग्लोब पर आँकडों का प्रदर्शन नहीं किया जा सकता ।
12. ग्लोब पर पैमाने से दूरियों को नापना भी सरल नहीं है क्योंकि ग्लोब पर दूरियाँ केवल धागे से ही मापी जा सकती है ।

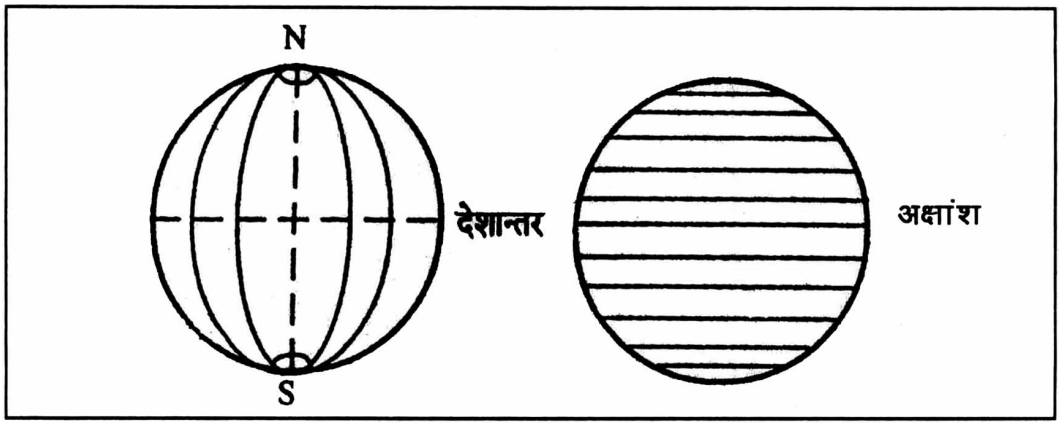
इन कठिनाइयों और असुविधाओं को दूर करने के लिए पृथ्वी के गोलाकार धरातल को समतल तल पर बनाना पड़ा । अत: मानचित्रों की आवश्यकता होती है, जो समतल कागज या धरातल पर बने हों । इसके लिए हमें कागज पर पृथ्वी के स्वरूप को प्रकट करने के लिए अक्षांश एवं देशान्तर रेखाओं का जाल बनाना पड़ता है ।

1.2.4 ग्रिड, अक्षांश व देशान्तर रेखाओं की जानकारी (Introduction of Grid, Latitude and Longitude)

ग्रिड - अक्षांश व देशान्तर रेखाओं के जाल को ग्रिड कहते हैं (चित्र 1.1) । प्रक्षेप के बारे में जानने से पूर्व ग्लोब पर अंकित अक्षांश-देशान्तर रेखा जाल को समझ लेना आवश्यक है ।

चित्र 1.1 ग्रिड

अक्षांश रेखायें - विषुवत रेखा से ध्रुवों की ओर की दूरियाँ बताने वाली पूर्व पश्चिम दिशा में खींची गयी वृत्तीय या चापाकार रेखायें अक्षांश रेखायें (Latitudes) कहलाती हैं (चित्र 2) । यह आपस में समानान्तर होती हैं । इसलिये इन्हें समानान्तर रेखायें भी कहते हैं । विषुवत् रेखा से उत्तरी एवं दक्षिणी ध्रुव प्रत्येक के बीच 90° का कोणीय अन्तर है । इनमें भी स्वयं ध्रुव एक बिन्दु है । अत: उत्तरी और दक्षिणी ध्रुव प्रत्येक की ओर 89° तक अक्षांश रेखायें खींची जाती हैं । इस प्रकार ध्रुवों सहित 180° अक्षांश एवं विषुवत् रेखा है । इनमें केवल विषुवत् रेखा ही वृहद् वृत्त है । यही ग्लोब को समद्विभाजित करता है । शेष सभी अक्षांश लघुवृत्त हैं पृथ्वी अपनी धुरी पर तल से 66 1/2° का कोंण बनाकर सूर्य की परिक्रमा करती हैं । इसी कारण 23 1/2° उत्तर-दक्षिण जिन्हें कर्क एवं मकर रेखा कहते है एवं उत्तर एवं दक्षिण जिन्हें उत्तरी एवं दक्षिणी ध्रुव वृत्त भी कहते हैं की स्थिति निश्चित करण सरल हो गया है । जहाँ वर्ष में केवल एक दिन ही दोपहर को सूर्य की किरणें लम्बवत् चमकती हैं, उसे उत्तरीगोलार्द्ध में कर्क रेखा (23 1/2° उ.) और दक्षिणी गोलार्द्ध (23 1/2° द.) में मकर रेखा कहते हैं । जिन भागों में वर्ष में केवल एक बार 24 घण्टे का दिन एवं 24 घण्टे की रात्रि होती है । उन्हें ही उत्तरी एवं दक्षिणी गोलार्द्ध में क्रमश: उत्तरी (66 1/2° उ) एवं दक्षिणी (66 1/2° द.) ध्रुव वृत कहते हैं ।



चित्र 1.2 अक्षांश व देशान्तर

अक्षांश रेखाओं के मुख्य लक्षण (Chief charactersties of Parallels) -

1. अक्षांश रेखायें समानान्तर होती हैं । इसलिये इन्हें अक्षांश वृत्त भी कहा जाता है ।
2. ये एक दूसरे को परस्पर नहीं काटती हैं ।
3. ये वृत्ताकार होती हैं ।
4. अक्षांश वृत ध्रुवों की ओर छोटे होते जाते हैं, यहाँ तक कि ध्रुवों पर बिन्दु मात्र रह जाते हैं।
5. भूमध्य रेखा केन्द्रीय अक्षांश रेखा है जिसकी दूरी दोनों ध्रुवों से समान होती है । इसे 0° अक्षांश रेखा कहते हैं।
6. सभी अक्षांश रेखाओं की लम्बाई बराबर नहीं होती है । भूमध्य रेखा की लम्बाई सबसे अधिक होती है। इसे $2 \pi r$ महान वृत्त भी कहते हैं । यह पृथ्वी को दो बराबर भागों में बाँटती है।

7. ध्रुवों की ओर, भूमध्यरेखा से अक्षांश रेखाओं की लम्बाई कम होती जाती है । यहाँ तक कि 90° की अक्षांश रेखा बिन्दु मात्र होती है ।
8. विषुवत् रेखा को 0° अक्षांश से प्रदर्शित करते हैं । विषुवत् रेखा के समीप 1° अक्षांश की दूरी 110.57 कि. मी., 45° अक्षांश एवं 89° अक्षांश के समीप यह दूरी क्रमश: 111.13 एवं 111.7 कि.मी. है ।
9. इनकी कुल संख्या 180°(90° उ. + 90° द.) है । विषुवत् सबसे बड़ा वृत्त है ।

देशान्तर रेखायें (Longitude) :-

ध्रुवों को केन्द्र मानकर विभिन्न दिशाओं में खींचे गये कोणों को देशान्तर कहते हैं । यह शुद्ध उत्तर दक्षिण दिशा बताती है । देशान्तर रेखाओं की स्थिति निर्धारण हेतु विषुवत् रेखा को 360 भागों में विभाजित किया गया है । देशान्तर रेखाओं को भी अक्षांशों की भांति कोणीय दूरी नापकर बनाया जाता है । सभी देशान्तर रेखायें ध्रुवों को केन्द्र मानकर निश्चित कोणों पर उत्तर दक्षिण दिशा में खींची जाती है । प्रत्येक देशान्तर रेखा इसी कारण अर्द्ध वृत्त होती हैं । चन्दन (ग्रेट ब्रिटेन) के ग्रीनविच नामक स्थान पर स्थित शाही वेद्यशाला से गुजरने वाली रेखा को 0° देशान्तर, प्रधान देशान्तर या ग्रीनविच रेखा कहते हैं । इसी प्रधान देशान्तर से पूर्व एवं पश्चिम की ओर की देशान्तर रेखाओं को क्रमश: पूर्वी एवं पश्चिमी देशान्तर रेखायें कहते हैं । जहाँ पूर्वी और पश्चिमी देशान्तर रेखायें मिलती हैं, वहाँ देशान्तर 0° के ठीक दूसरी ओर का अर्द्धवृत है । इसे 180° देशान्तर कहते हैं । इस प्रकार 0° एवं 180° देशान्तर रेखाओं पर दिशा अंकित नहीं की जाती। यह दोनों मिलकर पूरा वृत्त या वृहद् वृत्त बनाती हैं ।

देशान्तर रेखाओं के मुख्य लक्षण (Chief Charactersties of Longitude)

1. सभी रेखाऐं समानाकार के वृत्त हैं जो ध्रुवों पर एक दूसरी को काटते हैं ।
2. देशान्तर रेखाओं के मध्य की दूरी ध्रुवों पर कम तथा विषुवत् रेखा की ओर अधिक हो जाती है ।
3. शून्य देशान्तर की रेखा ग्रेट ब्रिटेन में ग्रीनविच नामक स्थान की वेधशाला से गुजरने के कारण ग्रीनविच रेखा कहलाती है ।
4. सभी देशान्तर रेखाऐं यथार्थ उत्तर दक्षिण दिशा में होती हैं तथा इनकी लम्बाईयाँ समान होती हैं ।
5. ध्रुवों को छोड़कर ग्लोब पर स्थित प्रत्येक बिन्दु की कोई न कोई देशान्तर रेखा अवश्य होती है ।
6. विषुवत् रेखा पर 1° देशान्तर की दूरी 111.32 कि.मी. है ।
7. देशान्तर रेखा के द्वारा किसी स्थान की प्रमुख याम्योत्तर से पूर्व अथवा पश्चिम दिशा का बोध होता है ।
8. कुल देशान्तर 360° (शून्य देशान्तर से 180° पूर्व 180° पश्चिम) होते हैं ।
9. प्रत्येक देशान्तर रेखा पर अवस्थित क्षेत्रों पर दोपहर एक समय होता है इसलिये इन्हें मध्याहन रेखा भी कहते हैं।

याम्योत्तर (Merdian) -

ग्लोब पर समान देशान्तर वाले स्थानों को मिलाने वाली कल्पित रेखायें ध्रुववृत्त या याम्योत्तर रेखाऐं कहलाती हैं । प्रत्येक याम्योत्तर एक वृहत् वृत्त होती है । जिसका आधा भाग पूर्वी देशान्तर रेखा तथा शेष आधा भाग पश्चिमी देशान्तर रेखा कहलाती है । इन देशान्तर रेखाओं के सिरे उत्तरी व दक्षिणी ध्रुवों पर मिलते हैं । इस प्रकार विपरीत ओर की आमने सामने स्थिति कोई दो देशान्तर रेखाऐं परस्पर मिलकर एक पूर्ण वृहत वृत्त बनाती हैं । चूंकि वृत्त में 360° होते हैं अत: 1° देशान्तर के अन्तराल पर देशान्तर रेखाओं की कुल संख्या 360 होती हैं । इनमें से 180 देशान्तर रेखायें प्रमुख याम्योत्तर के पूर्व में तथा 180 देशान्तर रेखाऐं प्रमुख याम्योत्तर के पश्चिम में होती हैं । पूर्व की ओर स्थित रेखाओं को पूर्वी देशान्तर पश्चिम की ओर स्थित रेखाओं को पश्चिमी देशान्तर कहते हैं । 180° पूर्व तथा 180° पश्चिम एक ही देशान्तर रेखा होती है । 180° पूर्व देशान्तर के मध्य का भाग पूर्वी गोलार्द्ध तथा पश्चिमी देशान्तर के बीच का भाग पश्चिमी गोलार्द्ध कहलाता है ।

लक्षण (Characterstics) -

1. ध्रुवों को छोड़कर ग्लोब पर स्थित प्रत्येक बिन्दु की कोई न कोई देशान्तर रेखा अवश्य होती है ।
2. ग्लोब पर अनेक देशान्तर रेखाऐं खींची जा सकती हैं ।
3. सभी देशान्तर रेखायें उत्तर-दक्षिण दिशा में होती हैं । इनकी लम्बाईयॉ समान होती हैं ।

बोध प्रश्न - 1

1. मानचित्र प्रक्षेप की परिभाषा बताओ?

   .....

2. मानचित्र प्रक्षेप की आवश्यकता क्यों पड़ती है?

   .....

3. प्रक्षेप को अन्य शब्दों में किस नाम से पुकारते हैं?

   .....

4. प्रक्षेप की रचना में किन बातों का ध्यान रखा जाता है?

   .....

5. ग्रिड या रेखा जाल किसे कहते हैं?

   .....

6. अक्षांश वृत्त व देशान्तर वृत्त में अन्तर बतलाइये?

   .....

1.3 मानचित्र प्रक्षेपों की रचना का इतिहास (History of Construction of Map Projections)

पृथ्वी की ग्लोबीय आकृति को मानने से पूर्व ही विशेष उद्देश्यों की पूर्ति हेतु गणितविदों एवं नक्षत्र शास्त्रियों ने यूनानकाल में शिरोबिन्दु वर्ग के कुछ प्रक्षेपों की रचना की । माना जाता है कि ई.पू. वर्षो में ग्रीक सभ्यता अपने चरमोत्कर्ष पर थी और उसके बहुत से दार्शनिक ज्योतिर्विज्ञानवेत्ता धरातल के बारे में पर्याप्त जानकारी रखते थे । संभवत: ज्योतिष पर आधारित गणितीय भूगोल भी उस समय विकसित था । यही कारण है कि ग्रीक विद्वानों ने ही दुनिया में सबसे पहले धरातल के मानचित्रण

और इस क्रम में मानचित्रण हेतु प्रक्षेपों की अवधारणा को विकसित किया । ग्रीक विद्वानों ने ई.पू. 540 में पाइथागोरस ने सर्वप्रथम पृथ्वी की ग्लोबीय आकृति का वर्णन किया था । हेरोडोटस और डेमोक्रेटस ने संसार के मानचित्रों की रचना की थी । इरेठास्थनीज का सबसे महत्वपूर्ण योगदान गोलाकार पृथ्वी की परिभाषा या विषुवत् रेखा की लगभग सही लम्बाई बताना था । उसके अनुसार यह दूरी 2,52,000 स्टेडिया या छोटे स्टेडिया मानने पर 24,662 मील थी । इस प्रकार एक डिग्री के लिये यह अन्तर 68.5 मील आता है । इसको आने वाले वर्षो में शुद्ध दूरी में नहीं माना गया । क्रेटस ने ग्लोब की रचना पूरे विश्व का चित्रण करने के लिए की थी । सर्वप्रथम स्ट्रेबों ने पृथ्वी के ग्लोबीय आकृति को समतल सतह पर प्रदर्शित करने में आने वाली कठिनाईयों को जानकर अक्षांश और देशान्तर रेखाओं के समायोजन की बात की थी । टॉलेमी ने भौगोलिक ग्रन्थ में लगभग 8,000 स्थानों के अक्षांश देशान्तर दिये हैं । ऐसा विश्वास किया जाता है कि उसने अपने द्वारा बनाये गये प्रक्षेपों पर विश्व मानचित्र भी बनाये । टॉलेमी ने इन मानचित्रों के लिए पहली बार दो शंक्वाकार प्रक्षेपों की रचना की । टॉलेमी के बाद यूरोप में अन्धयुग (Dark age) आ गया और किसी भी तरह का ज्ञान-विज्ञान एक तरह से दब गया । कोई वैज्ञानिक खोज लगभग 15वी शताब्दी तक नहीं हो पायी । टॉलेमी के बाद 1466 में जर्मिनस द्वारा समलम्ब आकृति के प्रक्षेप पर निर्मित विश्व मानचित्र में कालान्तर में सेन्शन और फ्लेमस्टीड ने सुधार किया । बाद में फ्लेमस्टीड ने Sign curves के आधार पर साइनूस्वाइडल प्रक्षेप की रचना की । आधुनिक ग्लोबीय प्रक्षेप के प्रारम्भिक अण्डाकार स्वरूप की रचना सर्वप्रथम सन् 1643 में फॉरनियर ने की थी । इसी समय फ्रांस में सी.एफ. कैसनी ने परिष्कृत शंक्वाकार प्रक्षेप पर सर्वप्रथम दीर्घमापनी वाले स्थलाकृति मानचित्र बनाये । महान चित्रकार जोहान हेनरिक लेम्बार्ट ने सन् 1759 के बाद एक-एक कर बेलनाकार समक्षेत्रफल, शंक्वाकार एक, एवं दो प्रधान अक्षांश समक्षेत्रफल, दो प्रधान अक्षांश समरूपी, शिरोबिन्दु समक्षेत्रफल एवं अनुप्रस्थ बेलनाकार प्रक्षेपों की रचना कर मानचित्र प्रक्षेप इतिहास में अपना नाम अमर कर दिया । मर्केटर ने प्रक्षेपों की रचना में अपना अमूल्य योगदान दिया । इस तरह 16वीं शताब्दी से ही मानचित्र कला में क्रान्ति सी आ गई और प्रक्षेपों की रचना में अनेकों तकनीक विकसित हुई । जैसेजैसे परिवहन व दूरसंचार के साधनों ने धरातल को सीमित कर दिया । उसी के अनुरूप आवश्यकतानुसार अनेक प्रकार के प्रक्षेपों की रचना का विकास किया गया । 19वीं शताब्दी के उत्तरार्द्ध से ही भूगोल में मानचित्र कला के विकसित चरण के साथ प्रक्षेपों की रचना की थी । नई-नई तकनीकें विकसित होती रही हैं । आज के अधिकांश प्रक्षेप पूर्व के प्रक्षेपों के संशोधित रूप या पृथ्वी के लक्षणों को दर्शाने का विशेष प्रयत्न है

1.4 प्रक्षेपों का वर्गीकरण (Classification of Map Projection)

प्रक्षेपों को निम्न प्रकार से वर्गीकृत किया जाता है -

1. प्रकाश के प्रयोग के आधार पर
2. गुण के आधार पर
3. रचना विधि के आधार पर
4. परम्परागत प्रक्षेप

1.4.1 प्रकाश के प्रयोग के आधार पर (On the basis of Light)

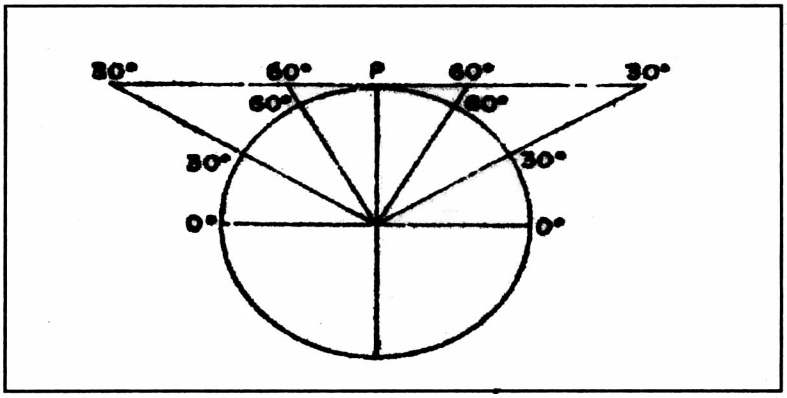
इस विधि मे यह परिकल्पना की जाती है कि ग्लोब में एक निश्चित केन्द्र पर प्रकाश रखने पर उसके अक्षांश और देशान्तरों का रेखाजाल समतल कागज पर किस प्रकार बनता है अर्थात् समतल सतह जहां धरातल को स्पर्श करती है, प्रकाश की किरणों से वहां अक्षांश देशान्तर रेखाओं के विभिन्न प्रकार के जाल बनाते हैं । इसलिये प्रक्षेप कई भागों में बांटे जा सकते हैं । मूलत: प्रकाश की स्थैतिक परिकल्पना के आधार पर प्रक्षेपों को दो भागों में बांटा जाता है।

(i) सन्दर्श प्रक्षेप (Perspective Projections)

(ii) असन्दर्श प्रक्षेप (Non Perspective Projections)

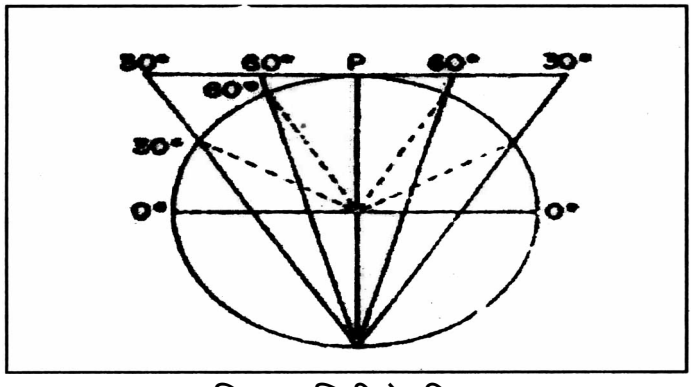
(i) **सन्दर्श प्रक्षेप (Perspective Projections) -** जिन प्रक्षेपों की रचना ग्लोब के अक्षांश एवं देशान्तर रेखाओं के जाल को किसी समतल धरातल पर किसी प्रकाशमान बिन्दु से प्रकाश. डालकर की जाती है उन्हें सन्दर्श प्रक्षेप कहते हैं । कागज पर इन प्रक्षेपों की रचना में ज्यामिति विधि का सहारा लिया जाता है, इसलिए इन्हें ज्यामितीय प्रक्षेप भी कहते हैं । इस क्रिया में प्रकाश की स्थिति तीन स्थानों पर हो सकती है -

(अ) जब प्रकाश पृथ्वी (ग्लोब) के केन्द्र पर स्थित हो तो उससे नोमौनिक (Gnomonic) प्रक्षेप बनते हैं ।



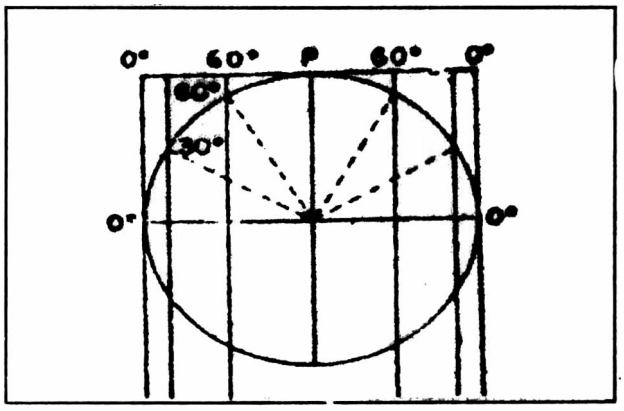
चित्र 13 नोमौनिक

(ब) प्रकाश को पृथ्वी या ग्लोब के व्यास के एक सिरे पर रखने से स्टिरियोग्राफिक (Stereographic) प्रक्षेप बनते हैं ।



चित्र 14 स्टिरियोग्राफिक

(स) जब प्रकाश ग्लोब से बाहर अनन्त दूरी पर स्थित हो तो ओरथोग्राफिक (Orthographic) प्रक्षेप बनते हैं । इन प्रक्षेपों में अनानुदृष्टि प्रक्षेप की अपेक्षा ग्लोब के बहुत कम गुणों को शुद्ध रखा जाता है इसलिये इनका अधिक उपयोग नहीं होता।



चित्र 15 ओरथोग्राफिक

(ii) **असन्दर्श प्रक्षेप'** (Non Perspective Projections) - वे प्रक्षेप जिनमें अक्षांश व देशान्तर रेखाओं का जाल न तो प्रकाश द्वारा छाया डालकर और न ज्यामिति विधि से बनाया जाता है वरन् गणितीय विधियों द्वारा बनाये गये प्रक्षेपों को असंदर्श प्रक्षेप कहते हैं । गणितीय विधि का चुनाव प्रक्षेप के उद्देश्य पर निर्भर करता है । अधिकतर इन प्रक्षेपों में ग्लोब के किसी न किसी गुण को' शुद्ध रखा जाता है । इसलिये इनका उपयोग अधिक होता है । शुद्ध दिशा, शुद्ध आकृति, अथवा शुद्ध क्षेत्रफल प्रक्षेपों की रचना के लिए विभिन्न गणितीय विधियाँ काम में लेते हैं ।

1.4.2. गुणों के आधार पर (On the basis of Merits)

कागज पर पृथ्वी की गोल आकृति को शुद्ध रूप में व्यक्त करना कठिन है । अत: प्रक्षेप में केवल आकृति शुद्ध रहती है तो किसी प्रक्षेप में केवल क्षेत्र । कोई भी मानचित्र प्रक्षेप सर्वगुण सम्पन्न नहीं होता है । अत: गुण के आधार पर मानचित्र प्रक्षेपों का वर्गीकरण किया जाता है, जो निम्न हैं।

(i) **समक्षेत्रफल (Equivalant or Homolographic) -** इनमें आकृति की ओर ध्यान न देकर क्षेत्रफल की शुद्धता का ध्यान रखा जाता है । समक्षेत्र प्रक्षेप पर बने मानचित्रों में सर्वत्र क्षेत्रफल शुद्ध रहता है । इन प्रक्षेपों में से एक दिशा में मापनी बढ़ी हुई तथा दूसरी दिशा में मापनी घटी हुई होती है जिसके फलस्वरूप मानचित्र में किसी प्रदेश का क्षेत्रफल शुद्ध रहता है किन्तु उसकी आकृति में परिवर्तन आ जाता है । इनमें बेलनाकार तथा बोन प्रक्षेप आते हैं ।

(ii) **यथाकृतिक (शुद्धाकृति) (Orthmorphic or Conformal Projection) -** किसी प्रक्षेप पर एक क्षेत्र की आकृति यदि ग्लोब पर उसी क्षेत्र की आकृति के समान हो तो ऐसे प्रक्षेप को Orthmorphic or Conformal Projection कहा जाता है । इनमें प्रक्षेपों पर बने देशों की आकृति तो शुद्ध रहती है परन्तु क्षेत्र आदि में अतिरंजता आ जाती है । यह प्रक्षेप शुद्ध आकृति प्रक्षेप होते हैं । अक्षांश और देशान्तर रेखायें एक दूसरे पर समकोण पर काटती हैं । इसलिये ग्लोबीय तल को समायोजित करने की प्रक्रिया में मापक और क्षेत्रफल तथा दिशाएं अशुद्ध हो जाती हैं ।

मरकेटर प्रक्षेप यथाकृतिक प्रक्षेप का सबसे अच्छा उदाहरण है । 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 ।

(iii) **शुद्धदिशा (True bearing or Azimuthal Projection) -** यदि किसी प्रक्षेप पर दो बिन्दुओं को मिलाने वाली सरल रेखा की दिशा ग्लोब पर उन्हीं दो स्थानों को मिलाने वाली रेखा के समान हो तो ऐसे प्रक्षेप को शुद्ध दिशा प्रक्षेप कहते है ।

इस प्रक्षेप में केवल दिशा की शुद्धता रहती है । इसमें मुख्यत: मर्केटर और शिरोबिन्दु नोमोनिक प्रक्षेप ही आते हैं । यद्यपि अन्य सभी शिरोबिन्दु प्रक्षेपों में भी केन्द्र से बाहर की ओर दिशा शुद्ध रहती है ।

1.4.3 रचना विधि के आधार पर (On the basis of Construction)

मानचित्र प्रक्षेपों को चार भागों में बाटा जा सकता है -

(i) खमध्य या शिरोबिन्दु प्रक्षेप (Zenithal Projection)

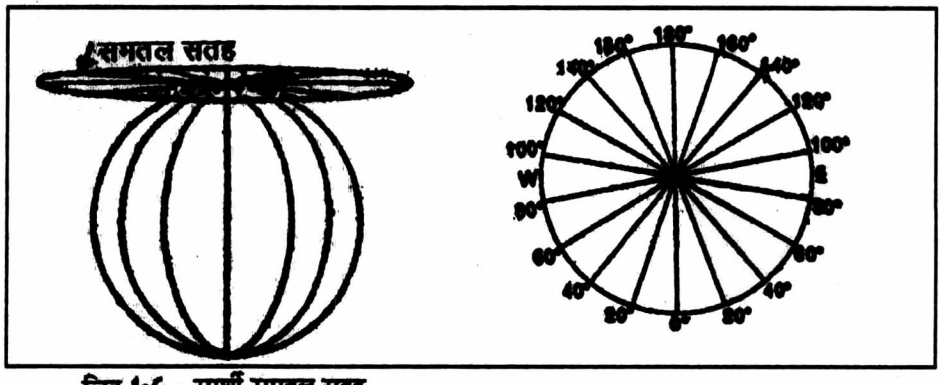
(ii) शंक्वाकार प्रक्षेप (Conical Projection)

(iii) बेलनाकार प्रक्षेप (Cylindrical Projection)

(iv) रूढ़ प्रक्षेप (Conventional Projection)

इनका वर्णन इस प्रकार है -

(i) **खमध्य या शिरोबिन्दु प्रक्षेप (Zenithal Projection) -** जब प्रक्षेपण तल ग्लोब के किसी एक ही बिन्दु को छूती हुई समतल सतह पर प्रक्षेपित अक्षांश-देशान्तर रेखा जाल को शिरोबिन्दु या खमध्य प्रक्षेप कहते हैं । प्रक्षेप तल ध्रुव, विषुवत् रेखा या इन दोनों के मध्य कहीं भी माना जा सकता है। खमध्य प्रक्षेप के उस बिन्दु को, जहां प्रक्षेपण तल ग्लोब को स्पर्श करता है । प्रक्षेप केन्द्र कहा जाता है तथा जिस बिन्दु पर प्रकाश की कल्पना की जाती है उसे नेत्र स्थान (eye point) कहते हैं । इसी प्रकार नेत्र स्थान ग्लोब के केन्द्र तथा ग्लोब के बाहर हो सकता है, परन्तु 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 और निम्नलिखित प्रक्षेपों को जन्म देता है ।



चित्र 1.6 – स्पर्शी समतल सतह पर प्रक्षेपण विधि

चित्र 1.7 शिरोबिन्दु प्रक्षेप

1. जब समतल तल ग्लोब के किसी एक ध्रुव को स्पर्श करे तो उसे ध्रुवीय उर्ध्ववर्ती (Polar zenithal) प्रक्षेप कहते हैं । ध्रुवीय ऊर्ध्ववर्ती प्रक्षेप निम्न हैं -

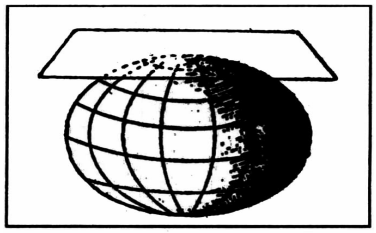
(अ) ध्रुवीय उर्ध्ववर्ती समदूरी प्रक्षेप

(ब) ध्रुवीय उर्ध्ववर्ती शुद्ध क्षेत्रफल प्रक्षेप

(स) ध्रुवीय उर्ध्ववर्ती नोमोनिक प्रक्षेप

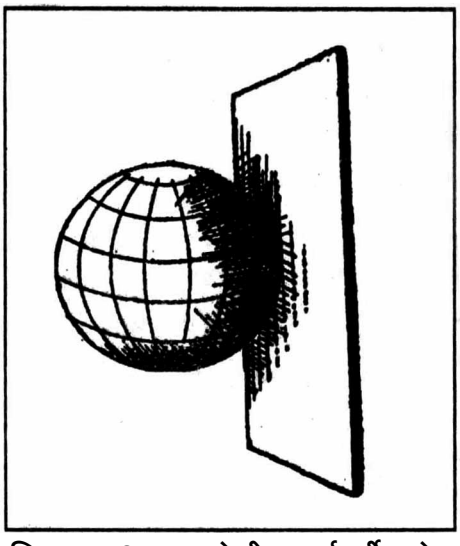
(द) ध्रुवीय उर्ध्ववर्ती स्टिरियोग्राफिक प्रक्षेप

(य) ध्रुवीय उर्ध्ववर्ती ओरथोग्राफिक प्रक्षेप



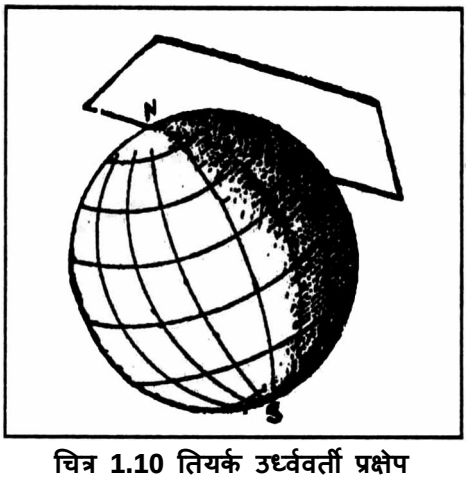
चित्र 1.8 ध्रुवीय उर्ध्ववर्ती प्रक्षेप

2. जब समतल तल ग्लोब को भूमध्य रेखा पर किसी बिन्दु पर स्पर्श करती है तो भूमध्यरेखीय उर्ध्ववर्ती प्रक्षेप कहते है ।



चित्र व 1.9 भूमध्यरेखीय उर्ध्ववर्ती प्रक्षेप

3. जिस समय समतल धरातल ग्लोब को भूमध्यरेखा और ध्रुव के अतिरिक्त उनके बीच किसी बिन्दु पर स्पर्श करता है तो उसे तियर्क उर्ध्ववर्ती प्रक्षेप कहते हैं ।



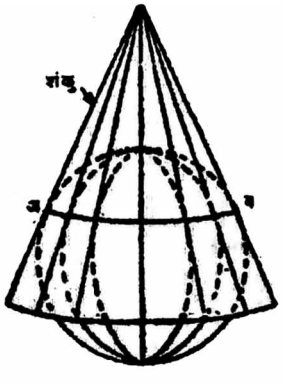
चित्र 1.10 तियर्क उर्ध्ववर्ती प्रक्षेप

खमध्य प्रक्षेपों में निम्न विशेषताऐ होती हैं -

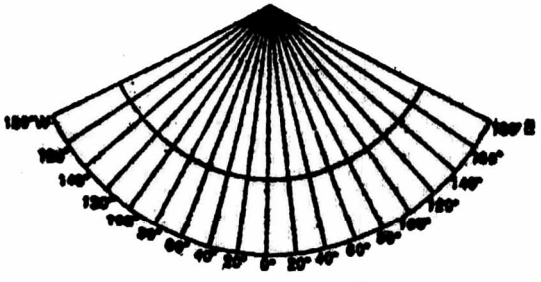
1. खमध्य प्रक्षेपों के केन्द्र में सभी स्थानों का दिकमान शुद्ध रहता है इसलिये इसे दिगंशीय प्रक्षेप कहा जाता है ।
2. इस पर दिशायें शुद्ध रहती हैं ।
3. सभी अक्षांश रेखायें सकेन्द्रीय होती हैं तथा समस्त अक्षांश रेखायें एक केन्द्र से खींचे हुए वृत्त होती हैं ।
4. सभी देशान्तर रेखायें केन्द्र से निकलने वाली सीधी रेखायें होती हैं ।
5. इस पर केवल आधे ग्लोब का ही अक्षांश एवं देशान्तर क्रम ज्ञात होता है ।
6. किसी देश की आकृति एवं क्षेत्रफल सीमित भाग में ही शुद्ध रह पाते हैं ।
7. प्राय: ध्रुववर्ती प्रदेशों के मानचित्र बनाने के लिये ये प्रक्षेप अधिक उपयुक्त रहते हैं ।

(ii) **शंक्वाकार प्रक्षेप (Conical Projection)**

ऐसा धरातल जो ऊपर नुकीला हो तथा नीचे की ओर गोलाकार विस्तार वाला हो शंकु (Cone) कहलाता है । ग्लोब के ऊपर कागज के 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 शंक्वाकार प्रक्षेप बन जाता है । एक शंकु ग्लोब की किसी एक अक्षांश वृत पर स्पर्श करता है अत: प्रक्षेप के उस अक्षांश पर मापनी शुद्ध रहती है जिसके कारण इसे प्रमाणित अक्षांश या मानक अक्षांश कहते हैं । शंक्वाकार प्रक्षेप कई प्रकार के होते हैं । इनमें एक मानक अक्षांश वाला शंक्वाकार प्रक्षेप संदर्श प्रक्षेप है जिसमें एक मानक अक्षांश रेखा (मध्यवर्ती अक्षांश) होती है तथा अन्य अक्षांश वृत्त समान दूरी पर खींचे गये संकेन्द्रीय वृत्त होते हैं । इसमें देशान्तर रेखायें संकेन्द्रीय वृत्तों की त्रिज्याएं होती हैं । इस प्रक्षेप में केवल मानक अक्षांश तथा केन्द्रीय याम्योत्तर (Central meridian) पर ही मापनी शुद्ध होती है, वहाँ से दूरी बढ़ने पर अशुद्धि बढ़ती जाती है । एक मानक अक्षांश वाले शंकु प्रक्षेप के दोष को कम करने के लिए दो मानक अक्षांशों वाला शंक्वाकार प्रक्षेप बनाया जाता है । यह एक असंदर्श प्रक्षेप है जिसकी रचना गणितीय परिगणन द्वारा की जाती है । बोनप्रक्षेप तथा बहु शंक्वाकार प्रक्षेप भी संशोधित शंक्वाकार प्रक्षेप हैं । शंक्वाकार प्रक्षेप प्राय: छोटे प्रदेशों (जिसका विस्तार एक ही गोलार्द्ध उत्तरी अथवा दक्षिणी में हो) को प्रदर्शित करने के लिए उपयोगी होते हैं । क्योंक इस पर पूरे विश्व के मानचित्र को बनाना कठिन होता है ।



चित्र 1.11 शंक्वाकार कागज पर प्रक्षेपण विधि



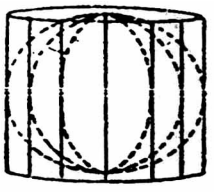
चित्र 1.12 शंक्वाकार प्रक्षेप

शंक्वाकार प्रक्षेप की विशेषताएँ :-

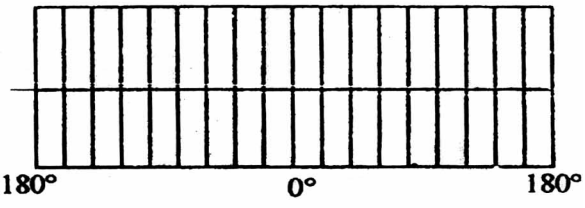
1. सभी अक्षांश एक केन्द्र से खींचे गये (बहु शंकुक प्रक्षेप को छोड़कर) वृत्तों के चाप होते हैं ।
2. सभी देशान्तर रेखायें सीधी रेखाऐं होती हैं जो अक्षांशीय रेखाओं को समकोंण पर काटती हैं।
3. ध्रुव से दूर जाने पर देशान्तर रेखाओं के मध्य परस्पर दूरी बढ़ती जाती है ।
4. केन्द्रीय देशान्तर रेखा सीधी होती है तथा इसका मापक भी शुद्ध रहता है ।
5. शंकु को काटकर फैलाया जा सकता है इसलिये इसे विस्तार योग्य धरातल कहा जाता है ।
6. 90° अक्षांश प्राय: बिन्दु न दिखाकर चाप द्वारा दिखाया जाता है ।
7. इस प्रक्षेप पर ध्रुव के समीपवर्ती क्षेत्रों में विकृति आ जाती है ।

(iii) बेलनाकार प्रक्षेप (Cylindrical Projection)

ग्लोब पर अंकित अक्षांश देशान्तर रेखाओं को कागज के बेलन पर प्रक्षेपित करके उस कागज को सपाट फैलाने से बने रेखा जाल को बेलनाकार प्रक्षेप कहते हैं । सामान्य दशा में यह बेलन ग्लोब को भूमध्य रेखा पर स्पर्श करता है तथा इसका अक्ष पृथ्वी के ध्रुवीय अक्ष पर स्थित होता है । बेलनाकार प्रक्षेप संदर्श तथा असंदर्श दोनों प्रकार के होते हैं । कुछ प्रमुख बेलनाकार प्रक्षेपों के नाम हैं - मरकेटर प्रक्षेप या बेलनाकार शुद्ध आकृति प्रक्षेप, साधारण बेलनाकार प्रक्षेप समक्षेत्र बेलनाकार प्रक्षेप, प्राकृतिक बेलनाकार प्रक्षेप ।



चित्र 1.13 बेलनाकार कागज पर प्रक्षेपण विधि



चित्र 1.14 बेलनाकार प्रक्षेप

बेलनाकार प्रक्षेप की विशेषताएँ -

1. इसमें सभी अक्षांश व देशान्तर रेखायें समानान्तर तथा लम्बाई बराबर होती हैं ।
2. इसमें भूमध्य रेखा के पास ही मापक शुद्ध होता है ।
3. बेलन को काटकर फैलाया जा सकता है इसलिए इसे भी विस्तार योग्य धरातल कहते हैं ।
4. सम्पूर्ण पृथ्वी का मानचित्र बन जाने के कारण इन प्रक्षेपों पर संसार का मानचित्र बनाया जा सकता है ।
5. अक्षांश एवं देशान्तर रेखाऐं एक दूसरे को समकोण पर काटती हैं ।
6. ध्रुववर्ती प्रदेशों की आकृति में इस प्रक्षेप पर अतिरंजता आ जाती है ।
7. अक्षांश रेखाओं की लम्बाई भूमध्य रेखा की लम्बाई के बराबर होती है ।
8. 90° अंश जो बिन्दु मात्र है, की लम्बाई भी विषुवत् रेखीय लम्बाई के बराबर होती है ।
9. इस प्रक्षेप पर पूर्व पश्चिम लम्बाई एवं उत्तर दक्षिण संकुचित चौडाई वाले क्षेत्रों को ही आसानी से दिखाया जा सकता है ।

भूमध्य रेखा पर मापनी शुद्ध होने के कारण विषुवतीय प्रदेशों के मानचित्र बनाने के लिए बेलनाकार प्रक्षेप विशेष उपयोगी होते हैं । संसार का शुद्ध दिशा व शुद्ध आकृति मानचित्र बनाने के लिए मर्केटर प्रक्षेप बहुत ही उपयोगी रहता है ।

1.4.4 परम्परागत प्रक्षेप (Conventional Projection)

ये प्रक्षेप गणितीय परिकल्पना के आधार पर बने होते हैं । कुछ प्रक्षेप लिखित प्रक्षेपों में संशोधन करके गणित के नियमों के अनुसार बनाये जाते हैं, उन्हें परम्परागत प्रक्षेप कहते हैं । इन्हें गणितीय प्रक्षेप भी कहते हैं । यह प्रक्षेप प्राय: शुद्ध क्षेत्रफल प्रक्षेप होते हैं । इन पर संसार को भी प्रदर्शित किया जाता है । गणितीय परिकलन के आधार पर बने होने के कारण इन प्रक्षेपों पर उद्देश्य विशेष के अनुसार मापनी, आकृति आदि की शुद्धता पर विशेष ध्यान दिया जाता है । सिनुसायडल प्रक्षेप तथा मौलवीड प्रक्षेप ज्यादा काम में लेते हैं ।

1.5 मानचित्र प्रक्षेपों की पहचान (Identification of Map Projection)

मानचित्रों पर प्रक्षेपों की पहचान करने के लिए मुख्य रूप से निम्नलिखित बातों का ध्यान रखना होगा -

(अ) अक्षांश और देशान्तर रेखाओं का प्रतिच्छेदन

(ब) अक्षांश और देशान्तर रेखाओं के मध्य दूरियाँ

(स) अक्षांश और देशान्तर रेखाओं की आकृति

(द) प्रक्षेप की बाहरी आकृति

(अ) जब प्रक्षेप की आकृति आयताकार हो, अक्षांश और देशान्तर रेखाओं के परस्पर काटने से तथा अक्षांश और देशान्तर रेखाओं के मध्य दूरियाँ बराबर रहने से बनते हैं तो. बेलनाकार प्रक्षेप कहलाते हैं । इन प्रक्षेपों में यदि

(1) भूमध्य रेखा और देशान्तर रेखाओं पर मापक शुद्ध रहता है और अक्षांशों के मध्य दूरी बराबर (समान) रहे तो समदूरी प्रक्षेप है ।

(2) अक्षांश रेखाओं के मापक में वृद्धि, देशान्तर रेखाओं के मापक में कमी तथा ध्रुवों की ओर इनके मध्य दूरी बढ़ने से क्षेत्रफल शुद्ध रहता हो, अक्षांश रेखाओं के मध्य दूरी कम होती जाए तो शुद्ध क्षेत्रफल है ।

(3) जब अक्षांश और देशान्तर रेखाऐं सीधी हों, अक्षांश रेखाओं. के मध्य दूरियाँ भूमध्य रेखा से ध्रुवों की ओर जाने पर अधिक होती जाएँ तो मरकेटर प्रक्षेप होता है ।

इन प्रक्षेपों में सभी अक्षांश रेखाऐं भूमध्य रेखा के बराबर होती हैं ।

(ब)

(1) प्रक्षेप में यदि अक्षांश रेखाऐं एक ही बिन्दु से खींची गई वृत्त की चाप हैं इनमें मध्य दूरियाँ समान रहती हैं, देशान्तर रेखाऐं सीधी तथा एक बिन्दु पर मिलती हैं । अक्षांश और देशान्तर रेखाऐं समकोण पर काटे तथा प्रक्षेप की बाह्य आकृति वृत्त के चाप के रूप में हो यह प्रक्षेप साधारण शंक्वाकार, एक या दो प्रधान अक्षांशरेखीय है।

(2) बोनप्रक्षेप में एक ही केन्द्र से सभी अक्षांश रेखाओं को बराबर दूरी के एवं चाप के रूप में बनाया जाता है । प्रधान देशान्तर रेखा सीधी तथा अन्य वक्र हो तो प्रक्षेप बोन प्रक्षेप होता है । इस प्रक्षेप की बाह्य आकृति भी वृत्त की चाप के रूप में होती हैं ।

(3) बहु शंक्वाकार प्रक्षेप में प्रक्षेप पर भूमध्य रेखा लेटी हुई सीधी रेखा है । 90° अक्षांश रेखा बिन्दु है अन्य अक्षांश रेखायें भिन्न-भिन्न केन्द्र से खींची गई वृत्त की चाप हो, प्रधान देशान्तर रेखा पर इनके मध्य दूरी बराबर तथा इसके पूर्व पश्चिम में परस्पर बढे । केन्द्रीय देशान्तर रेखा सीधी रेखा होती है और अन्य देशान्तर रेखाऐं वक्र हो तो प्रक्षेप बहु शंक्वाकार प्रक्षेप होता है । इसकी बाह्य आकृति पूर्ण रूप से वृत्त की चाप में नहीं होती हैं ।

(स) यदि किसी प्रक्षेप में अक्षांश रेखाऐं सीधी हो तथा केन्द्रीय देशान्तर रेखा लाम्बिक और अन्य देशान्तर रेखाऐं वक्र हो तो प्रक्षेप सिनोसोइडल या मौलविड होता है । यदि इसमें भी अक्षांश रेखाओं के मध्य दूरियाँ बराबर है तो प्रक्षेप सिनोसोइडल और यदि भूमध्य रेखा के निकट दूर-दूर अक्षांश रेखाऐं हैं तथा ध्रुवों के निकट पास-पास हो तो मौलविड प्रक्षेप होता है । इसके अतिरिक्त सिनोसोइडल प्रक्षेप की आकृति सीमावर्ती भागों में नुकीली तथा मौलविड में दीर्घवृत्तीय होती है । इसलिये इसे दीर्घवृत्तीय प्रक्षेप भी कहते है । मौलविड प्रक्षेप में 90° की देशान्तर रेखा वृत्त की चाप होती है जबकि सिनोसाइडल में नहीं ।

(द) ध्रुवीय ऊर्ध्ववर्ती प्रक्षेप की बाहरी आकृति वृत्ताकार होती है । ध्रुव एक बिन्दु और अन्य अक्षांश रेखाऐं इस बिन्दु से खींचे गये वृत्त हैं । इनके मध्य में दूरी केन्द्र से दूर जाने पर तेजी से कम होती जाती है । सभी देशान्तर रेखाऐं इस बिन्दु पर आकर इन प्रक्षेपों में यदि

(1) खमध्य समरूपी प्रक्षेप में अक्षांश रेखाओं के मध्य दूरी केन्द्र से भूमध्य रेखा की ओर जाने पर धीरे-धीरे दूरियाँ बढ़ती हैं ।

(2) नोमोनिक प्रक्षेप में अक्षांश रेखाओं के मध्य दूरी प्रक्षेप के केन्द्र से भूमध्य रेखा की ओर तेजी से बढ़ती है तथा भूमध्य रेखा प्रदर्शित नहीं होती है, उसे नोमोनिक प्रक्षेप कहते हैं

(3) अक्षांश रेखाओं के मध्य दूरी केन्द्र से भूमध्य रेखा की ओर धीरे-धीरे कम हो तो शुद्ध क्षेत्रफल प्रक्षेप कहलाता है ।

(4) अक्षांश रेखाओं के मध्य दूरी बराबर रहे तो समदूरी प्रक्षेप कहते हैं ।

(5) अक्षांश रेखाओं के मध्य दूरी केन्द्र से भूमध्य रेखा की ओर तेजी से घटे तो ग्राफिक प्रक्षेप कहलाता हैं । उपरोक्त विवरण से स्पष्ट होता है कि मानचित्र प्रक्षेप अनेक प्रकार के होते हैं । जिनको हम थोड़ी सी जानकारी के आधार पर पहचान सकते हैं ।

बोध प्रश्न - 2

1. प्रकाश के प्रयोग के आधार पर मानचित्र प्रक्षेपों के भेद बतलाइये?

   .....

2. असंदर्श मानचित्र प्रक्षेप से आपका क्या अभिप्राय है?

   .....

3. गुणों के आधार पर प्रक्षेप कितने प्रकार के होते हैं? नाम लिखिये।

   .....

4. रचना विधि के अनुसार प्रक्षेपों को कितने भागों में विभाजित किया गया है?

.....

5. अक्षांश रेखाओं के मध्य दूरी बराबर रहे तो वह कौनसा प्रक्षेप है?

.....

6. ग्राफिक प्रक्षेप को कैसे पहचानोगे?

.....

7. बेलनाकार प्रक्षेपों के पहचान सम्बन्धी मुख्य लक्षण बतलाइये?

.....

8. मर्केटर प्रक्षेप की दो प्रमुख विशेषताएँ बताइये?

.....

9. मौलविड़ प्रक्षेप की पहचान बताओ?

.....

10. शुद्ध क्षेत्रफल प्रक्षेप कौन से हैं?

.....

1.6 उद्देश्यानुसार मानचित्र प्रक्षेपों की उपयुक्तता (Suitability of Map Projection According to Objectives)

किसी मानचित्र के लिए उपयुक्त प्रक्षेप का चयन सदैव उस मानचित्र को बनाने के उद्देश्य को ध्यान में रखकर किया जाता है ।

(अ) महाद्वीपों के मानचित्र - ऐसे क्षेत्र या महाद्वीप जो भूमध्य रेखा के उत्तर में या दक्षिण में पूर्व पश्चिम अधिक फैले हों और मध्यवर्ती अक्षांशों में हो जैसे- उत्तरी अमेरिका, आस्ट्रेलिया, यूरोप, एशिया आदि के लिए शंकु आकार के प्रक्षेप उपयुक्त रहते हैं परन्तु इनमें से भी बोन प्रक्षेप का सबसे अधिक उपयोग होता है । क्योंकि यह शुद्ध क्षेत्रफल प्रक्षेप है। कनाडा, संयुक्त राज्य अमेरिका. चीन, सोवियत रूस, भारत के लिए भी बोन प्रक्षेप अधिक उपयुक्त है क्योंकि यह भाग भी शीतोष्ण कटिबन्ध में स्थित हैं । दक्षिणी अमेरिका तथा अफ्रीका ऐसे महाद्वीप हैं जिनका विस्तार दोनों गोलार्द्धों में है। अत: इनके लिए सिनुसॉयडल अथवा मौलविड प्रक्षेप का चयन' करना चाहिए ।

(ब) सामान्य उद्देश्य वाले संसार मानचित्र - संसार के राजनीतिक तथा सामान्य मानचित्र के लिए भी बेलनाकार और परम्परागत प्रक्षेपों का प्रयोग करते हैं परन्तु इनमें से भी मरकेटर तथा मौलविड प्रक्षेपों को ही चुना जाता है । संसार को दो गोलार्द्धों में दिखाने के लिए शंकु आकार तथा ध्रुवीय ऊर्ध्ववर्ती प्रक्षेपों का प्रयोग किया जाता है । इनसे यह लाभ है कि गोलार्द्धों के लिए दो प्रक्षेप बनाने पड़ते हैं जिसके कारण क्षेत्रफल तथा आकृति आदि में परिवर्तन बेलनाकार या परम्परागत प्रक्षेपों की अपेक्षा कम आता है इनका उपयोग भी उद्देश्य के अनुसार किया जा सकता है । इन प्रक्षेपों का उपयोग क्रमश: मध्यवर्ती और ध्रुवीय क्षेत्रों के लिए किया जाता है । जिनका विस्तार भूमध्य रेखा के उत्तर या दक्षिण में अधिक हो पूर्व पश्चिम में कम जैसे - अफ्रीका, दक्षिणी अमेरिका आदि के लिये सिनुसॉयडल, मौलविड या बेलनाकार प्रक्षेपों का प्रयोग किया जा सकता है । हिन्द महासागर, अन्ध और प्रशान्त महासागरों के लिए मरकेटर तथा सिनुसॉयडल का प्रयोग किया जा सकता है । नौ संचालन सम्बन्धी मानचित्रों के लिए मरकेटर प्रक्षेप बहुत उपयोगी होता है ।

(स) वितरण मानचित्र - उष्ण कटिबन्धीय क्षेत्रों के वितरण मानचित्र बनाने के लिए लैम्बर्ट का बेलनाकार समक्षेत्र प्रक्षेप, मौलविड प्रक्षेप तथा सिनुसॉयडल प्रक्षेप में से किसी एक का चयन करना उपयुक्त रहता है । यदि संसार में रबड़, चावल, गन्ना, नारियल, गर्ममसाले, कपास, कहवा, कोको, केला, तम्बाकू आदि जो उष्ण या उपोष्ण क्षेत्रों की फसलें हैं, के वितरण को दिखाने के लिए बेलनाकार या परम्परागत प्रक्षेप प्रयोग कर सकते हैं । अधिकतर बेलनाकार शुद्ध क्षेत्रफल प्रक्षेप को प्राथमिकता देते हैं क्योंकि इस प्रक्षेप में अक्षांश देशान्तर रेखाऐं समकोण पर काटती हैं तथा अक्षांश रेखाओं के मापक को बढ़ाकर और देशान्तर रेखाओं के मापक को घटाकर क्षेत्रफल शुद्ध बनाया जाता है ।

(द) छोटे देशों के मानचित्र - उत्तर, दक्षिण दिशा में कम विस्तार वाले छोटे-छोटे देश जैसे इंग्लैण्ड, बाल्टिक स्टेटस, फ्रांस जर्मनी, स्पेन आदि जिसका अक्षांशीय और देशान्तरीय विस्तार अधिक नहीं है के लिए भी शंकु आकार प्रक्षेप का प्रयोग किया जाता है । परन्तु इनमें से दो प्रधान अक्षांश रेखा वाला या बोन प्रक्षेप का प्रयोग किया जाता है । कनाडा, संयुक्त राज्य अमेरिका, नर्मदा, त्ताप्ती नदी घाटियाँ, ट्रांस साइबेरियन, केनेडियन पैसिफिक रेलमार्ग के लिए एक या दो प्रधान रेखीय शंकु आकार प्रक्षेप का प्रयोग किया जाता है ।

बोध प्रश्न- 3

1. शंकु प्रक्षेप किन अक्षांशों में स्थित क्षेत्रों के मानचित्र बनाने में उपयोगी होते हैं?

   .....

2. संसार का मानचित्र बनाने के लिए मौलविड व सिनुसॉयडल प्रक्षेपों में से कौनसा अधिक उपयुक्त है?

   .....

3. उष्ण कटिबन्धीय क्षेत्रों के वितरण मानचित्र बनाने के लिए कौन-से प्रक्षेपों का उपयोग किया जाता है?

   .....

4. एक ही गोलार्द्ध में स्थित अपेक्षाकृत कम देशान्तरीय विस्तार वाले महाद्वीपों जैसे उत्तरी अमेरिका, यूरोप, आस्ट्रेलिया के वितरण मानचित्र अच्छी तरह कौनसे प्रक्षेप पर बनाये जाते हैं?

   .....

5. नौ संचालन मार्ग के मानचित्र के लिए कौनसा प्रक्षेप सर्वाधिक उपयोगी है?

   .....

1.7 सारांश (Summary)

प्रक्षेप वह विधि है जिसके द्वारा समतल कागज अथवा धरातल पर ग्लोब की अक्षांश व देशान्तर रेखाओं के जाल को क्रमबद्ध रूप से प्रक्षेपित किया जाता है । इस प्रकार प्रक्षेप ग्लोब की अक्षांश व देशान्तर रेखाओं के जाल को समतल कागज पर प्रदर्शित करने की विधि है । पहले ग्लोबीय आकार के निश्चित होने पर उसके मानचित्रण की समस्या उत्पन्न हुई । तब विभिन्न स्थानों या क्षेत्रों की स्थिति निर्धारण हेतु पृथ्वी तल पर अक्षांश और देशान्तर रेखाओं की परिकल्पना की गई । अक्षांश व देशान्तर रेखाओं को समझाने के लिए इनका वर्णन किया गया है ।

इसमें प्रक्षेपों का वर्गीकरण रचना प्रक्रिया या प्रकाश की स्थिति की परिकल्पना के आधार पर कई प्रकार से बांटा गया है । जिनके आधार पर मानचित्रों की पहचान, उनकी उपयुक्तता आदि ज्ञात हो जाता है ।

1.8 शब्दावली (Glossary)

प्रक्षेप - पारदर्शी कागज या फिल्म पर अंकित किसी चित्र या आकृति का प्रकाश की सहायता से समतल सतह पर प्रक्षेपण उस चित्र या आकृति का प्रक्षेप कहलाता है ।

मानचित्र प्रक्षेप - प्रकाश अथवा गणितीय विधियों के द्वारा ग्लोब की अक्षांश - देशान्तर रेखाओं के जाल का समतल सतह पर प्रदर्शन।

अक्षांश - भूमध्य रेखा के उत्तर या दक्षिण भूतल पर स्थित किसी बिन्दु की पृथ्वी के केन्द्र से मापी गई कोंणिक दूरी।

देशान्तर - भूतल के किसी बिन्दु से गुजरने वाली मध्याहन रेखा तथा प्रधान मध्याहन रेखा के मध्य की कोणिक दूरी, उक्त बिन्दु की देशान्तर होती है ।

अक्षांश वृत्त या अक्षांश रेखा - समान अक्षांश वाले स्थानों को मिलाने वाली कल्पित रेखा ।

देशान्तर वृत्त या देशान्तर रेखा - समान देशान्तरीय मान वाले स्थानों को मिलाने वाली कल्पित रेखा ।

मानक अक्षांश - जिस अक्षांश पर शंकु का भीतरी तल ग्लोब को स्पर्श करता है ।

दक्षिणी ध्रुव वृत्त - दक्षिणी अंटार्कटिक वृत

उत्तरी ध्रुव वृत्त - उत्तरी आर्कटिक वृत

1.9 संदर्भ ग्रन्थ सूची (Reference book)

1. जेपी. शर्मा : प्रायोगिक भूगोल की रूपरेखा, रस्तोगी पब्लिकेशन्स, मेरठ, 2006-07
2. गिरीष दत्त शर्मा : प्रायोगिक भूगोल, लक्ष्मी पुस्तक भण्डार, गंगानगर (राज.) 2005
3. केके गोयल, ओपी अग्रवाल : प्रयोगात्मक भूगोल, मंथन पब्लिकेशन्स, रोहतक, 1981
4. चतुर्भुज मामोरिया एवं शेषमल जैन 1996 : मानचित्रांकन एवं प्रायोगिक भूगोल, साहित्य भवन पब्लिकेशन्स, आगरा
5. पी.आर चौहान : प्रायोगिक भूगोल, वसुंधरा प्रकाशन, गोरखपुर, 1998

1.10 बोध प्रश्नों के उत्तर

बोध प्रश्न - 1

1. मानचित्र प्रक्षेप ग्लोब की अक्षांश तथा देशान्तर रेखाओं को सपाट कागज पर प्रदर्शित करने की एक विधि है ।
2. ग्लोब से मानचित्रों की रचना करने के लिए मानचित्र प्रक्षेप की आवश्यकता पड़ती है ।
3. Graticule, Grid, Net, Mesh
4. (i) पृथ्वी की गोलाई एवं उसका चपटे तल पर प्रदर्शन

(ii) अक्षांश-देशान्तर रेखाओं का व्यवस्थित जाल

(iii) मापनी एवं दिशा

5. अक्षांश एवं देशान्तर रेखाओं के जाल को ग्रिड कहते हैं ।
6. समान अक्षांश वाले स्थानों को मिलाने वाली कल्पित रेखा को अक्षांश वृत्त कहते हैं । समान देशान्तरीय मान वाले स्थानों को मिलाने वाली कल्पित रेखा देशान्तर वृत कहलाती है ।

बोध प्रश्न - 2

1. (i) असंदर्श मानचित्र प्रक्षेप

   (ii) संदर्श मानचित्र प्रक्षेप
2. गणितीय विधियों के द्वारा आवश्यक संशोधन करके बनाये गये मानचित्र प्रक्षेपों को असंदर्श प्रक्षेप कहते है ।
3. तीन (i) यथाकृतिक (ii) समक्षेत्र प्रक्षेप (iii) शुद्ध दिशा प्रक्षेप
4. चार (i) बेलनाकार (ii) शंक्वाकार (iii) शिरोबिन्दु

   (iv) रूढ़ प्रक्षेप
5. समदूरी प्रक्षेप
6. अक्षांश रेखाओं के मध्य दूरी केन्द्र से भूमध्य रेखा की ओर तेजी से घटे तो ग्राफिक प्रक्षेप है ।
7. (i) इन प्रक्षेपों में सभी अक्षांश व देशान्तर रेखाऐं सरल व एक दूसरे के बराबर समान्तर होती हैं ।

   (ii) प्रक्षेप में अक्षांश देशान्तर रेखाऐं एक दूसरे को समकोण पर काटती हैं ।
8. (i) यथाकृतिक (ii) शुद्ध दिकमान
9. इस प्रक्षेप में अक्षांश रेखाऐं सीधी देशान्तर रेखाऐं वक्र और केन्द्रीय देशान्तर रेखा लाम्बिक होती है।
10 बेलनाकार समक्षेत्र प्रक्षेप मौलविड प्रक्षेप सिनुसॉयडल बोन प्रक्षेप ध्रुवीय भूमध्य समक्षेत्र प्रक्षेप।

बोध प्रश्न - 3

1. शीतोष्ण कटिबन्धीय क्षेत्रों के मानचित्रों के लिए
2. मौलविड प्रक्षेप
3. बेलनाकार समक्षेत्र, मौलविड एवं सिनुसॉयडल प्रक्षेप
4. बोन प्रक्षेप
5. मर्केटर प्रक्षेप

1.11 अभ्यासार्थ प्रश्न

1. मानचित्र प्रक्षेप क्या है? इनकी आवश्यकता क्यों होती है? गुणों तथा रचना विधि के आधार पर प्रक्षेपों का वर्गीकरण कीजिये?
2. अक्षांश व देशान्तर रेखाओं के लक्षण बताइये?
3. प्रक्षेपों की पहचान किस प्रकार की जा सकती है? विस्तारपूर्वक वर्णन कीजिये?

इकाई-2 : सुदूर संवेदन-तकनीक का सैद्धान्तिक ज्ञान (Theoretical Knowledge of Remote Sensing-Technique)

इकाई की रूपरेखा :

2.0 उद्देश्य

2.1 प्रस्तावना

2.2 सुदूर संवेदन (Remote Sensing)

- 2.2.1 सुदूर संवेदन का अर्थ
- 2.2.2 सुदूर संवेदन की परिभाषाएँ
- 2.2.3 सुदूर संवेदन की प्रक्रियाएं एवं तत्त्व
- 2.2.4 सुदूर संवेदन का विकास
- 2.2.5 भारत में सुदूर संवेदन का विकास
- 2.2.6 सुदूर संवेदन की आधारभूत संकल्पना
- 2.2.7 सुदूर संवेदन के संवेदक
- 2.2.8 ऊर्जा विकिरण सम्बन्धी संकल्पनाएँ
- 2.2.9 ऊर्जा का प्रकीर्णन
- 2.2.10 ऊर्जा का अवशोषण
- 2.2.11 अंकीय बिम्ब-प्रणाली

2.3 भौगोलिक सूचना तन्त्र (Geographical Information System-GIS)

- 2.3.1 भौगोलिक सूचना-तन्त्र का विकास
- 2.3.2 भौगोलिक सूचना-तन्त्र के उद्देश्य
- 2.3.3 भौगोलिक सूचना-तन्त्र का क्षेत्र
- 2.3.4 भौगोलिक सूचना-तन्त्र के प्रकार
- 2.3.5 भौगोलिक सूचना-तन्त्र में कम्प्यूटर का प्रयोग
- 2.3.6 भौगोलिक सूचना-तन्त्र की अभिकल्पना
- 2.3.7 भौगोलिक सूचना-तन्त्र के लाभ

2.4 सारांश

2.5 शब्दावली

2.6 संदर्भ-ग्रन्थ

2.7 बोध प्रश्नों के उत्तर

2.8 अभ्यासार्थ प्रश्न

2.0 उद्देश्य (Objectives)

प्रस्तुत अध्याय के अध्ययन के उपरान्त आप समझ सकेगें :

1. स्थान (क्षेत्र) के विषय में सूचनाओं के संधारण, भंडारण, विश्लेषण और उपयोग,
2. सुदूर संवेदन तकनीक और उसकी महत्ता,
3. स्थानिक सूचना प्रौद्योगिकी के विभिन्न तत्वों और उनकी महत्ता ।

2.1 प्रस्तावना (Introduction)

प्राचीनकाल से ही मानचित्र भूगोलवेत्ता के पारंपरिक और बहुत महत्वपूर्ण उपकरण सिद्ध हुए हैं । इनका स्थलाकृतिक मानचित्रों के रूप में उपयोग किया जाता है । ऐसे मानचित्रों को क्षेत्र में भ्रमण करने के पश्चात् सर्वेक्षण-यंत्रों के द्वारा सघन सर्वेक्षण करके बनाया जाता है । इनके निर्माण में समय, श्रम और ऊर्जा सभी भरपूर लगते हैं लेकिन जब तक ये बनकर तैयार होते हैं, इनमें अंकित सूचनाएँ पुरानी पड़ जाती हैं । कहीं नदियां मार्ग बदल लेती हैं तो कहीं ऊँचे-ऊँचे रेतीले टिलों को समतल करके खेती की जाने लगती है । कहीं नई सड़क बन जाती है, तो कहीं नया कारखाना खुल जाता है या खेत बस्ती में बदल जाते हैं । इन भू-परिवर्तनों की जानकारी प्राप्त करना और उनके अनुसार मानचित्रों में परिवर्तन करना बहुत दुष्कर है । लेकिन यह कार्य स्थानिक सूचना प्रौद्योगिकी के उपयोग से सरल और सहज-सा लगने लगा है । उपग्रह दुर्गम और अगम स्थानों की भी सही, शुद्ध और बड़े पैमाने पर सूचनाएँ उपलब्ध कराते हैं । सुदूर संवेदन-तकनीक से प्राप्त भौगोलिक तत्त्वों की नवीनतम जानकारी को पुराने मानचित्रों में अंकित करके उन्हें तैयार किया जाता हैं । मानचित्र-निर्माण में भौगोलिक सूचना तन्त्र तकनीक ने न केवल उपयोगिता के क्षेत्र में अपितु रोजगार प्रदान करने में भी एक समग्र क्रान्ति ला दी है । विगत 30-40 वर्षा से विकसित देशों में और भारत जैसे विकासशील देशों में भी नवीनतम मानचित्रों का निर्माण भौगोलिक सूचना और भूमंडलीय स्थितीय तन्त्र-तकनीक के अनुप्रयोग द्वारा किया जा रहा है ।

स्थानिक सूचना प्रौद्योगिकी (Spatial Information Technology)

स्थानिक सूचना प्रौद्योगिकी से तात्पर्य स्थान (क्षेत्र) के विषय में सूचनाओं के संचयन तथा कम्प्यूटर द्वारा उनके संधारण, भंडारण, विश्लेषण और उपयोग से है । स्थानिक सूचना प्रौद्योगिकी में इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों का उपयोग किया जाता है । इन उपकरणों में कम्प्यूटर का प्रमुख स्थान है । संचार माध्यमों जैसे टेलीफोन और उपग्रहों का महत्त्व भी कम नहीं हैं । उपग्रहों से प्राप्त चित्रों का महत्त्व भी कम नहीं है । वर्तमान में उपग्रहों से प्राप्त चित्र भौगोलिक जानकारियों के प्रमुख स्त्रोत हैं ।

स्थानिक सूचना प्रौद्योगिकी के दो प्रमुख अंग हैं '

(1) भौगोलिक सूचना तंत्र (Geographical Information System)

(2) भूमण्डलीय स्थितीय तंत्र (Global Positioning)

2.2 सुदूर संवेदन (Remote sensing)

सुदूर संवेदन-तकनीक एक सूचना-संग्रहण-तकनीक है, जिसके अन्तर्गत किसी भी वस्तु के सम्पर्क में न आकर दूर से ही उसके बारे में विभिन्न प्रकार की सूचनाएँ प्राप्त की जाती हैं । अंत: विभिन्न

धरातलीय तत्त्वों की विभिन्न विशेषताओं से सम्बन्धित सूचनाएँ सुदूर अन्तरिक्ष में संगहित की जाती हैं और वहाँ से निश्चित भू: केन्द्रों तक प्रेषित की जाती हैं । यह अन्तरिक्ष-तकनीक का व्यावहारिक उपयोग है । इसके अन्तर्गत सुदूर-संवेदन तकनीक विभिन्न प्राकृतिक तत्त्वों के सर्वेक्षण, प्रबन्धन, मूल्यांकन और मानचित्रण हेतु प्रयोग में लायी जाती है ।

2.2.1 सुदूर संवेदन का अर्थ (Meaning Remote sensing)

सुदूर संवेदन का शाब्दिक अर्थ, दूर से सूचना प्राप्त करना है अर्थात् किसी वस्तु को स्पर्श किये बिना ही उसके बारे में सूचना प्राप्त करना सुदूर संवेदन कहलाता है । हम अपने चारों ओर जो कुछ भी देखते हैं या यह आँखों से पहचानते हैं उन सभी में सुदूर संवेदन का नियम लागू होता है । इस समय आप इसे सुदूरसंवेदन की सहायता से ही पढ़ पा रहे हैं । उदाहरणार्थ, किसी वस्तु को देखते समय मनुष्य की आँखें एक संवेदक (Sensor) का कार्य कर रही हैं । ये संवेदक वस्तु के लिखे हुए व बिना लिखे अर्थात् काले व खाली स्थानों से परावर्तित (Reflected) प्रकाश या विद्युत-चुम्बकीय विकिरण (Electromagnetic radiation) तदनुरूपी आवेगों (Corresponding impulses) को ग्रहण कर रहे हैं । इसके पश्चात् ये आवेग आपके मस्तिष्क में जाते हैं जहाँ एक प्राकृतिक कम्प्यूटर के द्वारा इनका साथ-साथ विश्लेषण हो रहा है । यह प्रक्रिया अतिद्रुत गति से सम्पन्न होती है ।

अत: सुदूर संवेदन का तात्पर्य, दूर से किसी भी धरातलीय वस्तु के बारे में सूचना प्राप्त करना है । सुदूर संवेदन का नियम सभी पर लागू होता है । मनुष्य की आँखों द्वारा विभिन्न लक्ष्यों की पहचान सुदूर संवेदन से ही सम्भव होती है । सुदूर संवेदन एक ऐसा विज्ञान है, जिसमें अपेक्षित वस्तु के सम्पर्क में गये बिना ही विधुत- चुम्बकीय विकिरण के प्रकाश-परावर्तन से संवेदकों के द्वारा उस वस्तु की पहचान और विश्लेषण संभव होता है ।

2.2.2 सुदूर संवेदन की परिभाषाएँ (Definitions of Remote sensing)

वायुयान, कृत्रिम उपग्रह या ऐसे ही किसी अन्य प्लेटफार्म पर रखे गये किसी संवेदक के द्वारा अभिलिखित धरातल के प्रतिबिम्बों व सम्बन्धित सूचनाओं को (i) प्राप्त करने, (ii) संसाधित (Processing) करने तथा (iii) व्याख्या-युक्त करने के विज्ञान को सुदूर संवेदन की संज्ञा दी जाती हैं ।।सामान्यतया सुदूर संवेदन को निम्नलिखित प्रकार से परिभाषित किया जा सकता है-

"सुदूर संवेदन, विभिन्न लक्ष्यों को पहचानने और उनका विश्लेषण करने हेतु विद्युत चुम्बकीय ऊर्जा जैसे- प्रकाश, ऊष्मा और रेडियो तरंगों के प्रयोगों पर आधारित विभिन्न विधियों एवं प्रक्रियाओं से सम्बन्धित है ।"

लॉयड एफ. साबिन्स (Floyd F. Sabins) के मतानुसार "सुदूर- संवेदन का तात्पर्य उन विधियों से है जिनमें किसी लक्ष्य को पहचानने तथा उसके लक्षणों को मापने के लिये विद्युत चुम्बकीय ऊर्जा जैसे - प्रकाश, ऊष्मा व रेडियो तरंगों को प्रयोग में लाया जाता है ।"

The term Remote Sensing refers to methods that employ electromagnetic energy, such as, light, heat and radio waves, as the means of detecting and measuring target characteristics.

अमेरिकन राष्ट्रीय शैक्षणिक विज्ञान (National Academy of Science) के अनुसार- " हाल ही में कई वैज्ञानिकों द्वारा सुदूर संवेदन' का प्रयोग वृहत दूरी से सुदूर लक्ष्यों (पृथ्वी, चन्द्रमा, वायुमण्डल, स्टेलर परिघटनाएँ इत्यादि) के अध्ययन के लिए किया गया है । विस्तृत रूप में सुदूर संवेदना नियोजित आधुनिक संवेदकों; आँकड़ो को संसाधित करने वाले उपकरणों; संचार सिद्धान्त व युक्तियों; सूचना-सिद्धान्त संसाधित विधितन्त्रों अन्तरिक्ष व वायु-निर्मित संयन्त्रों तथा वृहत सैद्धान्तिक तथा प्रयोगात्मक प्रणाली जिसका उद्देश्य धरातल के वायु एवं अन्तरिक्ष-सर्वेक्षणों का संचालन से है के सामूहिक प्रभावों को निर्दिष्ट करता है ।"

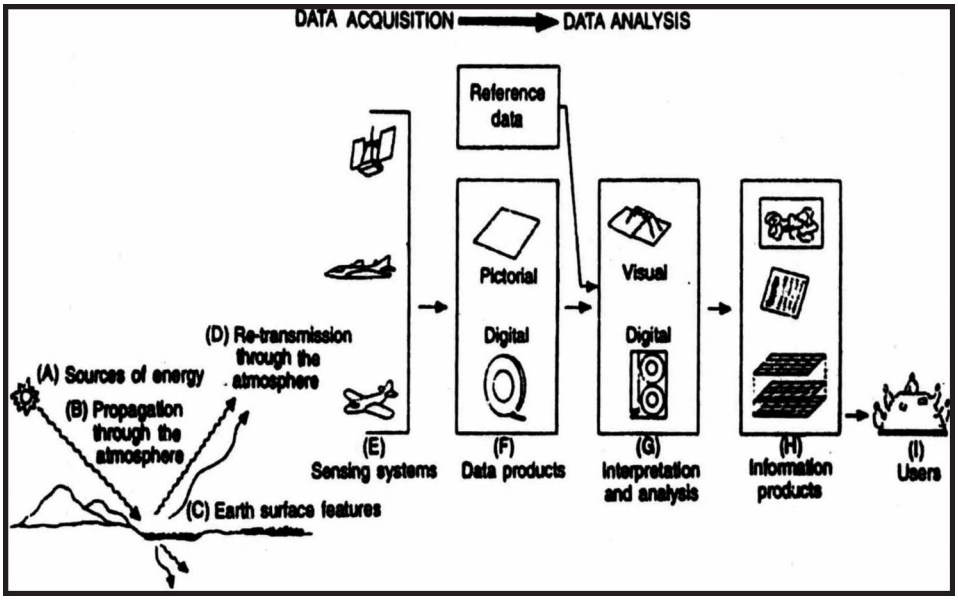
Remote Sensing "is the term currently used by a number of scientists for the study of remote sensing objects (earth, linear, and planetary surface and atmosphere, stellar and phenomena etc.) from great distances. Broadly defined.....remote sensing denotes the joint effects of employing modern sensor, data-processing equipment, information theory and processing methodology, communication theory and devices, space and airborne vehicles and large system theory and practice for the purpose of carrying out aerial or space survey of the earth surface.

बी.एल. दीक्षातुलू (B.L Deekshatulu) तथा जॉर्ज जोसेफ (George joseph) के अनुसार, "सुदूरसंवेदन एक अन्तरा-अनुशासनिक क्रिया है जिसमें किसी दूरस्थ प्लेटफॉर्म से प्रेक्षित आँकडों का विश्लेषण करके प्राकृतिक संसाधनों की तालिका, मॉनीटरिग व आँकलन किया जाता है ।"

Remote Sensing is a multi-disciplinary activity which deals with the inventory, monitoring and assessment of natural resources through the analysis of data obtained by observations from a remote platform.

2.2.3 सुदूर संवेदन की प्रक्रियाएँ एवं तत्व (Processes and Elements of Remote Sensing)

इस प्रकार सुदूर संवेदन के अन्तर्गत दो प्रक्रियाएं सम्मिलित की जा सकती हैं, (चित्र 21) ।



चित्र 2.1 - भू-संसाधनों के विद्युत-चुम्बकीय सुदूर संवेदन की प्रक्रियाएँ

(After T.M Illesand and R.W. Kiefer)

1. आंकडा-संग्रहण (Data-Acquisition) - इसका तात्पर्य सूचनाओं के संग्रहण से है । किसी भी लक्ष्य के बारे में सूचनाएँ चित्रीय और आंकिक रूप से प्राप्त की जाती हैं । यह निम्न चरणों में सम्भव होता है:-

अ. विद्युत चुम्बकीय ऊर्जा का ऊर्जा-स्त्रोत के रूप में होना ।

ब. सूर्य से विकिरण द्वारा ऊर्जा का धरातल पर आना, जो विद्युत-चुम्बकीय तरंगों के रूप में होता है ।

स. धरातल पर पहुँचने वाली विद्युत-चुम्बकीय ऊर्जा का धरातलीय लक्ष्यों से अन्तःक्रिया करना।

द. विधुत चुम्बकीय ऊर्जा और धरातलीय लक्ष्यों की अन्तःक्रिया द्वारा ऊर्जा का परावर्तन होकर वायुमण्डलमें संचरण ।

य. वायुमण्डल में संचरित विद्युत-चुम्बकीय ऊर्जा-तंरगों को संवेदकों द्वारा ग्रहण किया जाना ।

र. संवेदन-मंच पर अवस्थित कैमरों, स्कैनरों द्वारा तरंगों को ग्रहण करके चित्रीय अथवा आँकड़ों के रूप में सूचना प्राप्त करना ।

2. आंकडा-विश्लेषण (Data-Analysis) - संवेदकों द्वारा विद्युत संकेतों के अध्ययन से संकलित सूचनाओं को भूनियन्त्रक केन्द्रों को प्रेषित करके विभिन्न यन्त्रों और कम्प्यूटर सॉफ्टवेयर द्वारा उनका वर्गीकरण, मानचित्रण और विश्लेषण किया जाना ।

भूगोल, चूँकि धरातल के विभिन्न पक्षों का अध्ययन करता है । इसलिए क्षेत्रीय विश्लेषण हेतु भूगोल में विभिन्न तथ्यों के बारे में सूचनाएँ आवश्यक होती हैं । परम्परागत साधनों के विपरीत सुदूर संवेदन ने सूचना-संग्रह को आसान बना दिया है ।

2.2.4 सुदूर संवेदन का विकास (Development of Remote Sensing)

वर्तमान में अन्तरिक्ष आधारित सुदूर संवेदन का विकास हवाई छायाचित्रण तकनीक से प्रारम्भ हुआ है । 1840 में पेरिस स्थित प्रेक्षणशाला के निदेशक अर्गो (Argo) ने स्थलाकृतिक सर्वेक्षण में छायाचित्रण के प्रयोग की सम्भावना व्यक्त की । 1858 मे गैसयर्ड फेलिक्स दूर्नाचन नामक फ्रांसीसी फोटोग्राफर ने सबसे पहले हवाई छायाचित्र खींचा था । व 1880 तक मौसम सम्बन्धी आँकडों की प्राप्ति हेतु पतंगों का काफी प्रचलन हो चुका था । 1882 मे ई. डी. आर्कीबाल्ड नामक अंग्रेज मौसम-विज्ञानी ने पंतगछायाचित्रण के द्वारा सबसे पहले वायु छायाचित्र खींचा था । हवाई छायाचित्रण को सर्वाधिक प्रोत्साहन द्वितीय विश्वयुद्ध में मिला । हवाई छायाचित्रों की प्राप्ति व उनके विश्लेषण की तकनीकों के विकास का आधारभूत कारण, सैन्य उद्देश्यों की पूर्ति था । युद्ध-रणनीति के सन्दर्भ में विकसित हवाई चित्रण की भी कुछ सीमायें थीं क्योंकि हवाईजहाज में व्यवस्थित कैमरे से धरातल के छायाचित्र लेना तो सम्भव हो गया था, लेकिन एक बार की उडान में सीमित क्षेत्र का ही छायाचित्रण सम्भव था तथा वायुयानों को एक निश्चित सीमा से ऊँचा नहीं उड़ाया जा सकता था । इस प्रक्रिया को वृहद् और कम खर्चीली बनाने हेतु सुदूर संवेदन-तकनीक का विकास हुआ ।

द्वितीय विश्वयुद्ध में जर्मनी द्वारा प्रयुक्त V-2 राकेटों के आधार पर संयुक्त राज्य अमेरिका ने सन् 1949 में अपना रॉकेट, ब्रह्माण्ड मे, प्रक्षेपित किया । सन् 1950 के बाद संयुक्त राज्य अमेरिका एवं तत्कालीन सोवियत रूस के अन्तरिक्ष कार्यक्रमो को लेकर प्रतिस्पर्धा होने लगी । इसमें बाजी तब सोवियत रूस के हाथ लगी जब सन् 1957 में उसके द्वारा स्पुतनिक-1 उपग्रह अन्तरिक्ष में छोड़ा गया । सन् 1959 में चन्द्रमा सम्बन्धी अनुसंधान करने के लिए सोवियत रूस ने ही लुनिक 1,2,3 कृत्रिम उपग्रहों को चन्द्रमा की ओर रवाना किया ।

12 अप्रैल, 1961 को सोवियत संघ के यूरी गागरिन (Yuri Gagarin) ने संसार का प्रथम अन्तरिक्ष मानव-यात्री बनने का गौरव प्राप्त किया । उन्होंने अपनी 1 घण्टा 48 मिनट की अन्तरिक्ष यात्रा में वोस्टक-1 (Vostak-1) अन्तरिक्ष-यान के द्वारा लगभग 325 किमी ऊँचा उड़ते हुए 'समस्त पृथ्वी का चक्कर लगाया था ।

1960-61 में वियतनाम-युद्ध में संयुक्त राज्य अमेरिका ने सुदूर संवेदन-तकनीक की व्यापक संभावनाओं को प्राप्त किया, जब हमला करके जंगलों में छिप जाने वाले वियतनामी छापामारों को तलाशने हेतु अमेरिकी हवाई जहाजों के कैमरे में मिथ्या रंगसंयोजन (False Colour Composite) वाले छायाचित्रों को प्राप्त करके पेड़ों के हरे रंग और छापामारों के नीले रंग द्वारा उनकी पहचान की जाती थी । 5 मई, 1981 में अमेरिकी अन्तरिक्ष यात्री ऐलन बी. शेपर्ड ने अन्तरिक्ष से 150 फोटो खींचे जो उसने मर्करी उपग्रह में बैठकर सम्भव किया । इसी मर्करी उपग्रह से ही 20 फरवरी, 1962 में जोहन ग्लेन नामक अमेरिकी अन्तरिक्ष यात्री ने पृथ्वी की परिक्रमा करते हुए धरातल के कई चित्र लिये । 22 जुलाई 1962, में ही संयुक्त राज्य अमेरिका ने टेलीविजन - कार्यक्रम हेतु 'टेलस्टार उपग्रह अन्तरिक्ष में छोड़ा । सन् 1967 में ऑर्बिटर कार्यक्रमों में चन्द्रमा की सतह का पूरा परिशुद्ध मानचित्रण कर लिया गया । दिसम्बर 1968 में अपोलो-8 नामक अमेरिकी अन्तरिक्ष यान ने चन्द्रमा की 10 बार परिक्रमा की । अपोलो- 9 नामक उपग्रह से धरातलीय संसाधनों के कई चित्र प्राप्त किये गये ।

अपोलो- 11 अन्तरिक्षयान से जुलाई, 1969 में पहली बार अमेरिकी अन्तरिक्ष यात्री नील आर्मस्ट्रांग चन्द्रमा के तल पर उतरा ।

संयुक्त राज्य अमेरिका ने अपने अन्तरिक्ष कार्यक्रम का व्यवस्थित तरीके से विकास किया । सन् 1958 में राष्ट्रीय हवाई तथा अन्तरिक्ष प्रशासन (NASA-National Aeronautics & Space Administration) की स्थापना हो गई थी । सन् 1972 से ही धरातलीय संसाधनों के सर्वेक्षण हेतु अमेरिका ने ERTS (Earth Resource Technology Satellite) की उपग्रहीय श्रृंखला का प्रक्षेपण प्रारम्भ किया । इसी को अगले चरण में LANDSAT नाम दिया गया । इन उपग्रहों से प्राप्त जानकारी को LACIE (Large Scale Area Crop Inventory Experiment) नाम दिया गया । सन् 1980 के बाद LACIE कार्यक्रम का अधिकतर विस्तार किया गया । इसी क्रम में फ्रांस ने भी सन् 1985, सन् 1990 में क्रमश: SPOT-1, SPOT-11 उपग्रह प्रक्षेपित किये । इन्हीं का अनुकरण करते हुए जर्मनी, जापान भारत, चीन और कोरिया ने भी उपग्रह, अन्तरिक्ष में स्थापित किये हैं ।

2.2.5 भारत में सुदूर संवेदन का विकास (Development of Remote Sensing in India)

भारत में अन्तरिक्ष-कार्यक्रम को प्रारम्भ करने का श्रेय डा. विक्रम अम्बालाल साराभाई को जाता है । अन्तरिक्ष- तकनीक के विकास में भारत ने क्रमिक रूप से कई उपलब्धियाँ प्राप्त की हैं । आज इसका उपयोग सुदूर संचार, दूरदर्शन-प्रसारण, मौसम- विज्ञान तथा प्राकृतिक संसाधनों के सर्वेक्षण व प्रबन्धन में सफलतापूर्वक किया जा रहा है । अन्तरिक्ष क्षेत्र में भारत की उपलब्धियाँ अति उत्तम प्रकार की स्वदेशी तकनीक पर आधारित हैं । इसका प्रमाण, विश्वसनीय एवं उपयोग में लाये गये उपयुक्त उपग्रहों का निर्माण एवं संचालन है । 'भारत की प्रगति का प्रमाण इस बात से लगाया जा सकता है कि भारत ने प्रक्षेपण-यान (Launch Vehicles) का निर्माण करके अन्तरिक्ष- कार्यक्रम में पूर्ण रूप से आत्मनिर्भरता प्राप्त कर ली है । यह 'उपग्रह मिशन' की बहुत बड़ी आवश्यकता की पूर्ति

भारत द्वारा अन्तरिक्ष कार्यक्रम का शुभारम्भ सन् 1972 में भारत सरकार द्वारा अंतरिक्ष आयोग (Space Commission) एवं अन्तरिक्ष-विभाग (Department of Space-DOS) की स्थापना के साथ हुआ था । इसकी स्थापना के साथ अन्तरिक्षकार्यक्रम को अति व्यापक बनाया गया जिसके अन्तर्गत अन्तरिक्ष-प्रक्षेपणप्रणाली (Space Launch System), उपग्रहों के विकास तथा उपयोग को विशेष महत्त्व दिया गया । यह एक पूर्ण संगठित कार्यक्रम था जो विश्वसनीय अन्तरिक्ष-सेवाओं की व्यवस्था करता है । अन्तरिक्ष- विभाग (DOS) के अन्तर्गत भारतीय अनुसंधान संगठन (ISRO), राष्ट्रीय अन्तरिक्ष- कार्यक्रम की योजनाओं के विकास तथा इनको कार्यान्वित करने में मूलभूत भूमिका निभाता है । 'भौतिक-अनुसंधान-प्रयोगशाला (Physical Research Laboratory), अहमदाबाद तथा तिरूपति के पास स्थित राष्ट्रीय आयनमण्डलीय समतापमण्डलीय तथा अधोमण्डलीय रेडार सुविधाएँ अन्तरिक्ष - विज्ञान की खोज में कार्य करती हैं । ये सभी अन्तरिक्ष विभाग द्वारा संचालित होती हैं । हैदराबाद स्थित राष्ट्रीय सुदूर संवेदन एजेन्सी (National Remote Sensing-NRSA), अन्तरिक्ष-आधारित सुदूर संवेदन-सूचनाओं को उपयोगकर्त्ता तक पहुँचाती है । अन्तरिक्ष-क्षेत्र में भारत का क्रमिक विकास निम्न प्रकार से हुआ है -

आर्यभट्ट (Aryabhat) - भारत का प्रथम उपग्रह 'आर्यभट्ट' सोवियत संघ की सहायता से 19 अप्रैल 1975 में पृथ्वी के कक्ष के नजदीक अन्तरिक्ष में प्रक्षेपित किया गया था ।

भास्कर (Bhaskar) - 'भास्कर-।' का प्रक्षेपण 7 जून 1979 में व भास्कर-2 का प्रक्षेपण 20 नवम्बर, 1981 में रूस के इन्टर कौसमोस रॉकेट की सहायता से किया गया था । इन पर एक दृश्य बैंड तथा दूसरा अवरक्त बैंड में कार्य करने वाले दो टेलीविजन कैमरे तथा तीन आवृत्ति निष्क्रिय लघुतरंग रेडियो मीटर लगे हुए थे ।

एप्पल (Ariane Passangar Payload Experiment-APPLE) - 'एप्पल' एक भू-तुल्यकालिक संचार उपग्रह था जिसे 19 जून, 1981 में यूरोप अन्तरिक्ष संस्था (ESA) के एरिओन प्रक्षेपण-यान द्वारा प्रक्षेपित किया गया था । इसका उपयोग कई संचार कार्यक्रमों को संचालित करने के लिये किया गया ।

रोहिणी (Rohini Series) - रोहिणी क्रम के उपग्रह भारत द्वारा निर्मित Satellite Launch Vehicle (SLV-3) प्रक्षेपण-यान द्वारा प्रक्षेपित किये गये । रोहिणी क्रम के दो अन्य उपग्रहों SROSS-C व S-2 को क्रमश: 20 मई, 1992 तथा 4 मई, 1994 को भारत में निर्मित उपग्रह प्रक्षेपण यान ASLV द्वारा प्रक्षेपित किया गया ।

साइट (Satellite Instructional Television Experiment-SITE) - यह एक प्रकार की अनुसंधान- परियोजना थी जिसका उद्देश्य उपग्रह-तकनीक-सम्भावनाओं का पता लगाना था । इस तकनीक को संचार के क्षेत्र में प्रभावशाली बनाया गया ।

स्टेप (Satellite Telecommunication Experiment Project-STEP) - स्टेप को 1977-79 के दौरान- फ्रांस-जर्मनी सिमफोनी उपग्रह' की सहायता से सम्पन्न किया गया । इसका प्रमुख उद्देश्य घरेलू दूरसंचार तथा भूमि पर तकनीकी ढाँचा तैयार करने के लिये 'भू-स्थैतिक उपग्रह प्रणाली का क्रियान्वयन कर अनुभव प्राप्त करना था । भारतीय राष्ट्रीय उपग्रह प्रणाली (Indain National Satellite System-INSS)- 'भारतीय राष्ट्रीय उपग्रह प्रणाली,' भारतीय अन्तरिक्ष अनुसंधान संस्थान दूरसंचार विभाग,' भारतीय मौसम विभाग, आकाशवाणी, दूरदर्शन इत्यादि कई विभागों के सामूहिक प्रयास का प्रतिफल है । इसका उद्देश्य क्षेत्रीय दूरसंचार, आकाशवाणी व दूरदर्शन का विस्तार एवं मौसम के बारे में जानकारी प्राप्त करना है । INSAT क्रम भू-स्थैतिक उपग्रह है ।

इन्सैट-1ए (INSAT-1A) - इसको 10 अप्रैल, 1982 को कैप कारनवेल (अमेरिका) से छोड़ा गया लेकिन 6 दिसम्बर, 1982 के बाद इसने कार्य करना बन्द कर दिया । इसके बाद 'इन्सैट-2बी' को अगस्त, 1983 में कैप कारनवेल से सफलतापूर्वक छोड़ा गया और इसके साथ ही भारत, एशिया में बहुद्देशीय उपग्रह छोड़ने वाला जापान तथा इण्डोनेशिया के बाद तीसरा देश हो गया। 'इन्सैट-1सी को 'यूरोपियन अन्तरिक्ष संस्था' द्वारा एरीयन-3 रॉकेट की सहायता से 22 जुलाई, 1988 में: फ्रेंच गुयाना से छोड़ा गया । नवम्बर, 1989 को इसे अनुपयोगी घोषित किया गया था । इन्सैट-1डी' को अमेरिका प्रक्षेपण पैड से 12 जून, 1990 को छोडा गया । यह 17 जुलाई 1990 से उपयोग में आया । यह इन्सैट-1 श्रृंखला का चौथा एवं अन्तिम उपग्रह था । इसके द्वारा दूरसंचार, आकाशवाणी, दूरदर्शन तथा मौसम - विज्ञान के क्षेत्र मे क्रान्तिकारी परिवर्तन आये ।

इन्सैट-2 (INSAT). भारत द्वारा स्वदेशी तकनीक से निर्मित यह इन्सैट श्रृंखला की द्वितीय पीढ़ी का उपग्रह है । इन्सैट-2ए को एरियन-4 रॉकेट की सहायता से 10 जुलाई, 1992 को छोड़ा गया । यह उपग्रह इन्सैट-1 श्रृंखला से अधिक शक्तिशाली श्रेणी का था । (तालिका 21)

इसी क्रम में 'इन्सैट-2बी' स्वदेशी तकनीक से निर्मित था । इसका छ: जुलाई, 1993 को अन्तरिक्ष में सफलतापूर्वक प्रक्षेपण किया गया । इन्सैट-2बी निरन्तर क्रियाशील है । 4 जून, 1997 को भारत ने अपने ही देश में निर्मित 2079 किलोग्राम का इन्सैट-2डी' को बाह्य अन्तरिक्ष में स्थापित किया । इन्सैट 2 डी में बुनियादी टेलीफोन सुविधा तथा दूरदर्शन के कार्यक्रमों को दूरस्थ क्षेत्रों तक पहुँचाने के लिये 23 ट्रांसपोण्डर्स (Transponders) लगे हैं । इसी श्रृंखला के पाँचवें उपग्रह 'इन्सैट-2ई' को भारत ने 3 अप्रैल, 1999 को छोड़ा ।

तालिका 2.1 इन्सैट क्रम के उपग्रहों की कक्षीय विशेषताएँ

(Orbital characteristics of INSAT Series Satellites)

ऊँचाई (Altitude)	3600 किमी.
प्रकृति (Nature)	भू-स्थैतिक (Geostationary)
पुनरावृत्तिक प्रसार (Repetitive Coverage)	3 घण्टे
संवेदक (Sensor)	VHRR
विभेदन (Resolution)	275 किमी..
स्पैक्ट्रल बैंड	0.75 से 0.75 माइक्रोमीटर
	10.5 से 12.5 माइक्रोमीटर

भारतीय सुदूर संवेदन उपग्रह क्रम (Indian Remote Sensing Satellite Series-IRS) - भारत में सुदूर संवेदन-उपग्रह-श्रृंखला का प्रथम उपग्रह IRS-1A को मार्च, 1988 में सोवियत वोस्टक रॉकेट की सहायता से अन्तरिक्ष में प्रक्षेपित किया गया । इसी श्रृंखला का द्वितीय उपग्रह IRS-IB को 72.5 मीटर विभेदन के LISS-1 तथा 36.25 मीटर के LISS-IIA व LISS-IIB संवेदक के दो कैमरे लगे हुए हैं । ये कैमरे चार स्पैक्ट्रल बैंड्स 0.45 से 0.86 माइक्रोमीटर पर कार्य करते हैं (तालिका 2.2) । इसी प्रकार तृतीय उपग्रह IRS-IC को 28 दिसम्बर, 1995 में रूसी रॉकेट द्वारा प्रक्षेपित किया गया । इस पर निम्न तीन कैमरे लगे हुए थे-

(i) **पेंक्रोमेटिक कैमरा (Panchromatic Camera-PAN) -** यह एक उच्च विभेदक (5.8 मीटर) पेंक्रोमेटिक बैंड पर कार्य करता है जिसकी स्वॉथ चौड़ाई 70 किमी° होती है । इसमें स्टीरियोस्कोपिक बिम्ब देखने की क्षमता है ।

(ii) **LISS-III (A Linear Imaging Self-Scanning Sensor) -** यह चार स्पैक्ट्रल बैंड्स पर कार्य करता है । इनमें तीन दृश्य/अवरक्त स्पैक्ट्रल (VNIR) बैंड्स तथा एक लघु तरंग अवरक्त (SWIR) प्रभाग है । इसका भूमि - विभेदन, VNIR बैंड पर 23.5 मीटर तथा SWIR बैंड पर 70.5 मीटर है, जिनकी स्वॉथ चौड़ाई क्रमश: 41 किमी. तथा 148 किमी. है ।

(iii) **WIFS (Wide Field Sensor-WIFS) -** यह एक निम्न विभेदक (188.3 मीटर) कैमरा है, जिसकी स्वाथ चौड़ाई 810 किमी° है । उपग्रह में एक टेपरिकार्डर भी है जो आँकडों को अंकित करता है ।

चतुर्थ उपग्रह IRS-1D को 29 सितम्बर, 1997 को प्रक्षेपित किया गया जो IRS-IC के ही समान है । IRS-P2 तथा IRS-P3 को भारत में निर्मित PSLV(Polar Satellite Launch Vehicle) द्वारा क्रमश: 15 अक्टूबर, 1994 व 21 मार्च, 1996 को प्रक्षेपित किया गया । IRS-1A व IB की ही भाँति IRS-P2 में भी LISS-II कैमरा लगा है जबकि IRS-P3 में WIFS कैमरा लगा हुआ है ।

IRS-P4 को PSLV-C2 द्वारा 26 मई, 1999 को सफलतापूर्वक अन्तरिक्ष में छोड़ा गया । यह अपनी तरह का एक नया प्रयोग था । इस पर समुद्री रंगीन मॉनीटर' (Ocean Colour Monitor) तथा 'बहु आवृत्ति स्कैनिंग लघुतरंग रेडियोमीटर (Multi-Frequency Scanning Microwave Radiometer) लगे हुए हैं ।12 सितम्बर 2002 को PSLV-C4 रॉकेट द्वारा मौसमी अध्ययन हेतु भारत ने Metsat (अब कल्पना-1) उपग्रह को 36000 किमी° की ऊँचाई वाली भूस्थिर कला मे स्थापित किया । इसके अगले चरण मे PSLV-C5 रॉकेट से Resource Sat-1 नामक उपग्रह को 17 अक्टूबर 2003 में ध्रुवीय कला मे स्थापित किया गया । 20 सितम्बर 2004 को श्री हरिकोटा से GSLV रॉकेट से शिक्षा का प्रसार करने हेतु EDUSAT उपग्रह का सफल प्रक्षेपण किया गया है । IRS-P5 (कार्टोसेट-1, Cartosat-1) का PSLV-C7 द्वारा प्रक्षेपण 5 मई 2005 को किया गया । इसका अनुप्रयोग वृहद् मापक पर मानचित्रण और Terrain Modelling के लिये किया जायेगा । 10 जनवरी 2007 को Cartosat-2 (IRS-P7) का PSLV-C7 प्रक्षेपण यान से और 28 अप्रेल 2008 को PSLV-C9 से Cartosat-2A (IRS P8) और IMS-1 उपग्रहों का सफलतापूर्वक प्रक्षेपण किया गया । 8 मार्च 2008 को Cartosat-2 का प्रक्षेपण महासागरों के अध्ययन हेतु सफलतापूर्वक किया गया।

उपरोक्त उपग्रहों के अलावा भी ISRO ने विदेशी उपग्रहों का प्रक्षेपण सफलतापूर्वक करके भारत की इस क्षेत्र में धाक जमाई है । सन् 2012 तक भारत कई उपग्रहों का निर्माण करके उनका प्रक्षेपण करेगा जिसमें 'चन्द्रयान-प्रथम का सफल प्रमोचन महत्त्वपूर्ण मिशन है । 'चन्द्रयान-प्रथम' ने भारतीय प्रतिभा का विश्व में लोहा मनवाया है ।

उपग्रह नियन्त्रण केन्द्र बंगलौर में स्थित है । राष्ट्रीय सुदूर संवेदन केन्द्र (NRSC) का आँकडों को प्राप्त करने वाला स्टेशन हैदराबाद के पास सादनगर में स्थित है । यहाँ पर उपग्रह से आँकडों को प्राप्त कर विभिन्न प्रकार के संशोधनों (Radiometric and Geometric Corrections) के पश्चात् इन्हें उपयोगकर्त्ता के प्रयोग के योग्य बनाया जाता है । तत्पश्चात् हैदराबाद में NRSC द्वारा आँकडों को वितरित करने की सुविधा है ।

तालिका 2.2 आई.आर.एस. श्रृंखला की कक्षीय विशेषताएँ

लक्षण (Features)	IRS-1A/IB	IRS-P2
ऊँचाई(Altitude)	904 किमी.	817 किमी.
कक्षीय काल (Orbital Period)	103.2 मिनट	101.35 मिनट

सामयिक विभेदन(Temporal Resolution)	22 दिन	24 दिन
भूमध्य रेखा पार करने का समय (Equatorial Crossing Time)	10 बजे सुबह	10 बजे सुबह
संवेदक (Sensors)	LISS-I व LISS-II	LISS-II

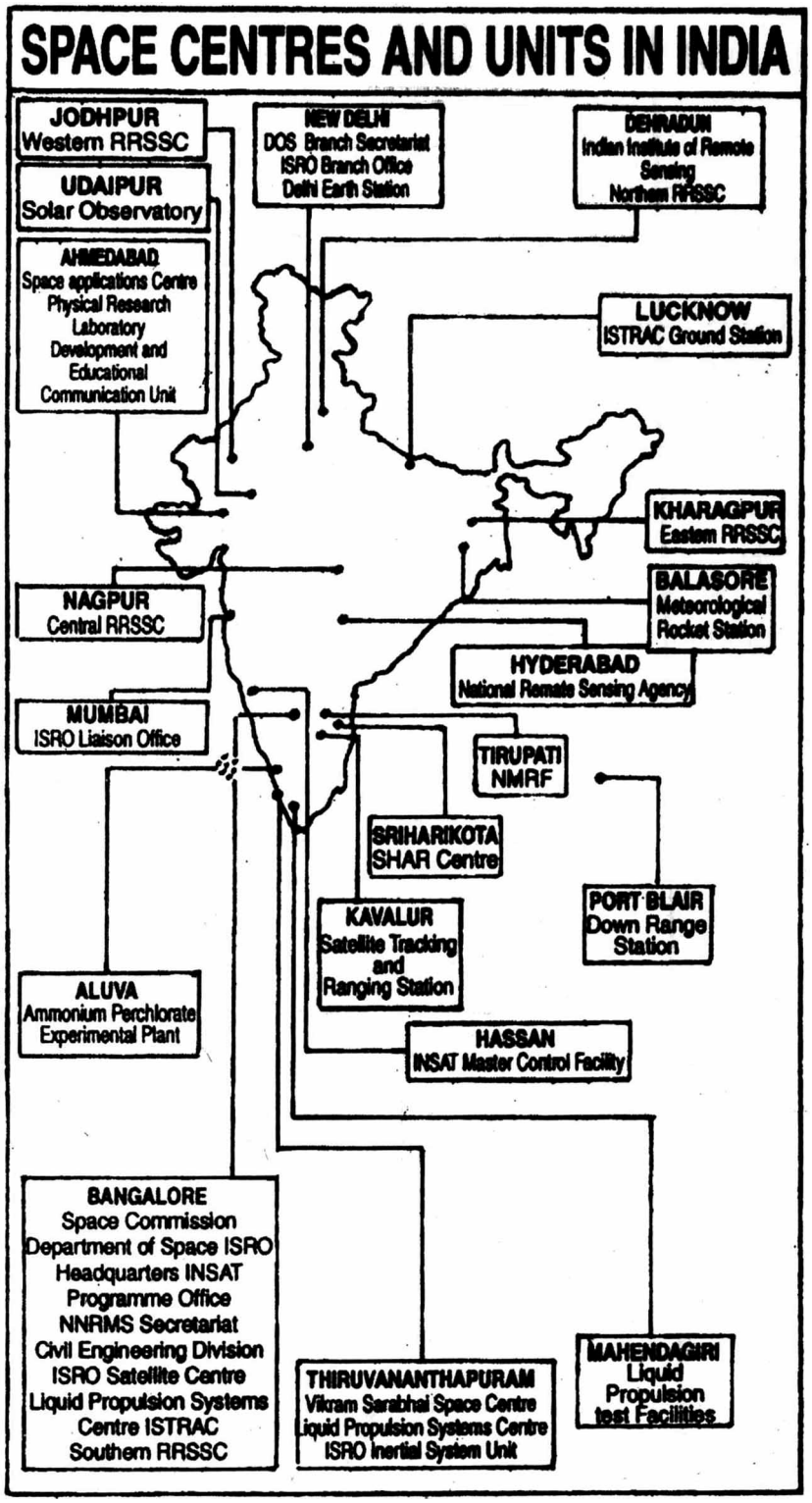
आई.आर.एस.-1C श्रृंखला की कक्षीय विषेशताएँ

लक्षण (Features)	IRS-IC
कक्षीय प्रकार (Orbital Type)	ध्रुवीय सूर्य तुल्यकालिक
ऊँचाई(Altitude)	817 किमी.
झुकाव (Inclination)	98.69°
दूरी (Distance between adjacent Traces)	117.5 किमी
पुनरावृत्ति (Repitative for LISS-3)	24 दिन
दृश्यालोकन (Revisit for Pan)	5 दिन
नादिर बिन्दु पर कवरेज (Coverage)	398 किमी.
स्टीरियोग्राफिकल क्षमता (Stereo-Coverage Capacity)	5 दिन

आई.आर.एस-P3 की कक्षीय विषेशताएँ

लक्षण (Features)	IRS-P3
कक्षीय प्रकार (Orbital Type)	ध्रुवीय सूर्य तुल्यकालिक
कक्षीय काल (Orbital Period)	101.35 मिनट
भूमध्य रेखा पार करने का समय	10.30 बजे सुबह
ऊँचाई(Altitude)	817 किमी.
झुकाव (Inclination)	98.73°
संवेदक (Sensors)	WIFS, MOS, X-Ray

भारत में अन्तरिक्ष विभाग के विकास अनुसंधान के लिए देश के विभिन्न भागों में अन्तरिक्ष केन्द्रों की स्थापना की गयी है, जिन्हें चित्र -2 प्रदर्शित किया गया है ।



चित्र **2.2** - भारतीय अन्तरिक्ष-केन्द्र और इकाईयाँ

इस प्रकार विश्व में सुदूर संवेदन तकनीक का द्रुत गति से विकास होता जा रहा है, जो सैन्य गुप्तचरी से लेकर समुद्री, और धरातलीय संसाधनों और मौसम की विशेषताओं का सूक्ष्म से सूक्ष्म विश्लेषण करने में सहायक है ।

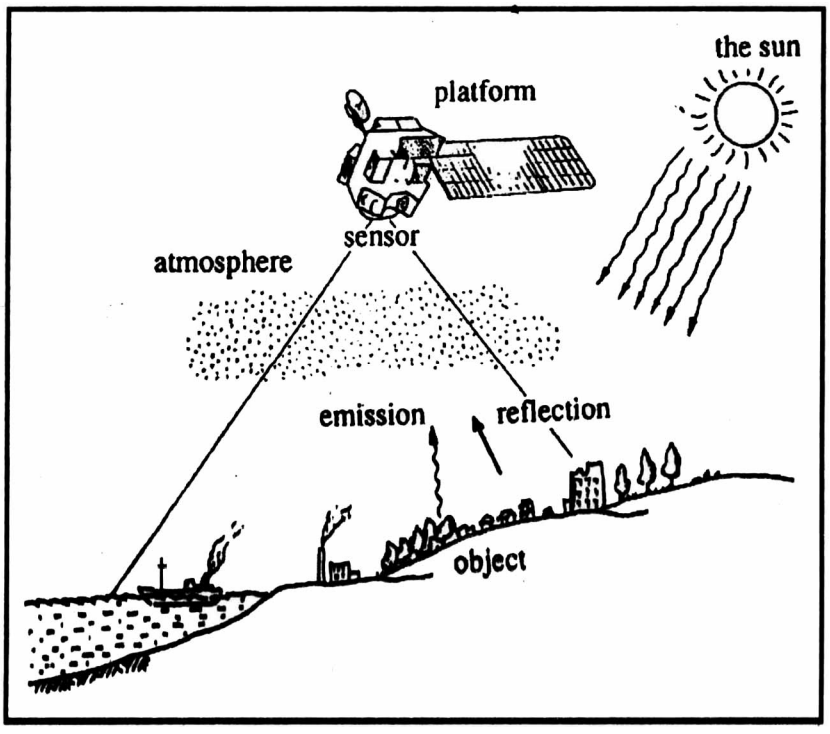
सुदूर संवेदन में लगे संवेदकों को अन्तरिक्षीय प्लेटफॉर्म की आवश्यकता होती है । इन प्लेटफॉर्मो का विकास भी क्रमश: गुब्बारों से शुरू होकर आज कृत्रिम उपग्रहों तक पहुँच चुका है । इन कृत्रिम उपग्रहों के पूर्व निर्धारित कक्षाओं में स्थापित किया जाता है । ये कक्षाएँ दो प्रकार की होती हैं- (1) भू-तुल्यकालिक कक्षा (Geosynchronous Orbit) और (2) सूर्य-तुल्यकालिक कक्षा (Sunsynchronous Orbit) । इसी आधार पर अन्तरिक्ष में दो तरह के उपग्रह प्रक्षेपित किये जाते है ।

1. **भू-तुल्यकालिक उपग्रह** (Geosynchronous Satellites)- पृथ्वी के घूर्णन काल (Rotational period) से मेल खाने वाले वेग से गतिमान उपग्रह को भू-तुल्यकालिक अथवा भू-स्थिर (Geostationary) उपग्रह कहते हैं । इस तरह का कोई उपग्रह, भूमध्यरेखा के तल में पृथ्वी से लगभग 40,000 किमी. दूर स्थित अपनी वृत्ताकार कक्षा (Circular orbit) में पश्चिम से पूर्व की और को गति करता हुआ, 24 घन्टे की अवधि में एक चक्र पूर्ण करता है । वर्तमान समय में भूमध्यरेखा के ऊपर 36,000 से 40,000 किमी° की ऊँचाइयों के मध्य इस तरह के 6 भू- तुल्यकालिक उपग्रह- (1) संयुक्त राज्य अमेरिका का GOES-E, (2) संयुक्त राज्य अमेरिका का ही GOES-W, (3) यूरोपीय अन्तरिक्ष-एजेन्सी का METEOSAT, (4) रूस का GOMS, (5) भारत का INSAT तथा (6) जापान का GMS अन्तरिक्ष में स्थापित है ।

2. सूर्य -तुल्यकालिक उपग्रह (Sunsynchronous Satellites)- भू-स्थिर उपग्रह के विपरीत, किसी सूर्य - तुल्यकालिक उपग्रह की सहायता से पूर्व-निश्चित समय-अन्तराल के अनुसार पृथ्वी के प्रत्येक भाग का लगातार संवेदन सम्भव है । इस प्रकार के उपग्रहों के लिये पृथ्वी से करीब 700 से 900 किमी. की ऊँचाइयों के मध्य लगभग ध्रुवीय कक्षा (Polar Orbit) में उपग्रह को स्थापित किया जाता हैं । चूँकि पृथ्वी पश्चिम से पूर्व की ओर घूर्णन करती है अत: उपग्रह की कक्षा का धरातलीय मार्ग (Ground track) सूर्य की दिशा में अर्थात् पूर्व से पश्चिम की ओर को निरन्तर आगे बढता जाता है ।

2.2.8 सुदूर संवेदन की आधारभूत संकल्पना (Fundamental Concept of Remote Sensing)

सुदूर संवेदन एक ऐसा तकनीकी विज्ञान है जो पृथ्वी के किसी स्थान, वस्तु अथवा घटना के सम्बन्ध में दूर अन्तरिक्ष में स्थित उपग्रह या अन्तरिक्ष-यानों पर लगे संवेदकों के द्वारा ग्रहण किये गये धरातलीय परावर्तित प्रकाश के आवेगों को अंकित करता है । सूचना-संग्रह की यह प्रक्रिया विद्युत चुम्बकीय ऊर्जा पर आधारित होती है । धरातल को या उस पर स्थित विभिन्न पदार्थो को यह ऊर्जा सूर्य से प्राप्त होती है । विभिन्न पदार्थ इस ऊर्जा का कुछ भाग अवशोषित करते हैं और कुछ भाग का विकिरण करते हैं । इसे विद्युत चुम्बकीय विकिरण (EMR-Electromagnetic Radiation) कहते हैं । ब्रह्माण्ड में सूर्य, विद्युत-चुम्बकीय ऊर्जा का स्त्रोत है । (चित्र- 3)



चित्र 2.3 : सुदूर संवेदन द्वारा आकड़ा संग्रहण

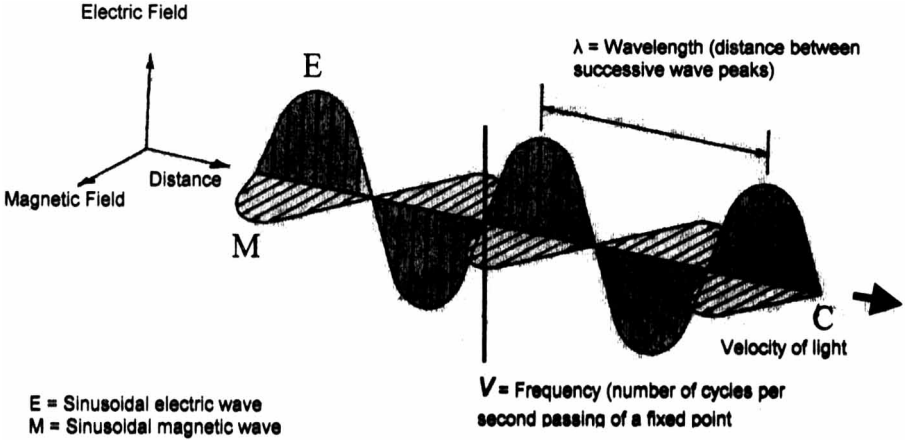
अत: यह स्पष्ट है कि विभिन्न धरातलीय तथ्य अलग-अलग मात्रा में ऊर्जा का विकिरण करते हैं । यह विकिरण, तंरगों (Waves) के रूप में होता है । विभिन्न धरातलीय तथ्यों से निःसृत विद्युत्-संकेतकों (Electrical Signals) को संवेदकों द्वारा ग्रहण किया जाता है । संग्रहण का यह तरीका आंकिक (Digital) होता है । संवेदकों से ये (Signals form) भूकेन्द्रों को प्रेषित किये जाते हैं जहाँ उन्हीं संकेतकों के आंकिक प्रतिरूप का छाया प्रतिबिम्ब (Image) बनता है और पुन: विद्युत-संकेतकों से निर्मित विभिन्न लम्बाई की तरंगों के आधार पर वर्णक्रमीय बैंड (Spectral Bands) द्वारा कम्प्यूटरों से उन्हीं धरातलीय पदार्थो की विभिन्न विशेषताओं का विश्लेषण किया जाता है ।

सुदूर संवेदन तकनीक में कुछ भौतिक शास्त्रीय परिकल्पनाएँ प्रयुक्त होती हैं जो निम्नलिखित हैं:-

1. **विद्युत चुम्बकीय विकिरण** (**Electro Magentic Rays, EMR)-** ब्रह्माण्ड का सबसे बड़ा स्त्रोत है । उससे अनवरत रूप में इसी ऊर्जा का प्रकाश या विकिरण होता रहता है । इसे ही विद्युत-चुम्बकीय विकिरण कहते हैं । यह एक गतिशील ऊर्जा हुँ, जिसे तरंग के रूप में 3×10^{8}. मीटर प्रति सैकण्ड के आधार पर व्यक्त किया जाता है । ये तरंगें लहरदार होती हैं । इन तरंगों की तीन विशेषताएँ सुदूर संवेदन का आधार बनती है-

(i) **तरंग वेग (Wave Velocity) -** सभी प्रकार की विद्युत-चुम्बकीय तरंगों के संचरण का वेग, प्रकाश के वेग के समान होता है । प्रकाश या किसी अन्य विद्युत - चुम्बकीय तरंग का वेग सामान्यत: किसी निर्वात् (Vaccum) में 299,793 किमी° प्रति सैकण्ड होता है जिसे सामान्यत: 3,000,00

किमी. प्रति सैकण्ड अथवा 3×10^8 मीटर प्रति सैकण्ड मान लिया जाता है । लेकिन अलग-अलग घनत्व वाले क्षेत्रों में इस वेग में अन्तर उत्पन्न हो जाता है । इसे c से प्रदर्शित करते हैं (चित्र 2.4)



चित्र 2.4. विद्युत-चुम्बकीय तरंग के घटक अंग

(ii) **तरंग दैर्ध्य (Wave Length)**- चित्र 2.4 से स्पष्ट है कि किन्हीं दो उत्तरोत्तर तरंग शीर्षों के बीच की क्षैतिज दूरी तरंग-दैर्ध्य कहलाती है । इस दूरी को माइक्रोमीटर (m) में व्यक्त किया जाता हैं । इसे ग्रीक भाषा के λ (लेम्बडा) से प्रदर्शित किया जाता है । (तालिका 2.3)

तालिका 2.3 : दूरी की मीट्रिक इकाइयाँ

इकाई (Unit)	चिह्न (Symbol)	मीटर में तुल्यांक (Equivalent पद metre)
किलोमीटर	किमी. (km)	1000 मी. = 10^3 मी.
मीटर	मी. (m)	1.0 मी. = 10^6 मी.
सेन्टीमीटर	सेमी. (cm)	0.01 मी. = 10^{-2} मी.
मिलीमीटर	मिमी. (mm)	0.001 मी. = 10^{-3} मी.
माइक्रोमीटर	Um	0.000001 मी. = 10^{-6} मी.
नैनोमीटर	nm	0.000000001 मी. =10^{-9} मी

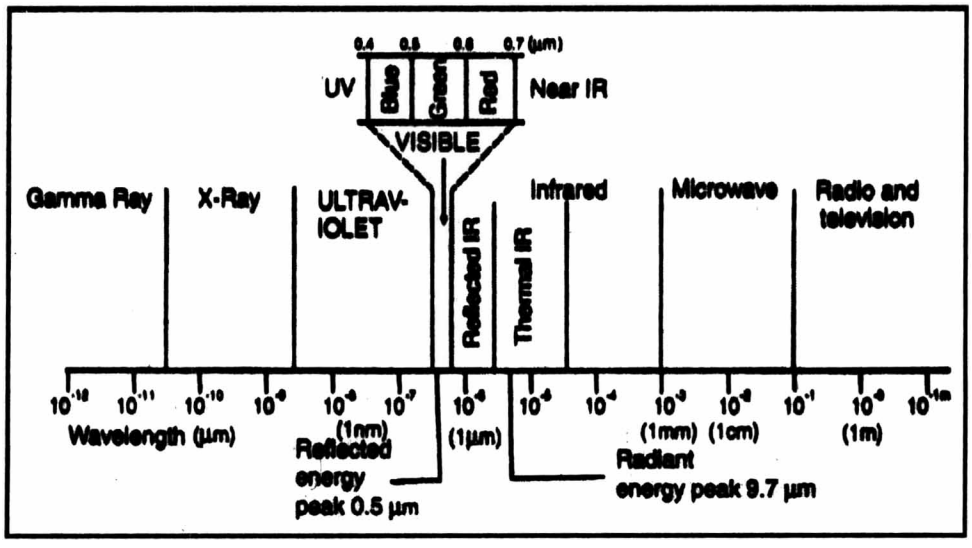
(iii) **तरंग बारम्बारता (आवृत्ति) (Wave Frequency) -** एक निश्चित समय में किसी निश्चित बिन्दु से गुजरने वाली तरंग के शीर्षों की संख्या को सम्बन्धित विद्युत चुम्बकीय तरंग की बारम्बारता कहते हैं । इसे हर्टज (Hertz) में व्यक्त किया जाता है । इसे ग्रीक भाषा के ν (न्यू) अक्षर से प्रदर्शित करते हैं । बारम्बारता को व्यक्त करने की इकाइयाँ तालिका-2.4 में प्रदर्शित की गई है ।

तालिका-2.4 : बारम्बारता को व्यक्त करने की इकाइयाँ

इकाई (Unit)	चिह्न (Symbol)	बारम्बारता
हर्ट्ज (hertz)	Hz	1
किलोहर्ट्ज (kilohertz)	K-Hz	10^3
मेगाहर्ट्ज (megahertz)	MHz	10^6
गीगाहर्ट्ज (gigahertz)	GHz	10^9

उपर्युक्त तीनों लक्षणों को सूत्र C= $\lambda\nu$ द्वारा व्यक्त किया जा सकता है ।

2. **विद्युत-चुम्बकीय स्पैक्ट्रम (Electromagnetic Spectrum**) - जब प्रकाश की एक किरण को किसी प्रिज्म (Prism) में से गुजारा जाता है तो सफेद रंग के पर्दे पर एक बहुरंगी पट्टी उभर कर आती है जिसके एक सिरे पर बैंगनी और दूसरे सिरे पर लाल रंग होता है । विभिन्न रंगों की पट्टियों के इस लगातार क्रम को प्रकाश-स्पेक्ट्रम अथवा दृश्य स्पेक्ट्रम (Visible Spectrum) कहते हैं । वैसे मानव की आखों द्वारा 256 प्रकार के रंग देखे जा सकते हैं । विद्युत चुम्बकीय तरंग दैर्ध्य के विभिन्न प्रदेशों एवं उनके उपविभागों के तुलनात्मक लक्षणों को तालिका-2.5 और चित्र-5 में प्रदर्शित किया गया है ।



चित्र 2.5 विद्युत-चुम्बकीय स्पेक्ट्रम

तालिका 25 : विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रमी प्रदेश

प्रदेश (Region)	तरंग दैर्ध्य (Wavelength)	लक्षण (Characteristics)
1. गामा किरण प्रदेश (Gamma-ray region)	<0.03 nm	वायुमण्डल के ऊपरी भाग द्वारा विकिरण का पूर्णत: अवशोषण (absorption); सुदुरसंवेदन के लिए विकिरण की अप्राप्ति।
2. ऐक्स किरण प्रदेश (X-ray region)	0.03 ls 30.0nm	वायुमण्डल में पूर्णत: अवशोषित; सुदूरसंवेदन में कोई उपयोग नहीं ।
3. पराबैंगनी प्रदेश (Ultraviolet region)	0.03 ls 0.4um	0.3 m से कम तरंग दैर्ध्य के विकिरण का ऊपरी वायुमण्डल की ओजोन परत में पूर्णत: अवशोषण ।
(i)फोटोग्राफिक पराबैंगनी बैंड (Photographic ultraviolet region)	0.03 ls 0.4um	वायुमण्डल में विकिरण का पारगमन सम्भव परन्तु अत्यधिक प्रकीर्णन फिल्म तथा फोटो संमुचको (Photo detectors) के द्वारा संवदेन सम्भव ।
4. दृश्य प्रदेश (Visible	0.4 ls 0.7um	फिल्म व फोटो संमुचको से संवदेन के योग्य प्रदेश,

region)	जिसमें ऊर्जा का सबसे अधिक परावर्तनशील हरा बैंड (0.5 um तरंग दैर्ध्य) स्थित है ।
5. अवरक्त प्रदेश (Infrared region) 0.7 ls 100 m	तरंग दैर्ध्य के अनुसार ऊर्जा व पदार्थ की अन्योन्यक्रिया में भिन्नता; अवशोषण बैडों के द्वारा वायुमण्डलीय पारगमन खिड़कियों का पृथक्करण ।
(i) परावर्तित अवरक्त बैंड (Reflected IR band) 0.7 ls 3.0 m या निकट अवरक्त बैंड (Near IR band) 0.7 is 3.0 m	परावर्तित सौर्य विकिरण में पदार्थो के तापीय लक्षणों की सूचना का पूर्णत: अभाव; 0.7 से 0.9 um तक का अन्तराल (अर्थात् orफोटोग्राफीय अवरक्त बैंड) फिल्म से संवेदन के योग्य ।
(ii) तापीय अवरक्त बैंड (Thermal IR band) 3.0 ls 5.0 m तथा या मध्य अवरक्त बैंड (Mid IR band) 8.0 ls 14.0 m	तापीय प्रदेश की प्रमुख वायुमण्डलीय खिड़कियाँ; प्रकाशिक-यांत्रिक क्रमवीक्षकों व विशिष्ट विडीकोन तंत्र (vidicon system) से प्रतिबिम्बों की प्राप्ति; फिल्म से असंवेदनशील ।
6. लघुतरंग प्रदेश (Microwave region) 0.1 से 100 cm	मेघ, कुहरा (fog) व वर्षा में प्रवेश करने की क्षमता वाले अपेक्षाकृत लम्बे तरंग दैर्ध्य; सक्रिय व निष्क्रिय दोनों तरीकों से प्रतिबिम्बों की प्राप्ति सम्भव; रेडार के द्वारा सक्रिय फोटोग्राफी।
7. रेडियों प्रदेश> (Radio region) 100 cm	विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम में सबसे लम्बे तरंग दैर्ध्य का प्रदेश

2.2.7 सुदूर संवेदन के संवेदक (Sensors of Remote Sensing)

सुदूर स्थित वस्तुओं या क्षेत्रों के सन्दर्भ मे संचय करने योग्य सूचना एकत्रित करने वाले यन्त्र को सुदूर संवेदक (Sensor) कहा जाता है । विभिन्न धरातलीय लक्षणों से ऊर्जा उत्सर्जन की के अनुसार संवेदक कई प्रकार के होते हैं । प्राथमिक रूप से ऊर्जा-स्त्रोत के आधार पर संवेदकों को दो में विभक्त किया गया ?

1. **निष्क्रिय संवेदक (Passive Sensors)** - ऐसें संवेदक जिनमें ऊर्जा-स्त्रोत स्वयं का नहीं होता, अर्थात वे सौर्यिक विद्युत-चुम्बकीय विकिरण से ऊर्जा ग्रहण करके धरातलीय लक्ष्यों का संवेदन करते हैं ।

2. **सक्रिय संवेदक (Active Sensors) -** इस प्रकार के संवेदकों में स्वयं ऊर्जा उत्पन्न करने की क्षमता रहती है । ये उसी ऊर्जा को धरातलीय लक्ष्यों पर प्रक्षेपित करके पुन: परावर्तित ऊर्जा द्वारा लक्ष्यों का संवेदन करते हैं ।

2.2.8 ऊर्जा-विकिरण सम्बन्धी संकल्पनाएँ (Concepts regarding Energy Radiation)

1. **विकिरित ऊर्जा (Radiant Energy)** - विद्युत-चुम्बकीय विकिरण द्वारा उत्सर्जित ऊर्जा की सम्पूर्ण मात्रा को विकिरित ऊर्जा कहा जाता है ।

2. **विकिरित प्रवाह (Radiant Flux) -** किसी इकाई समय में उत्सर्जित कुल ऊर्जा को विकिरित प्रवाह कहते हैं ।

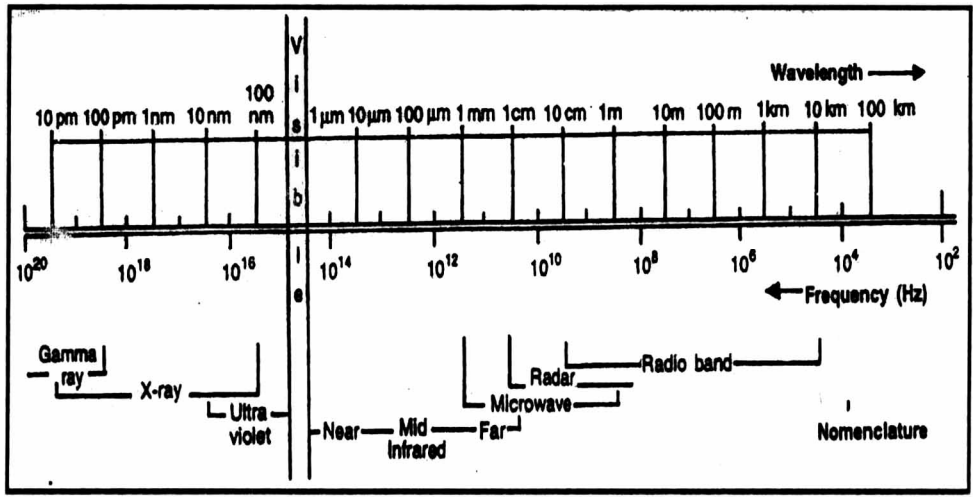
3. **विकिरण-सघनता (Radiant Density) -** किसी इकाई क्षेत्र द्वारा सभी दिशाओं में उत्सर्जित कुल ऊर्जा को विकिरित सघनता कहते हैं ।

4. **प्रदीपन या चमक (Irradiance)-** जब विकिरित ऊर्जा-प्रवाह प्रति इकाई धरातलीय क्षेत्र से ऊपर Plane Surface से अवरुद्ध हो जाता है तब प्रवाह की दिशा निश्चित नहीं रहती है । धरातल पर यह चारों ओर से आने लगता है ।

5. **वर्णक्रमीय मात्रा (Spectral Quantities)-** ये विद्युत चुम्बकीय वर्णक्रम में विद्युत संकेतकों से निर्मित विभिन्न तरंगों की अनवरत आवृत्तियाँ हैं । ये तरंगें भी कुल विकिरित ऊर्जा प्रवाह के अलग-अलग मात्रा वाली रहती हैं । इनमें जिस तरह प्रवाह की मात्रा का वितरण रहता है । उसी वितरण को वर्णक्रमीय वितरण कहते हैं ।

6. **विकिरण तीव्रता (Radiant Intensity) -** किसी वस्तु द्वारा किसी विशेष कोंण पर उत्सर्जित ऊर्जा की मात्रा को विकिरण-तीव्रता कहा जाता है ।

I तरंग-दैर्ध्य और आवृत्ति में सम्बन्ध - तरंग-दैर्ध्य और आवृत्ति में विलोम सम्बन्ध होता है । इसे $\lambda=c/\nu$ द्वारा व्यक्ति करते हैं । यहाँ λ= तरंग दैर्ध्य ν= आवृत्ति और C प्रकाश गति (चित्र - 2.6) ।



चित्र 2.6. विद्युत-चुम्बकीय प्रदेशों के। तंरग-दैर्ध्य, तरंग बारम्बारता एवं नामांकन

II तरंग दैर्ध्य और ऊर्जा में सम्बन्ध- प्लैंक के सिद्धान्त के अनुसार लघु तरंग दैर्ध्य में अधिक ऊर्जा होती है, इसे $E=\frac{hC}{\lambda}$ द्वारा व्यक्त किया जाता है यहाँ E= लघु तरंग दैर्ध्य वाली तरंगों के कणों की ऊर्जा तथा h प्लैंक का ऊर्जा स्थिरांक है ।

III तरंग दैर्ध्य एवं तापमान का सम्बन्ध - लघु तरंग दैर्ध्य वाली तरंगें उच्च तापमान पर उत्पन्न होती है । इन्हें mλ max= b/t व्यक्त करते हैं ।

IV उत्सर्जन स्थिरता एवं तापमान का सम्बन्ध - स्टीफेन बोल्टजमेन सिद्धान्त के अनुसार तापमान बढ़ने के साथ उत्सर्जन स्थिरता बढती हैं इसे $M = T^4$ से व्यक्त करते हैं ।

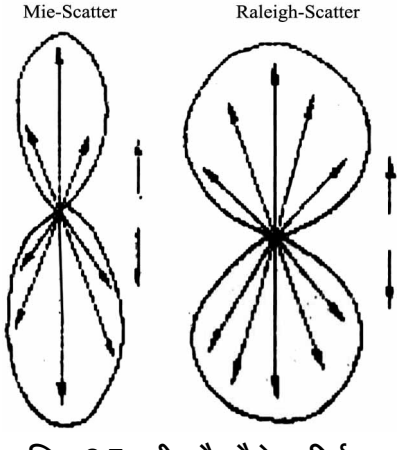
V तापमान. उत्सर्जन-स्थिरता तथा तरंग दैर्ध्य का सम्बन्ध - प्लैंक के नियमानुसार गर्म वस्तुएँ अधिक शक्तिशाली लघु तरंग दैर्ध्य की तरंगें उत्सर्जित करती हैं ।

इसे $M\lambda = \frac{C1}{\lambda 5 \frac{ec2}{\lambda T - 1}}$

2.2.9 ऊर्जा का प्रकीर्णन(Scattering of Energy) - वायुमण्डल में विद्यमान कणों के द्वारा विद्युत-चुम्बकीय विकिरण का सभी दिशाओं में विक्षेपण (Deflection) अर्थात विकिरण का विसरण (Diffusion) होना, प्रकीर्णन कहलाता है । इस प्रकीर्णन के निम्नांकित तीन मुख्य भेद होते हैं.

A. **रैले-प्रकीर्णन (Raleigh-Scatter)-** तरंग दैर्ध्य की तुलना में बहुत छोटे व्यास वाले वायुमण्डलीय अणुओं (Atmospheric molecules) से विकिरण की अन्योन्यक्रिया, रैले प्रकीर्णन उत्पन्न करती है । वस्तुत: सूर्य की रोशनी पड़ने पर ये अणु दृश्य प्रकाश की अन्य तरंग-दैर्ध्यों की तुलना में अपेक्षाकृत छोटे (नीले) तरंग-दैर्ध्य का प्रभावोत्पादक तरीके से प्रकीर्णन कर देते है जिसके फलस्वरूप हमें दिन में आकाश का रंग नीला प्रतीत होता है । दोपहर की तुलना में सूर्य के उदय तथा अस्त होते समय वायुमण्डल में सूर्य किरणों की पथ-दूरी बढ जाती है जिसके फलस्वरूप छोटे तरंग-दैर्ध्यों देख पाते हैं । रैले प्रकीर्णन के कारण प्रतिबिम्ब धुंधले हो जाते हैं तथा रंगीन फोटोचित्रों में एक हल्के नीले-धूसर रंग की छाया-सी पड़ जाती है जो फोटोचित्र को अस्पष्ट बना देती है । इस प्रभाव को कम करने के लिये कैमरे के लेन्स पर उपयुक्त फिल्टर लगाये जाते हैं । (चित्र - 2.7)

B. **मी-प्रकीर्णन (Mie-Scatter)-** यदि वायुमण्डलीय अणुओं के व्यास संवेद किये जानेवाली तरंग-दैर्ध्यों के बराबर हैं तो उन अणुओं से मी प्रकार के प्रकीर्णन की उत्पत्ति होती है । वायुमण्डल में विद्यमान जल- वाष्प (Water vapour) तथा धूलि-कण(Dustparticles) इस प्रकीर्णन के मुख्य कारण हैं । अपेक्षाकृत लम्बी तरंग- दैर्ध्यों पर रैले प्रकीर्णन का प्रभाव अधिक होता है ।

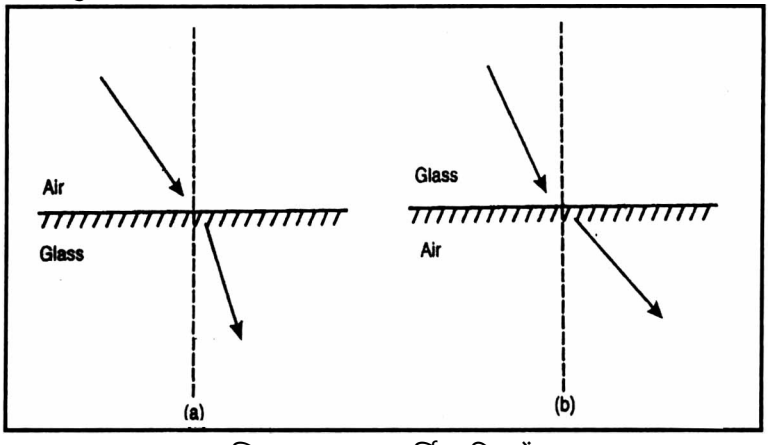


चित्र 2.7. मी और रैले प्रकीर्णन

C. **अवरणात्मक प्रकीर्णन (Non-Selective Scattering)-** किसी एक विशेष तरंग-दैर्ध्य के बजाय कई तरंग- दैर्ध्यों का एक-समान बिखराव, अवरणात्मक प्रकीर्णन कहलाता है । यह प्रकीर्णन उस दशा में सम्भव है जब संवेदित की जानी वाली तरंग दैर्ध्यों की तुलना में प्रकीर्णन करने वाले कणों के व्यास बहुत बड़े हों । चूँकि अवरणात्मक प्रकीर्णन में दृश्य प्रदेश के नीले, हरे व लाल सभी बैण्डों का समान मात्रा में प्रकीर्णन हो जाता है इसलिए हमें मेघ व कुहरे का रंग श्वेत दिखाई देने लगता है।

अपवर्तन (Refraction)- जब प्रकाश किन्हीं दो माध्यमों से होकर गुजरता है तो वह सीधी रेखा के रूप में नहीं चलता है । किसी माध्यम की सतह से गुजरने के कारण प्रकाश का झुकाव अलग प्रतीत होता है । प्रकाश का यह झुकाव माध्यमों के अपवर्तनांक पर निर्भर करता है । प्रकाश का सीधी रेखा में न चलकर सतह से झुक जाने को ही अपवर्तन कहते हैं । चूंकि वायुमण्डल में भी आर्द्रता व तापमान के कारण वायुमण्डलीय सतहें होती हैं अत: अपवर्तन का नियम वायुमण्डल पर भी लागू होता है ।

विकिरण-प्रकाश जब विरल माध्यम से सघन माध्यम में प्रवेश करता है तो अपवर्तित किरण अभिलम्ब की ओर झुक जाती है अर्थात् अभिलम्ब के पास आ जाती है । (चित्र - 8)



चित्र 2.8 : अपवर्तित किरणें

वायुमण्डलीय धुंध प्रकीर्णन का सुदूर संवेदन पर प्रभाव (Effect of Atmospheric Haze Scattering in Remote Sensing)- विद्युत-चुम्बकीय विकिरण (EMR) का निम्न सतही घटक जो धरातलीय आकृतियों को प्रदीप्त (Illuminate) करता है उसके निम्न दो प्रमुख घटक हैं - 1. प्रत्यक्ष सूर्य-प्रकाश (Direct Sunlight) तथा 2. विसरित आकाशीय प्रकाश (Diffused Sky-light) जो वायुमण्डलीय प्रकीर्णन के कारण उत्पन्न होता है ।

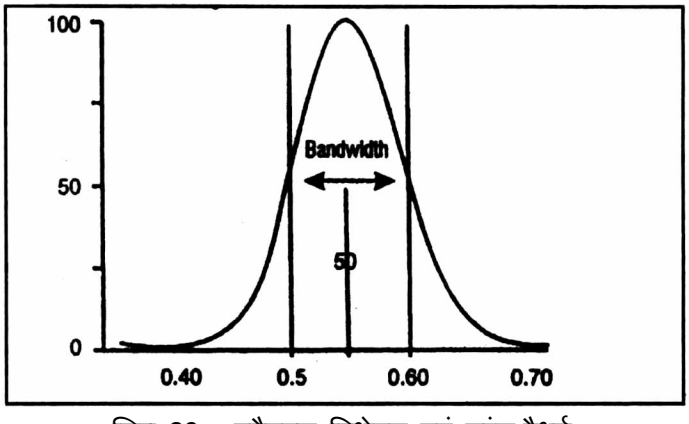
उपरोक्त दोनों का सापेक्षिक महत्त्व सौर्य शिरोबिन्दु कोंण अथवा वायुमण्डल की प्रकाशीय पथ-दूरी (Path-length) पर निर्भर करता है । यही कारण है कि आकाशीय प्रकाश (Skylight) प्रत्यक्ष सौर्य प्रकाश की तुलना में नीला दृष्टिगोचर होता है । सुदूर संवेदन तक पहुँचने वाले ऊर्ध्वगामी विकिरण (Upwalling Radiation) के भी दो घटक हैं- (अ) पृथ्वी के धरातल के साथ अन्योन्यक्रिया करने वाला प्रकाश जो ऊपर को (वायुमण्डल की ओर) परावर्तित हो जाता है तथा (ब) वह घटक जो वायुमण्डलीय अणुओं से विकिरण के पुष्ट भाग की ओर प्रकीर्णन द्वारा उत्पन्न होता है ।

विपर्यास पदावनयन (Contrast Reduction)- धुंध का सबसे महत्वपूर्ण प्रभाव विपर्यास पदावनयन है । आकाशीय प्रकाश के धरातलीय-स्तरीय घटक वस्तुओं में उज्ज्वलता एव चमक को कम कर देते हैं । ऐसी स्थिति में प्रतिबिम्बों में सूर्य-प्रकाश से युक्त एवं छाया-युक्त क्षेत्रों में विभेद करना कठिन हो जाता है जिसका सुदूर संवेदन की प्रक्रिया पर प्रभाव पड़ता है ।

विभेदन (Resolution) - धरातलीय वस्तुओं को परस्पर पृथक करने वाली कम से कम दूरी की मात्रा को विभेदन कहते हैं । दूसरे शब्दों में धरातल की वस्तुओं के मध्य कम से कम दूरी के विवरण को एक-दूसरे से अलग-अलग प्रस्तुत करने की क्षमता को विभेदन कहते हैं । विभेदन प्रकाशीय युक्ति प्रणाली की उत्तमता या कुशलता को व्यक्त करता है । विभेदन की मात्रा या दूरी को अक्ल करने दावी चार दशाएँ हैं जैसे कि स्थानिक (Spatial), स्पैक्ट्रल (Spectral) रेडियोमेट्रिक (Radiometric) तथा तात्कालिक (Temporal) । स्थानिक दशा में दूरी, स्पैक्ट्रल दशा में विद्युत-चुम्बकीय विकिरण के तंरग-दैर्ध्य बैंड,, रेडियोमेट्रिक में विकिरण-मात्रा, तथा तात्कालिक में समय को व्यक्त किया जाता है । विभेदन का सम्बन्ध उपग्रह की संवेदन प्रणाली से जुड़ा हुआ है । उपर्युक्त दशाओं के आधार पर विभेदन के विभिन्न प्रकार निम्न हैं :-

1. **स्थानिक विभेदन (Spatial Resolution) -** स्थानिक विभेदन धरातल पर पास-पास स्थित किन्हीं दो बिन्दुओं के मध्य की वह न्यूनतम दूरी है, जिससे उन्हें किसी प्रतिबिम्ब में स्पष्ट एवं एक दूसरे से पृथक देखा जा सके । जब वस्तुएँ पास-पास स्थित होती है तो प्रतिबिम्बों में ये वस्तुएँ एक ही नजर आती हैं । स्थानिक विभेदन के लिये संवेदन-प्रणाली पर क्रमवीक्षक यन्त्र लगा हुआ होता है। यह धरातल का संसूचन करता है । किसी संसूचक का स्थानिक विभेदन उस संसूचक की भौतिक बनावट पर निर्भर करता है ।

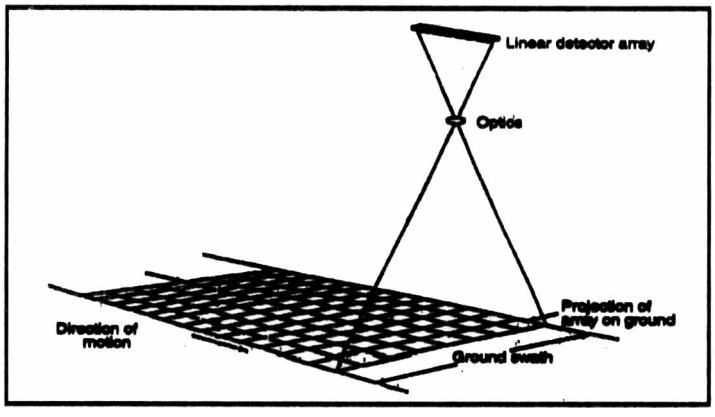
2. **स्पैक्ट्रल विभेदन (Spectral Resolution)-** स्पैक्ट्रल विभेदन, अलग-अलग बैंडों के तरंग-दैर्ध्य- अन्तरालों को दर्शाता है । किसी संसूचक के उच्चतम प्रत्युतर के 50% पर अंकित किये गये तरंग-दैर्ध्य-अन्तराल को उस संसूचक का स्पैक्ट्रल विभेदन कहते हैं । विद्युत-चुम्बकीय स्पैक्ट्रम में कई स्पैक्ट्रल बैंड दृश्य (Visible), अवरक्त (Infrared) इत्यादि होते हैं । प्रत्येक स्पैक्ट्रल बैंड, बिम्बों पर अलग-अलग स्पैक्ट्रल प्रदीप्त-घनत्व (Irradiant Density) को दर्शाता है । स्पैक्ट्रल विभेदन धरातल पर विभक्त/ संसूचित बिम्ब का अलग-अलग स्पैक्ट्रल अन्तर पर प्रतिचयन करता है । इसके द्वारा स्पैक्ट्रल प्रदीप्त-घनत्व को निर्धारित किया जाता है । (चित्र -9)



चित्र 29 : स्पैक्ट्रल विभेदन एवं तरंग-दैर्ध्य

3. **रेडियोमेट्रिक विभेदन (Radiometric Resolution)-** संवेदक द्वारा निर्गत संकेतक की कुल परास (Rang) को कई भागों में विभाजित किया जाता है जिससे ग्रे-स्तर (Gray Level) को अलग-अलग रूप में दर्शाया जा सके । अत: धरातलीय लक्षणों के विकिरक (चमक) या परावर्तक में अन्तर होने से उनमें भेद स्थापित किया जा सकता है । यह ग्रे-मानों (Gray Values) के विकिरण-स्तर को दर्शाता है जिसे संवेदक अंकित करता है ।

4. **अल्पकालिक विभेदन (Temporal Resolution)-** किसी संसूचक द्वारा एक निश्चित अन्तराल पर. D तथा स्पैक्ट्रल आँकड़ों को प्राप्त करना अल्पकालिक विभेदन कहलाता है । उपग्रह के संदर्भ में अल्पकालिक को उपग्रह का चक्रीय अवलोकन भी कहा जाता है जिसका अर्थ एक ही बिम्ब-क्षेत्र को उपग्रह द्वारा अलग-अलग समय में बार-बार अवलोकन कर आँकड़ों को एकत्र करना है । (चित्र - 10)



चित्र 2.10 : Radiometric Resolution along Track Scanning

2.2.10 ऊर्जा का अवशोषण (Absorption of Energy)

पदार्थों पर आपतित विकिरण की हानि को विद्युत-चुम्बकीय ऊर्जा का अवशोषण कहते हैं । किसी पदार्थ के द्वारा अवशोषित की गयी ऊर्जा का अधिकांश भाग उस पदार्थ को गर्म करने में व्यय होता है । वायुमण्डल में विद्यमान ओजोन (Ozone), कार्बन डाईऑक्साइड (Carbondioxide) तथा जल-वाष्प (water-vapour), जिन्हें क्रमश: O_3, CO_2 तथा H_2O संकेताक्षरों से प्रकट किया जाता है, सूर्य से प्राप्त विकिरण के सबसे बड़े अवशोषक हैं । ये गैसीय पदार्थ विभिन्न स्पैक्ट्रमी प्रदेशों के कुछ तरंग-दैर्ध्यों का न के बराबर, कुछ का आशिक रूप में तथा कुछ का पूर्णरूपेण अवशोषण कर लेते हैं । स्पष्ट है कि अवशोषण के कारण विद्युत चुम्बकीय ऊर्जा के जिन तरंग-दैर्ध्यों का मार्ग वायुमण्डल में ही अवरुद्ध हो जाता है, उन तरंग-दैर्ध्यों का धरातल के सुदूर संवेदन में प्रयोग नहीं किया जा सकता । दूसरे शब्दों में, धरातल का दूर संवेदन केवल उन तरंग-दैर्ध्य-परासो (Wavelength-ranges) में किया जाता है जिनके लिये वायुमण्डल विशेष रूप से पारगम्य (Transmission) होता है । सुदूरसंवेदन के लिये उपयुक्ता इस तरह के तरंग-दैर्ध्य-परासो को वायुमण्डल खिड़कियाँ (Atmospheric windows) कहा जाता है क्योंकि वायुमण्डल अथवा अन्तरिक्ष में स्थित कोई संवेदक केवल इन्हीं खिड़कियों से धरातल को झाँक सकता है ।

2.2.11 अंकीय बिम्ब प्रणाली (Digital Image Processing)

उपग्रह द्वारा प्रेक्षित आँकड़ों को कम्प्यूटर पर संसाधित करके बिम्ब तैयार किये जाते हैं । इस प्रक्रिया को. कम्प्यूटर बिम्ब-प्रक्रमण (Computer Image Processing), कम्प्यूटर विजन (Computer Vision), सुदूर संवेदन आँकड़ों का मशीन द्वारा संसाधन इत्यादि के नाम से जाना जता है ।

बिम्ब के प्रकार (Types of Image)- स्त्रोत के आधार पर बिम्ब दो प्रकार की होती है ।.

1. फोटोग्राफिक फिल्म आकार (Photographic Film Form)
2. डिजिटल आकार (Digital form)

1. **फोटाग्राफिक फिल्म आकार (Photographic Film Form)-** फोटोग्राफिक संवेदक, फोटोग्राफिक फिल्म पर बिम्ब को दर्शाता है । विभिन्न धरातलीय दृश्य विशेषताओं को सुदूर संवेदन तकनीक की सहायता से फोटोग्राफिक फिल्म पर धरातलीय विवरणों की चमक के आधार पर बिम्बों को प्रदर्शित किया जाता है ।

2. **डिजिटल आकार (Digital form)-** डिजिटल बिम्ब विद्युत-चुम्बकीय ऑडीकल संवेदक द्वारा निर्मित की जाती है । उदाहरण के लिये बहुस्पैक्ट्रल संवेदक (Multispectral Sensor) धरातलीय विकिरित ऊर्जा (Radient Energy) की मात्रा को संख्याओं में व्यक्त करता है । जिन्हें डिजिटल नम्बर (DN) कहते हैं । बडी डिजिटल संख्या (जैसे कि 150) अधिक मात्रा में विकिरण ऊर्जा को दर्शाती है जबकि छोटी डिजिटल संख्या (जैसे कि 10) ऊर्जा की कम मात्रा को दर्शाती हैं ।

डिजिटल बिम्ब (Digital Image)- डिजिटल बिम्ब लघु आकार के समक्षेत्र पिक्चर तत्वों के क्रम में व्यवस्थित की जाती है । डिजिटल बिम्ब में प्रत्येक छोटे से छोटे तत्व (Element) को पिक्सल (Pixel) कहते हैं । प्रत्येक पिक्सल का मान संख्याओं में होता है जिन्हें डिजिटल नम्बर (DN) कहते हैं । पिक्सल धरातल की दूरियों को मीटर अथवा किलोमीटर में प्रदर्शित करते हैं ।

दृश्य विश्लेषण (Visual Interpretation)- फोटोग्राफिक हार्ड प्रतियों के लक्ष्यों के पहचान तथा उनका वर्गीकरण करना दृश्य विश्लेषण कहलाता है जो कि बिम्ब विशेषताओं जैसे कि आकार, आभा, प्रतिरूप, आकृति, संगठन, स्थिति, सहसम्बंध, छाया तथा पहलू पर आधारित होते हैं ।

अंकीय विघ्न प्रक्रमण (Digital Image Processing)- अंकीय बिम्ब प्रक्रमण, कम्प्यूटर की सहायता से किसी प्राप्त बिम्ब का विश्लेषण तथा परिचालन करना होता है । धरातलीय आकृतियों के उपयुक्त अन्तर विश्लेषण तथा व्याख्या के लिये बिम्ब आँकड़ों को विभिन्न एलगोरिथ्म पर रखा जाता है । इससे बिम्ब का उच्चीकरण किया जाता है । वास्तव में उपग्रह से प्राप्त बिम्ब आँकड़ों को समझने के लिये कम्प्यूटर मॉनीटर पर प्रदर्शित किया जाता है । कभी इन आँकड़ों को तीन स्पैक्ट्रल बैंडों के संयुक्त रूप में जैसे कि FCC (False Colour Composite) तथा कभी अलग-अलग स्पैक्ट्रल बैंड बिम्ब द्वारा प्रदर्शित किया जाता है । इस प्रक्रिया के लिये विभिन्न तकनीकों का उपयोग किया जाता है ।

अंकीय बिम्ब के लाभ (Advantages of Digital Image)

1. अंकीय बिम्ब का सबसे बड़ा लाभ यह है कि इनमें उच्च रेडियामेट्रिक विशेषतायें होती हैं ।

2. अंकीय आँकड़ों को संचारित (Transmit), एकत्रित (Store) व पुनर्प्राप्त (Retrive) किया जा सकता है । बिम्ब निर्मित आँकड़ों को पुन: उपयोग में लाया जा सकता है ।

3. अंकीय बिम्ब में प्रयुक्त आँकड़े पुराने नहीं होते हैं । इनके द्वारा किसी भी समय बिम्ब निर्मित किया जा सकता है और अंकीय आँकडों को सुरक्षित रख कर उनसे पुन: बिम्ब तैयार किया जा सकता हैं ।

फोटोग्राफिक बिम्ब के लाभ (Advantage of Photographic Image) -

1. फोटोग्राफिक बिम्ब में कम्प्यूटर पर अंकीय बिम्ब की तुलना में धरातलीय विभेदन उत्तम एवं अधिक होता है

2. फोटोग्राफिक बिम्ब से धरातलीय आकृतियों का पुनर्निर्माण ज्यामितीय दृष्टि से उपयुक्त होता है ।

3. फोटोग्राफिक बिम्ब वृहत पैमाने पर बड़े क्षेत्र को दर्शाती है ।

फोटोग्राफिक फिल्म को आंकीयकरण (Digitization) के द्वारा अंकीय बिम्ब को फिल्म अंकन के द्वारा फोटोग्राफिक बिम्ब में परिवर्तित किया जा सकता हैं ।

अंकीय बिम्ब प्रक्रमण प्रणाली (Digital Image Processing System)- अंकीय बिम्ब प्रक्रमण प्रणाली के. अन्तर्गत कम्प्यूटर हार्डवेयर तथा सॉफ्टवेयर दोनों का होना अति आवश्यक है जिनके द्वारा बिम्ब आँकड़ों का विश्लेषण किया जा सके । कम्प्यूटर प्रणाली में अन्तर्गामी व निर्गत युक्तियाँ (Devices) संसाधित तत्व, अन्तरा सक्रिय युक्तियों इत्यादि को सम्मिलित किया जाता है । इस प्रणाली में बहुत अधिक मात्रा में आँकड़ों के एकत्र तथा संसाधित करने की तीव्र क्षमता होती है । इस प्रणाली के घटक केन्द्रीय संसाधित इकाई, अन्तरसक्रिय प्रदर्शक कार्यशाला, टेप ड्राइव, CD-ROM युक्तियाँ, डिजिटाइजर, रंगीन मॉनीटर, प्रिन्टर, प्लाटर तथा डिस्क स्टोरेज युक्तियाँ हैं ।

बिम्ब प्रक्रमण तकनीकियाँ (Image Processing Techniques)- बिम्ब को शुद्ध तथा उपयुक्त बनाने के लिये निम्न तकनीकों का उपयोग किया जाता है -

1. आप्टीकल तकनीक (Optical Technique)
2. डिजिटल तकनीक (Digital Technique)
3. फोटोग्राफिक तकनीक (Photographic Technique)

बोध प्रश्न-।

1. स्थानिक सूचना प्रौद्योगिकी से क्या तात्पर्य है?

   .....

   .....

2. स्थानिक सूचना प्रौद्योगिकी के कितने अंग हैं, नाम बताओ?

   .....

   .....

3. सुदूर संवेदन की परिभाषा बताओ ।

   .....

   .....

4. सुदूर संवेदन के अन्तर्गत कौन-कौनसी प्रक्रियाएं सम्मिलित हैं?

.....

.....

5. 'NRSA' का पूरा नाम बताओ ।

.....

.....

6. विकिरित ऊर्जा (Radiant Energy) किसे कहा जाता है?

.....

.....

7. विकिरण सघनता (Radiant Density) किसे कहते हैं?

.....

.....

8. भारत द्वारा IRS-P5 (कार्टोसेट-1) का PSLV-C6 द्वारा प्रक्षेपण कब किया गया ?

.....

.....

2.3 भौगोलिक सूचना तन्त्र (G.I.S.)

भौगोलिक सूचना तन्त्र की कोई सामान्य परिभाषा नहीं है । आधारभूत रूप में एक ही संकल्पना होते हुए भी अनेक विद्वानों ने अपने-अपने ढंग से परिभाषित किया है- क्लार्क के अनुसार "भौगोलिक सूचना तंत्र किसी संगठन के स्थानिक आँकड़ों की प्राप्ति, भण्डारण, विश्लेषण और प्रस्तुतीकरण का कम्प्यूटर आधारित तंत्र है ।" इसी तरह बर्रो ने माना है कि "धरातल से सम्बन्धित स्थानिक सूचनाओं के एकत्रीकरण, भण्डारण, रूपान्तरण और प्रस्तुतीकरण के लिए विभिन्न यन्त्रों का शक्तिशाली तन्त्र है ।" इसीलिए एरोनोफ ने कहा है कि "G.I.S. कम्प्यूटर आधारित ऐसा तन्त्र है, जो भौगोलिक आँकड़ों के प्रक्रमण के लिए चार प्रकार से सक्षम है ।"

1. Input
2. Data Management
3. Manipulation And Analysis
4. Output

अत: स्पष्ट है कि भौगोलिक सूचना तंत्र भौगोलिक क्षेत्र में स्थानिक आँकड़ों के एकत्रीकरण, प्रबन्धन विश्लेषण और अपेक्षित परिणाम प्राप्त करने की कम्प्यूटर आधारित तकनीक है । इसीलिए पार्कर ने माना है कि "भौगोलिक सूचना तंत्र एक सूचना तकनीकी विज्ञान है, जो स्थानिक और अस्थानिक आँकड़ों के संग्रह, विश्लेषण और प्रस्तुतीकरण में सक्षम है ।" इस प्रकार यह आधुनिक तकनीकी युग में स्थानिक सूचनाओं के संग्रह, रूपान्तरण, विश्लेषण और प्रस्तुतीकरण के कार्यो का संचालन करने वाला एक स्वचालित तंत्र है । प्राय: भौगोलिक सूचना तंत्र को तकनीकी रूप में निम्न शब्दावलियों में व्यक्त किया जाता है ।

1. G.I.S. -(Geographical Information System)
2. G.S- (Geographical System)
3. S.I.S.- (Spatial Information System)
4. L.I.S.- (Land Infromation System)
5. U.I.S.- (Urban information System)

इसी कारण से भौगोलिक सूचना तंत्र का उपयोग भूगोल विषय के अतिरिक्त अन्य अनेक विषय करते हैं, क्योंकि यह एक स्थानिक सूचना विज्ञान है, जो आँकड़ों के संग्रह, विश्लेषण और प्रस्तुतीकरण के कार्यो का समन्वित यान्त्रिक तन्त्र है ।

भौगोलिक सूचना तकनीकी भौगोलिक क्षेत्र में विभिन्न तथ्यों के विश्लेषण से सम्बन्धित है, जबकि स्थानिक सूचना सिद्धान्त भौगोलिक सूचना तंत्र के लिए एक आधार प्रस्तुत करता है । इस तरह स्थानिक सूचना सिद्धान्त स्थानिक तथ्यों और प्रक्रियाओं के विश्लेषण के लिए मॉडल बनाने में सहायक है और इस तरह के मॉडल स्थानिक आँकड़ों पर ही विभिन्न विधियों द्वारा प्रदर्शित किये जाते हैं । इस तरह भू-सूचना तकनीक में स्थानिक आँकड़ों ही केन्द्रीय आधार हैं । बिना इन आँकड़ों, के किसी भी तथ्य के बारे में किसी भी प्रकार का विश्लेषण सम्भव नहीं है । स्थानिक सूचना तन्त्र में आँकड़ा प्रबन्धन, विश्लेषण और प्रस्तुतीकरण की प्रक्रिया विभिन्न परिष्कृत प्रणालियों के द्वारा सम्पन्न की जाती है ।

2.3.1 भौगोलिक सूचना तन्त्र का विकास (Development of G.I.S.)

भौगोलिक सूचना तंत्र के प्रारम्भिक स्वरूप को 1960 ई. से माना जा सकता है, जब कम्प्यूटर आधारित भौगोलिक सूचना तन्त्र की प्रक्रिया प्रयोग में लायी गयी थी और इसका पूर्व रूप सैकड़ों वर्षो से मानवीय प्रकल्पों द्वारा संचालित था । ऐसा माना जाता है कि सबसे पहले संयुक्त राज्य अमेरिका के जनगणना विभाग, भौमिकीय सर्वेक्षण और हारवर्ड विश्वविद्यालय की प्रयोगशाला ने भौगोलिक सूचना तन्त्र का प्रयोग किया । इसी तरह कनाडा में कनाडियन भौगोलिक सूचना तन्त्र, ब्रिटेन में प्राकृतिक प्रायोगिक शोध केन्द्र, पर्यावरण विभाग को भी G.I.S. के विकास का श्रेय जाता है । हारवर्ड विश्वविद्यालय ने इस सन्दर्भ में महत्वपूर्ण कार्य किया है । इसके आधार पर अनेक व्यावसायिक संस्थाओं ने G.I.S. से सम्बन्धित अनेक सॉफ्टवेयर का विकास किया । 1970 ई. तक कम्प्यूटर आधारित आंकड़ा संजाल विकसित हो चुका था । इसी समय भौगोलिक सूचना तन्त्र में टोपोलाजी और ग्राफ सिद्धान्त का प्रयोग बहुत सहायक सिद्ध हुआ । यह प्रक्रिया1980 ई. में व्यक्तिगत कम्प्यूटरों के विकास से आगे बड़ी । 1990 ई. में कम्प्यूटर आधारित आंकड़ा आधार की कल्पना और भू-सूचना तकनीक का व्यावसायिक विकास हुआ और इस समय भू-विज्ञानों के अतिरिक्त बहुत से व्यावसायिक कार्यो में भौगोलिक सूचना तन्त्र का व्यापक प्रयोग हो रहा है ।

2.3.2 भौगोलिक सूचना तन्त्र के उद्देश्य (Objectives of G.I.S.)

भौगोलिक सूचना तंत्र आकड़ा प्राप्ति से लेकर संग्रह, प्रक्रमण और विश्लेषण का कम्प्यूटर आधारित तन्त्र है । इसके विभिन्न उद्देश्य निम्न हैं:-

1. विभिन्न प्रकार के नियोजन और निर्णय प्रक्रिया में समय और लागत के सन्दर्भ में मानवीय क्षमता को बढ़ाना ।
2. आँकड़ों के वितरण और प्रक्रिया के लिए सक्षम साधनों को प्रदान करना ।
3. आँकड़ों के प्रक्रियात्मक स्तर पर पुनरावृति को कम से कम करना ।
4. विभिन्न स्त्रोतों से उपलब्ध सूचनाओं को समन्वित करने की क्षमता में वृद्धि करना ।
5. नई-नई सूचनाओं को प्राप्त करने के लिए भौगोलिक आँकड़ों के मिश्रित स्वरूप का विश्लेषण करना ।

इस प्रकार भौगोलिक सूचना तंत्र स्थानिक आँकड़ों की सहायता से किसी भी धरातलीय तथ्य के बारे में उसकी अवस्थिति, दशा, प्रवृत्ति और मॉडल प्रक्रिया को स्पष्ट करने में सक्षम है ।

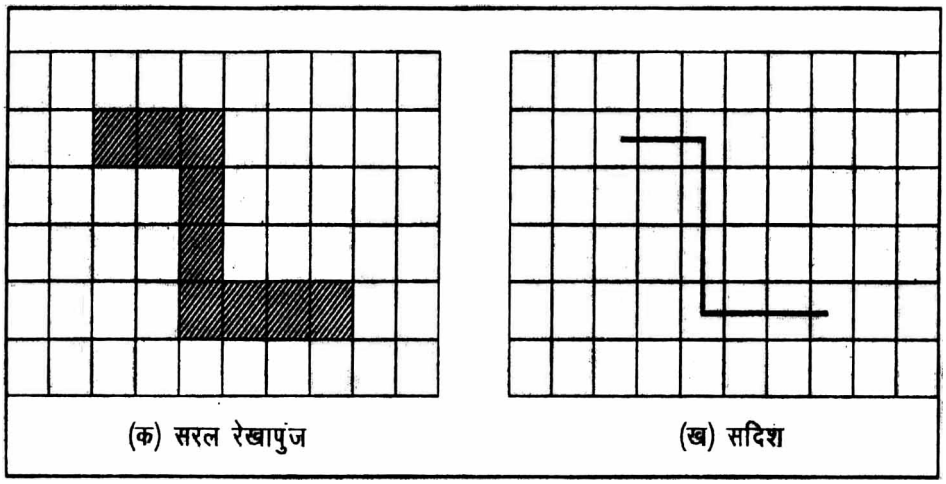
2.3.3 भौगोलिक सूचना तंत्र का क्षेत्र (Scope of geographical Information System)

भौगोलिक सूचना तंत्रों के अन्तर्गत अध्ययन की जाने वाली समस्याओं की विविधता ने इस तंत्र के अनुप्रयोग- क्षेत्र को असीमित बना दिया है । वस्तुत: पृथ्वी पर भौगोलिक अवस्थिति (Geographical Location) के द्वारा संदर्भित लक्षणों के बारे में किसी भी प्रकार की सूचना प्राप्ति के लिये भौगोलिक सूचना तंत्र की तकनीक का उपयोग किया जा सकता है । इन कम्प्यूटर आधारित तंत्रों में ऐसे भूगोलीय संदर्भित (Geographically Referenced), लक्षणों के अवस्थितिक दत्त (Location data) तथा उनके गुण दत्त (Attribute data), दोनों को एक साथ प्रयोग में लाने की क्षमता होती है । अत: भौगोलिक सूचना तंत्रों में न केवल लक्षणों की अवस्थितियों का स्वत: प्रदर्शन (Automatic Display) या मानचित्रण होता है, अपितु ये तंत्र सम्बन्धित लक्षणों के विवेचन-योग्य अभिलक्षणों (Descriptive Characteristic) के अभिलेखन (Recording) विश्लेषण (Analysis) का एक सम्बन्धपरक दत्त आधार (Relational database) भी प्रस्तुत करते हैं ।

2.3.4 भौगोलिक सूचना तंत्र के प्रकार (types of G.I.S.):-

यह दो प्रकार के होते है (चित्र - 2.11)

(1) **सदिश वेक्टर (Vector) या पॉलीगन (Polygon) संरचना: -** यह मॉडल विभिन्न तथ्यों की स्थिति को निर्धारित करने के लिए विभिन्न अक्षों द्वारा प्रदर्शित रेखाओं और बिन्दुओं का प्रयोग करता है । इसमें विभिन्न प्रकार के तथ्य अनेक रेखाओं को जोड़ने से बनते हैं । इसलिए रास्टर की अपेक्षा इसमें कम संग्रह की आवश्यकता रहती है । क्षेत्रफल और दूरी मापन तीव्रगति से सम्भव होता है । इस तरह वेक्टर मॉडल विविधता पूर्ण तथ्यों के विश्लेषण के लिए लाभदायक है । लेकिन किसी अनवरत विस्तार वाले तथ्य के विश्लेषण में इनका प्रयोग सीमित है । इसके विपरीत रास्टर मॉडल जो ग्रिड द्वारा निर्मित सेल समूह पर आधारित है, वह अनवरत विस्तार वाले तथ्यों के विश्लेषण में सहायक है ।



चित्र 2.11. भौगोलिक सूचना तंत्र के प्रकार (आँकड़ों का रुपान्तरण)

(2) **रेखांपुज या जाल संरचना (Raster Or Grid Model)-** इस मॉडल में भौगोलिक आँकड़ों का प्रदर्शन विभिन्न अक्षों द्वारा निर्मित सेल (cell) के आधार पर किया जाता है । प्रत्येक सेल किसी विशेष गुण के मूल्य को व्यक्त करता है । इस तरह प्रत्येक सेल एक मूल्य का प्रतिनिधित्व करता है और उस गुण विशेष की अवस्थिति उस सेल के अन्तर्गत मिलती है । इस प्रकार एक सामान्य मूल्य वाले सेल का समूह लेयर (Layer) कहा जाता है । इस तरह रास्टर मॉडल स्थानिक आँकड़ों के संग्रह, विश्लेषण के लिए आसान रहते हैं । किसी भी तथ्य के बारे में पर्याप्त आकड़े रहने पर ही इस मॉडल द्वारा आकड़ा संसाधन किया जा सकता है ।

2.3.5 भौगोलिक सूचना तन्त्र में कम्प्यूटर का प्रयोग (G.I.S. in Computer)

भौगोलिक सूचना तंत्र एक कम्प्यूटर आधारित तकनीक है, जिसमें विभिन्न प्रकार की स्थानिक सूचनाओं के संग्रह, रूपान्तरण, विश्लेषण और चित्रण को परम्परागत तकनीकों की अपेक्षा तीव्रगति से विश्लेषित किया जा सकता है । इसके लिए कम्प्यूटर संजाल उपयुक्त है । तकनीकी रूप में एक कम्प्यूटर (P.C.) के तीन मुख्य अंग हैं, जो G.I.S. प्रक्रिया को संचालित करने में सहायता प्रदान करते हैं:-

1. **केन्द्रीय संगणक इकाई (Central Processing Unit) -** केन्द्रीय संगणक इकाई (C.P.U.) कम्प्यूटर का सबसे महत्वपूर्ण भाग है, जो आंकड़ा कम्प्यूटर की मुख्य मेमोरी से प्राप्त होता है । इसका विश्लेषण करके केन्द्रीय संगणक इकाई परिणाम को तुरन्त मुख्य मेमोरी को प्रेषित करती है । यह इकाई आँकड़ों की गणना के साथ-साथ कम्प्यूटर के विभिन्न अंगों के कार्यो में समन्वय स्थापित करती है । इस इकाई के भी मुख्य दो भाग है-

i. **नियन्त्रण इकाई (Control Unit)** - नियन्त्रण इकाई मुख्य मेमोरी से प्राप्त निर्देशों पर नियन्त्रण रखती है और निर्देशों के अनुसार कार्यो को संचालित करती हैं । इसके अतिरिक्त Input और Output तथा गणितीय गणना करने पर भी नियन्त्रण रखती है ।

ii. **गणितीय इकाई (Arithmatical/Logical Unit)** - यह सम्पूर्ण संख्याओं के गणितीय गणना को संचालित करती है । गणना के परिणामों में तुलना स्थापित कर सकती है और प्रक्रिया के अगले

चरणों में निर्देशों का चयन करती है । वर्तमान समय के केन्द्रीय विश्लेषक प्रति सैकेण्ड अरबों-खरबों निर्देशों को संचालित कर सकते हैं । वास्तव में यह कम्प्यूटर का मुख्य तन्त्र है ।

iii. **सी.डी. रिकार्डेबल (C.D Recordable)** - यह कम्प्यूटर के लिए रिकार्डिंग एव संग्रह का हार्डवेयर है, जो 120 माइक्रोमीटर के पोलीकार्योनेट छिद्रों के साथ कार्य करता है । यह देखने मे सी. डी. रोम की ही तरह होता है, जिनके ऊपर सोने का रंग चढ़ाया गया होता है । सी.डी. रोम की अपेक्षा सीडी रिकार्डेबल अलग तरह की प्रतिछाया उत्पन्न करता है और इसमे अपेक्षाकृत अधिक सूचनाएं रिकार्ड एव संचित की जाती हैं ।

iv. **सी.डी. री-राइटेबल (C.D. Re-writable) -** इस प्रकार की सीडी में लेसर का प्रयोग किया जाता है और अन्य क्रियाएं सीडी रोम की तरह होती है ।

v. **डी.वी.डी. (D.V.D.)-** सी. डी., सी. डी. रोम या सी. डी. आर. डब्ल्यू से आगे विकसित होकर रिकार्डिंग एवं संग्रह की सुविधा डी. वी. डी. द्वारा पूरी की जा रही है । प्रारम्भिक रूप में इसे डिजिटल वीडियो डिस्क कहा जाता था । अब इसे डिजिटल वर्सेटाइल डिस्क कहा जाता है । यह भी अन्य सी. डी. की तरह कार्य करता है किन्तु इसकी क्षमता अधिक है । अन्य सीडी के विपरीत इसकी क्षमता 4.7 गीगा बाइट से भी अधिक है । अन्य सीडी में जहां प्रति सैकेण्ड 150 K.B सूचनाएं संग्रहित होती है, वहीं डी.वी.डी. में 1.4 M.B प्रति सैकेण्ड संग्रहीत होती है ।

vi. **डाँट (DAT)-** यह एक डिजिटल ऑडियो टेप है । प्रारम्भिक रूप में इसका आविष्कार संगीत को सुरक्षित रखने के लिए किया गया । यह 3.81 मि.मी. को सुरक्षित रखने के लिए किया गया । यह 3.81 मि.मी. चौड़ा टेप है । इसमें सूचनाएँ हेलिकल स्कैल तकनीक के द्वारा रिकार्ड की जाती है । डाट टेप अत्यन्त छोटे होते हैं और इसमें सभी सूचनाएं आंकिक रूप से कोड द्वारा संग्रहीत होती है ।

2.3.6 भौगोलिक सूचना तन्त्र की अभिकल्पना (Design of G.I.S.)

अनेक हार्डवेयर एवं सॉफ्टवेयर में से G.I.S. के लिए उपयुक्त हार्डवेयर और सॉफ्टवेयर का चयन किया जाता है । G.I.S. के प्रयोग की निम्न प्रकार से अभिकल्पना की जा सकती है:-

1. संकल्पना (Concept) - आवश्यकता का निर्धारण;
2. अभिकल्पना (Design) - प्रक्रिया नियोजन, तन्त्र का चयन;
3. विकास (Development) - तन्त्र की प्राप्ति, आंकड़ा आधार, स्टाफ की ट्रेनिंग, संचालन की तैयारी;
4. संचालन (Operation) - तन्त्र की स्थापना, आंकड़ा रूपान्तरण प्रक्रिया विकास;
5. अंकेक्षण (Audit) - तन्त्र मूल्यांकन, विस्तार ।

G.I.S. के लिए प्रयुक्त प्रमुख सॉफ्टवेयर निम्नलिखित हैं:-

1. ArcGIS 2. GEOMATICA 3. Mapinfo 4. ERDAS

वैसे भारतीय अन्तरिक्ष विभाग ने भी GEO-SMART, DECISION SPACE, BIO-CAPE जैसे G.I.S. सॉफ्टवेयर विकसित किये हैं ।

2.3.7 भौगोलिक सूचना तन्त्र (GIS) के लाभ

भौगोलिक सूचना तन्त्र (GIS) का भूगोल के लिए बहुत महत्व है। इसके द्वारा भूगोल की लोकप्रियता में वृद्धि हुई है तथा लोगों मे इसकी छवि में उल्लेखनीय सुधार हुआ है । लोग अब भूगोल विषय को अधिक आदर और सम्मान की दृष्टि से देखते हैं । इसके अतिरिक्त GIS के अनेक लाभ और उपयोग हैं, जिनमें से कुछ का वर्णन नीचे किया गया है ।

1. इसकी सहायता से विशिष्ट मानचित्रों का निर्माण हो सकता है । उदाहरण के लिए भौगोलिक सूचना तन्त्र (GIS) से प्राप्त सड़कों बस मार्गों, विपणन केन्द्रों की अवस्थिति और जनसंख्या मानचित्रों को एक दूसरे पर अध्यारोपित करके योजना बनाने वाला व्यक्ति आँकड़ों का सही विश्लेषण कर सकता है । विश्लेषण से यह जाना जा सकता है कि बस मार्ग विपणन केन्द्र के विकास में कितना सहयोग प्रदान कर रहे हैं या प्रस्तावित आवास विकास का पास-पड़ौस की सड़कों और महामार्गों पर पड़ने वाले प्रभाव के बारे में जाना जा सकता है ।
2. भूगोलवेत्ता भौगोलिक सूचना तन्त्र (GIS) की सहायता से स्थानिक प्रतिरूपों और प्रक्रियाओं की पहचान करके उनका विश्लेषण कर सकते हैं ।
3. इसके द्वारा भौगोलिक चरों की व्याख्या आसानी से हो जाती है, जैसे शुष्क प्रदेशों में दर्पा और कृषि के अन्तर्सम्बन्धों की व्याख्या की जा सकती है ।
4. प्रादेशिक अर्थव्यवस्थाओं परिवहन तंत्र और नगरों के विकास के अध्ययन मैं सहायता मिलती है ।
5. इसके द्वारा भौगोलिक तथ्यों, तत्वों और आँकड़ों का सुनियोजित प्रबन्धन किया जा सकता है ।
6. भौगोलिक विश्लेषण कम समय मे और कम खर्च मे बहुत सुन्दर ढंग से पूरे किए जा सकते है ।
7. तथ्यों के विश्लेषण के आधार पर नियोजन तथा निर्णय को अधिक तर्कसंगत और वैज्ञानिक बनाया जा सकता है ।
8. भूगोलवेत्ताओं, शोधकर्ताओं और पेशेवरों को अनेक प्रश्नों के उत्तर ढूँढने और समस्याओं के समाधान खोजने में सहायता करता है ।
9. भौगोलिक सूचना तन्त्र (GIS) का पर्यावरण प्रबन्धन, कृषि, सुविधा (बिजली, पानी,. जलमल व्यवस्था) प्रबंधन, भूमि उपयोग, नियोजन, आपदा प्रबन्धन, जनांकिकीय विश्लेषण तथा परिवहन तंत्र के नियोजन में विशेष रूप से उपयोग हो रहा है ।
10. भौगोलिक सूचना तन्त्र (GIS) का महत्वपूर्ण उपयोग मानचित्रों में संशोधन करना है । जनसंख्या मानचित्र समय के साथ पुराने पड़ जाते हैं । वन के आवरण को दिखाने वाले मानचित्रों में समय के साथ संशोधन की जरूरत होती है ।

नगरों के मानचित्रों के निर्माण में भौगोलिक सूचना तन्त्र (GIS) बहुत उपयोगी है । भौगोलिक सूचना तन्त्र का उपयोग करके भारत की आयशर कम्पनी ने अत्यंत विकसित प्रौद्योगिकी के सहारे दिल्ली की सुन्दर आकर्षक और शुद्ध एटलस बनाई है । इसमें दिल्ली की सड़कें, घर, भवन, रेलमार्ग,

जलाशय (नाम सहित) दिखाए गए हैं । दिल्ली की यह एटलस लंदन की A to Z के स्तर से किसी भी प्रकार कम नहीं है ।

बोध प्रश्न-2

1. पार्कर द्वारा प्रस्तुत भौगोलिक सूचना तंत्र की परिभाषा बताओ ।

   .....

   .....

2. भौगोलिक सूचना तंत्र कितने प्रकार के होते हैं?

   .....

   .....

3. गणितीय इकाई (Arithmatical/Logical Unit) का कार्य बताओ ।

   .....

   .....

4. डी.वी.डी की क्षमता कितनी है?

   .....

   .....

5. GIS के लिए प्रयुक्त प्रमुख सॉफ्टवेयर के नाम बताओ ।

   .....

   .....

2.4 सारांश (Summary)

स्थान विशेष के विषय में सूचनाओं के संचयन को तथा उनके संभंडारण विश्लेषण और उपयोग को स्थानिक सूचना प्रौद्योगिकी कहते हैं । स्थानिक सूचना प्रौद्योगिकी के द्वारा मानचित्रों का निर्माण सरल तथा सहज हो गया है । ऐसे मानचित्रों को नई सूचनाओं और जानकारियों से सदैव समुन्नत किया जा सकता है । सुदूर संवेदन तकनीक से किसी भी धरातलीय वस्तु के बारे में सूचना प्राप्त करना है । सुदूर संवेदन तकनीक एक सूचना संग्रहण तकनीक है । इसके अन्तर्गत किसी भी वस्तु के सम्पर्क में न जाकर भी उसके बारे में दूर से ही विभिन्न प्रकार की सूचनायें विद्युत चुम्बकीय विकिरण के प्रकाश परावर्तन से संवेदकों के द्वारा उस वस्तु की पहचान और विश्लेषण से प्राप्त की जाती है । सुदूर संवेदन तकनीक विभिन्न प्राकृतिक तत्वों के सर्वेक्षण, प्रबन्धन, मूल्यांकन और मानचित्रण हेतु प्रयोग में लायी जाती है । स्थानिक सूचना प्रौद्योगिकी के दो अंग हैं- (1) भौगोलिक सूचना तंत्र और (2) भूमण्डलीय स्थितीय तंत्र । मानचित्र निर्माण और मूलभूत सुविधाओं के विनिर्माण तथा संचार माध्यमों में सुदूर संवेदन और भौगोलिक सूचना तन्त्र तकनीक ने न केवल उपयोग के क्षेत्र में अपितु रोजगार प्रदान करने ने एक सम्पूर्ण क्रान्ति भारत में ही नही वरन् विश्वभर में उत्पन्न कर दी है । सम्पोषणीय विकास के लिये यह तकनीकें आज अभिन्न अंग के रूप ने स्वीकार की जाने लगी है ।

2.5 शब्दावली (Glossary)

सुदूर संवेदन : किसी वस्तु को स्पर्श किये बिना दूर से सूचना प्राप्त करना विद्युत चुम्बकीय ऊर्जा: लक्षणों को मापने के लिए प्रकाश, ऊष्मा तथा रेडियो तंरगों को विद्युत चुम्बकीय ऊर्जा के रूप में जाना जाता है ।

आंकडा-संग्रहण : चित्रीय या आंकिक रूप से प्राप्त सूचनाओं को सुरक्षित रखना ।

आंकड़ा-विश्लेषण: संकलित सूचनाओं को विभिन्न यंत्रों व कम्प्यूटर सॉफ्टवेयर द्वारा विभिन्न निष्कर्ष निकालना ।

भू-तुल्यकालिक उपग्रह: पृथ्वी के घूर्णन काल (पश्चिम से पूर्व) से मेल खाने वाले वेग से गतिमान उपग्रह

सूर्य तुल्यकालिक उपग्रह : सूर्य की दिशा में पूर्व से पश्चिम की ओर गतिमान उपग्रह ।

संवेदक : विद्युत चुम्बकीय विकिरणों को ग्रहण करके संकेतों में बदलने वाला ।

अपवर्तन : प्रकाश का सीधी रेखा में न चलकर सतह से झुक जाना ।

विभेदन : धरातलीय वस्तुओं को एक दूसरे से पृथक करने वाली कम से कम दूरी ।

डिजिटल नम्बर : प्रत्येक छोटे से छोटे तत्वों की संख्याओं का मान ।

भौगोलिक सूचना तंत्र : आंकड़े प्राप्ति से लेकर संग्रहण, प्रक्रमण और विश्लेषण का कम्प्यूटर आधारित तंत्र ।

तरंग दैर्ध्य : दो उत्तरोत्तर तरंग शीर्षों के बीच की क्षैतिज दूरी ।

प्रकाश स्पेक्ट्रम : प्रकाश किरण के सफेद पर्दे पर पड़ने वाली विभिन्न रंगों की पट्टियों का नियमित क्रम ।

2.6 संदर्भ ग्रन्थ (Reference Book)

- डी. डी. चौनियाल: सुदूर संवेदन एवं भौगोलिक सूचना प्रणाली. शारदा पुस्तक भवन, इलाहाबाद, 2006
- जे. पी. शर्मा: प्रयोगात्मक भूगोल, रस्तोगी प्रकाशन, मेरठ, 2008.
- पी. आर. चौहान: प्रयोगात्मक भूगोल, वसुन्धरा प्रकाशन,. गोरखपुर, 2006.
- डी. आर. खुल्लर: प्रयोगिक भूगोल, सरस्वती हाउस, नई दिल्ली, 2006.
- वाई. पी. सिंह: प्रयोगिक भूगोल, वी. के. (इण्डिया), नई दिल्ली, 2007.
- American Society of Photogrammetry : Manual of Remote Sensing ASP, Falls Church, V.A. 1983 Vol. ll.
- E.C Barret & L.F. Curtis: Fundamentals of Remote Sensing And Air Photo Interpretation. McMilan, NY. 1992
- Paul J.Curran: Principles of Remote Sensing. Longman, Hongkong. 1988
- B.L Deekshatulu and J. George: Science of Remote Sensing, Current Science, ed. S. Ramaseshan, Vol.61, No. 3&4, Bangalore, India, 1991

- Ian Heywood Systems. Pearson, New Delhi. 2007
- Lecture Notes for Basic Course: Vol. I & ll Photogrammetry and Image Interpretation. IIRS. Dehradun. 1989.
- T.M. Illesand & R.W.Kiefer: Remote Sensing and Image Interpretation. John Wiley & Sons, Canada. 1994.
- D.P.Rao (Eds.): Remote Sensing for Earth Resources. Association of Exploration Geophysicist, Hyderabad 1998
- Floyd F. Sabins: Remote Sensing: Principles and Interpretation, New York. 1996

2.7 बोध प्रश्नों के उत्तर

बोध प्रश्न-।.

1. स्थानिक सूचना प्रौद्योगिकी से तात्पर्य स्थान (क्षेत्र) के विषय में सूचनाओं के संचयन तथा कम्प्यूटर द्वारा उनके संधारण, भंडारण, विश्लेषण और उपयोग से है ।
2. स्थानिक सूचना प्रौद्योगिकी के दो प्रमुख अंग हैं:-
   (अ) भौगोलिक सूचना तंत्र (Geographic information System)
   (ब) भूमण्डलीय स्थितीय तंत्र (Global Positioning System)
3. सुदूर संवेदन विभिन्न लक्ष्यों को पहचानने और उनका विश्लेषण करने हेतु विद्युत चुम्बकीय ऊर्जा जैसे- प्रकाश, ऊष्मा और रेडियो तरंगों के प्रयोगों से सम्बन्धित विभिन्न विधियों एवं प्रक्रियाओं से सम्बन्धित है ।
4. सुदूर संवेदन के अन्तर्गत दो प्रक्रियाएं सम्मिलित की जा सकती हैं:- Data Acquisition और Data Analysis
5. NRSA-National Remote Sensing Agency.
6. विद्युत चुम्बकीय विकिरण द्वारा उत्सर्जित सम्पूर्ण ऊर्जा की मात्रा को विकिरिण ऊर्जा कहते हैं ।
7. किसी इकाई क्षेत्र द्वारा सभी दिशाओं में उत्सर्जित कुल ऊर्जा को विकिरित सघनता कहते हैं ।
8. 05 मई 2005

बोध प्रश्न-2

1. भौगोलिक सूचना तंत्र एक सूचना तकनीकी विज्ञान है, जो स्थानिक और अस्थानिक आँकड़ों के संग्रह, विश्लेषण और प्रस्तुतीकरण में सक्षम है ।
2. भौगोलिक सूचना तंत्र दो प्रकार के होते है-सदिश वेक्टर एवं रेखापुंज ।
3. यह सम्पूर्ण संख्याओं के गणितीय गणना को संचालित करती है ।
4. डी.वी.डी. की क्षमता 4.7 गीगा बाइट से भी अधिक है ।

5. GIS के लिए प्रयुक्त प्रमुख सॉफ्टवेयर निम्नलिखित हैं:- ArcGIS, GEOMATICA, Mapinfo. ERDAS

2.8 अभ्यासार्थ प्रश्न

1. सुदूर संवेदन का अर्थ समझाइये ।
2. सुदूर संवेदन की प्रक्रियाएं एवं तत्वों पर प्रकाश डालिये ।
3. सुदूर संवेदन' की आधारभूत संकल्पना समझाइये ।
4. भारत में सुदूर संवेदन का विकास क्रम का संक्षेप में वर्णन कीजिये ।
5. भौगोलिक सूचना तंत्र के लाभ क्या हैं?
6. भौगोलिक सूचना तन्त्र के उद्देश्य क्या हैं?
7. भूमंडलीय स्थितीय तंत्र कार्यप्रणाली की व्याख्या कीजिये ।

इकाई-3 : बेलनाकार प्रक्षेप (Cylindrical Projections)

इकाई की रूपरेखा :

3.0 उद्देश्य

3.1 प्रस्तावना

3.2 बेलनाकार प्रक्षेप

3.3 साधारण बेलनाकार प्रक्षेप

3.3.1 प्रक्षेप की विशेषताएँ

3.3.2 प्रक्षेप की रचना विधि

3.3.3 प्रक्षेप की उपयोगिता

3.4 समक्षेत्र बेलनाकार प्रक्षेप

3.4.1 प्रक्षेप की विशेषताएँ

3.4.2 प्रक्षेप की रचना विधि

3.4.3 प्रक्षेप की उपयोगिता

3.5 मरकेटर प्रक्षेप

3.5.1 प्रक्षेप की विशेषताएँ

3.5.2 प्रक्षेप की रचना विधि

3.5.3 प्रक्षेप की उपयोगिता

3.6 गॉल प्रक्षेप

3.6.1 प्रक्षेप की विशेषताएँ

3.6.2 प्रक्षेप की रचना विधि

3.6.3 प्रक्षेप की उपयोगिता

3.7 सारांश

3.8 शब्दावली

3.9 संदर्भ ग्रन्थ

3.10 बोध प्रश्नों के उत्तर

3.11 अभ्यासार्थ प्रश्न

3.0 उद्देश्य (Objectives)

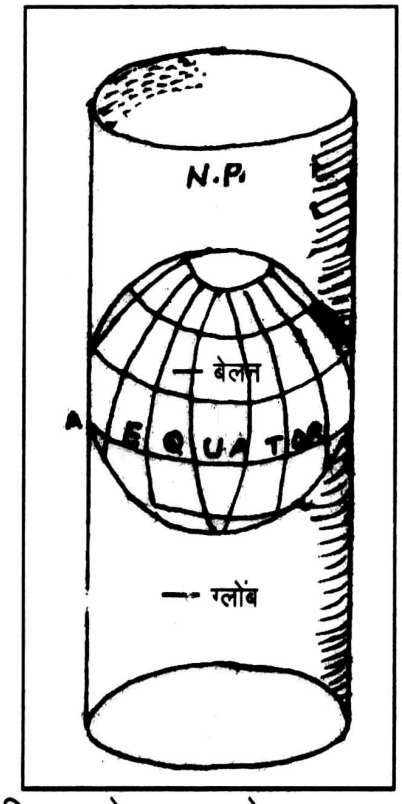
इस इकाई का अध्ययन करने के उपरान्त आप समझ सकेंगे -

- बेलनाकार प्रक्षेप का अर्थ,
- बेलनाकार प्रक्षेपों का वर्गीकरण,
- बेलनाकार प्रक्षेपों की विशेषताऐं एवं रचना,
- बेलनाकार प्रक्षेपों की उपयोगिता ।

3.1 प्रस्तावना (Introduction)

ग्लोब के रूप को सपाट कागज पर प्रस्तुत करने का एक रूप कागज का बेलन हो सकता है । यदि कागज के बेलन को काटकर फैला दिया जाये तो वह एक आयताकार रूप ले लेता है । बेलन ग्लोब के चारों ओर रखा जाये तो सामान्य दशा में भूमध्य रेखा पर स्पर्श करता है । यदि ग्लोब के मध्य में प्रकाश रखकर भूमध्य रेखा को स्पर्श करते हुये बेलन पर अक्षांश व देशान्तर रेखायें प्रक्षेपित की जाये तो बेलन को काटकर फैलाने से जो रूप प्राप्त होगा वह सभी बेलनाकार प्रक्षेपों की आवश्यक विशेषताओं का प्रदर्शन होगा । अक्षांश व देशान्तर रेखाओं के पारस्परिक प्रतिच्छेदन से आकृति आयताकार हो जाती है ।

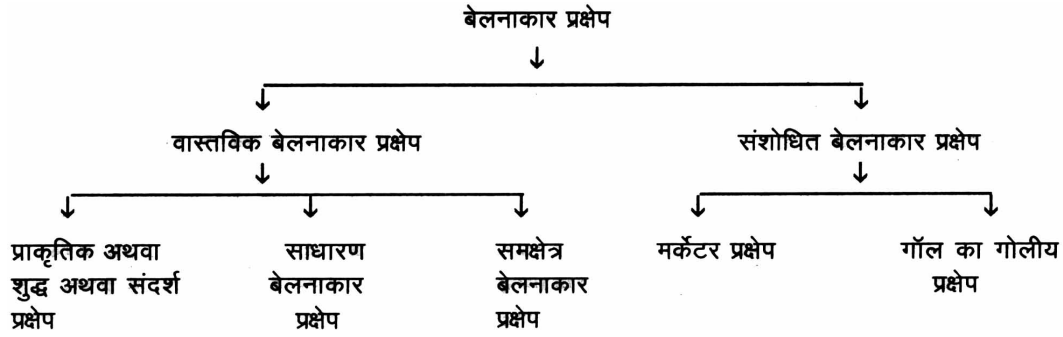
3.2 बेलनाकार प्रक्षेप (Cylindrical Projection)



चित्र 3.1 बेलनाकार प्रक्षेप का आधार

कागज के गोलाकार बेलन की बाहरी सतह पर ग्लोब को प्रक्षेपित करके बेलन के कागज को सपाट फैलाने से प्राप्त अक्षांश व देशान्तर रेखाओं के जाल को बेलनाकार प्रक्षेप कहते हैं ।

बेलनाकार प्रक्षेप को आयताकार प्रक्षेप भी कहते हैं । इस प्रक्षेप की रचना इस विचार पर आधारित है कि जब कागज को बेलनाकार आकृति देकर ग्लोब के ऊपर इस प्रकार रखा जाता है कि वह ग्लोब को किसी अक्षांश रेखा पर स्पर्श करता है और ग्लोब के केन्द्र से प्रकाश डालकर कागज पर अक्षांश व देशान्तर रेखाओं के जाल को प्रसारित किया जाता है । सामान्य दशा में बेलनाकार कागज ग्लोब को भूमध्य रेखा पर स्पर्श करता है और इसका अक्ष पृथ्वी के ध्रुवीय अक्ष पर स्थित होता है । लेकिन अनुप्रस्थ दशा में बेलन दो देशान्तर रेखाओं से निर्मित किसी भी वृहत्त वृत्त को स्पर्श कर सकता है । भूमध्य रेखा पर मापनी शुद्ध होने के कारण भूमध्य रेखीय प्रदेशों के मानचित्र बनाने के लिए बेलनाकार प्रक्षेप विशेष उपयोगी हैं । बेलनाकार प्रक्षेपों का वर्गीकरण निम्न प्रकार से किया जा सकता है ।



प्रस्तुत इकाई में निम्न बेलनाकार प्रक्षेपों का अध्ययन किया गया है :-

1. साधारण बेलनाकार प्रक्षेप -
   (SIMPLE CYLINDRICAL PROJECTION)
2. समक्षेत्र बेलनाकार प्रक्षेप-
   (EQUAL- AREA CYLINDRICAL PROJECTION)
3. मर्केटर प्रक्षेप -
   (MERCATOR'S PROJECTION)
4. गॉल का गोलीय / त्रिविम प्रक्षेप -
   (GALL'S STEREOGRAPHIC PROJECTION)

3.3 साधारण बेलनाकार प्रक्षेप (SIMPLE CYLINDRICAL PROJECTION)

साधारण बेलनाकार प्रक्षेप असंदर्श प्रक्षेप है । इसमें अक्षांश व देशान्तर रेखाऐं समान दूरी पर होती हैं, इसलिए इसे समदूरी बेलनाकार प्रक्षेप कहते हैं । इस प्रक्षेप की रचना सर्वप्रथम प्लेट-कैरी (Plat caree) नामक एक मानचित्रकार ने की थी । अत: इसे प्लेट-कैरी प्रक्षेप के नाम से भी जाना जाता है । इस प्रक्षेप में दूरियों की समानता बनाये रखने के लिए देशान्तरों की लम्बाई भूमध्य रेखा की आधी रखी जाती है । प्रक्षेप में अक्षांशों की स्थिति के निर्धारण में ध्रुवों की ओर होने वाले प्रसार का ध्यान नहीं रखा जाने के कारण भूमध्य रेखा से दूर जाने पर विकृति बढ़ जाती है ।

3.3.1 विशेषताएँ:-

साधारण बेलनाकार प्रक्षेप की विशेषताएँ निम्न हैं :-

1. प्रक्षेप में ध्रुवों को भूमध्य रेखा के बराबर रेखाओं द्वारा प्रदर्शित किया जाता है, जिसमें अक्षांश वृत्तों पर मापनी शुद्ध होती है ।
2. अक्षांश-देशान्तर रेखाओं के बीच का प्रत्येक भाग एक वर्ग होता है क्योंकि प्रक्षेप में अन्तर सर्वत्र समान होता है ।
3. देशान्तर रेखाओं की' लम्बाई भूमध्य रेखा की आधी होती है, इसलिए देशान्तर रेखाओं की मापनी शुद्ध होती है ।
4. अक्षांश वृत्तों पर मापनी भूमध्य रेखा से ध्रुवों तक बढ़ती जाती है ।
5. भूमध्य रेखा पर जहाँ कागज का बेलन ग्लोब को स्पर्श करता है, मापनी शुद्ध होती है तथा उत्तर-दक्षिण में फैलाव से दूरियाँ सही नहीं होती है ।
6. अक्षांश एवं देशान्तर रेखाएँ एक-दूसरे को समकोण पर काटती हैं ।
7. यह प्रक्षेप न तो समक्षेत्र है और न ही सही आकृति प्रक्षेप ।

3.3.2 प्रक्षेप की रचना विधि :-

प्रस्तुत साधारण बेलनाकार प्रक्षेप में आलेखी विधि से ज्यामितीय नियमानुसार गणना की गयी है ।

उदाहरण - प्रतिनिधि भिन्न 1:320,000,000 पर विश्व का मानचित्र बनाने के लिए एक साधारण बेलनाकार प्रक्षेप की रचना कीजिए । जिसका प्रक्षेपान्तराल 15^0 रखिए । हल -

(i) R = पृथ्वी के लघुकृत गोले का अर्द्धव्यास =

$$\frac{\text{पृथ्वी का वास्तविक अर्द्धव्यास}}{\text{प्रतिनिधि भिन्न का हर}}$$

$$=\frac{640,000,000}{320,000,000}=2 \text{ से.मी.}$$

R=2 से.मी.

(ii) भूमध्य रेखा की लम्बाई = $2\ \pi\ R$

$$= 2 \text{ x } \frac{22}{7} \text{ x } 2 = 12.57$$

(iii) दो संलग्न देशांतरों की बीच की दूरी = $\frac{2\pi \text{ R x प्रक्षेपान्तराल}}{360^\circ}$

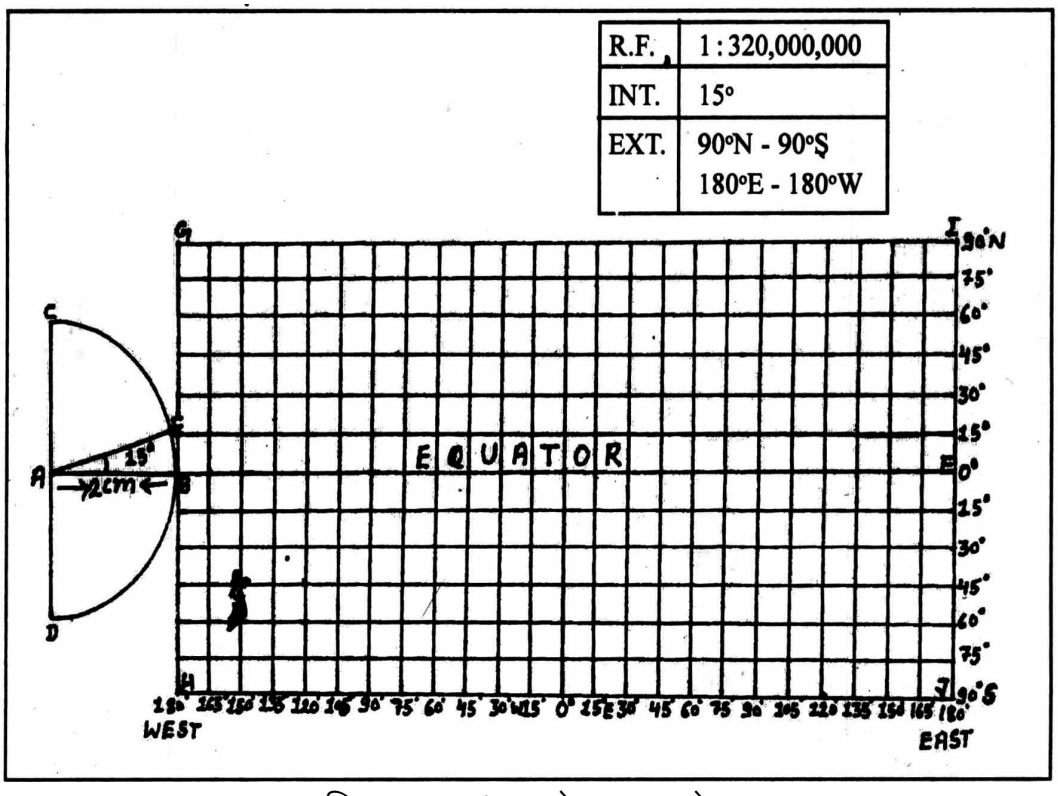
$$= \frac{1257 \text{ x } 15^\circ}{360^\circ}$$

= 0.52 से.मी.

(iv) देशांतरों की संख्या = $\frac{360^\circ}{\text{प्रक्षेपान्तराल}} = \frac{360^\circ}{15^\circ}$ = 24 रेखाएँ

चित्र संख्या 3.2 में मापकानुसार सर्वप्रथम 2 सेमी की AB एक आधार रेखा खींचते है । A बिन्दु पर उत्तर एवं दक्षिण दोनों ओर लम्ब डालते हैं अब A बिन्दु पर प्रकार की नोक रखकर B बिन्दु से दोनों लम्बों की ओर चाप काटते हैं । लम्बों के कटान बिन्दु C और D को प्रदर्शित करते हैं । इस प्रकार CBD एक अर्द्धवृत तैयार करते हैं । प्रक्षेपान्तराल के अनुसार बिन्दु B से 15° का कोंण FAB बनाते हैं ।

अब B बिन्दु से 12.57 सेमी की एक BF सरल रेखा खींचते हैं, जो प्रक्षेप में 0° भूमध्य रेखा को प्रदर्शित करती है । B एवं F बिन्दुओं से उत्तर-दक्षिण दोनों ओर CD बिन्दु के समानान्तर लम्ब डालते हैं । दोनों लम्बों GH और IJ पर प्रक्षेपान्तराल FB अथवा .52 सेमी की दूरी लेकर 15°,30°,45°,60°,75° एवं 90° के लिए 6-6 चिन्ह उत्तर-दक्षिण दोनों ओर अंकित कर देते हैं तथा 0° भूमध्य रेखा के समान्तर इन चिन्हों को क्रम से मिला देते हैं । GH एवं IJ लम्बों पर उत्तर एवं दक्षिण की ओर 0° से 90° तक अंशीयमान अंकित कर देते हैं । भूमध्य रेखा का समद्विभाजन करके उस पर 0° अंकित कर देते हैं । अब देशान्तर रेखाएँ बनाने के लिए भूमध्य रेखा पर प्रक्षेपान्तराल के 24 रेखाएँ (12 पूर्व एवं 12 पश्चिम में) खींचनी है, इस हेतु FB या .52 सेमी की दूरी के 12 चिन्ह 0°, से में एवं 12 चिन्ह 0° के पश्चिम में भूमध्य रेखा पर लगा देते हैं । इन सभी चिन्हों को GH एवं IJ लम्बों के समान्तर खींच देते हैं । पूर्व-पश्चिम में अंशीयमान (0° से 180° पूर्व एवं 0°से 180° पश्चिम) अंकित कर देते हैं । इस प्रकार प्रत्येक अक्षांश देशान्तर रेखा समकोण पर काटती है तथा इनके बीच का भाग वर्ग को प्रकट करता है



चित्र 3.2 : साधारण बेलनाकार प्रक्षेप

3.3.3. प्रक्षेप की उपयोगिता :-

साधारण बेलनाकार प्रक्षेप भूमध्य रेखा के निकट के क्षेत्रों को दर्शाने के लिए उपयुक्त है । अफ्रीका एवं दक्षिणी अमेरिका महाद्वीपों को इस प्रक्षेप पर सही प्रदर्शित किया जा सकता है ।

बोध प्रशन - 1

1. किस प्रक्षेप मे अक्षांश-देशांतर रेखाओं की दूरी सर्वत्र समान रहती है?

   .....

   .....

2. साधारण बेलनाकार प्रक्षेप की रचना किसने की थी?

   .....

   .....

3. साधारण बेलनाकार प्रक्षेप को समदूरस्थ प्रक्षेप क्यों कहते हैं ?

   .....

   .....

3.4 समक्षेत्र बेलनाकार प्रक्षेप (EQUAL-AREA CYLINDRICAL PROJECTION)

इस प्रक्षेप को समक्षेत्र बेलनाकार प्रक्षेप इसलिए कहते हैं क्योंकि इसमें दो अक्षांश रेखाओं के बीच का क्षेत्रफल ग्लोब पर उन्हीं दो अक्षांश रेखाओं के बीच के क्षेत्रफल के समान रहता है । इस प्रक्षेप की रचना जोहन हैनरिच लेम्बर्ट (Jonann heinrich lambert) नामक मानचित्रकार ने सन् 1772 में की थी । अत: इसे लेम्बर्ट का समक्षेत्र बेलनाकार प्रक्षेप भी कहते हैं ।

इस प्रक्षेप में प्रकाश स्त्रोत की स्थिति अनन्त पर मानी जाती है । विकरित प्रकाश किरणें प्रक्षेप के दोनों ध्रुवों को स्पर्श रेखा की भांति स्पर्श करती हुई दिखाई देती है तथा देशान्तरों की लम्बाई पृथ्वी के घटाये गये ग्लोब के ध्रुवीय व्यास के बराबर मानी जाती है इसमें अक्षांशों का खींचाव एवं देशान्तरों का संकुचन ध्रुवों के निकट इतना बढ़ जाता है कि उनकी वास्तविक आकृतियाँ अस्पष्ट दिखाई देने लगती है ।

3.4.1 प्रक्षेप की विशेषताएँ :-

समक्षेत्र बेलनाकार प्रक्षेप की विशेषताएँ निम्न हैं :-

1. यह सन्दर्श प्रक्षेप है ।
2. प्रक्षेप में प्रकाश स्त्रोत की स्थिति अनन्त पर मानी जाती है ।
3. सभी अक्षांश रेखाओं की लम्बाई भूमध्य रेखा के बराबर होती है साथ ही समान्तर भी तथा भूमध्य रेखा के उत्तर-दक्षिण की ओर जाने पर इनके बीच की दूरी घटती जाती है।
4. प्रक्षेप में अक्षांशीय मापनी में जितनी वृद्धि होती है देशान्तरीय मापनी उसी अनुपात में घटती है । परिणामस्वरूप क्षेत्रफल शुद्ध रहता है ।
5. विशेष आकृति के कारण पहचानना बहुत सरल है ।

3.4.2 प्रक्षेप की रचना विधि :-

प्रस्तुत समक्षेत्र बेलनाकार प्रक्षेप में आलेखी विधि से ज्यामितीय नियमानुसार गणना की गयी है ।

उदाहरण :- निरूपक भिन्न 1:310,000,000 पर विश्व का मानचित्र बनाने के लिए एक बेलनाकार समक्षेत्र प्रक्षेप की रचना कीजिए । जिसका प्रक्षेपान्तराल 15° रखिए । हल -

(i) R = पृथ्वी के लघुकृत गोले का अर्द्धव्यास =

$$\frac{\text{पृथ्वी का वास्तविक अर्द्धव्यास}}{\text{निरूपक भिन्न का हर}}$$

$$= \frac{6,40,000,000}{3,10,000,000} = 2.06 \text{ से.मी.}$$

$$= 2.06 \text{ से.मी.}$$

(ii) भूमध्य रेखा की लम्बाई = $2\pi R$

$$= 2 \times \frac{22}{7} \times 2.06 = 12.95 \text{ से.मी.}$$

(iii) दो संलग्न देशान्तरों का अन्तराल = $\frac{2\pi R \times \text{प्रक्षेपान्तराल}}{360^\circ}$

$$=\frac{12.95\times15^\circ}{360^\circ}$$

$$=0.53$$

(iv) देशान्तरों की संख्या = $\frac{360^\circ}{\text{प्रक्षेपान्तराल}} = \frac{360^\circ}{15^\circ}$ = 24 रेखाऐ

चित्र संख्या 3.3 में मापकानुसार सर्वप्रथम 2.06 सेमी की OT एक आधार रेखा खींचते हैं । O बिन्दु पर उत्तर एवं दक्षिण दोनों ओर लम्ब डालते हैं । अब O बिन्दु पर प्रकार की नोंक रखकर T बिन्दु से दोनों लम्बों की ओर चाप काटते हैं । लम्बों के कटान बिन्दु N और S को प्रदर्शित करते हैं । इस प्रकार NTS एक अर्द्धवृत्त तैयार करते हैं । अब O बिन्दु से ही चतुर्थांश पर NOT एवं SOT पर प्रक्षेपान्तराल 15° के अनुसार 15° ,30°,45°,60° व 75° के कोंण बना देते हैं । जिनको सरल रेखाओं द्वारा एवं चाप पर मिला देते हैं ।

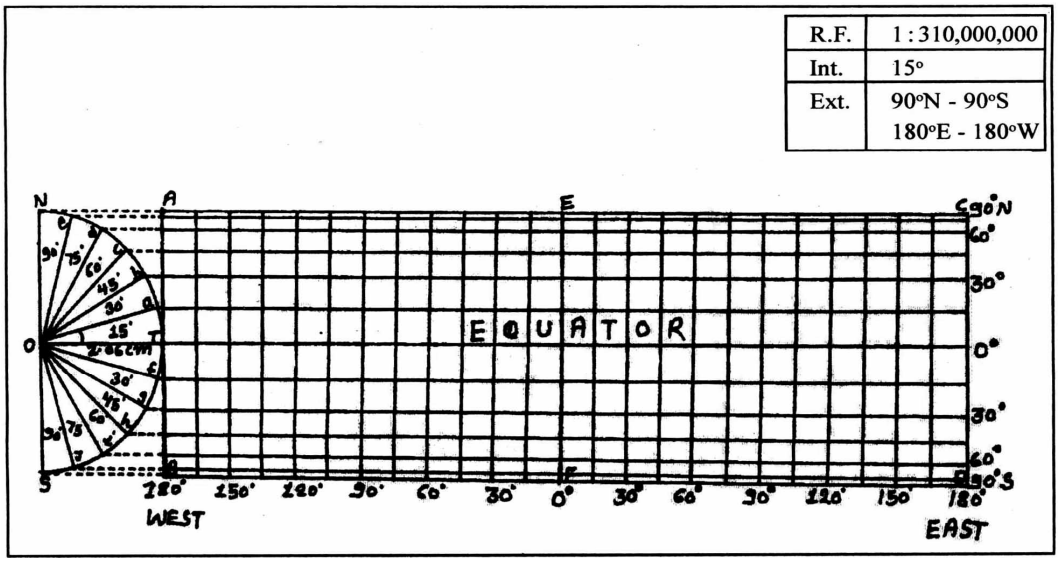
अब T बिन्दु से 12.95 सेमी की TU सरल रेखा खींचते हैं, जो प्रक्षेप में 0° भूमध्य रेखा को प्रदर्शित करती है । T एवं U बिन्दुओं से उत्तर-दक्षिण दोनों ओर NS के समानान्तर लम्ब डालते हैं । इन दोनों लम्बों को क्रमश: AB व CD से प्रदर्शित करते हैं । इसके बाद भूमध्य रेखा का समद्विभाजन करके, उस पर NS के समान्तर उत्तर व दक्षिण में लम्ब डालते हैं जो 0° देशान्तर रेखा को प्रदर्शित करते हैं ।

अब NT एवं ST चापों पर बने कोणों को लम्ब AB पर किरणों के रूप में मिला देते हैं । AB लम्ब पर मिले कोणों को भूमध्य रेखा के समान्तर CD लम्ब पर मिला देते हैं तथा दोनों लम्बों पर अंशीयमान 15°,30°,45°,60°,75° व 90° अंकित कर देते हैं । ये उत्तरी एवं दक्षिणी अक्षांशीय वृत्त होंगे ।

देशान्तर रेखाएँ बनाने के लिए T बिन्दु से दो संलग्न देशान्तरीय दूरी 0.53 सेमी या प्रक्षेपान्तराल aT के बराबर दूरी के 12 चिन्ह 0° से पूर्व में एवं 12 चिन्ह 0° से पश्चिम में भूमध्य रेखा पर लगा देते हैं । इन सभी चिन्हों को AB एवं CD लम्बों के समान्तर 90° उत्तरी एवं दक्षिणी अक्षांशीय वृत्तों तक मिला देते हैं । भूमध्य रेखा के समद्विभाजन 0° से पूर्वी एवं पश्चिमी विस्तार 0°-180° पूर्व एवं 0°-180° पश्चिम अंशीयमान अंकित कर देते हैं । ये सभी प्रक्षेप की देशान्तर रेखाएँ हैं ।

3.4.3 प्रक्षेप की उपयोगिता :-

समक्षेत्र बेलनाकार प्रक्षेप का उपयोग भूमध्य रेखा के समीपवर्ती क्षेत्रों के वितरण मानचित्रों के लिए किया जाता है जैसे अफ्रीका आदि । विश्व की विभिन्न वस्तुओं के वितरण के लिए भी यह प्रक्षेप उपयोगी है ।



चित्र 33. बेलनाकार समक्षेत्र प्रक्षेप

प्रश्न - बोध 2

1. किस प्रक्षेप में प्रकाश स्त्रोत की स्थिति अनन्त पर मानी जाती है?

   .....

2. कौन से प्रक्षेप में ध्रुव व भूमध्य रेखा की लम्बाई बराबर होती है?

   .....

3. समक्षेत्र बेलनाकार प्रक्षेप की रचना किसने की थी?

   .....

4. समक्षेत्र बेलनाकार प्रक्षेप की रचना कब हुई थी?

   .....

3.5 मर्केटर प्रक्षेप (MERCATOR'S PROJECTION)

मर्केटर प्रक्षेप एक सन्दर्श प्रक्षेप है जिसकी रूपरेखा डच मानचित्रकार "गिरारडस मर्केटर" ने 1559 में प्रस्तुत की थी । 1599 में ब्रिटिश मानचित्रकार 'एडवर्ड राइट" ने संशोधन कर इस प्रक्षेप को वर्तमान स्वरूप प्रदान किया । मर्केटर के नाम से इसे 'मर्केटर प्रक्षेप' कहते हैं । चूंकि इस प्रक्षेप पर आकृति शुद्ध रहती है इसलिए इसे बेलनाकार शुद्ध आकृति प्रक्षेप भी कहते है ।

इस प्रक्षेप में किसी भी दिशा में खींची जाने वाली सरल रेखा समस्त अक्षांश एवं देशान्तरों पर एक ही स्थिर कोंण बनाती है अर्थात् प्रक्षेप पर किसी भी रेखा का दिगंश शुद्ध होता है । जिसे स्थिर दिगंश रेखा अथवा एक दिश नौ पथ (रम्ब रेखा) या लेक्लोड्रोम (Lexodrome) कहते हैं । ग्लोब पर ये रेखाएँ सर्पीली आकार की होती हैं जबकि मर्केटर प्रक्षेप में ये सीधी रेखाएँ होती हैं ।

मर्केटर प्रक्षेप के महत्व का पता इस बात से भी लगा सकते हैं कि लगभग प्रत्येक मानचित्रावली में विश्व के यथाकृतिक मानचित्र इस प्रक्षेप पर बने होते हैं । रम्ब लाइन चाहे जिस दिशा में खींची जाए प्रक्षेप पर हमेशा शुद्ध. दिशा ही बतायेगी ।

यह प्रक्षेप 15वीं शताब्दी से 20वीं शताब्दी तक सर्वाधिक लोकप्रिय रहा । जिसके प्रमुख कारण निम्न हैं :-

मध्यवर्ती अक्षांशों पर आकृतियाँ बहुत बड़ी दिखाई देना, शुद्ध दिशा प्रक्षेप होने के कारण नाविकों के गन्तव्य स्थान मानचित्र पर ज्ञात कर जहाजों को निश्चित दिशा में संचालित करना, तथा पुर्नजागरण काल में इसके माध्यम से नये देशों की खोज की गयी ।

इस प्रक्षेप पर विश्व का राजनीतिक मानचित्र, नौ-संचालन, पवन की दिशा एवं महासागरीय धाराओं की दिशाओं को प्रदर्शित करने एवं मानचित्र में एक दिशा नौ पथ प्रयोग अधिक होने लगा है।

3.5.1 प्रक्षेप की विशेषताएँ :-

मर्केटर प्रक्षेप की विशेषताएँ निम्न हैं :-

1. प्रक्षेप में सभी अक्षांश रेखाऐं सरल एवं समान्तर होती हैं, लेकिन उनके मध्य की दूरी ध्रुवों की ओर जाने पर बदल जाती है ।
2. देशान्तर रेखाऐं समान दूरी पर बनी होती हैं लेकिन अक्षांश वृत्तों के बीच की दूरी भूमध्य रेखा से ध्रुवों की ओर निरन्तर बढ़ती जाती है ।
3. देशान्तर रेखाऐं एवं अक्षांशीय वृत्त एक-दूसरे को समकोण पर काटते हैं ।
4. इस प्रक्षेप पर ध्रुवों को प्रदर्शित नहीं किया जा सकता ।
5. प्रक्षेप में भूमध्य रेखा पर मापनी शुद्ध होती है अन्य अक्षांश वृत्तों पर मापनी बढ़ती हुई प्रतीत होती है क्योंकि वे वृत्त भू-मध्य रेखा के समान लम्बाई वाले बनाये जाते हैं ।
6. प्रक्षेप में सभी स्थानों पर आकृति शुद्ध होती है क्योंकि जिस अनुपात में भूमध्य रेखा से ध्रुवों की ओर अक्षांश वृत्तों के सहारे पूर्व-पश्चिम दिशा में मापनी में वृद्धि होती है, उसी अनुपात में ध्रुवों की ओर देशान्तर रेखाओं के सहारे उत्तर-दक्षिण दिशा में मापनी बढ़ती है । अत: यह यथाकृतिक प्रक्षेप है ।

3.5.2. प्रक्षेप की रचना विधि :-

प्रस्तुत मर्केटर प्रक्षेप में आलेखी विधि से ज्यामितीय नियमानुसार गणना की गयी है - उदाहरण :- निरूपक भिन्न 1:250,000,000 पर विश्व का मानचित्र बनाने के लिए एक बेलनाकार मर्केटर प्रक्षेप की रचना कीजिए । जिसका प्रक्षेपान्तराल 15° रखिए ।

हल -

(i) R = पृथ्वी के लघुकृत गोले का अर्द्धव्यास

$$= \frac{\text{पृथ्वी का वास्तविक अर्द्धव्यास}}{\text{प्रतिनिधि भिन्न का हर}}$$

$$= \frac{6,40,000,000}{2,50,000,000} = 2.56$$

$$R = 2.56$$

(ii) भूमध्य रेखा की लम्बाई = $2 \pi R$

$$= 2 \times \frac{22}{7} \times 2.56 = 16.09$$

(iii) दो संलग्न देशान्तरों का अन्तराल $= \frac{2\,\pi\,R \times \text{प्रक्षेपान्तराल}}{360^\circ}$

$= \frac{16.09 \times 15^\circ}{360^\circ}$

= 0.67 से.मी.

(iv) देशान्तरों की संख्या = $\frac{360^\circ}{\text{प्रक्षेपान्तराल}} = \frac{360^\circ}{15^\circ}$ = 24 रेखाऐं

(v) अक्षांश रेखाओं की भूमध्य रेखा से दूरियाँ - इनकी दूरियाँ निम्न सारणी से ज्ञात की गई हैं

(vi) 00 = 0 × 2.56 = 0

(vii) 150 = -265 × 2-56 = -678

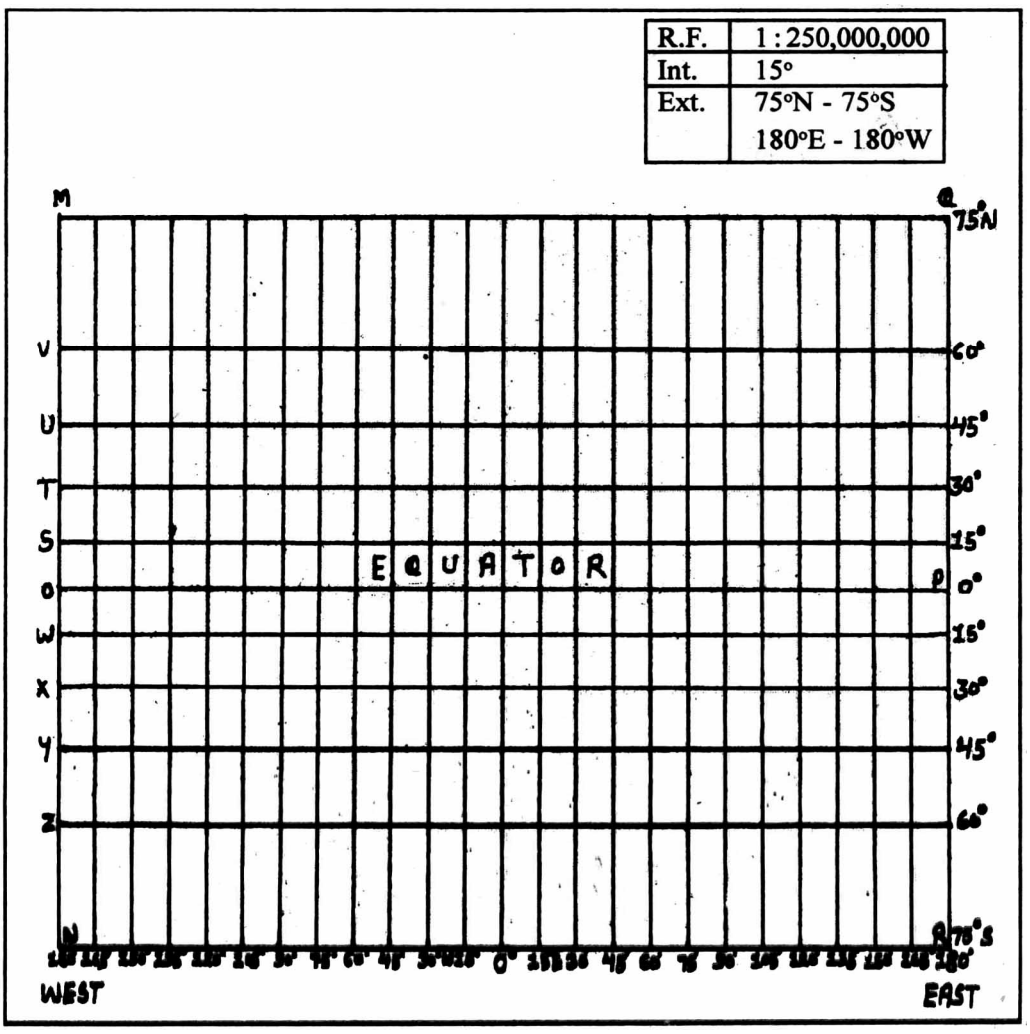
(viii) 300 = 0-549 × 2-56 = 1-405

(ix) 450 = 0-880 × 2-56 = 2-292

(x) 600 = 1-317 × 2-56 = 3-371

(xi) 750 = 2-025 × 2-56 = 5-184

(xii) 900 = अनन्त



चित्र हम : मर्केटर प्रक्षेप

चित्र 3.4 में मापकानुसार सर्वप्रथम 16.90 सेमी. की एक सरल रेखा खींचते हैं । यह रेखा प्रक्षेप में भूमध्य रेखा को प्रकट करती है । O व P दोनों बिन्दुओं से उत्तर - दक्षिण दोनों ओर क्रमश: MN व QR लम्ब खींचते हैं । तथा OP सरल रेखा को समद्विभाजित करते हैं । समद्विभाजित बिन्दु प्रक्षेप में पूर्वी एवं पश्चिमी विस्तार के लिए 0° को प्रदर्शित करता है ।

अब MN एवं QR लम्बों पर प्रक्षेपान्तराल के अनुसार 15°,30° ,45°, 60°', 75° कोणों की सारणीनुसार दूरियाँ निकालकर लम्बों पर अंशीय दूरियाँ अंकित कर देते हैं तथा उन्हें S,T,U,V,W,X,Y,Z नाम दे देते हैं । फिर 0^0 भूमध्य रेखा के समान्तर समान दूरी के कोणों को MN और QR लम्ब से सरल रेखा के रूप में मिला देते हैं । यह विस्तार प्रक्षेप का अक्षांशीय विस्तार है जिस पर अंशीयमान 0^0 से 75^0 N भूमध्य रेखा के उत्तर में तथा 0^0 से 75^0 S भूमध्य रेखा के दक्षिण में अंकित कर देते हैं । देशान्तरीय विस्तार दिखाने के लिए दो संलग्न देशान्तरों के बीच की दूरी 0.67 सेमी के 12 चिन्ह 0° से पश्चिम में भूमध्य रेखा पर लगा देते हैं । इस प्रकार भूमध्य रेखा 24 भागों में विभक्त हो जाती है । इन चिन्हों को MN और QR लम्बों के समान्तर 75^0 उत्तरी व दक्षिणी अक्षांश तक मिला देते हैं तथा 0^0 से 180^0 पूर्वी एवं 0^0 से 180^0 पश्चिमी विस्तार प्रदर्शित करते हुए अंशीयमान अंकित कर देते हैं । इस प्रकार मर्केटर प्रक्षेप की रचना होती है ।

3.5.3. प्रक्षेप की उपयोगिता :-

मर्केटर प्रक्षेप का उपयोग हवाई एवं जलमार्ग, मानचित्र पर समुद्री धाराओं, हवाओं एवं मौसमी तत्वों के प्रदर्शन में किया जाता है । औपनिवेशिक काल में इसे विश्व मानचित्र के लिए भी इसका उपयोग किया जाता था । "द टाइम्स एटलस ऑफ द वर्ल्ड" में इसका उपयोग - थाइलैण्ड, म्यांमार एवं इण्डोचीन के मानचित्र के लिए किया गया ।

बोध प्रश्न - 3

1. एक दिश नौ पथ किस प्रक्षेप से संबन्धित है ?

   .....

2. वायु परिवहन मार्गो को प्रदर्शित करने के लिए कौन सा प्रक्षेप उपयुकत है ?

   .....

3. मर्केटर प्रक्षेप की रचना किस विद्वान ने की थी ?

   .....

4. मर्केटर प्रक्षेप किस प्रकार का प्रक्षेप है ?

   .....

5. महासागरीय धाराओं का प्रदर्शन किस प्रक्षेप में होता है ?

   .....

6. मर्केटर प्रक्षेप में एक दिश नौ पथ का होता है?

   .....

3.6 गॉल का त्रिविम प्रक्षेप (GALL'S STEREOGRAPHIC PROJECTION)

यह प्रक्षेप संदर्श संशोधित बेलनाकार प्रक्षेप है । इस प्रक्षेप का निर्माण 'गॉल'' नामक एक मानचित्रकार ने किया था । इस प्रक्षेप को गॉल का बेलनाकार समरूपी प्रक्षेप भी कहते हैं । साधारणतया बेलनाकार प्रक्षेप में बेलन ग्लोब को भूमध्य रेखा पर स्पर्श करता है, जबकि गॉल प्रक्षेप में ऐसा नहीं होता और इसकी रचना निम्न परिकल्पनाओं पर आधारित है ।

1. प्रक्षेप इस कल्पना पर आधारित है कि कागज का बेलन ग्लोब को एक अक्षांश वृत्त (भूमध्य रेखा) के स्थान पर दो अक्षांश वृत्तों (45^0 उत्तरी एवं दक्षिणी) पर स्पर्श करता है ।
2. प्रकाश स्त्रोत की कल्पना प्रक्षेप में भूमध्य रेखीय व्यास के विपरीत सिरे पर कर अक्षांश वृत्तों को बेलन पर प्रक्षेपित किया जाता है ।
3. प्रक्षेप की रचना का आधार 45^0 उत्तरी एवं दक्षिणी अक्षांश का वह कोणीय बिन्दु है जहाँ प्रकाश किरण, बेलन एवं अक्षांशीय कोंण तीनों ही मिलते हैं ।

अत: इस प्रक्षेप में बेलन ग्लोब को 45^0 उत्तरी एवं दक्षिणी अक्षांश वृत्तों के सहारे काटता है न कि भूमध्य रेखा पर स्पर्श करता है । अत: बेलन को इन अक्षांश रेखाओं पर ग्लोब के भीतर प्रवेश करता हुआ माना जाता है

3.6.1 प्रक्षेप की विशेषताएँ -

गॉल प्रक्षेप की विशेषताएँ निम्न हैं :-

1. बेलन का व्यास छोटा होने से भूमध्य रेखा एवं उसके अनुरूप अन्य सभी अक्षांश रेखाऐं अन्य बेलनाकार प्रक्षेपों से लम्बाई में छोटी होती हैं ।
2. प्रक्षेप में अक्षांश रेखाऐं सरल एवं समान्तर होती हैं और भूमध्य रेखा से ध्रुवों की ओर क्रमश: उनके बीच की दूरी बढ़ती जाती है ।
3. देशान्तर रेखाऐं भी सरल व समान्तर होती हैं और उनके बीच की दूरी समान होती हैं।
4. सभी अक्षांश एवं देशान्तर रेखाऐं एक-दूसरे को समकोंण पर काटती हैं ।
5. अक्षांश रेखाऐं प्रतिव्यास से आने वाली प्रकाश किरणों से बनाई जाती हैं ।
6. ध्रुवों को एक रेखा के द्वारा बताया जाता है जिसकी लम्बाई भूमध्य रेखा के बराबर होती है ।
7. प्रक्षेप में दो मानक अक्षांशों के सहारे मापनी शुद्ध होती है जिससे ध्रुवीय प्रदेशों के निकट के प्रदेशों का विस्तार सीमित हो जाता है ।
8. इसमें एक मानक अक्षांश के स्थान पर दो मानक अक्षांश 45° उत्तरी व दक्षिणी माने जाते हैं ।
9. इस प्रक्षेप में अक्षांश वृत्तों के बीच की दूरी त्रिविम विधि से ज्ञात की जाती है ।

3.6.2. प्रक्षेप की रचना विधि :-

प्रस्तुत गॉल के त्रिविम प्रक्षेप में आलेखी विधि से ज्यामितीय नियमानुसार गणना की गयी है -

उदाहरण :- निरूपक भिन्न 1:210,000,000 पर विश्व का मानचित्र बनाने के लिए एक गॉल प्रक्षेप की रचना कीजिए । जिसका प्रक्षेपान्तराल 15^0 रखिए ।

हल -

(i) R = पृथ्वी के लघुकृत गोले का अर्द्धव्यास

$$= \frac{\text{पृथ्वी का वास्तविक अर्द्धव्यास}}{\text{प्रतिनिधि भिन्न का हर}}$$

$$= \frac{6,40,000,000}{2,10,000,000} = 3.04$$

(ii) 45^0 अक्षांश वृत्त की लम्बाई = 2 π R कॉस 45°

$$= 2 \times \frac{22}{7} \times 3.04 \times 0.7071 = 13.51 \text{ से.मी.}$$

(iii) दो संलग्न देशान्तर रेखाओं के बीच की दूरी

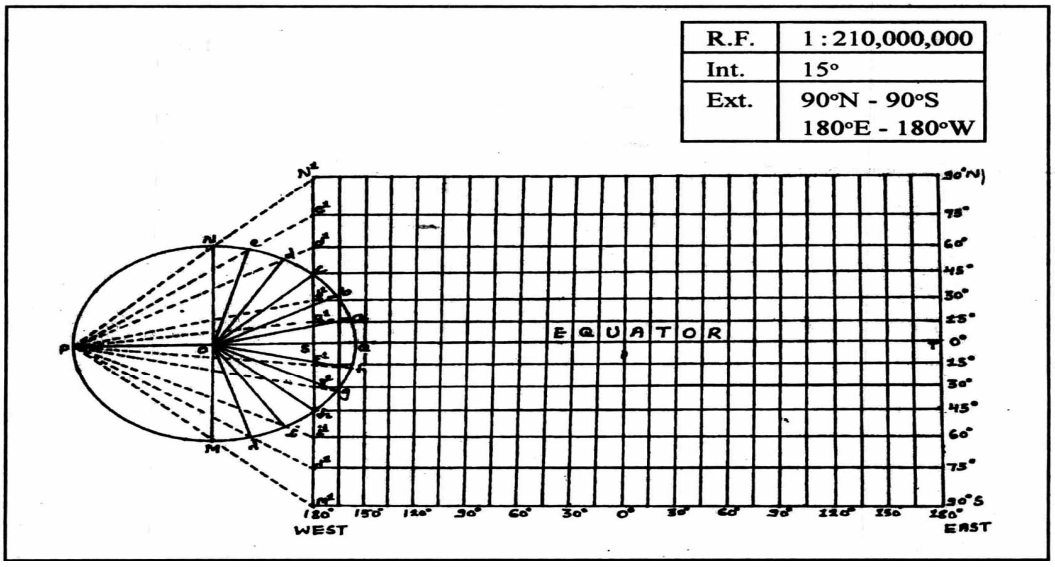
$$= \frac{2\ \pi\ R \text{ कॉस } 45^\circ \times \text{प्रक्षेपान्तराल}}{360^\circ}$$

$$= \frac{13.51 \times 15^\circ}{360^\circ}$$

(iv) देशान्तरों की संख्या

$$= \frac{360^\circ}{\text{प्रक्षेपान्तराल}} = \frac{360^\circ}{15^\circ} = 24 \text{ रेखाऐं}$$

चित्र संख्या 3.5 में गॉल प्रक्षेप की रचना में सर्वप्रथम 3.04 सेमी अर्द्धव्यास का एक वृत खींचते है । जिसमें पूर्व-पश्चिम में PQ और उत्तर से दक्षिण में MN दो सरल रेखाऐं खींचते हैं । इसमें PQ भूमध्य रेखीय तथा MN ध्रुवीय व्यास हैं । 15^0 के प्रक्षेपान्तराल के अनुसार OQN और OQM चतुर्थांशों पर $15^0, 30^0, 45^0, 60^0, 75^0$ के कोंण बनाती हुई रेखाएँ खींचते है, जो. OQN चतुर्थांश पर क्रमशः a, b, c, d, e बिन्दुओं और OQM चतुर्थांश पर f, g, h, I, j बिन्दुओं पर काटती है ।



चित्र 3.5. गॉल प्रक्षेप

जैसा कि बेलन प्रक्षेप के दो अक्षांश वृत्तों (45^0 उत्तरी व दक्षिणी) पर स्पर्श करता है । अत: अब 45^0 की कोंण रेखाओं के प्रतिच्छेदन बिन्दु C एवं H से होकर जाने वाली लम्बवत N' M' सरल रेखा खींचते हैं, जो OQ रेखा को S बिन्दु पर काटती है यह सरल रेखा प्रक्षेप मे 180^0 पश्चिमी देशान्तर कहलायेगी । OQ रेखा को S बिन्दु से 45^0 अक्षांश की लम्बाई के बराबर 13.16 सेमी तक बढ़ा देते हैं, यह रेखा ST रेखा होगी, जो प्रक्षेप मै भूमध्य रेखा को प्रदर्शित करती है । तत्पश्चात C एवं H बिन्दुओं से भूमध्य रेखा के समान्तर रेखाऐं खींचते हैं, जो प्रक्षेप मे 45^0 उत्तरी एवं 45^0 दक्षिणी अक्षांश वृत्त को प्रदर्शित करती है ।

शेष अक्षांश वृत बनाने के लिए P बिन्दु को वृत्त की परिधि पर स्थित बिन्दुओं a, b, c, d, e, f, g, h, i, j से मिलाते हुए विकिरण के रूप मे सरल रेखाये खिचते हैं । ये सरल रेखाये MN लम्बवत् रेखा को क्रमश: a', b', c', d', e', f', g', h', I'. j' पर प्रतिच्छेदित करती हैं । अब उत्तरी अक्षांश वृत के लिए a', b', c', d', e', N' बिन्दुओं से ST रेखा के समान्तर रेखाएँ खींचकर उन पर क्रमश: 15^0, 30^0, $0^{0'}$, 75^0, $90^{0'}$ उत्तरी अक्षांश अंकित कर देते हैं इसी प्रकार दक्षिणी अक्षांश वृत्त के लिए f', g', i' j', M' बिन्दुओं से ST समान्तर रेखाऐं खींचकर उन पर क्रमश: 15^0,30^0, 60^0, 75^0, 90^0 दक्षिणी अक्षांश अंकित कर देते हैं ।

देशान्तर रेखाएं बनाने के लिए सबसे पहले भूमध्य रेखा का समद्विभाजन करते हैं । यह समद्विभाजित बिन्दु 0^0 देशान्तर रेखा को प्रदर्शित करता है । अब OQ अथवा .56 सेमी. की दूरी के 12 चिन्ह o^0 के पूर्व में तथा 12 चिन्ह 0^0 के पश्चिम में भूमध्य रेखा पर लगा देते हैं । इस प्रकार भूमध्य रेखा ST 24 भागों में विभक्त हो जाती है । इन सभी चिन्हों को N'M' के समान्तर 90^0 उत्तरी एवं दक्षिणी अक्षांश वृत्तों तक मिला देते हैं और समद्विभाजित बिन्दु 0^0 के पूर्व एवं पश्चिम में 0^0-180^0 अंशीय मान अंकित कर देते हैं । ये रेखाऐं प्रक्षेप की देशान्तर रेखाऐं हैं ।

3.6.3. प्रक्षेप की उपयोगिता :-

गॉल प्रक्षेप का उपयोग विश्व का सामान्य मानचित्र बनाने में अधिक है । ऐसे मानचित्रों पर धरातल, वर्षा, तापमान, धाराएँ, भू-गर्भ आदि प्रदर्शित किये जा सकते हैं । अपनी विशेषताओं के कारण गॉल प्रक्षेप को अन्य बेलनाकार प्रक्षेपों की तुलना में विश्व के मानचित्रों के लिए वरीयता दी जा रही है । अपने आधुनिक स्वरूप में यह विश्व मानचित्र के अतिरिक्त शीतोष्ण प्रदेशों के मानचित्रों के लिए भी उपयोगी है ।

बोध प्रश्न -4

1. कौन से प्रक्षेप में 45^0 उत्तरी व दक्षिणी अक्षांश वृत्तों पर मापनी शुद्ध रहती है?

   .....

2. गॉल प्रक्षेप किस प्रकार का प्रक्षेप है?

   .....

3. गॉल प्रक्षेप में भूमध्य रेखा की वास्तविक लम्बाई कितनी रहती है?

   .....

4. कागज का बेलन गॉल प्रक्षेप में ग्लोब को भूमध्य रेखा पर स्पर्श नहीं करके कहाँ स्पर्श

करता है?

.....

5. गॉल प्रक्षेप का उपयोग किन तथ्यों को प्रदर्शित करने में अधिक होता है?

.....

3.7 सारांश (Summary)

बेलनाकार प्रक्षेप इस विचार पर आधारित है कि जब कागज को बेलनाकार आकृति देकर ग्लोब के ऊपर इस प्रकार रखा जाता है कि वह ग्लोब को किसी अक्षांश रेखा पर स्पर्श करता है और ग्लोब के केन्द्र से प्रकाश डालकर कागज पर अक्षांश व देशान्तर रेखाओं के जाल को प्रसारित किया जाता है ।

मानचित्रकार प्लैट-कैरी ने साधारण बेलनाकार प्रक्षेप की रचना की थी जिसमें अक्षांश व देशान्तर रेखाऐं समान दूरी पर होती हैं । दूरियों की समानता के लिए देशान्तरों की लम्बाई भूमध्य रेखा की आधी रखी जाती है । इसमें भूमध्य रेखा पर कागज का बेलन ग्लोब को जहां स्पर्श करता है वहाँ मापनी शुद्ध होती है ।

समक्षेत्र बेलनाकार प्रक्षेप को 1772 में जे.एच, लैम्बर्ट नामक मानचित्र कार ने बनाया जिसमें प्रकाश स्त्रोत की स्थिति अनन्त पर मानी है तथा प्रकाश किरणें प्रक्षेप के दोनों ध्रुवों को स्पर्श रेखा की भांति स्पर्श करती हुई दिखाई देती है । इसे समक्षेत्र प्रक्षेप इसलिए कहते हैं कि इसमें दो अक्षांश रेखाओं के बीच का क्षेत्रफल ग्लोब पर उन्ही दो अक्षांश रेखाओं के बीच के क्षेत्रफल के समान रहता है।

डच मानचित्रकार मर्केटर ने सन् 1559 में बेलनाकार शुद्ध आकृति प्रक्षेप की रूपरेखा प्रस्तुत की इसलिए उन्ही के नाम से इसे मर्केटर प्रक्षेप कहा गया । इस पर आकृति शुद्ध रहती है । लगभग प्रत्येक मानचित्रावली मे विश्व के यथाकृतिक मानचित्र इसी प्रक्षेप पर बने होते हैं । इस प्रक्षेप में रम्ब लाइन (एक दिश नौ पथ) चाहे जिस दिशा में खींची जाय प्रक्षेप पर हमेशा शुद्धता ही बतायेगी ।

गॉल नामक मानचित्रकार ने गॉल प्रक्षेप की रचना की थी । इस प्रक्षेप में बेलन ग्लोब को 45^0 उत्तरी एवं दक्षिणी अक्षांश वृत्तों के सहारे काटता है, न कि भूमध्य रेखा पर । प्रक्षेप में एक मानक के स्थान पर दो मानक अक्षांश तथा अक्षांश वृत्तों की दूरी त्रिविम विधि से ज्ञात की जाती है । इसमें ध्रुवों को एक रेखा के द्वारा बताते हैं जिसकी लम्बाई भूमध्य रेखा के बराबर होती है ।

3.8 शब्दावली (Glossary)

1. **वृहत्त वृत्त** :- यदि गोलाभ के केन्द्र से गुजरने वाले तल द्वारा दो बराबर भागों में विभक्त किया जाय तो गोलाभ एवं तल के प्रतिच्छेदन से एक ऐसा वृत्त बनता है जो गोलाभ पर सबसे बड़ा होता है, वृहत्त वृत्त कहलाता है । ग्लोब पर एक दूसरे के विपरीत स्थित दो मध्याहन रेखाऐं परस्पर मिलकर एक वृहत्त वृत्त का निर्माण करती हैं ।
2. **एक दिश नौ पथ** :- परिवहन हेतु वृहत्त वृत्त के सहारे यात्रा करने से नाविकों एवं वायुयान चालकों को बार-बार दिक्सूचक को व्यवस्थित करने से आयी कठिनाईयों के समाधान हेतु एक ऐसी रेखा का सहारा लिया जाता है, जिसके दिक्मान एक सा रहता है, इस एक समान वाली रेखा को "एक दिश नौ पथ' ' कहते हैं या मर्केटर चार्ट पर दो स्थानों को मिलाकर खींची जाने वाली रेखा को एक दिश नौ पथ कहते हैं ।

3. **याम्योत्तर :-** ग्लोब पर समान. देशान्तर वाले स्थानों को मिलाने वाली कल्पित रेखाऐं ध्रुव वृत्त देशान्तर रेखाऐं याम्योत्तर. कहलाती हैं ।
4. **भू-ग्रिड रेखाजाल** :- अक्षांश एवं देशान्तर रेखाओं का जाल भू-ग्रिड कहलाता है ।
5. **प्रामाणिक समय** :- सामान्यत: किसी देश अथवा उसके किसी क्षेत्र के मध्य से गुजरने वाली रेखा का माध्य समय, जो समस्त देश अथवा सम्पूर्ण क्षेत्र के लिए प्रयुक्त होता है, प्रामाणिक समय कहते हैं ।
6. **स्थानीय समय :-** पृथ्वी पर किसी स्थान विशेष का सूर्य की स्थिति से परिकलित समय स्थानिक समय कहलाता है ।

3.9 संदर्भ ग्रन्थ (Reference Books)

1. हीरालाल यादव : प्रायोगात्मक भूगोल के आधार, राधा पब्लिकेशन्स, नई दिल्ली 2006
2. एम. इश्तियाक : प्रयोगिक भूगोल, मानक पब्लिकेशन्स प्रा. लिमिटेड, विजयचौक लक्ष्मीनगर, दिल्ली 1999
3. जे.पी. शर्मा : प्रायोगिक भूगोल, रस्तोगी प्रकाशन, गंगोत्री, शिवाजी रोड मेरठ, 2007-08
4. राजकुमार शर्मा. : प्रायोगिक भूगोल, हिमांशु पब्लिकेशन्स, हिरणमगरी, सेक्टर- 1 व, उदयपुर एवं अंसारी रोड दरियागंज, नई दिल्ली 2007

3.10 बोध प्रश्नों के उत्तर

बोध प्रश्न - 1

1. साधारण बेलनाकार प्रक्षेप में अक्षांश-देशान्तर रेखाओं की दूरी सर्वत्र समान रहती है ।
2. साधारण बेलनाकार प्रक्षेप की रचना प्लैट कैपी ने ली थी ।
3. क्योकि इस प्रक्षेप मे देशान्तर रेखायें अपनी शुद्ध दूरी प्रदर्शित करती है ।

बोध प्रश्न - 2

1. समक्षेत्र बेलनाकार प्रक्षेप में प्रकाश स्त्रोत की स्थिति अनन्त पर मानी जाती है। 58
2. समक्षेत्र बेलनाकार प्रक्षेप में ।
3. समक्षेत्र बेलनाकार प्रक्षेप की रचना जॉन हेनरिच लैम्बर्ट ने की थी ।
4. समक्षेत्र बेलनाकार प्रक्षेप की रचना 1772 में की थी ।

बोध प्रश्न - 3

1. एक दिश नौ पथ मर्केटर प्रक्षेप से संबंधित है ।
2. वायु परिवहन मार्गों के लिए मर्केटर प्रक्षेप उपयुक्त है ।
3. मर्केटर प्रक्षेप की रचना गिरारडस मर्केटर ने की थी ।
4. मर्केटर प्रक्षेप यथाकृतिक शुद्ध दिशा प्रक्षेप है ।
5. महासागरीय धाराओं का प्रदर्शन मर्केटर प्रक्षेप में किया जाता है ।
6. मर्केटर प्रक्षेप मे एक दिश नौ पथ सरल सीधी रेखा के रूप में होती है ।

बोध प्रश्न - 4

1. गॉल प्रक्षेप में 45^0 उत्तरी व दक्षिणी अक्षांश वृत्तों पर मापनी शुद्ध रहती है ।

2. गॉल प्रक्षेप संशोधित बेलनाकार प्रक्षेप है ।
3. गॉल प्रक्षेप में भूमध्य रेखा की वास्तविक लम्बाई 7/10 भाग रह जाती है ।
4. कागज का बेलन प्रक्षेप में ग्लेब को 45^0 उत्तरी व दक्षिणी अक्षांश पर स्पर्श करती है ।
5. प्राकृतिक तथ्यों को प्रदर्शित करने में गॉल प्रक्षेप का अधिक उपयोग होता है ।

3.11 अभ्यासार्थ प्रश्न

1. निरूपक भिन्न 1:125000,000 पर एक साधारण बेलनाकार प्रक्षेप की रचना कीजिए । प्रक्षेपान्तराल 15^0 रखिए
2. निरूपक भिन्न 1:22000,000 पर विश्व का मानचित्र बनाने के लिए एक साधारण बेलनाकार प्रक्षेप की रचना कीजिए । जिसमें प्रक्षेपान्तराल 20^0 रखिए ।
3. निरूपक भिन्न 1: 225000,000 पर विश्व का मानचित्र बनाने के लिए व 15^0 प्रक्षेपान्तराल पर एक बेलनाकार समक्षेत्र प्रक्षेप बनाइये ।
4. निरूपक भिन्न 1:300,000,000 पर विश्व का मानचित्र बनाने के लिए एक बेलनाकार समक्षेत्र प्रक्षेप की रचना कीजिए । जिसमें प्रक्षेपान्तराल 20^0 रखिए ।
5. निरूपक भिन्न 1:320,000,000 पर विश्व का मानचित्र बनाने के लिए एक मर्केटर प्रक्षेप की रचना कीजिए । जिसका प्रक्षेपान्तराल 10^0 रखिए ।
6. विश्व का मानचित्र बनाने के लिए एक निरूपक भिन्न 1:220,000,000 पर एक मर्केटर प्रक्षेप बनाइए । जिसमें प्रक्षेपान्तराल 20^0 रखिए ।
7. विश्व का मानचित्र बनाने के लिए एक निरूपक भिन्न 1:250,000,000 पर एक गॉल प्रक्षेप बनाइए । जिसमें प्रक्षेपान्तराल 15^0 रखिए ।
8. निरूपक भिन्न 1:160,000,000 पर विश्व का मानचित्र बनाने के लिए एक गॉल प्रक्षेप की रचना लीजिए । प्रक्षेप मे अन्तराल 30^0 रखिए ।

इकाई - 4 : शंक्वाकार प्रक्षेप (Conical Projections)

इकाई की रूपरेखा :

4.1 उद्देश्य

4.2 शंक्वाकार प्रक्षेप

4.3 एक मानक अक्षांश शंक्वाकार प्रक्षेप

4.3.1 प्रक्षेप की विशेषताएँ

4.3.2 प्रक्षेप की रचना विधि

4.3.3 प्रक्षेप की उपयोगिता

4.4 दो मानक अक्षांश शंक्वाकार प्रक्षेप

4.4.1 प्रक्षेप की विशेषताएँ

4.4.2 प्रक्षेप की रचना विधि

4.4.3 प्रक्षेप की उपयोगिता

4.5 बोन प्रक्षेप

4.5.1 प्रक्षेप की विशेषताएँ

4.5.2 प्रक्षेप की रचना विधि

4.5.3 प्रक्षेप की उपयोगिता

4.6 बहु शंकुक प्रक्षेप

4.6.1 प्रक्षेप की विशेषताएँ

4.6.2 प्रक्षेप की रचना विधि

4.6.3 प्रक्षेप की उपयोगिता

4.7 सारांश

4.8 शब्दावली

4.9 संदर्भ ग्रन्थ

4.10 बोध प्रश्नों के उत्तर अभ्यासार्थ प्रश्न

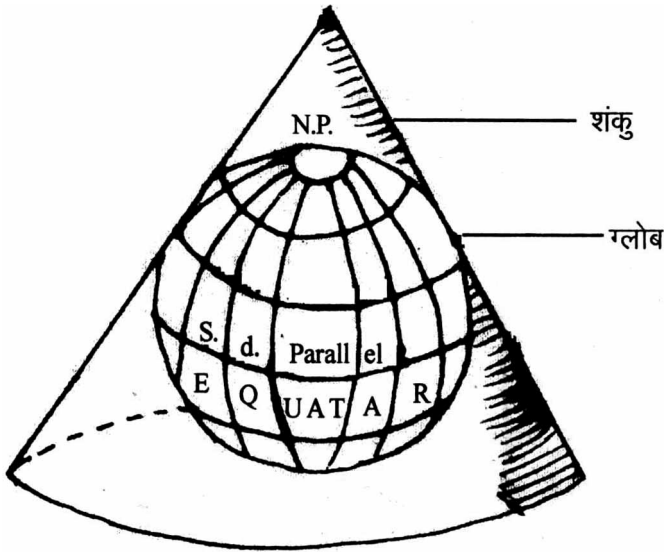
4.11 उद्देश्य (Objectives)

इस इकाई का अध्ययन करने के उपरान्त आप समझ सकेंगे - .

- शंक्वाकार प्रक्षेप की परिभाषा,
- विभिन्न प्रकार के शंक्वाकार प्रक्षेप,
- उनकी विशेषताऐं एवं रचना विधि,
- शंक्वाकार प्रक्षेपों की उपयोगिता ।

4.2 शंक्वाकार प्रक्षेप (Conical Projections)

खोखले शंक्वाकार कागज को भूमध्यरेखा के अतिरिक्त अन्य किसी भी अक्षांश से ग्लोब को स्पर्श करता हुआ रखकर प्रकाश की सहायता से अक्षांशदेशान्तर रेखायें बनाना, शंक्वाकार प्रक्षेप कहलाता है ।



चित्र 4.1 शंक्वाकार प्रक्षेप का आधार

शंक्वाकार प्रक्षेप ग्लोब पर अंकित रेखाजाल को कागज के शंकु पर स्थानान्तरित करने एवं स्थानान्तरण के पश्चात् शंकु के कागज को समतल फैलाने के सिद्धान्त पर आधारित है । आधुनिक शंकु प्रक्षेपों की कल्पना आज से 1900 वर्ष पूर्व सर्वप्रथम टॉलमी ने की थी । जिन्होंने इस प्रक्षेप का उपयोग विश्व मानचित्र बनाने में किया । इन प्रक्षेपों में एक साथ एक ही गोलार्द्ध का रेखाजाल बनाया जा सकता है । इस प्रक्षेप में पृथ्वी का केन्द्र, ध्रुव तथा शंकु का शीर्ष तीनों एक ही सरल रेखा में होते हैं ।

जिस अक्षांश वृत्त पर कागज का शंकु ग्लोब को स्पर्श करता है, उसे मानक अक्षांश कहते हैं । मानक अक्षांश पर मापनी हमेशा शुद्ध होती है । शंकु प्रक्षेप सन्दर्श एवं असन्दर्श दो प्रकार के होते हैं ।

प्रस्तुत इकाई में निम्न शंक्वाकार प्रक्षेपों का अध्ययन किया गया है -

1. एक मानक अक्षांश शंक्वाकार प्रक्षेप -
   SIMPLE CONICAL PROJECTION WITH ONE STANDARD PARALLEL
2. दो मानक अक्षांश शंक्वाकार प्रक्षेप -
   CONICAL PROJECTION WITH TWO STANDARD PARALLEL
3. बोन प्रक्षेप -
   BONNE'S PROJECTION
4. बहुशंकुक प्रक्षेप -

4.3 एक मानक अक्षांश शंक्वाकार प्रक्षेप (Simple Conical Projection with one Standard Parallel)

एक मानक अक्षांश अथवा साधारण शंक्वाकार प्रक्षेप में शंकु का शीर्ष ग्लोब पर ध्रुव के ऊपर स्थित होता है और वह ग्लोब के जिस स्थान को स्पर्श करता है, वह मानक अक्षांश कहलाता है ।

भूमध्य रेखा व ध्रुव को छोड़कर किसी भी अक्षांश को मानक अक्षांश चुनकर यह प्रक्षेप बनाया जा सकता है । अक्षांश व देशान्तर रेखाओं को अन्तरालीय दूरी के आधार पर शंकु तल पर प्रक्षेपित कर शंकु को फैलाकर प्रक्षेप का रेखाजाल तैयार किया जाता है । प्रक्षेप में एक मध्य देशान्तर का चुनाव किया जाता है, जो देशान्तरीय विस्तार के मध्य में ही हो । प्रक्षेप में मानक अक्षांश बदलने के साथ-साथ उसकी आकृति में भी कुछ परिवर्तन होता है ।

4.3.1 प्रक्षेप की विशेषताएँ (Characterstics of Projection) -

एक मानक अक्षांश शंक्वाकार प्रक्षेप की विशेषताएँ निम्न हैं -

1. यह एक संशोधित सन्दर्श प्रक्षेप है जिसमें मानक 'अक्षांश पर मापनी शुद्ध होती है, शेष अक्षांश वृत्तों पर मापनी शुद्ध नहीं रहती है ।
2. सभी देशान्तर रेखाओं पर मापनी शुद्ध होती है । अत: इस प्रक्षेप को समदूरस्थ शंक्वाकार प्रक्षेप भी कहते हैं ।
3. इस प्रक्षेप पर एक गोलार्द्ध का मानचित्र बनाया जा सकता है ।
4. मानक अक्षांश पर आकृति एवं क्षेत्रफल का बहुत सीमा तक सही प्रदर्शन हो जाता है ।
5. सभी अक्षांश वृत्त शंकु के शीर्ष को केन्द्र मानकर खींचे गये सकेन्द्रीय वृत्त हैं ।
6. अक्षांश वृत्त व देशान्तर रेखायें एक-दूसरे को समकोंण पर काटते हैं ।
7. ध्रुव ऊपरी वास्तविक स्थिति से उत्तर में दर्शाया जाता है ।
8. प्रक्षेप में मानक अक्षांश बदल जाने पर उस पर निर्मित रेखाजाल भिन्न होगा ।

4.3.2 शंक्वाकार प्रक्षेप की रचना विधि (Construction of Conical Projection)

प्रस्तुत एक मानक अक्षांश शंक्वाकार प्रक्षेप की आलेखी विधि से ज्यामितीय नियमानुसार रचना की गयी है जो इस प्रकार है -

उदाहरण :- निम्न विवरणों के आधार पर एक मानक अक्षांश शंक्वाकार प्रक्षेप की रचना कीजिए:-

(i)	निरूपक भिन्न	-	1:140,000,000=
(ii)	प्रक्षेपान्तराल	-	15°
(iii)	मानक अक्षांश	-	45°
(iv)	विस्तार	-	0°- 75° उत्तरी अक्षांश तथा 60° से पूर्व से 60° पश्चिमी देशान्तर

हल -

पृथ्वी के लघुकृत गोले का अर्द्धव्यास = $\frac{\text{पृथ्वी का वास्तविक अर्द्धव्यास}}{\text{निरूपक भिन्न का हर}}$

$R = \frac{6,40,00,000}{1,60,000,000}$ =4 सेमी

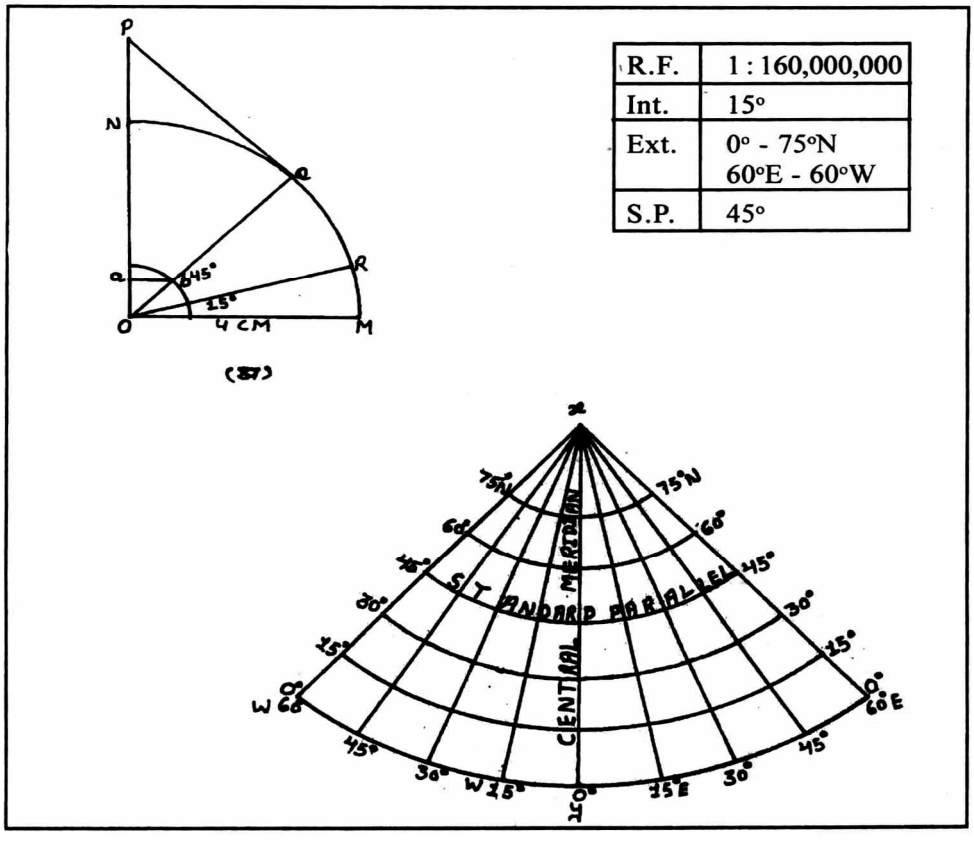
R=4 सेमी

इस प्रक्षेप की आरेखीय रचना आलेखी विधि से की गयी है । जो दो उपभागों में विभाजित कर की गई है:-

(i) आधार चित्र की आरेखीय रचना

(ii) मूल मानचित्र की आरेखीय रचना

(i) आधार चित्र की आरेखीय रचना - चित्र सं. 4.1 (अ) में मापकानुसार सर्वप्रथम 4 सेमी की एक OM आधार रेखा खींचते हैं । 0 बिन्दु से लम्बवत् लम्ब डालते हैं । अब OM के बराबर अर्द्धव्यास लेकर 0 बिन्दु पर प्रकार की नोंक रखकर M बिन्दु से लम्ब की तरफ चाप घुमाते हैं और इस प्रकार वृत्त का NOM एक चतुर्थांश तैयार होता है । अब 0 बिन्दु पर प्रक्षेपान्तराल के अनुसार 15° का कोंण ROM बनाते हैं । इसी तरह मानक अक्षांश 45° का कोंण 0 बिन्दु से QOR बनाते हैं । कोंण प्रक्रिया होने के बाद ON लम्ब को आगे बढ़ाते हैं तथा Q बिन्दु से 90° का कोंण बनाते हैं, जो ON लम्ब को P बिन्दु पर काटता है । O बिन्दु को केन्द्र मानकर प्रक्षेपान्तराल RM दूरी का छोटा वृत्तांश खींचते हैं । यह वृत्तांश QO रेखा को b बिन्दु पर काटता है, तत्पश्चात् ON रेखा पर b बिन्दु से ab लम्ब डालते हैं इस प्रकार एक मानक अक्षांश के लिए आधार चित्र की रचना पूर्ण होती है ।



चित्र 4.2 : एक मानक अक्षांश साधारण शंक्वाकार प्रक्षेप

(ii) मूल मानचित्र की आरेखीय रचना :- एक मानक अक्षांश शंक्वाकार प्रक्षेप बनाने के लिए चित्र संख्या 4.1 (ब) में XY एक लम्बवत् सरल रेखा खींचते हैं । यह इस प्रक्षेप की केन्द्रीय मध्याहन रेखा कहलायेगी । 45° मानक अक्षांश बनाने के लिए QP रेखा के बराबर दूरी लेकर X बिन्दु से Y बिन्दु की तरफ केन्द्रीय मध्याहन रेखा पर एक वृत्तांश खींचते हैं । अन्य अक्षांश वृत्त बनाने के लिए MR दूरी के बराबर केन्द्रीय मध्याहन रेखा पर मानक अक्षांश के कटान बिन्दु से अक्षांशीय विस्तारानुसार 60° एवं 75° के लिए ध्रुव अर्थात् X बिन्दु की ओर दो चिन्ह लगा देते हैं तथा 30°,15°,0° के लिए तीन चिन्ह भूमध्य रेखा अर्थात् भू-मध्य रेखा की ओर लगा देते हैं । X बिन्दु से सभी लगाये गये चिन्हों से अक्षांशीय वृत्तों के चाप खींच देते हैं ।

अब देशान्तरीय विस्तार को प्रदर्शित करने के लिए ab दूरी को प्रकार में भरकर विस्तारनुसार केन्द्रीय मध्याहन रेखा से 15°,30°,45°, 60° के चार-चार चिन्ह पश्चिम एवं पूर्व में मानक अक्षांश पर लगा देते हैं । इन चिन्हों को X बिन्दु से मिलाकर 0° अक्षांशीय विस्तार रेखा तक सरल रेखाओं के रूप में मिला देते हैं । ये सरल रेखायें प्रक्षेप में देशान्तरीय विस्तार को प्रदर्शित करती है । अब अक्षांशीय एवं देशान्तरीय विस्तार पर अंशीय मान अंकित कर प्रक्षेप को पूर्ण करते हैं ।

4.3.3. प्रक्षेप की उपयोगिता

एक मानक अक्षांश शंक्वाकार प्रक्षेप का उपयोग विशेषकर शीतोष्ण कटिबन्ध के छोटे-छोटे भागों को प्रदर्शित करने के लिए किया जाता है । जैसे - जावा, क्यूबा, चिली आदि ।

बोध प्रश्न -1

1. इस प्रक्षेप को एक मानक अक्षांश प्रक्षेप क्यों कहते हैं ?

   .....

2. समान्यतया प्रक्षेप में मानक अक्षांश की सही स्थिति कहाँ होनी चाहिए ?

   .....

3. क्या इस प्रक्षेप में मानक अक्षांश बदलने पर आकृति मे परिवर्तन होता है ?
   मानक अक्षांश किसे कहते हैं ?

   .....

4.4 दो मानक अक्षांश शंक्वाकार प्रक्षेप (Conical Projection with two Standard Parallels)

दो मानक अक्षांश शंक्वाकार प्रक्षेप एक मानक अक्षांश शंकु प्रक्षेप का संशोधित रूप है । इस प्रक्षेप में शंकु के ग्लोब पर दो अक्षांशों पर स्पर्श करने की कल्पना की जाती है । अत: इसमें दो मानक अक्षांश होते हैं ।

इस प्रक्षेप द्वारा एक मानक अक्षांशीय शंकु प्रक्षेप की मापक जन्य त्रुटियों को कम किया जाता है । मानक अक्षांशों के चयन में साधारणतया यह ध्यान रखा जाता है कि कुल अक्षांशीय विस्तार का 2/3 भाग मानक अक्षांशों के मध्य में पड़े तथा शेष 1/3 भाग दोनों मानक अक्षांशों के बाहर बराबर रहे तथा इस प्रक्षेप में दोनों मानक अक्षांशों के सहारे मापनी शुद्ध रहती है ।

4.4.1 प्रक्षेप की विशेषताएँ

दो मानक अक्षांश शंक्वाकार प्रक्षेप की विशेषताएँ निम्न हैं -

1. सभी अक्षांश रेखाऐं सकेन्द्रीय वृत्तों के चाप होती हैं ।
2. सभी देशान्तरीय रेखायें शंकु के शीर्ष से खींची गई सरल रेखायें होती हैं ।
3. सभी अक्षांश रेखाओं पर देशान्तर रेखाओं के बीच की दूरी एक समान होती हैं ।
4. ध्रुव को एक चाप द्वारा दिखाया जाता है ।
5. मापनी मानक अक्षांशों पर शुद्ध होती है ।
6. केन्द्रीय मध्याह्न रेखा के सहारे मापनी शुद्ध होती है मापक मानक अक्षांश के निकट सही होता है ।
7. प्रक्षेप में मानक अक्षांश बदल जाने पर उसकी आकृति भिन्न होगी ।

4.4.2 दो मानक अक्षांश शंक्वाकार प्रक्षेप की रचना विधि (Construction of Two Standard Parallels Conical Projection)

प्रस्तुत दो मानक अक्षांश शंक्वाकार प्रक्षेप की रचना आलेखी विधि से ज्यामितीय नियमानुसार की गयी है, जो इस प्रकार है-

उदाहरण :-निम्न विवरणों के आधार पर दो मानक अक्षांश शंक्वाकार प्रक्षेप की रचना कीजिए-

(i) निरूपक भिन्न	-	1 :140,000,000
(ii) प्रक्षेपान्तराल	-	15°
(iii) मानक अक्षांश	-	30° एवं 60°
(iv) विस्तार	-	0° से 75° उत्तरी अक्षांश तथा 60° से पूर्व से 60° पश्चिमी देशान्तर

हल -

पृथ्वी के लघुकृत गोले का अर्द्धव्यास = $\frac{\text{पृथ्वी का वास्तविक अर्द्धव्यास}}{\text{निरूपक भिन्न का हर}}$

$$R = \frac{6,40,000,000}{1,40,000,000} = 4.57 \text{ सेमी}$$

R=4.57 सेमी

दो मानक अक्षांश शंक्वाकार प्रक्षेप की रचना को हम निम्न उपभागों में विभाजित कर सकते हैं :-

(i) आधार चित्र A की आरेखीय रचना

(ii) आधार चित्र B की आरेखीय रचना

(iii) मूल मानचित्र की आरेखीय रचना

(i) आधार चित्र A की आरेखीय रचना

चित्र सं. 4.2 (क) में मापकानुसार सर्वप्रथम 4.57 सेमी अर्द्धव्यास की एक आधार रेखा खींचते हैं, जिसे OM नाम दे देते हैं तथा 0 बिन्दु पर से लम्बवत् एक लम्ब डालते है । अब 0 बिन्दु पर प्रकार की नोंक रखकर M बिन्दु से लम्ब की तरफ चाप घुमाते हैं । लम्ब पर जहां प्रतिच्छेदन हुआ

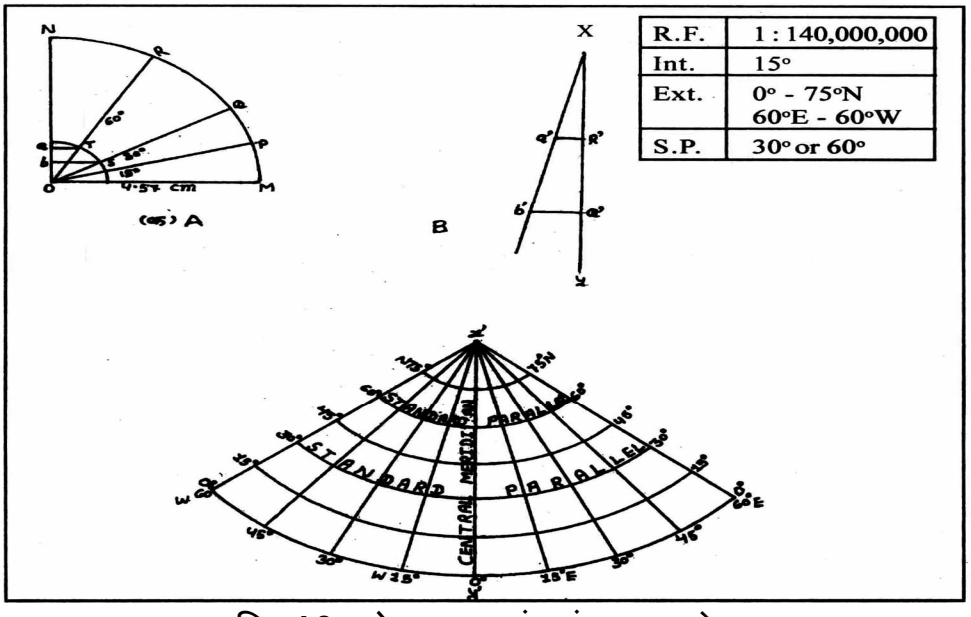
N बिन्दु आया । इस तरह NOM चतुर्थांश तैयार करते हैं । 0 बिन्दु से प्रक्षेपान्तराल के अनुसार 15° का कोंण POM बनाते हैं । इसी प्रकार 0 बिन्दु से 30° एवं 60° मानक अक्षांशों के कोंण क्रमश: QOM और ROM बनाते हैं । फिर PM चाप की दूरी लेकर 0 बिन्दु पर छोटा वृत्तांश बनाते हैं । यह वृत्तांश OQ और OR रेखाओं को S,T बिन्दुओं पर काटता है । अब इन S,Tबिन्दुओं से ON रेखा पर bs व at लम्ब गिराते है । इस प्रकार आधार चित्र A की रचना पूर्ण होती हैं ।

(ii) आधार चित्र B की आरेखीय रचना

चित्र संख्या 4.2 (क) में सर्वप्रथम एक बिना माप वाली लम्बवत XY सरल रेखा खींचते है । इस रेखा पर QR चापीय दूरी लेकर Q' एवं R' दूरी के चिन्ह लगाते हैं । Q' व R' बिन्दुओं पर क्रमश: bs एवं at दूरी लेकर Q'b' एवं R'a' लम्ब डालते है । a' व b' दोनों बिन्दुओं को मिलाते हुए एक सरल रेखा खींचते है जो बढ़ाई गई Q'R' रेखा को X बिन्दु पर काटती है । इस तरह आधार चित्र B की रचना पूर्ण होती है ।

(iii) मूल मानचित्र की आरेखीय रचना

चित्र संख्या 4.2 (ख) में सर्वप्रथम xy लम्बवत् एक सरल रेखा खींचते हैं । यह प्रक्षेप की केन्द्रीय मध्याह्न रेखा होगी । रेखा के x बिन्दु को केन्द्र मानकर आधार चित्र B के अनुसार XQ तथा XR की दूरी प्रकार में भरकर केन्द्रीय मध्याह्न रेखा पर वृत्तीय चाप काटते हैं जो क्रमश: 30° एवं 60° मानक अक्षांशों को प्रकट करते हैं । इन दोनों मानक अक्षांशों के मध्य का बिन्दु 45° का अक्षांशीय अर्द्धव्यास होगा । इस मध्य बिन्दु की दोनों मानक अक्षांशों से दूरी PM दूरी के बराबर होगी अब इस दूरी को प्रकार में भरकर अक्षांशीय विस्तारानुसार 60° से 1 चिन्ह x बिन्दु की ओर लगाते हैं जो 75°N को प्रदर्शित करता है । इसी प्रकार 30° से दो चिन्ह Y बिन्दु की ओर लगाते हैं जो क्रमश: 15°,0° को प्रकट करते है। अब x बिन्दु से इन चिन्हों पर अक्षांशीय वृत्तों के चाप खींच देते हैं और इन पर Y से X की ओर 0° से 75° तक अंशीय मान अंकित कर देते हैं ।



R.F.	1 : 140,000,000
Int.	15°
Ext.	0° - 75°N 60°E - 60°W
S.P.	30° or 60°

चित्र 4.3 : दो मानक अक्षांश शंक्वाकार प्रक्षेप

देशान्तरीय विस्तार को प्रदर्शित करने के लिए 60° मानक अक्षांश वृत पर at लम्ब की दूरी लेकर केन्द्रीय मध्याह्न रेखा के दोनों ओर पूर्व एवं पश्चिम में 15°,30°,45° एवं 60° देशान्तरीय विस्तार हेतु चार-चार चिन्ह लगा देते हैं । यही प्रक्रिया 30° मानक अक्षांश पर bs लम्ब की दूरी लेकर करते हैं । अब 30° एवं 60° मानक अक्षांश वृत्तों के चिन्हों को क्रम से x बिन्दु से 0° अक्षांशीय विस्तार तक सरल रेखायें खींचकर मिला देते हैं । ये रेखायें देशान्तरीय रेखाओं को प्रकट करेंगी । अब इन रेखाओं के जाल पर पूर्व में 0° से 15°,30°,45° एवं 60°E तथा पश्चिम में 0° से 15°,30°,45° एवं 60°W लिखकर अंशीयमान प्रदर्शित कर देते हैं ।

4.4.3 प्रक्षेप की उपयोगिता

दो मानक शंक्वाकार प्रक्षेप का उपयोग मध्य अक्षांशीय कम विस्तार वाले क्षेत्रों के लिए किया जाता है । यूरोप, दक्षिणी अमेरिका एवं अफ्रीका के समशीतोष्ण कटिबन्धीय क्षेत्रों के मानचित्रों के लिए यह विशेष उपयोगी है ।

बोध प्रशन - 2

1. उत्तर-दक्षिण में कम विस्तार वाले छोटे देशों के मानचित्र बनाने हेतु उपयोगी प्रक्षेप कौन सा है ?

   .....

2. इस प्रक्षेप को दो मानक अक्षांश क्यों कहते हैं ?

   .....

3. अक्षांश वृत्त की ध्रुवों पर लम्बाई कितनी होती है और क्यों ?

   .....

4. अक्षांश ज्ञात करने की विधियाँ बताइये।

   .....

4.5 बोन प्रक्षेप (Bonne's Projection)

यह असन्दर्श प्रक्षेप है जो कि शंक्वाकार प्रक्षेप का संशोधित रूप है । इस प्रक्षेप को सबसे पहले फ्रांसीसी फोटोग्राफर रिगोबर्ट बोन (Rigobert Bonne) ने (1727-1795) बनाया था । समक्षेत्र प्रक्षेप होने के कारण इसे 'बोन का समक्षेत्र शंकु प्रक्षेप' भी कहते हैं ।

अक्षांशों की रचना एक मानक अक्षांश वाले शंक्वाकार प्रक्षेप की भाँति की जाती है, लेकिन देशान्तर रेखायें बनाने के लिए समस्त अक्षांश वृत्तों को विभाजित किया जाता है । इस प्रक्षेप में केन्द्रीय मध्याह्न रेखा को छोड़कर सभी देशान्तर रेखायें (मुड़ी) वक्राकार होती हैं । जिस पर मापक शुद्ध होता है । अक्षांश रेखाओं की वक्रता मानक अक्षांश द्वारा प्रभावित होती है । यदि मानक अक्षांश ध्रुव के निकट हैं तो अक्षांश रेखायें अधिक वक्र और यदि मानक अक्षांश भूमध्य-रेखा के निकट है तो अक्षांश रेखायें कम वक्र होती हैं । इसलिए मानक अक्षांश का चुनाव स्थलखण्डों को ध्यान में रखते हुए अक्षांशीय विस्तार के लगभग मध्य में करना चाहिए । इस प्रक्षेप के रेखाजाल की तुलना सैन्सन फ्लैमस्टीड के समक्षेत्र प्रक्षेप से की जा सकती है ।

4.5.1 प्रक्षेप की विशेषताएँ :-

बोन प्रक्षेप की निम्न विशेषताएँ हैं :-

1. अक्षांश रेखायें समान दूरी पर निर्मित शंकु के शीर्ष को केन्द्र मानकर खींचे गये संकेन्द्रीय वृत्तों के चाप होती हैं ।
2. ध्रुव एक बिन्दु के रूप में प्रदर्शित होता है ।
3. केन्द्रीय मध्याहन रेखा सीधी तथा अन्य देशान्तर रेखायें सरल वक्र होती हैं ।
4. सभी अक्षांश रेखायें एवं केन्द्रीय मध्याहन पर मापक शुद्ध रहता है
5. केन्द्रीय मध्याहन रेखा से दूरी बढ़ने के साथ-साथ देशान्तर रेखाओं की मापनी एवं आकृति अशुद्ध होती जाती है ।
6. प्रत्येक अक्षांश पर देशान्तर रेखाओं के बीच की दूरी समान होती हैं ।

4.5.2 प्रक्षेप की रचना विधि :-

प्रस्तुत बोन प्रक्षेप की रचना आलेखी विधि से ज्यामितीय नियमानुसार की गयी है, जो इस प्रकार है -

उदाहरण :-निम्न विवरणों के आधार पर दो मानक अक्षांश शंक्वाकार प्रक्षेप की रचना कीजिए:-

(i) R.F - 1 : 120,000,000

(ii) प्रक्षेपान्तराल - 15°

(iii) विस्तार - 0° से 75° उत्तरी अक्षांश एवं
30° पूर्वी देशान्तर से 120° पूर्वी देशान्तर

हल -

पृथ्वी के लघुकृत गोले का अर्द्धव्यास = $\frac{\text{पृथ्वी का वास्तविक अर्द्धव्यास}}{\text{निरूपक भिन्न का हर}}$

$$R = \frac{6,40,000,000}{120,000,000} = 5.33 \text{ सेमी}$$

R=5.33 सेमी

बोन प्रक्षेप की आरेखीय रचना को हम दो उपविभागों में विभाजित कर पूर्णकर सकते हैं:

(i) आधार चित्र की आरेखीय रचना

(ii) मूल प्रक्षेप की आरेखीय रचना

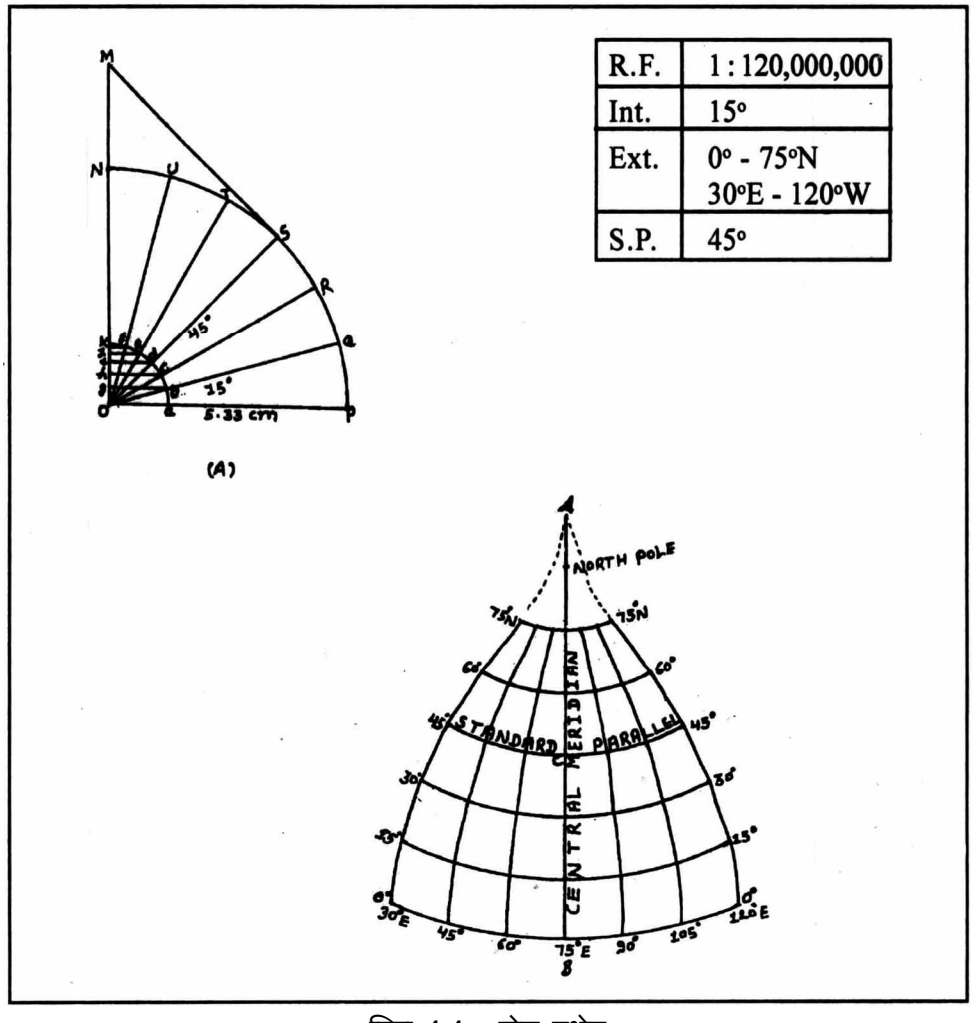
(i) आधार चित्र की आरेखीय रचना

चित्र सं. 4.3(A) में मापकानुसार 5.33 सेमी अर्द्धव्यास की एक OP आधार रेखा खींचते हैं । 0 बिन्दु से लम्बवत लम्ब डालते है । अब 0 बिन्दु पर प्रकार की नोंक रखकर P बिन्दु से लम्ब की ओर चाप काटते है, जो लम्ब पर N बिन्दु कहलायेगा । इस तरह NOP चतुर्थांश बनाते हैं । अब प्रक्षेपान्तराल के अनुसार 0 बिन्दु से 15°,30° ,45°,60° एवं 75° के कोंण क्रमश: QOP,ROP,SOP,TOP,UOP बनाते हैं । 45° को मानक अक्षांश मानते हुए S बिन्दु से लम्ब की ओर 90° का कोंण अथवा एक लम्बवत् स्पर्श रेखा खींचते हैं, जो लम्ब को M बिन्दु पर काटती है । अब प्रक्षेपान्तराल OP दूरी का 0 बिन्दु से वृत्तांश बनाते हैं । यह वृत्तांश OP,OQ, OR,OS,OT

एवं OU रेखाओं को क्रमश: a,b,c,d,e,f बिन्दुओं पर काटता है । इन प्रतिच्छेदित बिन्दुओं से ON रेखा पर g,h,i,j व k लम्ब गिराते हैं । इस प्रकार आधार चित्र की रचना पूर्ण होती है ।

(ii) मूल मानचित्र की आरेखीय रचना

चित्र संख्या 4.3 (B) में बोन प्रक्षेप बनाने के लिए सर्वप्रथम AB लम्बवत एक सरल रेखा खींची गयी हैं, जो कि प्रक्षेप की केन्द्रीय मध्याहन रेखा होगी । A बिन्दु को केन्द्र मानकर उस दूरी के अर्द्धव्यास का एक चाप केन्द्रीय मध्याहन रेखा पर खींचते हैं, जो C बिन्दु पर काटता है । यह चाप 45° मानक अक्षांश को प्रकट करता है । अन्य अक्षांशों को प्रदर्शित करने के लिए प्रक्षेपान्तराल QP दूरी के C बिन्दु से तीन चिन्ह ध्रुव की ओर तथा तीन चिन्ह भूमध्य रेखा की ओर लगा देते हैं । बिन्दु से इन सभी चिह्नों पर संकेन्द्रीय वृत्तों के चाप खींच देते हैं । इन वृत्तीय चापों पर B से A की ओर 0°,15°,30°,45°, 60°, एवं 75°N अंशीय मान लिख देते हैं । उत्तर की ओर एक छोड़ा हुआ चिन्ह उत्तरी ध्रुव को प्रकट करेगा ।



चित्र 4.4 : बोन प्रक्षेप

देशान्तरीय रेखाओं का जाल बनाने के लिए सभी अक्षांश संकेन्द्री वृत्तों पर भिन्न-भिन्न लम्बीय दूरी के चिन्ह लगाते हैं । 0° अक्षांशीय वृत्त पर Qa दूरी के तीन-तीन चिन्ह केन्द्रीय मध्याह्व के दोनों ओर पूर्व एवं पश्चिम में लगाते हैं । इसी तरह 15° अक्षांशीय वृत्तीय चाप पर gb दूरी के, अक्षांशीय वृत्त पर hc दूरी के, अक्षांशीय वृत्त पर i दूरी के, 60° अक्षांशीय वृत्त पर je दूरी के एवं 75° अक्षांशीय वृत्तीय चाप पर kf दूरी के तीन-तीन चिन्ह केन्द्रीय मध्याह्न रेखा के दोनों ओर लगाते हैं । अब सभी अक्षांश वृत्तों पर समान क्रमांक वाले चिन्हों को मिलाते हुए रेखायें खींच देते हैं । ये सभी देशान्तरीय रेखायें होती हैं । इन देशान्तरीय रेखाओं पर अंशीयमान अंकित कर देते हैं । 75° देशान्तर रेखा केन्द्रीय मध्याह्न रेखा है ।

4.5.3 प्रक्षेप की उपयोगिता

बोन प्रक्षेप महाद्वीपों को प्रदर्शित करने के लिए अधिक उपयुक्त है । यह यूरोप, एशिया, उत्तरी अमेरिका, आस्ट्रेलिया आदि बड़े-बड़े क्षेत्रों के मानचित्रों के साथ ही कम देशान्तरीय विस्तार वाले क्षेत्रों को प्रदर्शित करने के लिए विशेष रूप से उपयोगी है । जैसे : - चिली आदि । इस प्रक्षेप में अधिक से अधिक एक गोलार्द्ध को दिखाया जा सकता है ।

बोध प्रश्न - 3

1. बोन प्रक्षेप की रचना किस ने की थी?

   .....

2. प्रक्षेप मे यदि अक्षांश रेखायें संकेन्द्रीय वृत्त हो तथा देशांतर रेखायें वक्राकार हो तो कौनसा प्रक्षेप होगा ?

   .....

3. कम विस्तार वाले शीतोष्ण कटिबन्धीय देशों को किस प्रक्षेप में बनाया जा सकता है?

   .....

4.6 बहु शंकुकप्रक्षेप (Polyconic Projection)

यह साधारण शंक्वाकार प्रक्षेप का संशोधित रूप है । इस प्रक्षेप का विकास अमेरीकी मानचित्रकार एवं सर्वेयर फर्डिनैण्ड़ हैसलर ने 1820 में किया । इस प्रक्षेप की रचना इस परिकल्पना पर आधारित है कि गोले के प्रत्येक अक्षांश को अलग-अलग शंकु एक साथ स्पर्श करते हैं अर्थात् प्रक्षेप में प्रदर्शित किये जाने वाले अक्षांश वृत्तों पर अलग-अलग कागज के शंकु रखे गये हैं । अत: इसे बहु शंकुप्रक्षेप कहते हैं ।

इसमें प्रत्येक अक्षांश का केन्द्र बिन्दु भिन्न होता है. फलस्वरूप अक्षांश रेखायें संकेन्द्रीय वृत्तों के चाप नहीं होते हैं । इसमें अक्षांश रेखायें ध्रुवों के निकट अधिक वक्र एवं भूमध्य रेखा तक सीधी होती हैं, क्योंकि इस पर कोई शंकु स्पर्श नहीं करता । इस प्रक्षेप में एक ही मध्य देशान्तर एवं मापक पर दो आसन्न क्षेत्रों के लिए बनाये गये भिन्न-भिन्न रेखाजालों को एक- दूसरे से मिला सकते हैं, जो अन्य शंक्वाकार प्रक्षेप में सम्भव नहीं ।

4.6.1 प्रक्षेप की विशेषताएँ

बहु शंकुक प्रक्षेप की निम्न विशेषताएँ हैं : -

1. अक्षांश रेखाये सकेन्द्रीय वृत्तांश न होकर भिन्न-भिन्न अर्द्धव्यास से खींचे गये वृत्त के चाप होती हैं, इसलिए इसमें समक्षेत्र का गुण नहीं होता ।
2. प्रक्षेप में केन्द्रीय मध्याह्न रेखा ही सरल रेखा होती है, जबकि अन्य सभी देशान्तर रेखायें वक्राकार होती।
3. इस प्रक्षेप में सभी अक्षांश मानक अक्षांश होते हैं । इनके सहारे तथा केन्द्रीय मध्याह रेखा पर मापनी शुद्ध रहती है ।
4. केन्द्रीय मध्याह्न रेखा अक्षांश वृत्तों को समकोंण पर काटती है तथा शेष देशान्तर रेखायें अक्षांश वृक्षों को तिरछा काटती हैं ।
5. इस प्रक्षेप में पूर्व एवं पश्चिम की दूरी अक्षांश रेखाओं के निकट सही होती है । लेकिन उत्तर-दक्षिण की दूरी केवल देशान्तर रेखा के निकट ही सही होती है ।
6. यह प्रक्षेप न तो समदूरी प्रक्षेप है और न ही समक्षेत्र प्रक्षेप ।

4.6.2 प्रक्षेप की रचना विधि:-

प्रस्तुत बहु शंकुक प्रक्षेप की रचना आलेखी विधि से ज्यामितीय नियमानुसार की गयी है जो इस प्रकार है-

उदाहरण :-निम्न विवरणों के आधार पर बहु शंकुक प्रक्षेप की रचना कीजिए :-

(i) निरूपक भिन्न - 1 : 150,000,000

(ii) प्रक्षेपान्तराल - 15°

(iii) विस्तार - 15° से 75° उत्तरी अक्षांश एवं
60° पूर्वी देशान्तर से 60° पश्चिमी देशान्तर

हल -

पृथ्वी के लघुकृत गोले का अर्द्धव्यास = $\frac{\text{पृथ्वी का वास्तविक अर्द्धव्यास}}{\text{निरूपक भिन्न का हर}}$

$$R = \frac{6,40,000,000}{150,000,000} = 4.26 \text{ सेमी}$$

R=4.26 सेमी

बहु शंकुक प्रक्षेप की आरेखीय रचना दो भागों में विभाजित कर की गयी है, जो इस प्रकार है-

(i) आधार चित्र की आरेखीय रचना

(ii) मूल प्रक्षेप की आरेखीय रचना

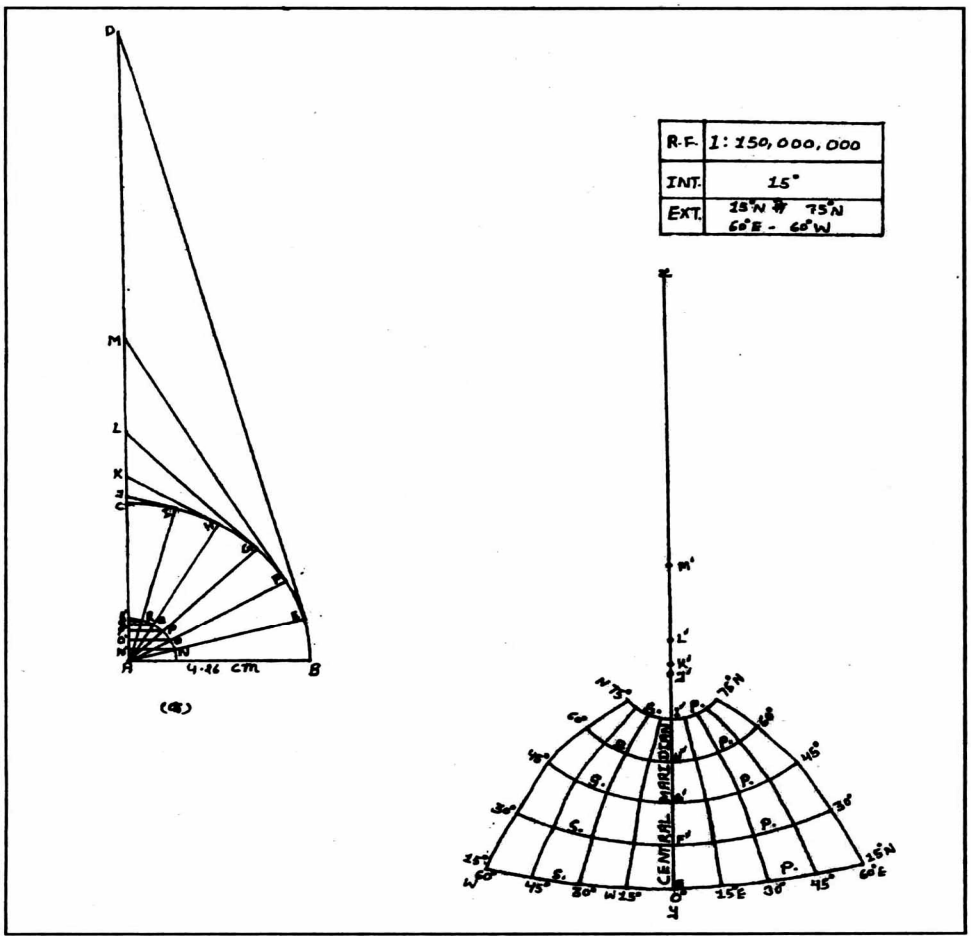
(i) आधार चित्र की आरेखीय रचना

चित्र सं. 4.4 (क) के अनुसार सर्वप्रथम 4.26 सेमी की एक आधार रेखा खींचते हैं । बिन्दु से लम्बवत् लम्ब डालते हैं । A बिन्दु पर प्रकार की नोंक रखकर B बिन्दु से लम्ब की ओर चाप काटते हैं । लम्ब को यह चाप C बिन्दु पर काटता है । इस प्रकार ABC चतुर्थांश तैयार करते हैं । प्रक्षेपान्तराल के अनुसार B बिन्दु से 15°, 30°, 45°, 60° एवं 75° के कोंण क्रमश: EAB, FAB, GAB, HAB एवं IAB बनाते हैं । प्रक्षेपान्तराल की चापीय दूरी EB का A बिन्दु पर वृत्तांश बनाते है । यह वृत्तांश AE,AF,AG,AH,AI, रेखाओं को N,O,P,Q और R बिन्दुओं पर काटता है । इन N,O,P,Q और R बिन्दुओं से AC रेखा पर NN', OO', PP', QQ' एवं RR' लम्ब डालते है । अब AC लम्ब

को आगे बढ़ाते है । बढाये गये लम्ब पर चापीय बिन्दु E,F,G,H एवं I से 90° के कोंण बनाते हुए स्पर्श रेखायें खींचते है । ये स्पर्श रेखाऐं लम्ब को क्रमश: ED, FM, GL, HK, एवं IJ बिन्दुओं पर काटती है । ये स्पर्श रेखायें मूल प्रक्षेप में अक्षांशीय वृत्तों को प्रदर्शित करेंगी ।

(ii) मूल प्रक्षेप की आरेखीय रचना

चित्र संख्या 4.4 (ख) के अनुसार मूल प्रक्षेप के लिए लम्बवत एक सरल रेखा खींचते है । यह रेखा प्रक्षेप की केन्द्रीय मध्याह रेखा होगी । अक्षांशीय वृत्त बनाने के लिए XY रेखा पर X बिन्दु से ED रेखा का चाप काटते हैं । जहां E' बिन्दु अंकित करते हैं । यह चाप 15° अक्षांशीय वृत्तों को प्रदर्शित करेगा । अब E' बिन्दु से EB दूरी के चार चिन्ह X बिन्दु की ओर लगाते है । ये चार चिन्ह F',G', H' एवं I' बिन्दुओं की स्थितियाँ होती हैं । F' बिन्दु की दूरी FM अर्द्धव्यास, G' की दूरी GL अर्द्धव्यास, H' की दूरी HK अर्द्धव्यास एवं I' बिन्दु की दूरी IJ अर्द्धव्यास के बराबर है । इन दूरियों के चिन्ह X बिन्दु की ओर अंकित करते हैं, जो क्रमश: M', L', K', J', बिन्दु होंगे । M बिन्दु से F' का चाप 30° अक्षांशीय वृत्त, L' बिन्दु से G' का चाप 45° अक्षांशीय वृत्त, K' बिन्दु से H' का चाप 60° अक्षांशीय वृत एवं J बिन्दु से I' का चापा 75° अक्षांशीय वृत्तीय चाप है । इस प्रकार सभी अक्षांशीय वृत्तों के केन्द्र भिन्न-भिन्न है ।



चित्र 4.5. बहु शंकुक प्रक्षेप

देशान्तरीय विस्तार के लिये सभी अक्षांशीय वृत्तों पर केन्द्रीय मध्याह्न रेखा के दोनों ओर पूर्वी एवं पश्चिम विस्तार पर चार-चार चिन्ह लगा देते हैं । ये चिन्ह 15° पर NN' लम्ब के 30° पर 00' लम्ब के, 45° पर लम्ब PP' के एवं 60° पर लम्ब QQ के तथा 75° पर RR लम्ब की दूरी के चिन्ह लगाते हैं । अब समान क्रम वाले चिन्हों को मिलाते हुए देशान्तर रेखायें खींचते है तथा सभी देशान्तरीय एव अक्षांशीय विस्तार पर अक्षांशीय मान अंकित कर देते है ।

4.6.3 प्रक्षेप की उपयोगिता

इस प्रक्षेप का उपयोग उन छोटे-छोटे क्षेत्रों को प्रदर्शित करने के लिए जिनका पूर्वी एव पश्चिमी विस्तार कम तथा उत्तरी-दक्षिणी विस्तार अधिक हो के लिए उपयोगी है । इसका उपयोग स्थलाकृतिक पत्रकों के निर्माण मे भी किया जाता है क्योंकि देशान्तरीय विस्तार कम होने के कारण अशुद्धियाँ कम पायी जाती है ।

बोध प्रश्न -4

1. बहुशंकु प्रक्षेप की रचना किस विद्वान ने की थी?

   .....

2. संशोधित शंकु प्रक्षेपों के उदाहरण दीजिए ।

   .....

3. प्रक्षेप में अक्षांश रेखाऐं भिन्न-भिन्न केन्द्रों से खींचे गये वृत्तों के चाप हैं तथा देशान्तर रेखाऐं दीर्घ वृत्तांश हो तो कौनसा प्रक्षेप बनेगा ।

   .....

4.7 सारांश (Summary)

शंक्वाकार प्रक्षेप ग्लोब पर अंकित रेखाजाल को कागज के शंकु पर स्थानान्तरित करने तथा उसे समतल फैलाने के सिद्धान्त पर आधारित है । टॉलमी ने इस प्रक्षेप का उपयोग विश्व मानचित्र बनाने के लिए किया था । जब कागज का एक शंकु ग्लोब के किसी एक अक्षांश को स्पर्श करता है तो उसे एक मानक अक्षांश प्रक्षेप कहते है । इसमें मानक अक्षांश पर मापनी शुद्ध होती है तथा आकृति एवं क्षेत्रफल का प्रदर्शन सही हो जाता है ।

जब कागज का शंकु ग्लोब के दो अक्षांशों को स्पर्श करता है तो उसे दो मानक अक्षांश प्रक्षेप कहते हैं । इसमें एक मानक अक्षांश की मापजन्य त्रुटि को कम किया जाता है । इसमें मानक अक्षांशों पर मापनी शुद्ध रहती है । मध्य अक्षांशी विस्तार वाले क्षेत्रों जैसे- शीतोष्ण कटिबन्धीय क्षेत्रों के मानचित्रों के लिए उपयोगी है ।

फ्रांसीसी कार्टोग्राफर रिगोबर्ट बोन ने शंक्वाकार प्रक्षेप का संशोधित रूप प्रस्तुत किया जो बोन का समक्षेत्र शंकु प्रक्षेप कहलाता है । इसमें केन्द्रीय मध्याहन रेखा को छोड़कर सभी देशान्तर रेखाएँ वक्राकार होती है । सभी अक्षांश रेखाओं एवं केन्द्रीय मध्याह्न रेखा पर मापक शुद्ध रहता है । केन्द्रीय मध्याहन रेखा से दूरी बढ़ने के साथ मापनी एवं आकृति अशुद्ध होती जाती है । महाद्वीपों के मानचित्रों के लिए यह प्रक्षेप विशेष उपयोगी है ।

अमेरीकी मानचित्रकार एवं सर्वेक्षक फर्डिनेण्ड हैंसलर ने 1820 में साधारण शंक्वाकार प्रक्षेप में संशोधन कर बहुशंकु प्रक्षेप की रचना की । इसमें शंकु ग्लोब के प्रत्येक अक्षांश को स्पर्श करता है

। इसके प्रत्येक अक्षांश का केन्द्र बिन्दु भिन्न होता है । इसमें केन्द्रीय मध्याहन रेखा ही सरल रेखा होती है । जबकि अन्य सभी देशान्तर रेखाऐं वक्राकार होती हैं । सभी अक्षांश एवं केन्द्रीय मध्याहन पर मापनी शुद्ध रहती है । यह प्रक्षेप उत्तर- दक्षिण विस्तार वाले क्षेत्रों के मानचित्रों के लिए उपयोगी है । स्थलाकृतिक मानचित्रों में भी इसका उपयोग किया जाता है ।

4.8 शब्दावली (Glossary)

ध्रुव : - पृथ्वी के अक्ष के दोनों घेरों पर स्थित बिन्दु या अक्ष के उत्तरी छोर पर स्थित बिन्दु उत्तरी ध्रुव तथा दक्षिणी छोर पर स्थित बिन्दु दक्षिणी ध्रुव कहलाता है ।

अक्ष :- यह दो अर्थों में प्रयुक्त होता है : -

1. एक वास्तविक या काल्पनिक रेखा जिसके चारों ओर कोई पिण्ड या वस्तु घूमती है ।
2. निर्देशांक पद्धति मे दो सन्दर्भ रेखाओं में से एक । इसमें एक आधार अक्ष व दूसरा लम्बवत होता है ।

अक्षांश : - भूमध्य-रेखा व किसी बिन्दु के बीच की कोणीय दूरी अक्षांश कहलाती है ।

देशान्तर : - ग्लोब पर किसी दिये गये स्थान के मध्य अक्षांश वृत्त की छोटे चाप की अंशों में मापी गई दूरी को उस स्थान का देशान्तर कहते हैं ।

मानक अक्षांश : - कागज का शंकु ग्लोब के जिस अक्षांश वृत्त को स्पर्श करता है, मानक अक्षांश कहते हैं ।

4.9 संदर्भ ग्रंथ (Reference Book)

1. एच.एल. यादव	:	प्रायोगिक भूगोल के आधार, राधा पब्लिकेशन्स नई दिल्ली 2006
2. एम. इश्तियाक	:	प्रायोगिक भूगोल, मानक पब्लिकेशन्स प्रा. लिमिटेड, विजयचौक, लक्ष्मीनगर, दिल्ली 1999
3. जेपी. शर्मा.	:	प्रायोगिक भूगोल, रस्तोगी प्रकाशन, गंगोत्री, शिवाजी रोड मेरठ, 2008
4. आर.के. शर्मा.	:	प्रायोगिक भूगोल, हिमांशु पब्लिकेशन्स हिरणमगरी, सेक्टर-11, उदयपुर 2007

4.10 बोध प्रश्नों के उत्तर

बोध प्रश्न - 1

1. इस प्रक्षेप में कागज का शंकु ग्लोब के एक अक्षांश को स्पर्श करता है । इसलिए इसे एक मानक अक्षांश कहते हैं ।
2. सामान्यतया प्रक्षेप में मानक अक्षांश की स्थिति भूमध्यरेखा एवं ध्रुव के मध्य में होती है ।
3. प्रक्षेप में मानक अक्षांश बदलने के साथ उसकी आकृति में कुछ परिवर्तन होता है ।
4. कागज का शंकु ग्लोब के जिस अक्षांश वृत्त को स्पर्श करता है, उसे मानक अक्षांश कहते हैं ।

बोध प्रश्न - 2

1. दो मानक अक्षांश शंक्वाकार प्रक्षेप ।
2. क्योंकि इस प्रक्षेप में कागज का शंकु ग्लोब के' दो अक्षांशों को स्पर्श करता है । इसलिए इसे दो मानक अक्षांश कहते हैं ।
3. ध्रुवों पर अक्षांश वृत्त की लम्बाई 0 किमी होती है, क्योंकि ध्रुव को एक बिन्दु के रूप में दर्शाते हैं ।
4. अक्षांश ध्रुव तारे से एवं सूर्य की सहायता से ज्ञात की जाती है ।

बोध प्रश्न - 3

1. बोन प्रक्षेप की रचना रिगोबर्ट ने की थी ।
2. बोन प्रक्षेप में अक्षांश रेखाऐं संकेन्द्रीय वृत्त एवं देशान्तर रेखाऐं वक्राकार होती हैं ।
3. बोन प्रक्षेप में कम विस्तार वाले ब्रिटेन, पौलेण्ड आदि को प्रदर्शित किया जाता है ।

बोध प्रश्न - 4

1. बहुशंकु प्रक्षेप की रचना फर्डीनैड हैंसलर ने की थी ।
2. संशोधित शंकु प्रक्षेप- बोन एवं बहुशंकु ।
3. बहुशंकु प्रक्षेप में अक्षांश रेखाऐं भिन्न-भिन्न केन्द्रों से खींचे गये वृत्तों के चाप तथा देशान्तर रेखाऐं दीर्घ वृत्तांश होती हैं ।

4.11 अभ्यासार्थ प्रश्न

1. प्रतिनिधि भिन्न 1:125000,000 पर एक साधारण एक मानक अक्षांश शंक्वाकार प्रक्षेप की रचना कीजिए । जिसका विस्तार 0° से 75° उत्तरी अक्षाश तथा 10° पूर्वी देशान्तर से 70° पूर्वी देशान्तर तक हो । प्रक्षेपान्तराल 10° रखिए । प्रक्षेप का मानक अक्षांश 40°।
2. प्रतिनिधि भिन्न 1:160,000,000 के आधार पर एक मानक अक्षांश शंक्वाकार प्रक्षेप बनाइये । जिसका प्रक्षेपान्तराल 15° एवं मानक अक्षांश 45° हो तथा प्रक्षेप का विस्तार 0° से 75° उत्तरी अक्षांश एवं देशान्तरीय विस्तार 0° से 60° पूर्वी देशान्तर व 0° से 60° पश्चिमी देशान्तर हो ।
3. निरूपक -भिन्न 1:150,000,000 पर दो मानक अक्षांश शंक्वाकार प्रक्षेप की रचना कीजिए । जिसका प्रक्षेपान्तराल 10° तथा मानक अक्षांश 30° एवं 60° है । प्रक्षेप का अक्षांशीय एवं देशान्तरीय विस्तार 10° उत्तरी अक्षांश से 80° उत्तरी अक्षांश तक तथा 40° पूर्वी देशान्तर से 40° पश्चिमी देशान्तर तक रखिए ।
4. प्रतिनिधि भिन्न 1:250,000,000 पर दो मानक अक्षांश शंक्वाकार प्रक्षेप की रचना कीजिए । जिसका प्रक्षेपान्तराल 20° तथा मानक अक्षांश 40° एवं 60° है । प्रक्षेप का विस्तार 0° से 80° उत्तरी अक्षांश एवं देशान्तरीय विस्तार 60° पूर्वी देशान्तर से 60° पश्चिमी देशान्तर तक हो ।
5. निरूपक भिन्न 1:140,000,000 पर एक बहुशंकु प्रक्षेप की रचना कीजिए । जिसका प्रक्षेपान्तराल 15° रखिए । प्रक्षेप में विस्तार 15° उत्तरी अक्षांश से 75° उत्तरी अक्षांश तथा देशान्तरीय विस्तार 0° से 165° पश्चिमी देशान्तर तक है ।

6. निरूपक भिन्न 1:120,000,000 पर एक मानचित्र के लिए बहु शंकु प्रक्षेप की रचना कीजिए । जिसका प्रक्षेपान्तराल 10° रखिए । प्रक्षेप में अक्षांशीय विस्तार 30° उत्तरी अक्षांश से 70° उत्तरी अक्षांश तक तथा देशान्तरीय विस्तार 50° पूर्वी देशान्तर से 50° पश्चिमी देशान्तर तक रखिए ।
7. प्रतिनिधि भिन्न 1:125,000,000 पर एक बोन प्रक्षेप बनाइये । जिसमें प्रक्षेपान्तराल 20° रखिए । विस्तार 15° से 75° उत्तरी अक्षांश तथा 0° से 160° पश्चिमी देशान्तर तक हो ।
8. प्रतिनिधि भिन्न 1:100,000,000 पर एक बोन प्रक्षेप की रचना कीजिए । जिसका प्रक्षेपान्तराल 15° रखिए । विस्तार 15° से 75° उत्तरी अक्षांश तथा 45° पूर्वी देशान्तर 45° पश्चिमी देशान्तर तक रखिए ।

इकाई - 5 : शिरोबिन्दु प्रक्षेप (Zenithal Projections)

इकाई की रूपरेखा :

5.0 उद्देशीय
5.1 प्रस्तावना
5.2 शिरोबिन्दु प्रक्षेप
5.3 केन्द्रीय ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप
5.3.1 प्रक्षेप की विशेषताएँ
5.3.2 प्रक्षेप की रचना विधि
5.3.3 प्रक्षेप की उपयोगिता
5.4 त्रिविम ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप
5.4.1 प्रक्षेप की विशेषताएँ
5.4.2 प्रक्षेप की रचना विधि
5.4.3 प्रक्षेप की उपयोगिता
5.5 लम्बकोणीय ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप
5.5.1 प्रक्षेप की विशेषताएँ
5.5.2 प्रक्षेप की रचना विधि
5.5.3 प्रक्षेप की उपयोगिता
5.6 समदूरस्थ ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप
5.6.1 प्रक्षेप की विशेषताएँ
5.6.2 प्रक्षेप की रचना विधि
5.6.3 प्रक्षेप की उपयोगिता
5.7 समक्षेत्र ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप
5.7.1 प्रक्षेप की विशेषताएँ
5.7.2 प्रक्षेप की रचना विधि
5.7.3 प्रक्षेप की उपयोगिता
5.8 सारांश
5.9 शब्दावली
5.10 संदर्भ गन्ध
5.11 बोध प्रश्न। के उत्तर
5.12 अभ्यासार्थ प्रश्न

5.0 उद्देश्य (Objective)

इस इकाई का अध्ययन करने के उपरान्त आप समझ सकेंगे -

- शिरोबिन्दु प्रक्षेप,
- विभिन्न प्रकार के शिरोबिन्दु प्रक्षेप.,

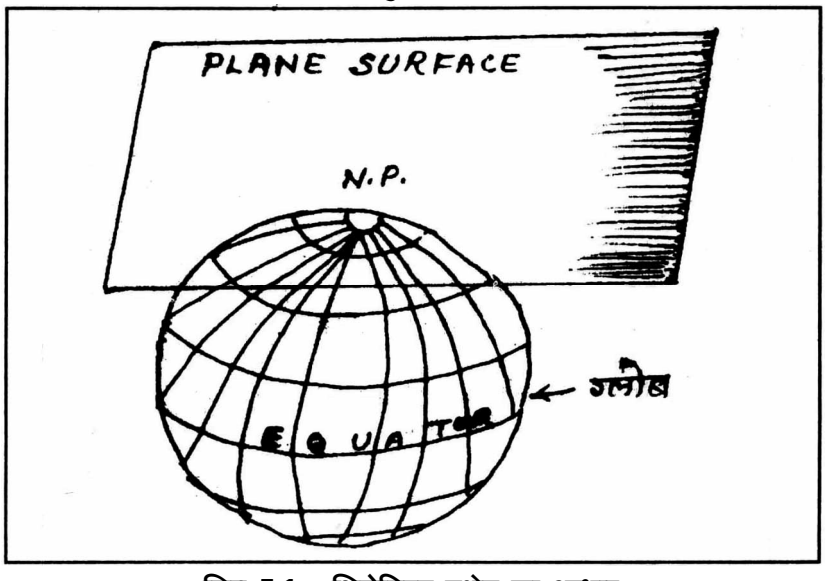
- शिरोबिन्दु प्रक्षेपों की रचना विधि,
- शिरोबिन्दु प्रक्षेपों की विशेषताऐं,
- शिरोबिन्दु प्रक्षेपों की उपयोगिता ।

5.1 प्रस्तावना (Introduction)

शिरोबिन्दु प्रक्षेप समतल धरातल की सहायता से ग्लोब के किसी बिन्दु पर स्पर्श करके बनाये जाते हैं । इसमें समतल कागज को ग्लोब के एक बिन्दु पर स्पर्श करने की कल्पना की जाती है तथा स्पर्श बिन्दु के विपरीत स्थित प्रकाश की सहायता से ग्लोब के अक्षांश एवं देशान्तर रेखा जाल को कागज पर प्रक्षेपित किया जाता है । इन प्रक्षेपों में केन्द्र बिन्दु से सभी स्थानों की दिशा शुद्ध होती है । अतः इन्हे दिगंशीय प्रक्षेप (Azimuthal Projection) भी कहा जाता है । इन प्रक्षेपों में अक्षांश रेखाऐं गोलाकार वृत्त होती हैं, वहीं देशान्तर रेखाएँ सीधी होती हैं, जो केन्द्र से परिधि की ओर चारों और विकरित होती है । ध्रुवीय प्रदेशों के मानचित्रों के लिए इन प्रक्षेपों का प्रयोग किया जाता है ।

5.2 शिरोबिन्दु प्रक्षेप (Zenithal Projections)

ग्लोब को किसी एक बिन्दु पर स्पर्श करने वाली समतल सतह को केन्द्र बिन्दु मानकर बनाए गये अक्षांश-देशान्तरों के रेखाजाल को शिरोबिन्दु प्रक्षेप कहते हैं ।



चित्र 5.1 : शिरोबिन्दु प्रक्षेप का आधार

शिरोबिन्दु प्रक्षेप के उस बिन्दु को जहाँ प्रक्षेपण तल ग्लोब को स्पर्श करता है, प्रक्षेप बिन्दु कहते हैं तथा जिस बिन्दु पर प्रकाश की कल्पना की जाती है उसे नेत्र स्थान या उत्पति बिन्दु कहते हैं । प्रक्षेप का तल ग्लोब के विभिन्न स्थानों, भूमध्य रेखा, ध्रुव अथवा इन दोनों के मध्य कहीं भी स्पर्श कर सकता है । इसी प्रकार उत्पति बिन्दु ग्लोब के केन्द्र या ग्लोब के बाहर भी हो सकता है । लेकिन प्रत्येक दशा में प्रक्षेप केन्द्र, ग्लोब का केन्द्र एवं नेत्र स्थान तीनों एक सरल रेखा में होते हैं तथा प्रक्षेपण तल इस सरल रेखा से समकोण बनाता हुआ ग्लोब को स्पर्श करता है ।

यह प्रक्षेप नौका-विहार उद्देश्य के लिए बहुत सही प्रक्षेप है । इस प्रक्षेप पर वृहत्त वृत्त एक सीधी रेखा द्वारा दिखाया जा सकता है । इस इकाई में निम्नलिखित शिरोबिन्दु प्रक्षेपों का अध्ययन किया जाना है ।

1. केन्द्रीय ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप -
   GNOMONIC POLAR ZENITHAL PROJECTION
2. समरूपीय ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप -
   STEREOGRAPHIC POLAR ZEINTHAL PROJECTION
3. लम्बकोणीय ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप -
   ORTHOGRAPHIC POLAR ZENITHAL PROJECTION
4. समदूरस्थ ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप -
   EQUAL DISTANT POLAR ZENITHAL PROJECTION
5. समक्षेत्र ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप -
   EQUAL AREA POLAR ZENITHAL PROJECTION

5.3 केन्द्रीय ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप (Gnomonic Polar Zenithal Projection)

केन्द्रीय ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप सन्दर्श प्रक्षेप है । यह केन्द्रीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप की ध्रुवीय दशा को प्रकट करता है । यह प्रक्षेप दो कल्पनाओं पर आधारित है -

(i) प्रकाश केन्द्र की स्थिति ग्लोब के केन्द्र में मानी जाती है ।

(ii) प्रक्षेपण तल किसी एक ध्रुव को स्पर्श करता है ।

अत: जब प्रकाश की स्थिति ग्लोब के केन्द्र पर तथा स्पर्श बिन्दु ध्रुव पर हो तो प्रकाश किरणें तथा कोण रेखायें एक ही सीध में आती हैं । इस प्रक्षेप पर भूमध्य रेखा प्रदर्शित नहीं की जा सकती।

5.3.1 प्रक्षेप की विशेषताएँ :-

केन्द्रीय ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप की निम्न विशेषताएँ हैं -

1. अक्षांश रेखायें सकेन्द्रीय वृत्ताकार होती हैं और उनके बीच की दूरी केन्द्र से दूर होने पर बढ़ती जाती है ।
2. देशान्तर रेखायें सीधी होती है जो किरणों की तरह केन्द्र के चारों ओर बराबर दूरी पर फैली होती हैं ।
3. अक्षांश एवं देशान्तर रेखायें एक-दूसरे को समकोण पर काटती हैं ।
4. केन्द्र से दूर जाने पर दूरी एवं आकार दोनों विकृत होते जाते हैं ।
5. ध्रुव से प्रत्येक ओर दिशा शुद्ध होती है ।
6. शुद्ध दिशा प्रक्षेप होने के कारण ध्रुवीय प्रदेशों के 60° से 90° उत्तरी व दक्षिणी अक्षांशों के बीच परिवहन के लिए महत्वपूर्ण है । नाविक इसे वृहत्त वृत्त चार्ट के नाम से भी पुकारत हैं ।
7. इस प्रक्षेप पर एक गोलार्द्ध का सम्पूर्ण भाग प्रदर्शित नहीं किया जा सकता ।

5.3.2 प्रक्षेप की रचना विधि :-

प्रस्तुत केन्द्रीय ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप की रचना आलेखी विधि से ज्यामितीय नियमानुसार की गई है, जो निम्न प्रकार से हैं :

उदाहरण - निरूपक भिन्न 1:250,000,000 पर उत्तरी गोलार्द्ध के लिए एक केन्द्रीय ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप की रचना कीजिए । जिसका प्रक्षेपान्तराल 15° तथा विस्तार 30° उत्तर से 90° उत्तरी अक्षांश तक है ।

हल -

(i) R = पृथ्वी के लघुकृत गोले का अर्द्धव्यास =

$$\frac{\text{पृथ्वी का वास्तविक अर्धव्यास}}{\text{निरूपक भिन्न का हर}}$$

$$\frac{6,40,000,000}{2,50,000,000} = 2.56 \text{ से.मी.}$$

R= 2.56 से.मी.

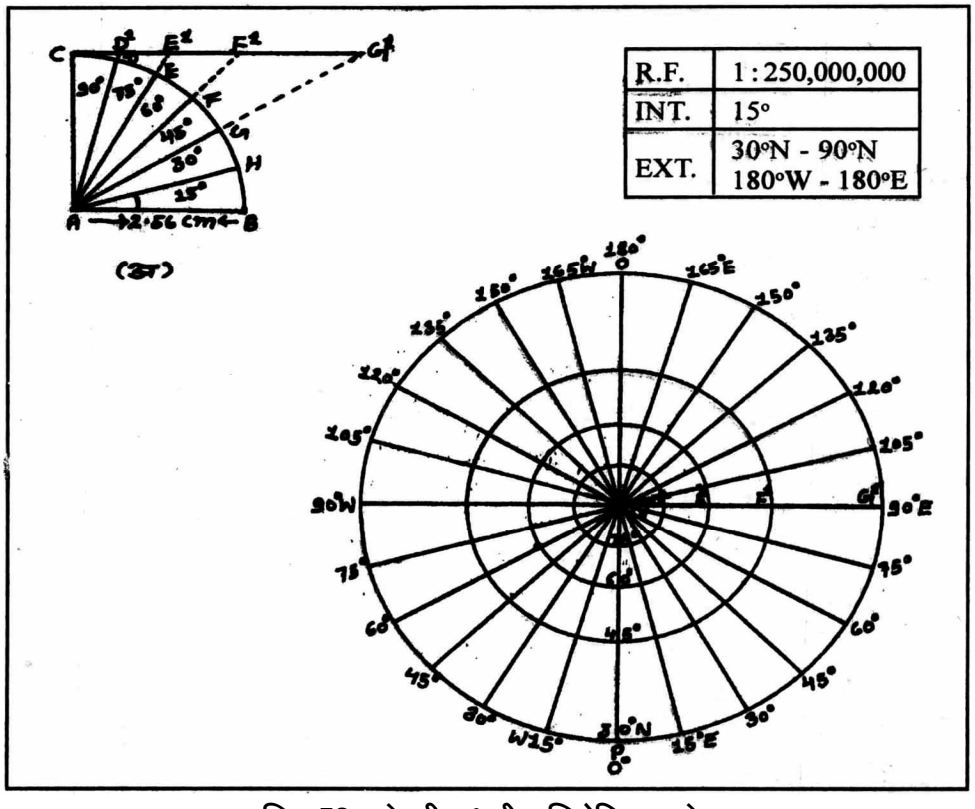
(ii) देशान्तर रेखायें = $\frac{360°}{\text{प्रक्षेपान्तराल}}$

$= \frac{3.60°}{15°} = 24$ रेखाये

प्रस्तुत प्रक्षेप की आरेखीय रचना को दो भागों में विभाजित कर अध्ययन किया गया है

(i) आधार चित्र की रचना

(ii) मूल प्रक्षेप की आरेखीय रचना



चित्र 52 : केन्द्रीय ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप

(i) आधार चित्र की रचना :-

चित्र संख्या 52 (अ) में सर्वप्रथम मापकानुसार 2.56 सेमी अर्द्धव्यास की एक आधार रेखा AB खींचते हैं । A बिन्दु पर उत्तर दिशा की ओर एक लम्ब डालते हैं । फिर बिन्दु पर प्रकार की नोंक रखकर B बिन्दु से लम्ब की ओर चाप घुमाते हैं, जहाँ इस चाप द्वारा लम्ब कटा, उसे ही C बिन्दु मानेंगे । इस प्रकार CAB एक चतुर्थांश बन जाता है । अब C बिन्दु से 90° का कोण बनाते हुए AB के समानान्तर CG रेखा खींच देते है । A बिन्दु से प्रक्षेपान्तराल के अनुसार 15°,30°,45°,60°,75° क्रमश: HAB,GAB,FAB,EAB एवं DAB कोण बनाते हैं । कोण बनाती इन सरल रेखाओं को विकिरण के रूप में आगे बढ़ाते हुए CG रेखा पर प्रतिच्छेदित करते हैं । 30° कोण की सरल रेखा CG^1 रेखा को G^1 पर, 45° की F^1 बिन्दु पर, 60° की E^1 बिन्दु पर एवं 75° की सरल रेखा D^1 बिन्दु पर काटती है । कटान बिन्दु G^1 ,F^1 ,E^1 ,D^1 की C^1 बिन्दु से दूरियां क्रमश: 30°,45°,60° एवं 75° अक्षांशीय वृत्तों की दूरियाँ हैं ।

(ii) मूल प्रक्षेप की रचना -

चित्र संख्या 5.2 (ब) में केन्द्रीय ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप के लिए अक्षांशीय एंव देशान्तरीय रेखाओं का जाल बनाने के लिए कोई एक बिन्दु निश्चित करते हैं । इस केन्द्र बिन्दु से लम्बवत् एक p सरल रेखा खींचते हैं । इस रेखा में N बिन्दु प्रक्षेप का केन्द्र बिन्दु है । अब CG^1;CF^1;CE^1;CD^1 अर्द्धव्यासों की दूरियों के N बिन्दु से सकेन्द्रीय वृत्त खींचते हैं, जो क्रमश: 30°,45°,60°, 75° के अंक्षाशीय वृत्त हैं ।

देशान्तर रेखायें बनाने के लिए OP सरल रेखा के पूर्व एवं पश्चिम में प्रक्षेपान्तराल के अनुसार 24 रेखायें खींचते हैं । 12पूर्वी विस्तार के लिए एवं 12 पश्चिमी विस्तार के लिए । अत: गोल चांदे को केन्द्र बिन्दु N पर रखकर 15° के अन्तराल पर सभी 24 चिन्ह अंकित कर देते हैं तथा सभी को सरल रेखाओं के रूप में अन्तिम अंक्षाशीय वृत्त से केन्द्र तक मिला देते हैं । इस अक्षांशीय एवं देशान्तरीय रेखाजाल पर अंशीयमान अंकित कर देते हैं । N केन्द्र से P बिन्दु की ओर 90° से 30°N अक्षांशिय मान तथा OP के पूर्व मे 0°-180°E तथा OP के पश्चिम में 0°-180°W अंशीय मान लिख देते हैं।

5.3.3 प्रक्षेप की उपयोगिता :-

केन्द्रीय ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप का उपयोग ध्रुवों के निकटवर्ती क्षेत्रों को प्रदर्शित करने के लिए अधिक उपयुक्त है । ध्रुवीय प्रदेशों के नाविक चार्ट, नौ-संचालन, मानचित्र तथा सामान्य उद्देश्य वाले मानचित्र बनाने में इस प्रक्षेप का सर्वाधिक उपयोग करते हैं ।

बोध प्रश्न - 1

1. ध्रुवीय प्रदेशों मे यातायात के लिए विशेषत: उपयोगी प्रक्षेप कौनसा है?

   .....

2. भूमध्य रेखा प्रदर्शित करना किस प्रक्षेप पर संभव नहीं है ?

   .....

3. आधार मानचित्र किसे कहते है ?

   .....

5.4 समरूपीय ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप (stereographic Polar Zenithal Projection)

समरूपीय ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप सन्दर्श प्रक्षेप है । यह त्रिविम शिरोबिन्दु प्रक्षेप की ध्रुवीय दशा को प्रकट करता है । शुद्ध आकृति वाले इस प्रक्षेप की रचना दो कल्पनाओं पर की जाती है -

1. प्रकाश स्त्रोत की कल्पना ध्रुव पर की जाती है ।
2. प्रक्षेपण तल प्रकाश स्त्रोत के प्रतिध्रुव को स्पर्श करता है । अर्थात् यदि स्पर्श बिन्दु उत्तरी ध्रुव पर है तो प्रकाश बिन्दु दक्षिणी ध्रुव पर होगा ।

इसलिए भूमध्य रेखा पर स्थित कोई बिन्दु स्पर्श रेखा केन्द्र के व्यास पर दूरी के दूने पर प्रक्षेपित होता है । इस प्रक्षेप में प्रकाश किरणें अक्षांश व देशान्तर रेखाओं के जाल को स्पर्श करती हुई प्रक्षेपण की ओर जाने पर केन्द्रीय प्रक्षेप से धीमी गति से बढ़ती है । इस प्रक्षेप का विस्तार समान रहने से यह एक समाकृति प्रक्षेप बन जाता है ।

5.4.1 प्रक्षेप की विशेषताएँ (Characterstics of Projection):-

समरूपीय ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप की निम्न विशेषताऐं हैं -

1. प्रक्षेप में अक्षांश-देशान्तर रेखाओं के सहारे-सहारे किसी भी बिन्दु पर मापनी में समान वृद्धि होती है । अत: यह समरूपी प्रक्षेप है ।
2. इस प्रक्षेप में भूमध्य रेखा को प्रदर्शित किया जा सकता है तथा भूमध्य रेखा की ध्रुव से दूरी लघुकृत पृथ्वी के गोले के व्यास के बराबर होती है ।
3. यह शुद्ध दिशा प्रक्षेप है तथा प्रक्षेप केन्द्र से विकरित सभी देशान्तर रेखाओं के सहारे दिशा शुद्ध होती है ।
4. अक्षांश रेखाऐं सकेन्द्रीय वृत्त के रूप में होती हैं और देशान्तर रेखाऐं सीधी होती हैं, जो केन्द्र से प्रसारित होती हुई अन्तिम अक्षांश वृत्त तक जाती हैं ।
5. अक्षांश रेखाओं के बीच की दूरी बराबर नहीं होती है, जबकि देशान्तर रेखाओं के बीच की दूरी बराबर होती है ।
6. मापक केन्द्र से दूर जाने पर फैलता जाता है ।
7. पृथ्वी एवं मानचित्र दोनों की ध्रुवीय स्थिति समान रहने से ध्रुवों पर पूर्ण शुद्धता रहती है ।
8. यह सन्दर्श प्रक्षेप है, जिसमें प्रकाश की कल्पना प्रति ध्रुव पर की जाती है ।

5.4.2 प्रक्षेप रचना विधि :-

प्रस्तुत समरूपीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप की रचना आलेखी विधि से ज्यामितीय नियमानुसार की गयी है, जो निम्न प्रकार से है :-

उदाहरण :- निरूपक भिन्न 1:200,000,000 पर उत्तरी गोलार्द्ध के लिए एक समरूपी ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप की रचना कीजिए । जिसका प्रक्षेपान्तराल 15° है ।

हल -

(i) R = पृथ्वी के लघुकृत गोले का अर्द्धव्यास =

$$\frac{\text{पृथ्वी का वास्तविक अर्धव्यास}}{\text{निरूपक भिन्न का हर}}$$

$$\frac{6,40,000,000}{2,00,000,000} = 32 \text{ से.मी.}$$

R= 3.2 से.मी.

(ii) देशान्तर रेखायें $= \frac{306^\circ}{\text{प्रक्षेपन्तराल}} = 24$ रेखाऐ

प्रस्तुत प्रक्षेप की आरेखीय रचना को दो भागों में विभाजित कर अध्ययन किया गया है -

(i) आधार चित्र की रचना

(ii) मूल प्रक्षेप की आरेखीय रचना

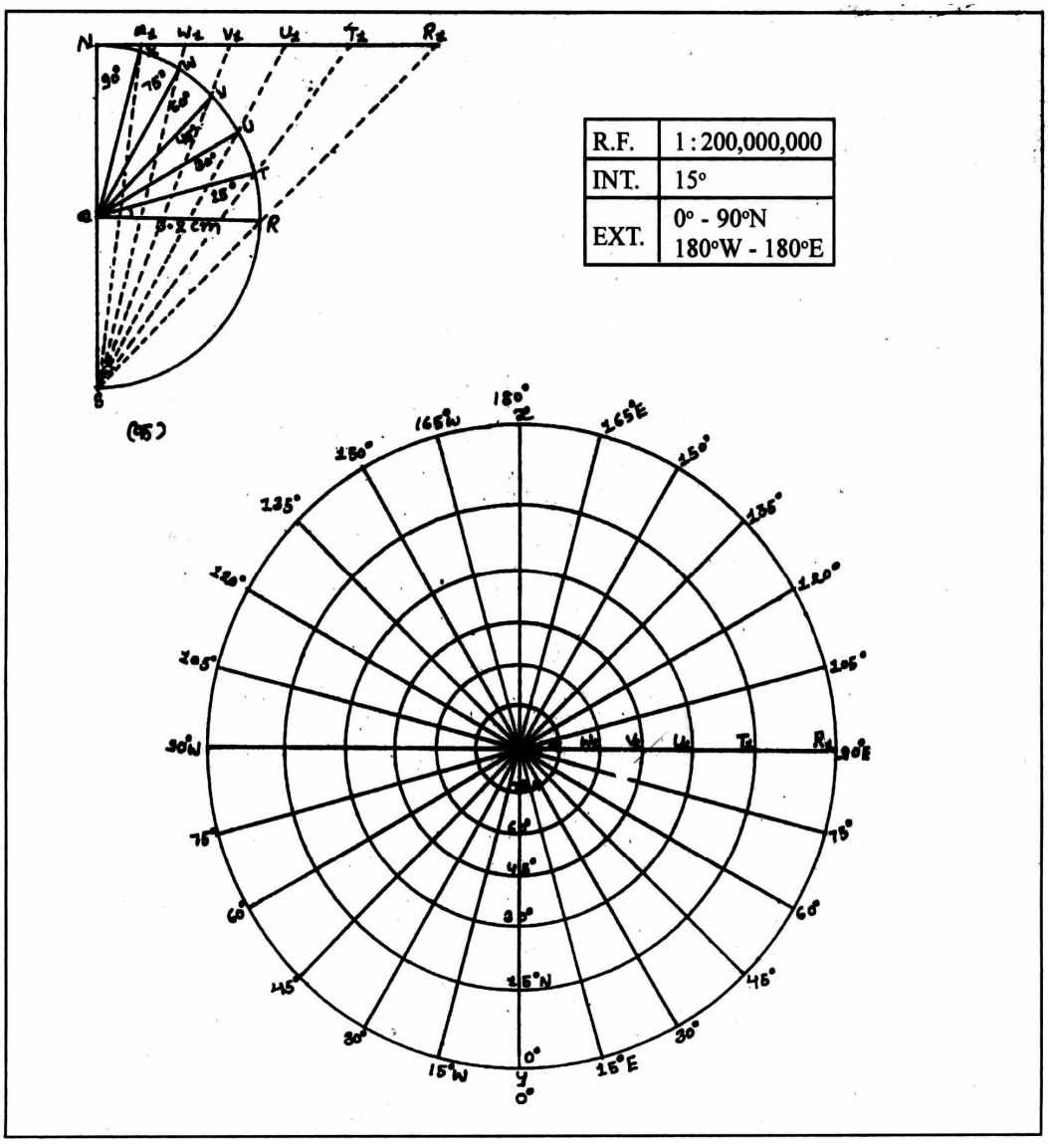
(i) आधार चित्र की आरेखीय रचना:-

चित्र संख्या 5.3 (क) में सर्वप्रथम मापकानुसार 3.2 सेमी अर्द्धव्यास की एक आधार रेखा QR खींचते हैं । Q बिन्दु से उत्तर एवं दक्षिण दोनों ओर लम्ब डालते हैं । अब प्रकार की नोक को Q पर रखकर R बिन्दु से दोनों लम्बों की ओर चाप काटते हुए एक अर्द्धवृत तैयार करते हैं । दोनों लम्बों को चाप जहाँ काटता है वहाँ क्रमश: N और S अंकित कर देते हैं । इस NSR अर्द्धवृत में N बिन्दु उत्तरी ध्रुव को तथा S दक्षिणी ध्रुव को प्रकट करता है तथा R बिन्दु पृथ्वी के केन्द्र को प्रदर्शित करता है ।

अब A बिन्दु से प्रक्षेपान्तराल के अनुसार $15^\circ 30^\circ 45^\circ 60^\circ$ एवं 75° के कोण TQR,UQR,VQR,WQR,XQR बनाते हैं । जो RN चाप को T, U, V, W. X बिन्दुओं पर काटते हैं । फिर N बिन्दु QR के समान्तर 90° का कोण बनाते हुए NR^1 एक सरल स्पर्श रेखा खींचते हैं । अब S बिन्दु अर्थात् दक्षिणी ध्रुव से चापीय बिन्दु T,U,V,W,X को प्रतिच्छेदित करते हुए रेखा तक सरल रेखायें विकिरण के रूप में डालते हैं । जो NR^1 रेखा को क्रमश: R^1 ,T^1 ,U^1 V^1 ,W^1 , व X^1 बिन्दुओं पर मिलाती है । इस आधार चित्र में NS रेखा ध्रुवीय व्यास को तथा QR रेखा विषुवतीय अर्द्धव्यास को प्रकट करती है ।

(ii) मूल प्रक्षेप की रचना :-

चित्र संख्या 5.3 (ख) में समरूपीय ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप के अक्षांश- देशान्तरीय रेखाजाल के लिए सर्वप्रथम कोई एक बिन्दु N निश्चित करते हैं । इस केन्द्र बिन्दु से लम्बवत एक सरल रेखा xy खींचते हैं । अब NR^1,NT^1, NU^1 ,NV^1 ,NW^1 ,NX^1 ,अर्द्धव्यासों की दूरियों के N बिन्दु से सकेन्द्रीय वृत्त खींचते हैं जो क्रमश: 0°,15°,30°,45°,60° एवं 75° अक्षांशीय वृत्त हैं तथा N बिन्दु 90°, उत्तरी ध्रुव को प्रकट करता है ।



चित्र 5.3 समरुपीय ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप

देशान्तर रेखाऐं बनाने के लिए xy सरल रेखा के पूर्व एवं पश्चिम में प्रक्षेपान्तराल के अनुसार 24 रेखायें खींचनी है, जिनमें 12 पूर्वी विस्तार के लिए एवं 12 पश्चिमी विस्तार के लिए । अत: गोल चांदे को केन्द्र बिन्दु N पर रखकर 15° के अन्तराल पर सभी 24 चिन्ह अंकित कर देते हैं तथा सभी को सरल रेखाओं के रूप में अन्तिम अक्षांशीय वृत से केन्द्र तक मिला देते हैं । इस अक्षांशीय एंव देशान्तरीय रेखाजाल पर अंशीयमान अंकित कर देते हैं । N केन्द्र से Y बिन्दु की और 90°N से 0° अक्षांशीय मान तथा xy के पूर्व में 0-180°E तथा xy के पश्चिम में °-180°W अंशीय मान लिरव देते हैं ।

5.4.3 प्रक्षेप की उपयोगिता :-

समरूपी ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप ध्रुवीय क्षेत्रों के मानचित्रों के लिए प्रयुक्त किया जाता है । साथ ही खगोलीय उद्देश्य के लिए, नौकायन, चार्ट के लिए, बड़े-बडे देशों को प्रदर्शित करने के लिए भी यह प्रक्षेप उपयोगी है । आधुनिक युग में इस प्रक्षेप के रेखाजाल का उपयोग गणित एवं खनिज विज्ञान की कुछ समस्याओं को समझने एवं सुलझाने में भी होने लगा है ।

बोध प्रश्न -2

1. प्रक्षेपण तल प्रकाश स्त्रोत के प्रतिध्रुव को स्पर्श किस प्रक्षेप पे करता है?

   .....

2. त्रिविम शिरोबिन्दु प्रक्षेप के समाकृति प्रक्षेप क्यों कहते है ?

   .....

3. दो देशांतरों के मध्य कितने मिनट का अंतर होता है ?

   .....

5.5 लम्बकोंणीय ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप (Orthographic Polar Zenithal Projection)

लम्बकोणीय ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप एक सन्दर्श प्रक्षेप है । यह शिरोबिन्दु प्रक्षेप की भूमध्य रेखीय दशा को प्रकट करता है ।इस प्रक्षेप की रचना भी दो परिकल्पनाओं से की जाती है ।

1. प्रकाश स्त्रोत अनन्त दूरी पर माना जाता है ।
2. प्रक्षेपण तल ध्रुव को स्पर्श करता है ।

इसमें प्रकाश की किरणें अक्षांश-देशान्तर रेखाजाल को जिस बिन्दु पर काटती हुई प्रक्षेपण तल पर छाया डालती है उसी से प्रक्षेप की रचना होती है । प्रकाश अनन्त से आने के कारण एक बार में एक ही गोलार्द्ध प्रदर्शित किया जा सकता है । इस प्रक्षेप में अक्षांश रेखाओं के सभी बिन्दु ध्रुवीय अक्ष के समान्तर स्पर्श तल पर प्रक्षेपित होते हैं । स्पर्श केन्द्र से इन प्रक्षेपित बिन्दुओं की दूरी ही अक्षांशों के अर्द्धव्यास हैं, जिनकी रचना सकेन्द्रीय वृत्त के रूप में की जाती है ।

5.5.1 प्रक्षेप की 'विशेषताएँ :-

लम्बकोणीय ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप की विशेषताएँ निम्न हैं -

1. प्रक्षेप में अक्षांशीय रेखायें सकेन्द्रीय वृत्त होती हैं लेकिन उनके बीच की दूरी बराबर नहीं होती है ।
2. अक्षांश रेखाओं के बीच की दूरी केन्द्र से दूर होने पर घटती जाती है ।
3. देशान्तर रेखायें सीधी सरल रेखायें होती हैं तथा केन्द्र के चारों और फैली होती हैं ।
4. अक्षांश रेखाओं के निकट मापक शुद्ध होते हैं लेकिन देशान्तर रेखाओं के निकट मापक फैला करते हैं ।
5. इस प्रक्षेप का आकार और क्षेत्र दोनों केन्द्र से दूर जाने पर अशुद्ध हो जाते हैं ।
6. इस प्रक्षेप पर एक गोलार्द्ध का मानचित्र बनाया जा सकता है ।

7. पृथ्वी एवं मानचित्र दोनों की ध्रुवीय स्थिति समान रहने से ध्रुवों पर पूर्ण शुद्धता रहती है ।
8. अक्षांश एवं देशान्तर रेखायें एक दूसरे को समकोण पर काटती हैं ।

5.5.2 प्रक्षेप की रचना विधि :-

प्रस्तुत लम्बकोणीय ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप की रचना आलेखी विधि से ज्यामितीय नियमानुसार की गयी है, जो इस प्रकार से हैं :-

उदाहरण :- निरूपक भिन्न 1:200,000,000 पर उत्तरी गोलार्द्ध के लिए एक लम्बकोणीय ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप की रचना कीजिए । जिसका प्रक्षेपान्तराल 15° है ।

हल -

(i) R= पृथ्वी के लघुकृत गोले का अर्द्धव्यास =

$$\frac{\text{पृथ्वी का वास्तविक अर्द्धव्यास}}{\text{निरूपक भिन्न का हर}}$$

$$\frac{6,40,000,000}{2,00,000,000} = 3.2 \text{ सेमी.}$$

(ii) देशान्तर रेखायें = $\frac{360^\circ}{\text{प्रक्षेपान्तरल}}$

$$=\frac{360^\circ}{150^\circ} = 24 \text{ रेखाएँ}$$

प्रस्तुत लम्बकोणीय ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप की रचना दो भागों में विभाजित कर दी गयी है।

(1) आधार चित्र की आरेखीय रचना

(2) मूल प्रक्षेप की आरेखीय रचना

(1) आधार चित्र की आरेखीय रचना:-

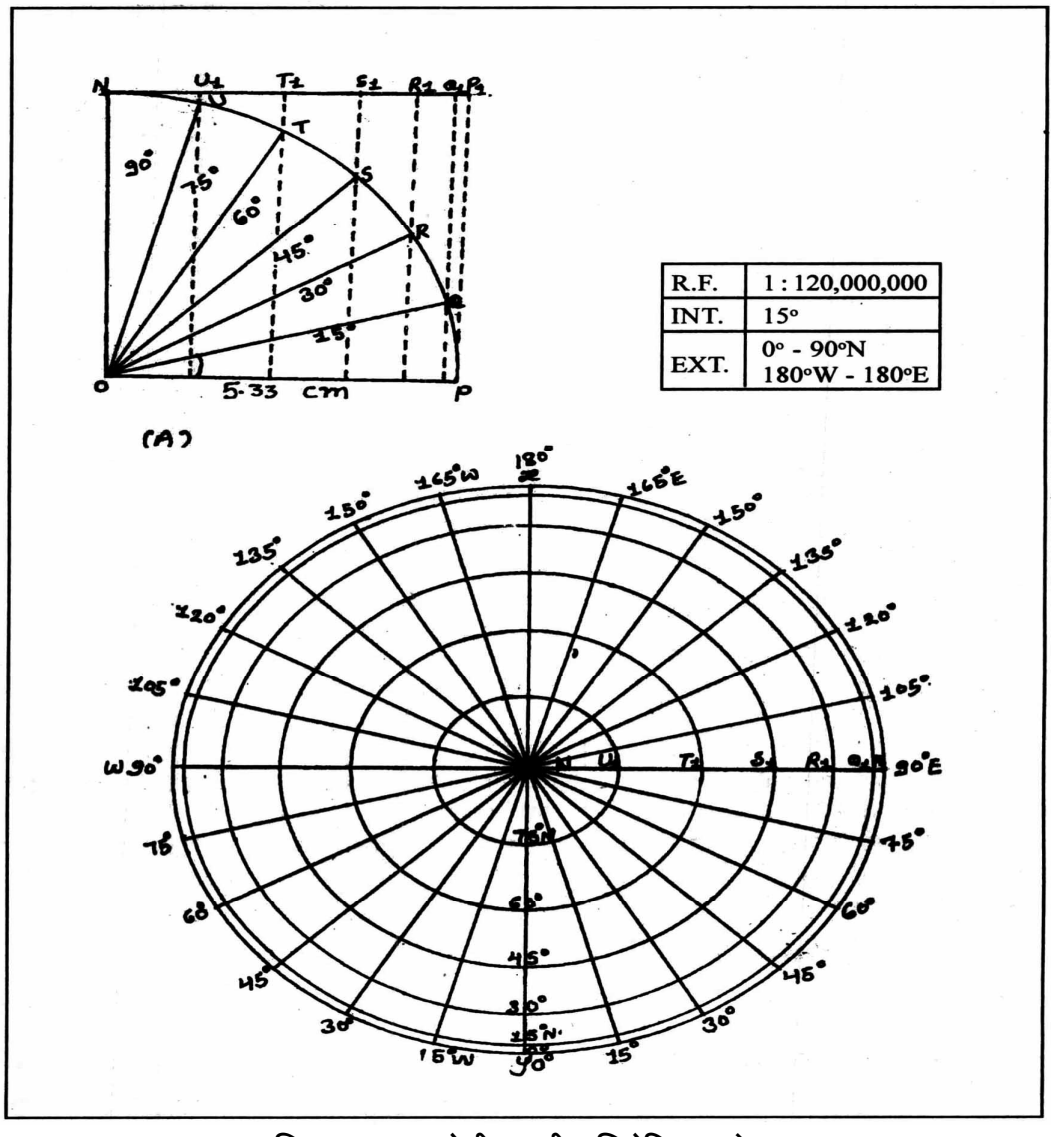
चित्र संख्या 5.4 (अ) के अनुसार सर्वप्रथम 5.33 सेमी की आधार रेखा OP खींचते हैं । O बिन्दु से लम्बवत् लम्ब डालते हैं । अब 0° बिन्दु पर प्रकाश की नोंक रखकर p बिन्दु से लम्ब की ओर चाप घुमाते हैं, जहाँ लम्ब का प्रतिच्छेदन होता है, वहाँ N बिन्दु अंकित कर देते हैं । इस प्रकार NOP एक चतुर्थांश बनाते हैं । अब प्रक्षेपान्तराल के अनुसार व बिन्दु से 15°,30°,45°,60° एवं 75° के कोण क्रमश: QOP,ROP,SOP,TOP,UOP बनाते हैं । फिर N बिन्दु से 90° का कोण बनाते हुए op के समान्तर एक सरल स्पर्श रेखा खींचते हैं अब चापीय बिन्दु P,Q,R,S,T,U से स्पर्श रेखा पर लम्ब डालते हैं जो स्पर्श रेखा को P^1, Q^1, R^1, S^1,T^1, U^1, पर प्रतिच्छेदित करते हैं । N बिन्दु से P^1 की दूरी 0° अक्षांशीय वृत्त, Q^1 की दूरी 15° अक्षांशीय वृत्त, R^1 की दूरी 30° अक्षांशीय वृत्त, S^1 की दूरी 45° अक्षांशीय वृत्त, T^1 की दूरी 60° अक्षांशीय वृत्त U^1 की दूरी 75° अक्षांशीय वृत्त के अर्द्धव्यास को प्रकट करती है ।

(2) मूल प्रक्षेप की आरेखीय रचना:-

चित्र संख्या 5.4 (ब) के अनुसार प्रक्षेप में आक्षंशीय व देशान्तरीय विस्तार को प्रदर्शित करने के लिए एक लम्बवत् xy सरल रेखा खींचते हैं, यह रेखा पूर्व में निश्चित किये गये बिन्दु N से लम्बवत् खींची गयी है । यहाँ N बिन्दु अक्षांशीय वृत्तों का केन्द्र है । अब N केन्द्र से NP^1 दूरी के अर्द्धव्यास का वृत खींचते हैं, जो 0° अक्षांशीय वृत को प्रदर्शित करता है इसी प्रकार N बिन्दु से NQ^1, NR^1,

NS^1, NT^1, NU^1 दूरी के सकेन्द्रीय वृत्त बनाते हैं जो क्रमश: 15°,30°,45°,60° एवं 75° के अक्षांशीय वृत को प्रदर्शित करते हैं ।

देशान्तर रेखायें बनाने के लिए xy सरल रेखा के पूर्व एवं पश्चिम में प्रक्षेपान्तरालानुसार कुल 24 रेखायें खींचनी है । 12 पूर्वी विस्तार के लिए एवं 12 पश्चिमी विस्तार के लिए । अत: गोल चादें को केन्द्र बिन्दु N पर रखकर y पर 0° देशान्तर मानते हुए 15° के अन्तराल पर 12 चिन्ह 0° के पूर्व की ओर तथा 12 चिन्ह पश्चिम की ओर लगा देते हैं । अब इन सभी चिन्हों को सरल रेखाओं कें रूप में अन्तिम अक्षांशीय वृत्त से केन्द्र तक खींच देते है । इस अक्षांशीय एवं देशान्तरीय रेखाजाल पर अंशीयमान अंकित कर देते हैं । N बिन्दु से y बिन्दु की ओर 90°-0° अक्षांशीय मान तथा xy के पूर्व में 0°-180°E तथा xy के पश्चिम में 0°-180°W अंशीय मान अंकित कर देते है।



चित्र 5.4 लम्बकोणीय ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप

5.5.3 प्रक्षेप की उपयोगिता :-

लम्बकोणीय ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप का उपयोग मुख्य रूप से खगोलीय मानचित्रों के लिए किया जाता है । यद्यपि इस प्रक्षेप पर बने मानचित्रों में क्षेत्रफल एवं आकृति अशुद्ध होती है । लेकिन मानचित्रों को देखने से ऊँचे-नीचे भागों का अन्दाजा लगाया जा सकता है । अत: इस प्रक्षेप में रंग एवं छायाओं द्वारा स्थलाकृतिक लक्षणों को प्रभावशाली तरीके से प्रदर्शित किया जा सकता है ।

बोध प्रश्न - 3

1. कौनसा प्रक्षेप खगोलीय मानचित्रों के लिए विशेष रूप से उपयोगी है ?

   .....

2. किस प्रक्षेप मे प्रकाश पुंज की सहायता से ग्लोब की अक्षांश और देशांतर रेखाओं को प्रक्षेपित किया जाता है ?

   .....

3. समय परिवर्तन किस के सहारे होता है ?

   .....

5.6 समदूरस्थ ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप (Equal Distant Polar Zenithal Projection)

समदूरस्थ ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप असंदर्श प्रक्षेप है । इस प्रक्षेप में प्रक्षेपण तल को ध्रुव पर स्पर्श करता हुआ माना जाता है । अक्षांश रेखायें ध्रुव को केन्द्र मानकर समान दूरी पर होती हैं जो शुद्ध दूरी पर खींची जाती हैं । सभी अक्षांश रेखायें सकेन्द्रीय वृत्त होती हैं । देशान्तर रेखाओं सरल रेखाओं के रूप में समान कोण के अन्तर पर बनायी जाती हैं । इस प्रक्षेप में केवल एक गोलार्द्ध दिखा सकते हैं ।

यह प्रक्षेप किसी गोलार्द्ध को दिखाने के लिए उस समय प्रयोग किया जाता है जब केवल दूरी या दिशा दिखाना है ।

5.6.1 प्रक्षेप की विशेषताएँ :-

समदूरस्थ ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप की निम्न विशेषताएँ हैं :-

1. समदूरस्थ ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप में अक्षांशीय वृत्त समान दूरी पर बने होने के कारण सभी देशान्तरों की मापनी शुद्ध होती है ।
2. ध्रुव से भूमध्य रेखा की ओर अक्षांशीय वृत्तों पर मापनी बढ़ती है ।
3. केन्द्र से दूर जाने पर क्षेत्रफल विकृत हो जाता है ।
4. अक्षांश रेखायें सकेन्द्रीय वृत्त होती हैं जबकि देशान्तर रेखायें सीधी होती हैं ।
5. यह प्रक्षेप न ही अनुकोंणीय है और न ही समक्षेत्र प्रक्षेप ।
6. ग्लोब का अधिकतम आधा भाग ही इस प्रक्षेप में प्रदर्शित किया जा सकता है ।

5.6.2 प्रक्षेप रचना विधि :-

प्रस्तुत समदूरस्थ ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप की रचना आलेखी विधि से की गयी है । जिसमें ज्यामितीय नियमानुसार गणना की जाती है जो इस प्रकार है -

उदाहरण :- प्रतिनिधि भिन्न 1:210,000,000 पर उत्तरी गोलार्द्ध के लिए एक समदूरस्थ ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप की रचना कीजिए । जिसका प्रक्षेपान्तराल 15° है ।

हल -

(i) R= पृथ्वी के लघुकृत गोले का अर्द्धव्यास =

$$\frac{\text{पृथ्वी का वास्तविक अर्धव्यास}}{\text{निरूपक भिन्न का हर}}$$

$$= \frac{6,40,000,000}{2,10,000,000} = 3.04 \text{ से. मी}$$

R= 3.04 से.मी

(ii) देशान्तर रेखायें = $\frac{360°}{\text{प्रक्षेपान्तराल}}$

$$= \frac{360°}{15°} = 24 \text{ रेखाएँ}$$

प्रस्तुत समदूरस्थ ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप की आरेखीय रचना को दो भागों में बांटकर अध्ययन किया गया है

(1) आधार चित्र की आरेखीय रचना

(2) मूल प्रक्षेप की आरेखीय रचना

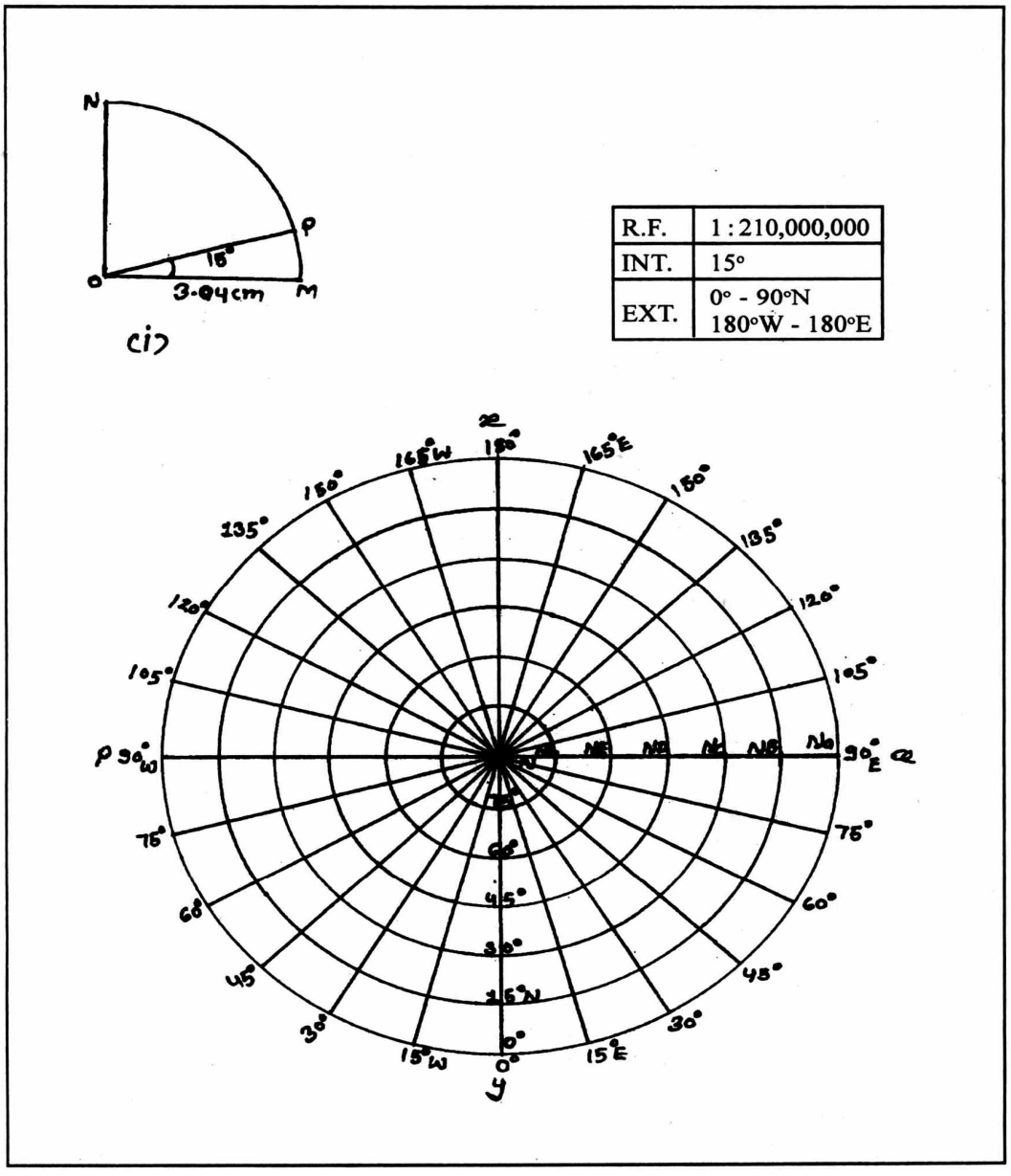
(1) आधार चित्र की आरेखीय रचना :-

चित्र संख्या 5.5(i) में मापकानुसार सबसे पहले 3.04 सेमी अर्द्धव्यास की OM एक आधार रेखा खीचते हैं । O बिन्दु से लम्बवत् एक लम्ब डालते हैं । अब प्रकार की नोक को O बिन्दु पर रखकर बिन्दु M से लम्ब की ओर चाप काटते हैं ।चाप द्वारा लम्ब जहां पर कटता है उसे N नाम दे देते हैं । O बिन्दु ग्लोब का केन्द्र एंव N बिन्दु उत्तरी ध्रुव को प्रकट करता है । इस प्रकार NOM एक चतुर्थांश बन जाता है अब O बिन्दु से प्रक्षेपान्तराल के अनुसार 15° का कोण बनाते हैं जिसे सरल रेखा के रूप में MN प्राप्त चाप पर मिला देते हैं । इस प्रकार POM कोण बनता है । PM बिन्दुओं के बीच की दूरी अक्षांशों के बीच की दूरी है ।

(2) मूल प्रक्षेप की आरेखीय रचना:-

चित्र संख्या 5.5(ii) में समदूरस्थ ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप बनाने के लिए सबसे पहले दो सरल रेखायें PQ और XY एक दूसरे को समकोण पर काटती हुई खींचते हैं । ये सरल रेखाएँ जिस बिन्दु पर एक दूसरे को काटती हैं वह N बिन्दु को प्रदर्शित करेगा और यह N बिन्दु प्रक्षेप में उत्तरी ध्रुव को प्रकट करता है । अब NP, NQ अथवा NX, NY में से किसी भी एक जैसे NQ अर्द्धव्यास पर प्रक्षेपान्तराल की चापीय दूरी PM के बराबर 6 चिन्ह NF, NE, ND, NC, NB, NA केन्द्र से बाहर की ओर लगा देते हैं । N केन्द्र से Q की ओर क्रमश: यह चिन्ह 75°, 60°, 45°,30°,15° एवं 0° अक्षांशीय वृत्तों को प्रकट करते हैं । जो N केन्द्र पर प्रकार की नोक रखकर लगाये गये चिन्हों को अन्य अर्द्धव्यासों पर मिलाते हुए बनाये गये हैं । ये वृत्त सकेन्द्रीय वृत्त हैं ।

देशान्तर रेखायें बनाने के लिए XY सरल रेखा के पूर्व-पश्चिम में प्रक्षेपान्तराल के अनुसार 24 रेखायें खींचनी हैं । जिसमे से 12 पूर्वी विस्तार के लिए एवं 12 पश्चिमी विस्तार के लिए । XY सरल रेखा के Y छोर को 0° मानकर चांदे की सहायता से 15° के अन्तराल से 12 चिह्न पूर्व की ओर तथा 12 चिह्न 0° के पश्चिम की ओर लगा देते हैं तथा सभी को सरल रेखाओं, के रूप में अन्तिम अक्षांशीय वृत्त से केन्द्र तक मिला देते हैं और XY के पूर्व में 0°-180°E तथा xy के पश्चिम में 0°-180°W अंशीयमान अंकित कर देते हैं ।



चित्र 5.5 : समदूरस्थ ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप

5.6.3 प्रक्षेप की उपयोगिता :-

समदूरस्थ ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप ध्रुवों से 30° तक विस्तार के लिए अधिक उपयोगी है । साथ ही आर्कटिक क्षेत्रों के सामान्य उद्देश्य वाले मानचित्र, ध्रुवीय अन्वेषण एवं ध्रुवीय नौ-संचालन से सम्बन्धित मानचित्रों के लिए भी यह प्रक्षेप उपयोगी है ।

बोध प्रश्न -4

1. समदूरस्थ ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप में अक्षांश रेखायें कितनी दूरी पर खींची जाती हैं ?
   .....
2. समदूरस्थ ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप किन प्रदेशों के मानचित्रों के लिए उपयोगी है?
   .....
3. समदूरस्थ ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप किस प्रकार का प्रक्षेप है?
   .....

5.7 समक्षेत्र ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप (Equal Area Polar Zenithal Projection)

समक्षेत्र ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप असंदर्श प्रक्षेप है । इस प्रक्षेप की रचना सर्वप्रथम जे.एच.लेम्बर्ट ने 1772 ई. में की थी । इसे लेम्बर्ट का समक्षेत्र प्रक्षेप या लेम्बर्ट का Azimuthal Equiralent Projection के नाम से भी जानते हैं । इस प्रक्षेप में क्षेत्रफल समान रहता है । समान क्षेत्रफल बनाये रखने के लिए अक्षांशों की बढोतरी को देशान्तर रेखाओं के उसी अनुपात में कम कर दिया जाता है । इस परिवर्तन से क्षेत्रफल बराबर हो जाता है ।

5.7.1 प्रक्षेप की विशेषताएँ -

समक्षेत्र ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप की विशेषताएँ निम्न हैं :-

1. अक्षांश रेखाओं के मध्य की दूरी केन्द्र से भूमध्य रेखा की ओर निरन्तर घटती जाती है।
2. अक्षांश वृत्तों एवं देशान्तर रेखाओं की मापनियों में संतुलन से प्रक्षेप का क्षेत्रफल शुद्ध रहता है ।
3. प्रक्षेप में ध्रुव से प्रत्येक ओर दिशा शुद्ध होती है ।
4. इस प्रक्षेप में केवल एक गोलार्द्ध का मानचित्र बनाया जा सकता है ।
5. केन्द्र से दूर जाने पर मानचित्र के आकार में थोड़ी अशुद्धता आ जाती है ।
6. प्रक्षेप में अक्षांशीय वृत्त ध्रुव को केन्द्र मानकर खींचे गये सकेन्द्रीय वृत्त हैं ।
7. देशान्तर रेखायें समान कोण के अन्तर पर बनायी गयी सरल रेखायें होती हैं ।
8. अक्षांश एवं देशान्तर रेखाएँ एक-दूसरे को समकोण पर काटती हैं ।

5.7.2 प्रक्षेप की रचना विधि :-

प्रस्तुत समक्षेत्र ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप की रचना आलेखी विधि से की गयी है । जिसकी ज्यामितीय नियमानुसार गणना की जाती है, जो इस प्रकार है -

उदाहरण :- निरूपक भिन्न 1:160,000,000 पर उत्तरी गोलार्द्ध के लिए एक समक्षेत्र ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप की रचना कीजिए । जिसका प्रक्षेपान्तराल 30°, रखिए ।

हल -

(i) R = पृथ्वी के लघुकृत गोले का अर्द्धव्यास =

$$\frac{\text{पृथ्वी का वास्तविक अर्धव्यास}}{\text{निरूपक भिन्न का हर}}$$

$$= \frac{6,40,000,000}{1,60,000,000} = 4 \text{ से.मी}$$

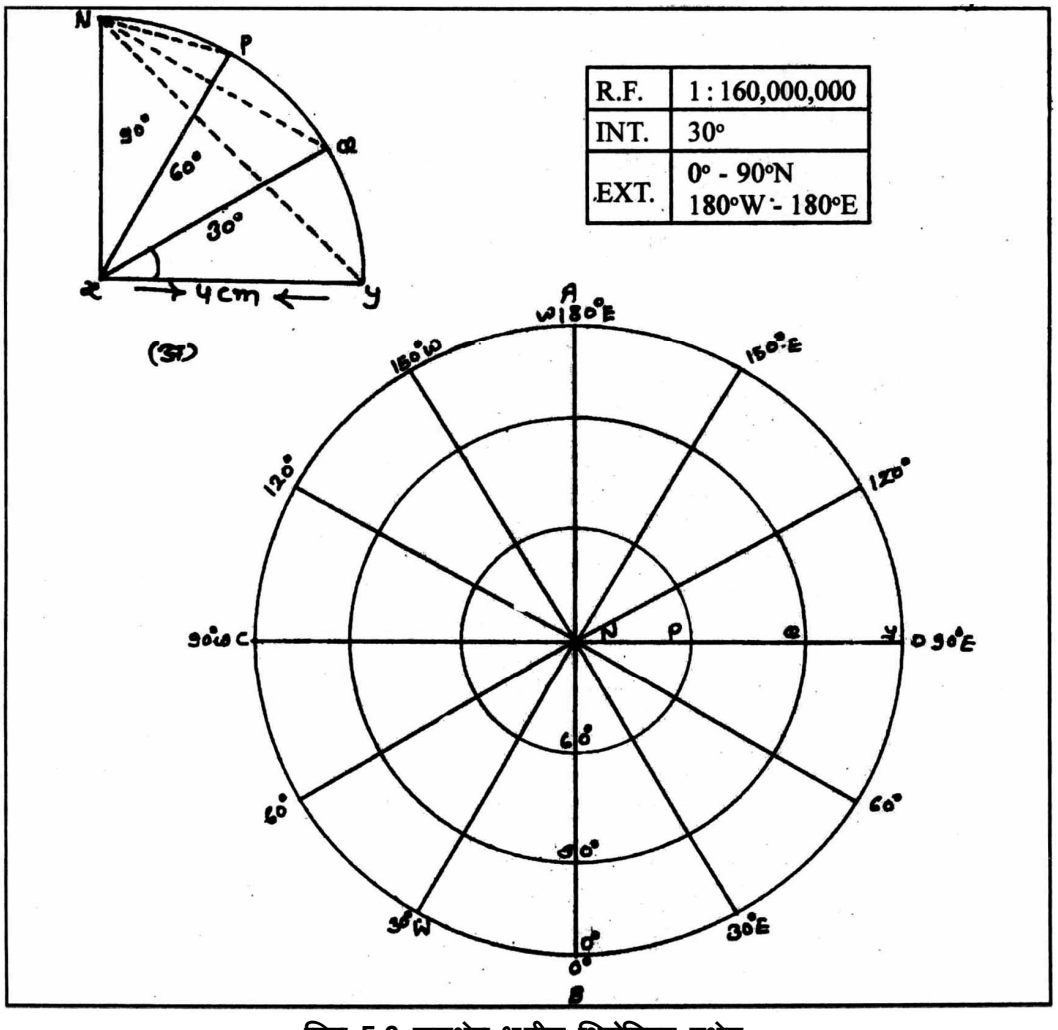
R = 4 सेमी.

(ii) देशान्तर रेखायें = $\frac{360^\circ}{\text{प्रक्षेपान्तराल}}$

$$= \frac{360^\circ}{30^\circ} \text{ 12 रेखाएँ}$$

प्रस्तुत समक्षेत्र ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप की आरेखीय रचना दो भागों में बाँटकर अध्ययन की गयी है

(1) आधार चित्र की आरेखीय रचना



चित्र 5.6 समक्षेत्र ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप

(2) मूल प्रक्षेप की आरेखीय रचना

1. आधार चित्र की आरेखीय रचना :-

चित्र संख्या 5.6 (अ) के मापकानुसार 4 से.मी अर्द्धव्यास की एक आधार रेखा XY खींचते हैं । X बिन्दु से लम्बवत् एक लम्ब डालते हैं । अब X बिन्दु पर प्रकार की नोंक रखकर Y बिन्दु से लम्ब की ओर चाप काटते हैं । चाप द्वारा काटा गया लम्ब का कटान बिन्दु N को प्रदर्शित करता है । इस प्रकार NXY चतुर्थांश बन जाता है । प्रक्षेपान्तराल के अनुसार X बिन्दु से 30° और 60° के कोण बनाते हैं फिर Y बिन्दु पर बने 0°, Q बिन्दु पर बने 30° तथा P बिन्दु पर बने 60° के कोण को किरणों के माध्यम से N बिन्दु से मिला देते हैं । इस प्रकार बने NY, NQ एवं NP बिन्दुओं की दूरियों के अर्द्धव्यास प्रक्षेप में क्रमश: 0°,30°, 60° के अक्षांशीय वृत्तों को प्रदर्शित करते हैं ये सभी अक्षांशीय वृत्त सकेन्द्रीय अक्षांशीय वृत्त हैं ।

2. मूल प्रक्षेप की आरेखीय रचना: -

चित्र संख्या 5.6 (ब) में अक्षांशीय एवं देशान्तरीय रेखाजाल बनाने के लिए सर्वप्रथम AB व CD दो सरल रेखायें एक दूसरे को समकोण पर काटती हुई खींचते है । इन दोनों रेखाओं के कटान बिन्दु को N द्वारा प्रदर्शित करते है जो प्रक्षेप का केन्द्र बिन्दु तथा 90° N है । N बिन्दु से सर्वप्रथम NP दूरी का अर्द्धव्यास लेकिन वृत्त खींचते है जो प्रक्षेप में 60° उत्तरी अक्षांशीय वृत्त को प्रदर्शित करता है । इसी प्रकार आधार चित्र के अनुसार NQ दूरी का अर्द्धव्यास तथा NY दूरी का अर्द्धव्यास लेकर वृत्त बनाते हैं जो क्रमश: 30° व 0° को प्रदर्शित करते हैं । ये सभी अक्षांशीय वृत्त N बिन्दु से खींचे गये संकेन्द्रीय अक्षांशीय वृत्त हैं ।

देशान्तर रेखायें बनाने के लिए AB सरल रेखा के पूर्व-पश्चिम में प्रक्षेपान्तराल के अनुसार 12 रेखायें खींचनी हैं । जिसमे से 6 पूर्वी विस्तार के लिए एवं 6 पश्चिमी विस्तार के लिए । AB सरल रेखा के B छोर को 0° मानकर गोल चांदे को केन्द्र बिन्दु पर रखकर प्रक्षेपान्तराल 30° के 6 चिन्ह 0° के पूर्व में तथा 6 चिह्न पश्चिम में लगा देते हैं । अब इन चिन्हों को सरल रेखाओं के रूप में अन्तिम अक्षांशीय वृत्त से केन्द्र तक मिला देते हैं । इसके उपरान्त इन रेखाओं पर अक्षांशीय देशान्तरीय अंशीयमान अंकित कर देते हैं । N बिन्दु से B बिन्दु की ओर 90° से 0° अक्षांशीय मान तथा AB के पूर्व में 0°-180°E तथा पश्चिम में 0°-180°W देशान्तरीय मान अंकित कर देते है ।

5.7.3 प्रक्षेप की उपयोगिता : -

समक्षेत्र ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप का उपयोग ध्रुवीय क्षेत्रों के वितरण मानचित्रों तथा ध्रुव से 30° तक के क्षेत्रों के लिए यह प्रक्षेप उपयोगी है ।

बोध प्रश्न - 5

1. इस प्रक्षेप को समक्षेत्र प्रक्षेप क्यों कहते हैं?

   .....

2. समक्षेत्र शिरोबिन्दु प्रक्षेप की रचना किस विद्वान ने की थी?

   .....

3. समक्षेत्र शिरोबिन्दु प्रक्षेप का दूसरा नाम क्या है?

.....

5.8 सारांश (Summary)

शिरोबिन्दु प्रक्षेप में समतल कागज को ग्लोब के एक बिन्दु पर स्पर्श करने की कल्पना की जाती है तथा स्पर्श बिन्दु के विपरीत स्थित प्रकाश की सहायता से ग्लोब के अक्षांश एवं देशान्तर रेखाजाल को कागज पर प्रक्षेपित किया जाता है । इन प्रक्षेपों में केन्द्र बिन्दु से सभी स्थानों की दिशा शुद्ध रहती है ।

केन्द्रीय ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप ध्रुवीय दशा को प्रकट करता है जिसमें देशान्तर रेखाऐं सीधी एवं अक्षांश रेखाऐं वृत्ताकार होती हैं तथा उनके बीच की दूरी केन्द्र से दूर होने पर बढ़ती जाती है । इस प्रक्षेप पर भूमध्य रेखा प्रदर्शित नहीं की जा सकती । प्रक्षेप का ध्रुवीय प्रदेशों के नाविक चार्ट, नौ संचालन एवं सामान्य उद्देश्य वाले मानचित्र बनाने में उपयोग किया जाता है ।

शुद्ध आकृति वाले समरूपीय ध्रुवीय प्रक्षेप का विस्तार समान रहने के कारण यह समाकृति प्रक्षेप है । जिस पर प्रकाश स्त्रोत की कल्पना प्रति ध्रुव पर की जाती है । इस प्रक्षेप में पृथ्वी एवं मानचित्र दोनों की ध्रुवीय स्थिति समान रहने से ध्रुवों पर पूर्ण शुद्धता रहती है । आधुनिक युग मे इस प्रक्षेप का उपयोग गणित एव, खनिज विज्ञान की कुछ समस्याओं को सुलझाने मे होने लगा है ।

लम्बकोंणीय ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप की भूमध्यरेखीय दशा को प्रकट करता है । प्रक्षेप में प्रकाश अनन्त से आने के कारण एक बार में एक ही गोलार्द्ध को प्रदर्शित किया जा सकता है । इस प्रक्षेप का आकार एवं क्षेत्र दोनों केन्द्र से दूर जाने पर अशुद्ध हो जाते हैं । प्रक्षेप में अक्षांश रेखाएँ सकेन्द्रीय वृत्त होती हैं लेकिन उनके बीच की दूरी बराबर नहीं होती । इसमें स्थलाकृतिक लक्षणों को रंग एवं छायाओं द्वारा प्रभावशाली तरीके से प्रदर्शित किया जा सकता है ।

समदूरस्थ ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप न तो अनुकोंणीय है और न ही समक्षेत्र । यह प्रक्षेप केवल किसी गोलार्द्ध को दिखाने के लिए उस समय प्रयोग किया जाता है जब केवल दूरी या दिशा दिखाना हो । यह प्रक्षेप ध्रुवों से 30° तक के विस्तार के लिए अधिक उपयोगी है ।

जोहन हेनरिच लैम्बर्ट ने 1772 में समक्षेत्र प्रक्षेप की रचना की । जिसमें क्षेत्रफल समान रहता है । इसमें क्षेत्रफल को समान बनाये रखने के लिए अक्षांशों की बढ़ोत्तरी को देशान्तर रेखाओं को उसी अनुपात में कम कर दिया जाता है । इस प्रक्षेप में ध्रुव से प्रत्येक ओर दिशा शुद्ध होती है । इस प्रक्षेप का उपयोग ध्रुवीय क्षेत्रों के वितरण मानचित्रों में किया जाता है ।

5.9 शब्दावली (Glossary)

1. **प्रक्षेप केन्द्र :-** शिरोबिन्दु प्रक्षेप के उस बिन्दु को जहाँ प्रक्षेपण तल ग्लोब को स्पर्श करता है, प्रक्षेप केन्द्र कहते हैं ।
2. **प्रक्षेपण तल -** जिस समतल सतह पर अक्षांश-देशान्तर रेखाओं का जाल बनाया जाता है, उसे प्रक्षेपण तल कहते हैं ।
3. **केन्द्रीय मध्याहन रेखा:-** मानचित्र या प्रक्षेप को दो बराबर भागों में विभक्त करने वाली रेखा को केन्द्रीय मध्याहन रेखा कहते हैं ।
4. **सन्दर्श प्रक्षेप :-** वे प्रक्षेप जिन्हें प्रकाश की सहायता से बनाया जाता है सन्दर्श प्रक्षेप कहलाते हैं ।

5. **असंदर्श प्रक्षेप :-** वह प्रक्षेप जिन्हें गणितीय विधियों की सहायता से बनाया जाता है, असंदर्श प्रक्षेप कहलाता है ।
6. **अक्षांश रेखा :-** भूमध्य रेखा से समदूरस्थ अक्षांश वाले स्थानों को मिलाने वाली काल्पनिक रेखा को अक्षांश रेखा कहते हैं ।
7. **देशान्तर रेखा :-** समान देशान्तर वाले स्थानों को मिलाकर खींची जाने वाली काल्पनिक रेखा देशान्तर रेखा कहलाती है ।

5.10 संदर्भ गन्ध (Reference Books)

1. हीरालाल यादव : प्रायोगात्मक भूगोल के आधार, राधा पब्लिकेशन्स, नई दिल्ली 2006
2. एम. इश्तियाक : प्रायोगिक भूगोल, मानक पब्लिकेशन्स प्रा. लिमिटेड, विजयचौक लक्ष्मीनगर, दिल्ली 1999
3. जेपी. शर्मा : प्रायोगिक भूगोल, रस्तोगी प्रकाशन, गंगोत्री, शिवाजी रोड मेरठ, 2008
4. राजकुमार शर्मा : प्रायोगिक भूगोल, हिमांशु पब्लिकेशन्स, हिरणमगरी, सेक्टर- 11 उदयपुर एवं अंसारी रोड दरियागंज, नई दिल्ली 2007

5.11 बोध प्रश्नों के उत्तर

बोध प्रश्न - 1

1. ध्रुवीय प्रदेशों मे यातायात के लिए केन्द्रीय ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप उपयोगी है ।
2. केन्द्रीय ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप पर भूमध्यरेखा को प्रदर्शित नहीं किया जा सकता ।
3. वह मानचित्र जिसके आधार पर अन्य दूसरे मानचित्र तैयार किये जाते हैं

बोध प्रश्न - 2

1. त्रिविम ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप में प्रक्षेपण तल प्रकाश स्त्रोत के प्रतिध्रुव को स्पर्श करता है।
2. इस प्रक्षेप का विस्तार समान रहने से इसे समाकृति प्रक्षेप भी कहते हैं ।
3. दो देशान्तरों के मध्य 4 मिनिट का अन्तर होता हे ।

बोध प्रश्न - 3

1. लम्बकोंणीय ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप खगोलीय मानचित्रों के लिए विशेष रूप से उपयोगी है ।
2. शिरोबिन्दु प्रक्षेप में प्रकाश पुंज की सहायता से ग्लोब की अक्षांश देशान्तर रेखाओं को प्रक्षेपित किया जाता है ।
3. देशान्तर रेखाओं के सहारे परिवर्तन होता है ।

बोध प्रश्न - 4

1. समान दूरी पर
2. आर्कटिक प्रदेशों के मानचित्रों के लिए ।
3. असंदर्श प्रक्षेप

बोध प्रश्न - 5

1. क्योंकि प्रक्षेप में क्षेत्रफल समान होता है और इसे बनाये रखने के लिए अक्षांशों की बढ़ोतरी को देशान्तर रेखाओं को उसी अनुपात में कम कर दिया गया है ।
2. जे.एच.लैम्बर्ट ने समक्षेत्र शिरोबिन्दु प्रक्षेप की रचना की थी ।
3. इस प्रक्षेप को लैम्बर्ट का Azimuthal Equivalent projection कहते हैं ।

5.12 अभ्यासार्थ प्रश्न

1. उत्तरी ध्रुव के लिए निरूपक भिन्न 1:210,000,000 पर एक केन्द्रीय ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप की रचना कीजिए । जो 30° प्रक्षेपान्तराल पर बना हो ।
2. निरूपक भिन्न 1:320,000,000 पर 30° उत्तर से 90° उत्तरी गोलार्द्ध के मध्य क्षेत्र के लिए एक केन्द्रीय ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप की रचना कीजिए । जिसका प्रक्षेपान्तराल 30° रखिए।
3. निरूपक भिन्न 1:300,000,000 पर दक्षिणी गोलार्द्ध के लिए एक त्रिविम ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप की रचना कीजिए । जिसमें प्रक्षेपान्तराल 15° रखिए ।
4. निरूपक भिन्न 1:160,000,000 पर उत्तरी गोलार्द्ध के लिए एक त्रिविम या समरूपीय ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप की रचना कीजिए । जिसमें प्रक्षेपान्तराल 30° रखिए ।
5. उत्तरी गोलार्द्ध के लिए निरूपक भिन्न 1:225,000,000 पर एक लम्बकोणीय ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप बनाइये । जो 15° प्रक्षेपान्तराल पर बना हो ।
6. दक्षिणी गोलार्द्ध के लिए निरूपक भिन्न 1:200,000,000 पर एक लम्बकोंणीय ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप की रचना कीजिए । जिसका प्रक्षेपान्तराल 10° रखिए ।
7. निरूपक भिन्न 1:250,000,000 पर उत्तरी गोलार्द्ध के लिए एक समदूरस्थ शिरोबिन्दु प्रक्षेप बनाइये । जो 20° प्रक्षेपान्तराल पर निर्मित हो ।
8. उत्तरी गोलार्द्ध के लिए निरूपक भिन्न 1:190,000,000 पर एक समदूरस्थ शिरोबिन्दु प्रक्षेप की 15° प्रक्षेपान्तराल पर रचना कीजिए ।
9. उत्तरी गोलार्द्ध के लिए निरूपक भिन्न 1:150,000,000 पर एक समक्षेत्र शिरोबिन्दु प्रक्षेप की रचना कीजिए । जिसका प्रक्षेपान्तराल 15° रखिए ।
10. निरूपक भिन्न 1:125,000,000 उत्तरी गोलार्द्ध के लिए एक समक्षेत्र शिरोबिन्दु प्रक्षेप की रचना कीजिए । प्रक्षेप में अन्तराल 10° रखिए ।

इकाई-6 : त्रिविम आरेख : ब्लाकपुंज आरेख. गोलीय. स्टिलजेन बोअर विधि एवं स्टेन-डी-गीर विधि (Three Diamentional Diagrams: Block Pilling, Sphere, Still Gen-Bauer's And Sten-de-Geer's Method)

इकाई की रूपरेखा

6.0 उद्देश्य
6.1 प्रस्तावना
6.2 त्रिविम आरेख
  6.2.1 ब्लॉक पुंज आरेख
  6.2.2 गोलीय आरेख
6.3 स्टिल जेन बोअर विधि
6.4 स्टेन डी गीर विधि
6.5 सारांश
6.6 शब्दावली
6.7 संदर्भ ग्रंथ
6.8 बोध प्रश्नों के उत्तर
6.9 अभ्यासार्थ प्रश्न

6.0 उद्देश्य (Objectives)

इस इकाई को पढ़ने के बाद आप समझ सकेंगे -

- ब्लॉकपुंज आरेख,
- गोलीय आरेख,
- स्टिल जेन बोअर विधि एवं स्टेन-डी-गीर विधि ।

6.1 प्रस्तावना (Introduction)

आंकड़ों को त्रिविस्तारीय आरेखों से प्रदर्शन को त्रिविमाकार आरेख कहते हैं । इन्हें आयतन आरेख (Volume diagram) के नाम से भी जाना जाता है । यह सामान्य तौर पर उन परिस्थितियों में बनाये जाते हैं, जबकि दिए हुए आंकड़ों में अत्यधिक अन्तर होता है । तुलनात्मक प्रदर्शन हेतु ऐसे आरेख अधिक स्पष्ट एवं बोधगम्य होते हैं । त्रिविम आरेखों में ब्लाकपुंज आरेख, गोलीय आरेख, स्टिल जेन बोअर एवं स्टेन डी गीर विधि आदि प्रमुख हैं ।

6.2 त्रिविम आरेख (Three diamentional diagrams)

जिन आंकडों को तीन दिशा विस्तार अर्थात् लम्बाई x चौड़ाई x ऊँचाई द्वारा प्रदर्शित किया जाता है तो वे त्रिविमाकार आरेख कहलाते हैं । अर्थात् दिये हुए मूल्यों को घन, ब्लॉक, अथवा गोलों आदि के आयतन के अनुपात में प्रदर्शित किया जाता है । अत: त्रिविम आरेखों को आयतन आरेख भी कहते हैं । इनको देखकर मापक के अनुसार उभरी हुई आकृति दिखाई देती है । इसलिये तुलनात्मक प्रदर्शन हेतु ऐसे आरेख अधिक स्पष्ट एवं बोधगम्य होते हैं । इस प्रकार के आरेख प्राय: उस दशा में बनाये जाते है जब दिये हुए मूल्यों में अन्तर बहुत अधिक होता है अर्थात एक पद मूल्य का मान बहुत अधिक तथा दूसरे का बहुत कम होता है । अधिक लम्बे आंकड़ों को सूक्ष्म रूप में प्रदर्शित करने की यह सरल विधि है । ये आरेख घनाकार रूप में होते हैं ।

बोध प्रश्न - 1

1. त्रिविम आरेख किसे कहते है ?

   .....

2. त्रिविम आरेख कौन- कौनसे है?

   .....

3. आयतन आरेख से क्या तात्पर्य है?

   .....

4. इनमें किस प्रकार की आकृति दिखाई देती है?

   .....

5. तुलनात्मक प्रदर्शन अधिक स्पष्ट व बोधगम्य बाने के लिए कौनसे आरेख बनते है?

   .....

6. सामान्य तौर पर त्रिविम आरेख कब बनाये जाते है?

   .....

7. त्रिविम आरेखों का रूप कैसा होता है?

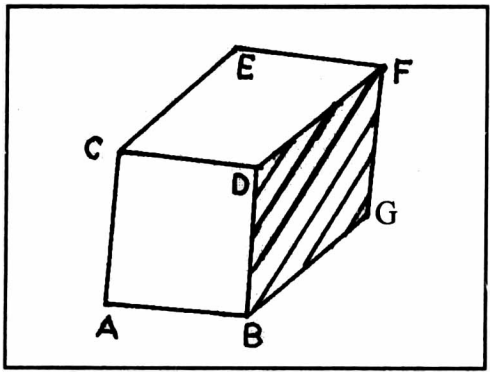
   .....

6.2.1 ब्लॉक पुँज आरेख (Block Pile Diagram) -

इस आरेख में किसी मूल्य को प्रकट करने के लिए पूर्व निश्चित मापनी के अनुसार समान आकार वाले घनों की संख्या ज्ञात करके उन्हें एक पुँज के रूप में बनाते हैं । ब्लॉक पुँज आरेख की रचना का आधार समान माप वाले बहुत से घनफिण्डों को एक-दूसरे के ऊपर इस प्रकार रखना है जिसमें घनों का एक पुंज बन जाये, इसमें घनों को आसानी से गिना जा सकता है । क्योंकि घनों का पुंज त्रिविमीय प्रभाव उत्पन्न करता है । इसलिए इस विधि को खण्डक पुंजीकरण विधि (Block Piling Method) भी कहा जाता है । इसकी रचना का आधार घन है जिसमें लम्बाई x चौड़ाई x ऊँचाई तीनों माप बराबर होते हैं । जैसे 1 सेमी. भुजा वाला 1 घन बनाना है तो निम्नक्रिया करनी पडेगी-

सबसे पहले एक सेमी लम्बी AB रेखा खींची । इस पर AC और BD एक सेमी के लम्ब डाले । ACD को मिलाया जो एक सेमी है । अब C से DCE एक न्यूनकोंण बनाकर CE एक सेमी

की रेखा खींची । D बिन्दु से DF रेखा 1 सेमी. की लम्बी CE के समान्तर खींचकर EF को मिला दिया । अब B बिन्दु BG रेखा 1 सेमी. लम्बी DF के समान्तर खींचकर GF को मिला दिया । अन्त में BDFG पार्श्व को छायांकित कर दिया । इस तरह एक घन जो त्रिविमीय प्रभाव उत्पन्न करता है, तैयार हो जायेगा । 'ब्लॉकपुंज आरेख में ऐसे ही घनों का ढेर स्तम्भ वर्ग अथवा आयत की आकृति में रखते हैं । इसकी रचना प्रक्रिया निम्न प्रकार से हैं -



चित्र 6.1 ब्लॉक

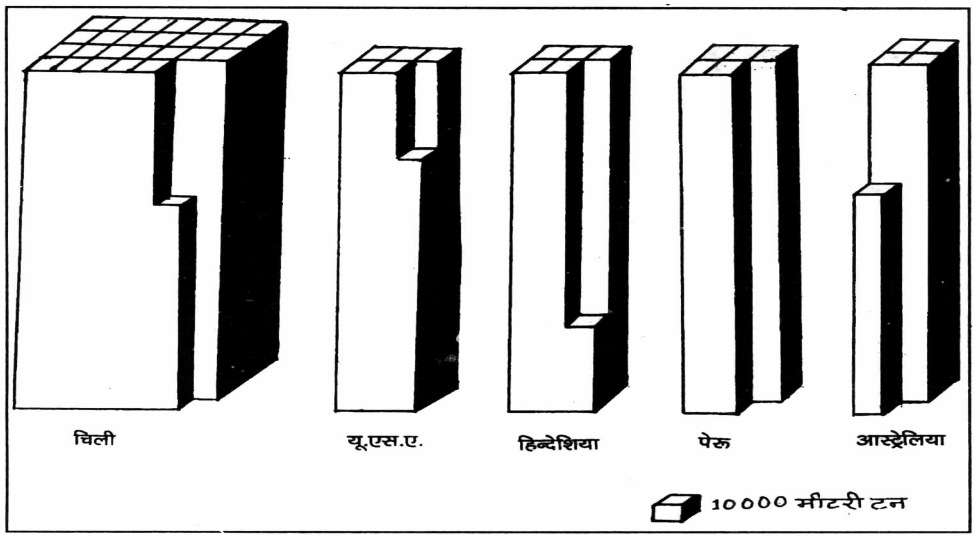
सबसे पहले आँकड़ो के विस्तार के आधार पर एक घन का उचित मापक निश्चित करते हैं। प्रदर्शित किये जाने वाले आंकड़ों के लिए घनों की संख्या ज्ञात करते हैं । इसका सूत्र निम्नवत है -

$$\frac{\text{अभीष्ट संख्या}}{\text{मापक}} = \text{घनों की संख्या}$$

इसके बाद घनों की संख्या के आधार पर पुंजीकरण करने हेतु लम्बाई x चौड़ाई x ऊँचाई में सम्पूर्ण घनों को पंजीकृत करते हैं । यदि पूर्णांक के बाद कुछ घन बच जाते हैं तो उन्हें मूल आकृति में अथवा उससे सटाकर जोड़ देते हैं ।

तैयार आकृति के दायें पार्श्व को छायांकित कर देते हैं ।

विश्व में तांबा उत्पादन 2006



चित्र 6.2 ब्लाँक पुंज आरेख

आँकड़ो को निम्नवर्ती पूर्णांक तक मानकर घनों की संख्या ज्ञात कर सकते हैं या मापक के अनुसार आंशिक घन भी बना सकते हैं ।

विश्व में तांबा उत्पादन 2006

देश	उत्पादन (दस हजार मीटरी टन)	छोटे घनों की संख्या	घनों की कटारों की संख्या
1. चिली	532.0	532	20x7x4-28
2. संयुक्त राज्य अमेरिका	115.0	115	20x3x2-5
3. हिन्देशिया	105.0	105	20x3x2-15
4. पेरु	100.0	100	20x3x2-20
5. आस्ट्रेलिया	93.0	93	20x2x2+13

सारणी के आंकड़ों से छोटे घन बनाने से पूर्व इनकी उपयुक्त मापनी निश्चित की जायेगी । यहाँ पर 0.5 सेमी भुजा वाला सबसे छोटा घन 10000 मेट्रिक टन तांबा का माना गया है । इसके लिए आवश्यक घनों या छोटे ब्लॉक की संख्या सारणी में दी गयी है, उनके आधार पर चित्र बनाये गये हैं । प्रत्येक ब्लॉक की ढेरी में जितने छोटे घन बनाये गये हैं, उन्हें आसानी से इसमें गिनकर मापनी के आधार पर इनका वास्तविक मान शीघ्र ज्ञात किया जा सकता है ।

बोध प्रश्न - 2

1. ब्लॉक पुंज आरेख में घनों का आकार किस प्रकार का होता है?

   .....

2. घनों की संख्या किस प्रकार ज्ञात की जाती है?

   .....

3. घनों को गिनना आसान क्यों होता है?

   .....

4. ब्लॉक पुंज की रचना का आधार क्या होता है?

   .....

5. त्रिविम आरेख का कौन सा पार्श्व छायांकित किया जाता है?

   .....

6. क्या त्रिविम आरेख से पुन: वास्तविक मान ज्ञात किया जा सकता है?

   .....

7. ब्लॉक पुंज में घनों की संख्या ज्ञात करने का सूत्र लिखिए?

   .....

6.2.2 गोलीय आरेख (Spherical Diagram)

यह भी त्रिविमतीय विधि है । इसमें भी लम्बाई x चौड़ाई x ऊँचाई प्रदर्शित करने वाले आयतनमितीय प्रदर्शन हेतु गोलीय आरेख बहुत ही महत्वपूर्ण है । गोलीय आरेख वृत्तारेखों से दो बातों में भिन्न होते हैं । प्रथम, गोलीय आरेख में वृत्तों की बजाय गोले खींचे जाते हैं, द्वितीय; इन गोलों

के अर्द्धव्यास दिये हुए मूल्यों के घनमूलों के अनुपात में होते हैं । इन गोलों का समानुपातिक अन्तर्सम्बन्ध अपेक्षाकृत कम स्थान में बनने के कारण अधिक स्पष्ट होता है । वास्तव में आनुपातिक वृत्तों द्वारा अधिक स्थान घेरने के कारण ही विकल्प के रूप में गोलीय आरेख का आविष्कार किया गया है । जहाँ आनुपातिक वृत्त वर्गमूल आधारित होने के कारण अधिक त्रिज्या के कारण मानचित्र पर अधिक स्थान घेरते हैं । कभी-कभी जनसंख्या वितरण मानचित्र में नगरों के सघन वितरण के कारण ऐसे वृत्त एक-दूसरे को आवृत्त कर लेते हैं । जबकि गोलीय आरेख घनमूल पर आधारित त्रिज्या के कारण कम स्थान घेरते हैं । इसलिए सघन और नगरीय जनसंख्या के वितरण में ये अधिक उपयुक्त होते है । गोलों की रचना प्रक्रिया पृथ्वी के ग्लोबीय प्रतिरूप पर आधारित है । त्रिज्या ज्ञात करके वृत्त बनाते हैं । व्यास का निर्धारण करने के बाद भूमध्य रेखा और 0° देशान्तर को निश्चित करते हैं । दोनों को चुनते समय वृत्त के आकार को पृथ्वी की तरफ झुका हुआ दर्शाते हैं । इन्हीं के सहारे अक्षांशों और देशान्तरों को दीर्घवृत्त के रूप में पूरा करते हैं । कभी-कभी त्रिविमीय स्वरूप को स्पष्ट उभार देने हेतु झुके हुए दायें निचले भाग को हल्का छायांकित कर देते हैं । अक्षांशों एवं देशान्तरों की रचना में गोले के मध्य में इनका आकार विरल और परिधि की ओर अपेक्षाकृत सघन करते जाते हैं । इससे त्रिविमीय स्वरूप स्पष्ट रूप से उभरता है ।

इससे इस बात का उल्लेख है कि विभिन्न आकार के गोलों में वृत्तों की तरह ही समानुपातिक अन्तर्सम्बन्ध होता है । इससे आंकड़ों के अधिक परास होने पर भी गोला का आकार अधिक बढ़ नहीं पाता है । जबकि समानुपातिक वृत्तों में बड़े वृत्त का आकार बढ़ जाता है । मानचित्र पर इन गोलों को देखकर तुलनात्मक मात्रा का ज्ञान होता है । मात्रा के मूल्य का नहीं ।

भारत के महानगरीय शहरों की जनसंख्या 2001

नगर का नाम	जनसंख्या	निकटतम संख्या (लाख में)	घनमूल	गोले का अर्द्धव्यास (से.मी. में)
वृहत मुंबई	16,368,084	163.68	5.470	=2.00
कोलकात्ता	13,216,546	132.16	5.093	$\frac{5.093}{5.470}$x2 = 1.86
चेन्नई	6,424,624	64.24	4.004	$\frac{4.004}{5.470}$x2 = 1.46
बंगलोर	5,686,844	56.86	3.845	$\frac{3.845}{5.470}$x2 = 1.40
कानपुर	2,690,486	26.90	2.996	$\frac{2.996}{5.470}$x2 = 1.09

उपर्युक्त तालिका के आधार पर गोलीय आरेख बनाने हेतु सर्वप्रथम दिये गए आंकड़ो को अवरोही क्रम में रखा । सभी पद मूल्यों का घनमूल ज्ञात किया । घनमूल ज्ञात करने के लिए सबसे पहले संख्याओं को तीन अंकों वाली संख्याओं में परिवर्तित कर लेते हैं । उदाहरणार्थ, मान लीजिये 53,635,000, 72,340000 तथा 35,833,000 कोई तीन संख्याऐं हैं जिनके घनमूल ज्ञात करने हैं । इन संख्याओं को तीन अंकों वाली संख्याओं में क्रमश: 536 लाख, 723 लाख तथा 358 लाख लिखा जा सकता है । अब 536, 723 व 358 के घनमूल पढ़िये जो क्रमश: 8.1231, 8.9752 व 7.1006 के बराबर है।

घनमूल ज्ञात हो जाने पर भिन्न-भिन्न संख्याओं को प्रकट करने वाले गोलों के अर्द्धव्यासों की गणना कर लेते हैं । अर्द्धव्यास ज्ञात करने के लिए - मान लीजिये, न्यूनतम संख्या प्रकट करने वाले गोले का अर्द्धव्यास 0.5 सेमी छांटा गया है, तो अगली किसी संख्या के गोले का अर्द्धव्यास ज्ञात करने

के लिए उस संख्या में न्यूनतम संख्या का भाग देने से प्राप्त भजनफल में 0.5 सेमी की गुणा की जायेगी, अर्थात् द्वितीय संख्या के गोले का अर्द्धव्यास

$$= \frac{\text{द्वितीय संख्या}}{\text{न्यूनतम संख्या}} \text{X } 0.5 \text{ से.मी.}$$

इसी प्रकार तृतीय संख्या के गोले का अर्द्धव्यास

$$= \frac{\text{तृतीय संख्या}}{\text{न्यूनतम संख्या}} \text{X } 0.5 \text{ से.मी.}$$

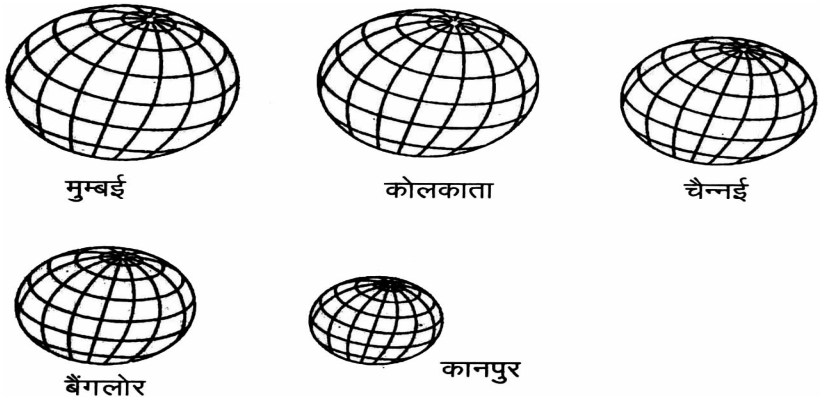
इसके विपरीत यदि अधिकतम मूल्य प्रकट करने वाले गोले का अर्द्धव्यास सुविधानुसार छांटा गया है तो उपरोक्त सूत्र में न्यूनतम संख्या के वर्गमूल के स्थान पर अधिकतम संख्या का वर्गमूल रखकर, अधिकतम संख्या के सुविधानुसार चुने गये अर्द्धव्यास की गुणा की जायेगी ।

अब उपरोक्त सारणी में अधिकतम जनसंख्या वाले महानगर (वृहत् मुम्बई) की जनसंख्या के घनमूल को प्रकट करने वाले गोले का सुविधानुसार 2 सेमी अर्द्धव्यास मानकर, अन्य महानगरों की जनसंख्याओं को प्रदर्शित करने वाले गोलों के अर्द्धव्यासों की गणना की गई । अर्द्धव्यास ज्ञात करने के लिए -

अभीष्ट गोले की त्रिज्या $= \frac{\text{अभीष्ट संख्या का घनमूल}}{\text{मनी गयी भुजा का घनमूल}} \text{X}$ माना गया अर्द्धव्यास

अब इन अर्द्धव्यासों के अनुसार गोले खींचकर आरेख बनायेंगे ।

भारत के महानगरीय शहरों की जनसंख्या 2001



चित्र 6.3

6.3 स्टिलजेनबोअर विधि (Stilgen Bauer's Method)

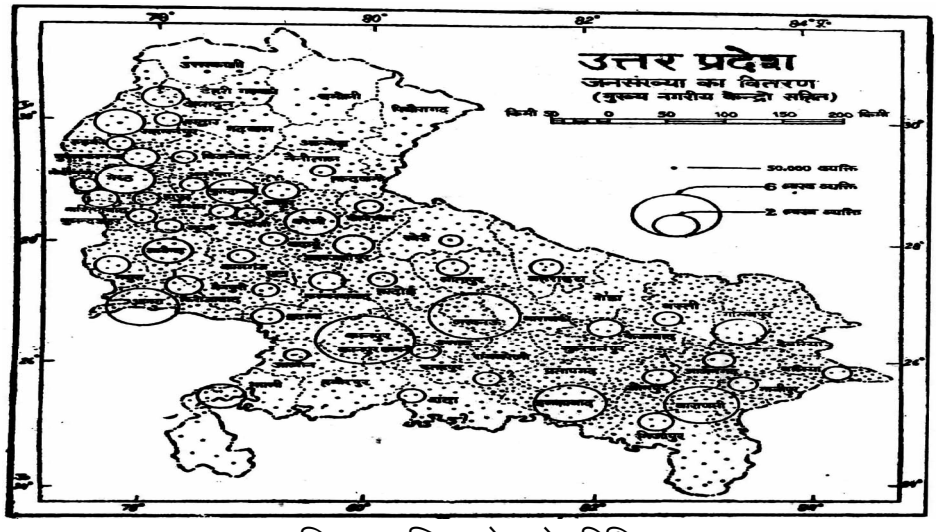
यह विधि किसी क्षेत्र को ग्रामीण एवं नगरीय जनसंख्या को प्रदर्शित करने के लिए बनाई गई है । इस विधि में ग्रामीण जनसंख्या को समान आकार वाले बिन्दुओं के द्वारा तथा नगरीय जनसंख्या को वृत्तों के द्वारा प्रदर्शित करते हैं । ग्रामीण जनसंख्या का घनत्व कम होता है जबकि नगरीय जनसंख्या का घनत्व उससे कई गुना अधिक होता है जो ग्रामीण जनसंख्या के लिए निर्धारित मान के बिन्दु से नहीं दिखाया जा सकता । अत: ग्रामीण जनसंख्या बिन्दुओं से तथा नगरीय जनसंख्या द्विविमाकार वृत्त से नगर को केन्द्र मानकर प्रदर्शित की जाती है । वृत्तों तथा बिन्दुओं के क्षेत्रफल में एक निश्चित अनुपात रखा जाता है अर्थात् नगर की एक बिन्दु से जितने गुना जनसंख्या हो वृत्त का क्षेत्रफल भी उतने ही गुना होता है ।

नगरीय जनसंख्या दर्शाते समय वृत्तों के अर्द्धव्यास नगरों की जनसंख्या के अनुपात में निश्चित किये जाते हैं । ऐसा करने, के लिए किसी एक संख्या को चुनकर निम्न सूत्र से अर्द्धव्यास ज्ञात करते हैं ।

$$\sqrt[2]{\frac{\text{कोई संख्या}}{\text{चुंनी हुई संख्या}}} \times \text{माना गया अर्द्धव्यास}$$

उपरोक्त सूत्र द्वारा नगरों के वृत्तों के अर्द्धव्यास ज्ञात करके ऐसे नगरों की मानचित्रीय स्थिति पर वृत्तों के केन्द्र मानकर वृत्त खींचे जाते हैं । इन वृत्तों को या तो खाली छोड़ देते हैं अथवा उनमें बहुत हल्की छाया भर देते हैं । जिससे उनके भीतर स्थित ग्रामीण जनसंख्या प्रकट करने वाले बिन्दु स्पष्ट दिखाई दे । ग्रामीण जनसंख्या दर्शाने के लिए जिस आकार के बिन्दु निश्चित किये जाते हैं, यदि उनका वृत्तों के आकार से अनुपात निश्चित किया जा सके तो यह विधि अधिक युक्तिसंगत हो जाती है । परन्तु ऐसा तभी संभव है जबकि जनसंख्या का अन्तर अत्यधिक नहीं हो । उदाहरणार्थ, यदि एक मिलीमीटर व्यास का बिन्दु 10,000 जनसंख्या दर्शाता हो तो एक से.मी. व्यास के द्वारा एक लाख जनसंख्या वाली बस्ती और 10 सेमी. व्यास (5 सेमी अर्द्धव्यास) द्वारा दस लाख तर्क की जनसंख्या की बस्तियाँ आसानी से दर्शायी जा सकती हैं । परन्तु यदि नगरों की जनसंख्या इससे भी अधिक है तब विशाल वृत्तों को चित्रित करने में कठिनाई आ सकती है ।

यहाँ चित्र में उत्तर प्रदेश की ग्रामीण (बिन्दु द्वारा) एवं नगरीय (वृत्तों द्वारा) जनसंख्या का वितरण दर्शाया गया है ।



चित्र 6.4 स्टिल जेन बोर विधि

6.4 स्टेन डी गीर विधि (Sten De Geer's Method)

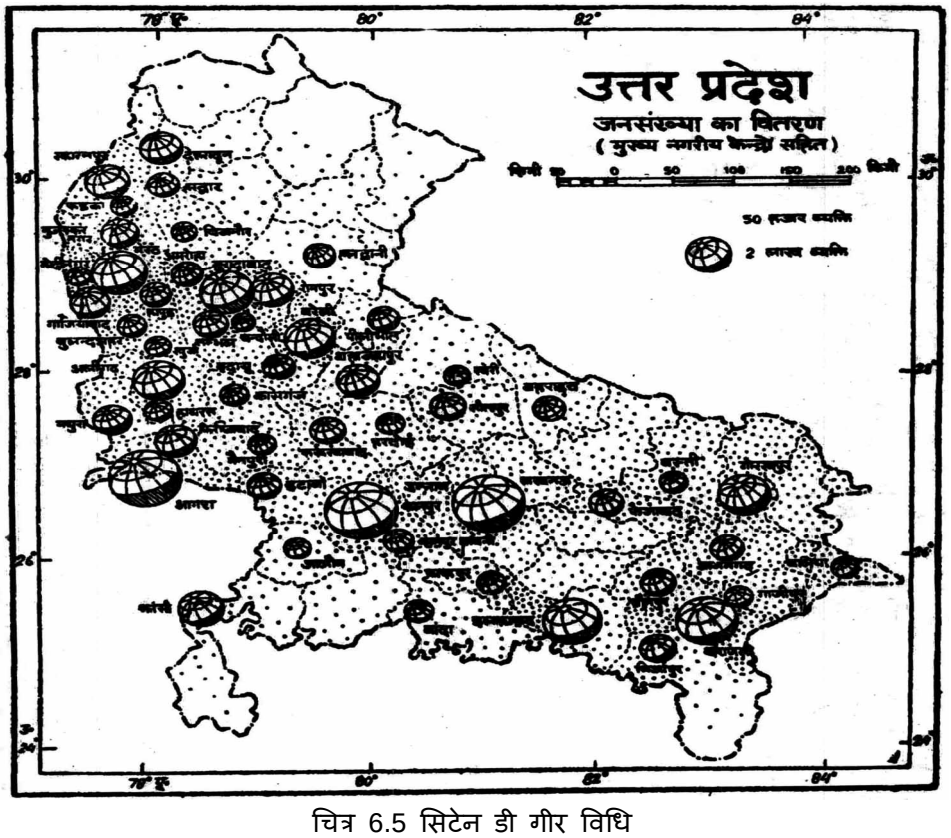
यह विधि भी ग्रामीण एवं नगरीय जनसंख्या के प्रदर्शन के लिए प्रयुक्त होती है । इस विधि का निर्माण सर्वप्रथम स्वीडनवासी स्टेन डी गीर ने सन् व 1917 में एक एटलस में किया । स्टिलजेन बोअर की विधि से इसमें इतना ही अन्तर है कि इसमें नगरीय जनसंख्या वृत्त के स्थान पर गोले से दिखाई जाती है । गोले का केन्द्र नगर विशेष का केन्द्र होता है । अत्यधिक जनसंख्या वाले नगरों की जनसंख्या के लिए संक्षिप्त रूप में प्रदर्शित करने के लिए ये त्रिविमाकार गोले बनाये जाते हैं । इस

विधि में ग्रामीण जनसंख्या को गोले से घिरे क्षेत्र में आसानी से नहीं दिखाया जाता क्योंकि गोला खडी और क्षैतिज चाप रेखाओं से घिरा होता है । इसमें ग्रामीण जनसंख्या दर्शाने के लिए तो बिन्दु ही बनाए जाते हैं परन्तु नगरीय जनसंख्या दर्शाने के लिए वृत्तों के स्थान पर संख्या को पैमाने के आधार पर घनमूल ज्ञात करके, आनुपातिक गोलों द्वारा दर्शाया जाता है । त्रिविमितीय आरेख होने से इस विधि द्वारा थोड़े से स्थान में अधिक नगरीय आबादी दर्शायी जाती है ।

किसी भी क्षेत्र के संदर्भ में ग्रामीण और नगरीय जनसंख्या के वितरण को दिखाने में स्टिलजेनबोअर की विधि में कभी-कभी नगर केन्द्र की अधिक जनसंख्या होने के कारण वृत्तों का आकार बहुत बढ़ जाता है और कभी-कभी मानचित्र में वृत्त सीमा रेखा से बाहर चला जाता है या कई वृत्त एक-दूसरे पर अध्यारोपित हो जाते हैं । इस कमी को स्टेन डी गीर महोदय ने बिन्दुओं के समानुपातिक गोलों का प्रयोग करके दूर किया है । इससे वृत्तों का आकार काफी कम हो जाता है और ग्रामीण जनसंख्या के बिन्दुओं को गोले के अन्दर नहीं अंकित किया जाता है । इसकी रचना प्रक्रिया के सारे आधार स्टिलजेनबोअर विधि जैसे हैं, केवल गोलों का अर्द्धव्यास वर्गमूल की बजाय घनमूल से निकाला जाता है । इसमें निश्चित आकार के एक बिन्दु का मापक निश्चित करके गोलों का अर्द्धव्यास निम्न प्रकार से ज्ञात करते हैं ।

$$\sqrt[3]{\frac{\text{अभीष्ट नगर की जनसंख्या}}{\text{बिन्दु मापक की जनसंख्या}}} \times \text{बिन्दु का अर्द्धव्यास}$$

इस तरह अन्य नगरों के अर्द्धव्यास ज्ञातकर मानचित्र बना सकते है। चित्र 6.5 मे स्टेन डी गीर विधि से उत्तर प्रदेश में जनसंख्या के वितरण को दर्शाया गया है ।



चित्र 6.5 सिटेन डी गीर विधि

बोध प्रश्न - 3

1. स्टिलजेनबोअर तथा स्टेन डी गीर विधि से क्या दर्शाते हैं?

   .....

2. स्टिलजेनबोअर विधि में नगरीय जनसंख्या को किससे दर्शाते हैं?

   .....

3. स्टेन डी गीर विधि में नगरीय जनसंख्या को किससे दर्शाते हैं?

   .....

4. अत्यधिक बड़े नगरों को प्रदर्शित करने के लिए कौनसी विधि उपयुक्त है?

   .....

5. स्टिलजेनबोअर विधि का अवगुण क्या है?

   .....

6.5 सारांश (Summary)

जब आंकडों में अत्यधिक विस्तार या अन्तर हो तो त्रिविम, आरेख बनाये जाते हैं । किसी भी मूल्य को प्रकट करने के लिए पूर्व निश्चित मापनी के अनुसार समान आकार वाले घनों का एक पुँज बनाकर प्रकट करते हैं । इसे ब्लॉक पुँज विधि कहते हैं । इसी प्रकार मूल्यों के घनमूल ज्ञात करके आनुपातिक गोलों के द्वारा प्रदर्शित करने से वृत्तों की अपेक्षा अर्द्धव्यास छोटे आते हैं । अत : महानगरीय जनसंख्या को प्रदर्शित करने के लिए गोलीय आरेख का प्रयोग किया जाता है ।

किसी भी प्रदेश में ग्रामीण व नगरीय जनसंख्या को एक साथ प्रदर्शित करने के लिए बिन्दु विधि का परिष्कृत रूप स्टिलजेनबोअर विधि एवं स्टेन डी गीर विधि है । स्टिलजेनबोअर विधि में ग्रामीण जनसंख्या बिन्दुओं द्वारा तथा नगरीय जनसंख्या वृत्तों द्वारा प्रदर्शित करते हैं । वृत्तों के अर्द्धव्यास नगरों की जनसंख्या के अनुपात में परिकलित किया जाता है । स्टेन डी गीर विधि में ग्रामीण जनसंख्या बिन्दुओं द्वारा तथा नगरीय जनसंख्या गोलों द्वारा प्रदर्शित की जाती है । नगरीय केन्द्रों की जनसंख्या अत्यधिक होने पर स्टिलजेनबोअर विधि में नगरों के वृत्त बहुत बड़े हो जाते हैं और कभी-कभी मानचित्र सीमा से बाहर चले जाते हैं या एक वृत्त दूसरें पर अध्यारोपित हो जाते है । अत: स्टिलजेनबोअर विधि में आनुपातिक गोलों का अर्द्धव्यास घनमूल से ज्ञात करने के कारण गोले अपेक्षाकृत छोटे बनते हैं ।

6.6 शब्दावली (Glossary)

आरेख	: आंकडों को स्थूल रूप में मापक के अनुसार प्रदर्शन
त्रिविम आरेख	: तीन दिशाओं की लम्बाई, चौड़ाई व ऊँचाई के रूप में प्रदर्शित. आरेख
ब्लॉक पुँज	: घनों का ऐसा समूह जिन्हें आसानी से गिना जा सके
दीर्घवर्तज	: बडे वृताकार रूप में
द्वीविमाकार	: जिसमें दो मापों लम्बाई व चौड़ाई का प्रदर्शन होता है
अध्यारोपित	: एक दूसरे के ऊपर अंकन

6.7 संदर्भ ग्रंथ (Reference Books)

1. पी, आर. चौहान : प्रायोगिक भूगोल, वसुंधरा प्रकाशन, गोरखपुर, 1998

2. लक्ष्मीनारायण वर्मा : प्रयोगात्मक भूगोल, राजस्थान हिन्दी ग्रंथ अकादमी राजमल लोढा 1974
3. चतुर्भुज मामोरिया एवं : मानचित्रांकन एवं प्रायोगिक भूगोल, साहित्य भवन पब्लिकेशन्स, आगरा 1996 शेषमल जैन
4. जे. पी. शर्मा : प्रायोगिक भूगोल की रूपरेखा, रस्तोगी पब्लिकेशन्स, मेरठ, 2006-07
5. गिरीष दत्त शर्मा : प्रायोगिक भूगोल, लक्ष्मी पुस्तक भण्डार, गंगानगर (राज.) 2007

6.8 बोध प्रश्नों के उत्तर

बोध प्रश्न - 1

1. आंकड़ों को तीन दिशा विस्तार अर्थात् लम्बाई, चौड़ाई व ऊँचाई द्वारा दर्शाया जाता है तो उसे त्रिविम आरेख कहते हैं ।
2. घन, ब्लॉक व गोलीय आरेख ।
3. आयतन आरेख का तात्पर्य त्रिविम आरेख से है ।
4. उभरी हुई आकृति ।
5. त्रिविम आरेख ।
6. जब आंकड़ों में बहुत अधिक अन्तर होता है ।
7. त्रिविम आरेखों का रूप घनाकार होता है ।

बोध प्रश्न - 2

1. एम समान आकार वाले घन ।
2. पूर्व निश्चित मापनी के अनुसार ।
3. त्रिविमीय आकार के कारण ।
4. रचना का आधार घन होता है जिससे लम्बाई, चौड़ाई व ऊँचाई तीनों माप बराबर होते हैं ।
5. त्रिविम आरेख का दाहिना पार्श्व छायांकित किया जाता है ।
6. हाँ, घनों की संख्या गिनने के उपरांत मापक से गुणा करने पर ।
7. $\frac{\text{अभीष्ट संख्या}}{\text{घन का मापक}}$ = घनो की संख्या

बोध प्रश्न - 3

1. ग्रामीण व नगरीय जनसंख्या
2. वृत्तों के द्वारा
3. गोले के द्वारा
4. स्टेन डी गीर विधि
5. नगरीय केन्द्र की जनसंख्या अधिक होने पर वृत्त मानचित्र की सीमारेखा से बाहर निकल जाते हैं या कई वृत्त एक दूसरे पर अध्यारोपित हो जाते हैं ।

6.9 अभ्यासार्थ प्रश्न

1. निम्न आंकड़ों के आधार पर ब्लॉकपुंज आरेख बनाइये-

भारत में कपास उत्पादन (हजार गाँठों में) 2005

राज्य	महाराष्ट्र	पंजाब	गुजरात	राजस्थान	मध्यप्रदेश
उत्पादन	2150	1285	760	100	60

2. निम्न आकडों से गोलीय आरेख बनाइये -

राजस्थान में नगरों की जनसंख्या 2001

नगर	जयपुर	जोधपुर	कोटा	अजमेर	उदयपुर
जनसंख्या (लाखों में)	23.22	8.61	6.94	4.85	3.89

3. स्टिलजेनबोअर एवं स्टेन डी गीर विधियो मे अन्तर बताते हुये उपयुक्त उदाहरण से स्टेन डी गीर विधि को समझाइये ।

इकाई - 7 :प्लेन टेबुल सर्वेक्षण के उपकरण एवं उनके उपयोग (Plane Table Survey: Various Instruments and their Uses)

इकाई की रूपरेखा :

7.0 उद्देश्य
7.1 प्रस्तावना
7.2 प्लेन टेबल सर्वेक्षण के उपकरण व उपयोग
7.2.1 समतल पट्ट तथा त्रिपाद स्टेण्ड
7.2.2 दर्शरेखक या एलीडेड
7.2.3 स्प्रिट लेवल
7.2.4 साहुल कांटा
7.2.5 साहुल पिण्ड
7.2.6 ट्रफ कम्पास
7.2.7 फीता
7.2.8 सर्वेक्षण दण्ड
7.2.9 तीर
7.2.10 ड्राइंग कागज
7.2.11 ड्राइंग पिन तथा आलपिन
7.2.12 ड्राइंग उपकरण
7.3 सारांश
7.4 शब्दावली
7.5 संदर्भ ग्रंथ
7.6 बोध प्रश्नों के उत्तर
7.7 अभ्यासार्थ प्रश्न

7.0 उद्देश्य (Objectives)

इस इकाई को पढ़ने के बाद आप समझ सकेगें :-

1. प्लेन टेबल का आविष्कार
2. प्लेन टेबल सर्वेक्षण के उपकरण,
3. विभिन्न उपकरणों का उपयोग ।

7.1 प्रस्तावना (Introduction)

प्लेन टेबल का आविष्कार 1570 में हुआ था । प्लेन टेबल सर्वेक्षण के सर्वाधिक लोकप्रिय होने के कारण इसका सुगम होने के साथ-साथ शुद्धता बनाये रखने का गुण है । प्लेन टेबल सर्वेक्षण करने की आलेखी विधि है । धरातल पर सर्वेक्षण क्रिया समतल पट्ट पर यानि प्लेन टेबल से किया जाता

है । यह सर्वेक्षण खुले मौसम में अधिक सार्थक होता है । प्लेन टेबल उपकरण के द्वारा की गई सर्वेक्षण क्रिया को प्लेन टेबलन (Plane Tabling), पट्ट सर्वेक्षण व प्लेन टेबल सर्वेक्षण आदि भिन्न-भिन्न नामों से पुकारते हैं । प्लेन टेबल सर्वेक्षण में सर्वेक्षण से लेकर कागज पर प्लान बनाने तक की समस्त प्रक्रिया क्षेत्र में ही पूर्ण हो जाती है । साथ ही कोई विवरण भूलवश अंकित होने से रह जाता है तो उसका तत्काल ज्ञान हो जाने से क्षेत्र में ही उसकी स्थिति ले ली जाती है । अत: यह सरल व शीघ्र पूर्ण होने वाली विधि है ।

7.2 प्लेन टेबल सर्वेक्षण के उपकरण (Instruments for Plane Table Surveying)

समपटल द्वारा सर्वेक्षण के कार्य के लिए कई प्रकार के उपकरणों की आवश्यकता होती है जो निम्नांकित हे.

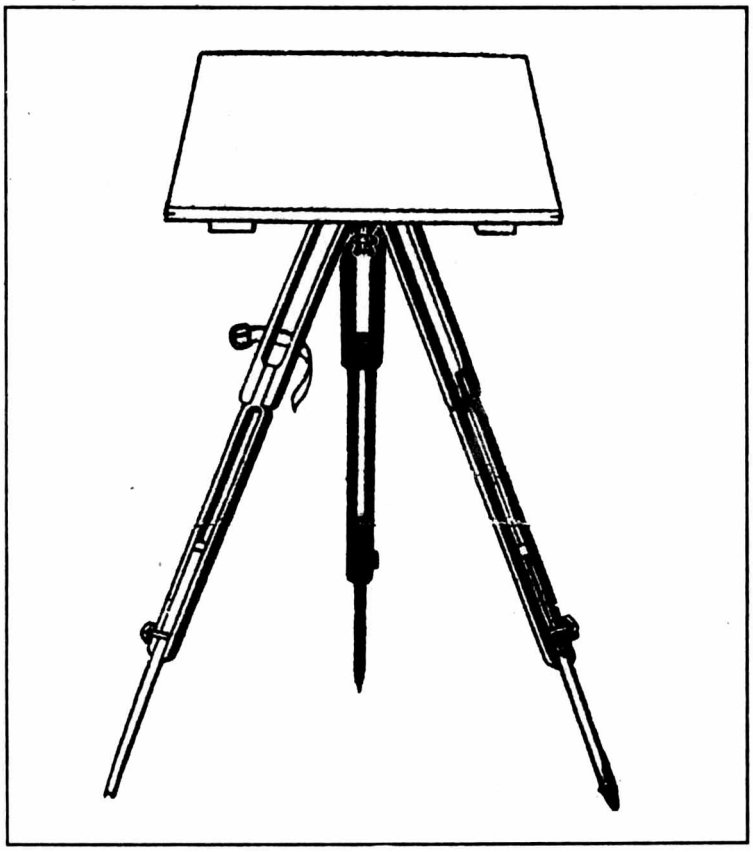
1. समतल पट्ट तथा त्रिपाद-स्टेण्ड (Plane Table and Tripod stand)
2. दर्शरेखक या एलीडेड (Sighting Rule or Alidade)
3. स्प्रिट लेवल / तलेक्षण / पाणसल (Sprit Level)
4. साहुल कांटा (Plumbing Fork)
5. साहुल पिण्ड (Plumb Bob)
6. ट्रफ कम्पास (Trough Compass)
7. फीता (Tape)
8. सर्वेक्षण दण्ड (Ranging Rod)
9. तीर (Arrow)
10. ड्राइंग कागज (Drawing Sheets)
11. ड्राइंग पिन तथा आलपिन (Drawing Pin and Pointed Pin)
12. ड्राइंग उपकरण (Drawing Equipments - HB Pencil, Rubber, Cutter, Pencil Sharpner, Scale, Geometrical Box etc.)

इनका विस्तृत वर्णन इस प्रकार है :-

7.2.1 समतल पट्ट तथा त्रिपाद

समतल पट्ट अथवा समपटल में समपटल और त्रिपाद दोनों सम्मिलित रहते हैं । त्रिपाद पर ड्राइंग बोर्ड कसने पर एक प्लेन टेबल बनती है जिसे क्षैतिज तल (Horizontal Plane) में घुमाया या इच्छित स्थिति में स्थिर किया जा सकता है । समपटल एक प्रकार का ड्राइंग बोर्ड है जो चीड की कोमल लकडी का बना होता है ताकि यह हल्का हो और सर्वेक्षक के लिए उपयोगी हो । इसको मजबूती देने के लिए सागवान की कुछ आडी पट्टियों का उपयोग होता है । इस बोर्ड़ को त्रिपाद से कसने के लिए इसके नीचे केन्द्र मे एक धात्विक प्लेट लगी होती है जिसमें एक पेचदार छिद्र होता है जिसे धुरी कहते हैं । पेचदार छिद्र के लिए एक विंग स्क्रु होता है । सामान्यतया पीतल की धातु का बना यह पेच ड्राइंग बोर्ड को त्रिपाद से जोड़ता है । त्रिपाद में 3 लकडी के पाये लगभग व 1.5 मीटर ऊंचे रहते हैं जिनका ऊपरी सिरा एक साकेट से कसा रहता है । इसके बीच में बने छेद में पेच लगा होता है । इसी पेच

से समपटल को त्रिपाद पर कसा जाता है । त्रिपाद स्टेण्ड में तीन टांगे होने के कारण ऊंचे-नीचे धरातल पर भी आरेख पट्ट को समतल किया जा सकता है । प्रत्येक टांग के निचले सिरे पर लोहे या अन्य अतिरिक्त धातु का नुकीला खोल होता है जिसके कारण यह धरातल पर फिसलता नहीं है ।



चित्र 7.1 प्लेन टेबुल एवं त्रिपाद स्टेण्ड

बनावट की दृष्टि से प्लेन टेबल तीन प्रकार की होती है :-

(i) साधारण या चंक्रमण टेबल (Simple or Traverse Table)

(ii) जॉनसन (Johnson Table)

(iii) तट सर्वेक्षण टेबल (Coast Survey Table)

इनका संक्षिप्त विवरण नीचे दिया गया है :-

(i) साधारण या चंक्रमण टेबल (Simple or Traverse Table)

इस टेबल का आरेख पट्ट संशोषण (Season) की गई चीड़ की लकड़ी (Pine Wood) के लगभग 1 इंच मोटे तख्तों को जोड़कर बनाया जाता है । इनका आकार 16x12 इंच, 28x24 इंच, 18x18 इंच तथा 24x24 इंच आदि हो सकता है । मजबूती के लिए पट्ट की निचली सतह पर सागौन की लकडी (Teak Wood) की दो पट्टियाँ (Batters) लगी होती हैं । इन पर तापमान के परिवर्तन का कोई प्रभाव नहीं पड़े, अत: पट्टियों तथा पट्ट की निचली सतह खांचेदार (Slotted) धारियां बनी होती है ।

आरेख पट्ट के मध्य में नीचे की ओर पीतल या एल्युमिनियम की एक गोल प्लेट होती है जिसे धुराग्र प्लेट (Pivot plate) कहते हैं । यह पट्ट 1.5 मीटर लम्बे त्रिपाद स्टैण्ड पर कसने के बाद में

प्रयोग में लिया जाता है । इस स्टैण्ड की टांगे सागौन की दोहरी पट्टियों से निर्मित होती है । यह प्लाई नटों द्वारा त्रिषाखी प्लेट (Tribranch plate) से जुड़े होते हैं । आरेख पट्ट को त्रिपाद स्टैण्ड पर लगाने के लिए धुराग्र प्लेट के बॉस-हैड(Boss head) को त्रिषाखी प्लेट के छेद में डालकर त्रिषाखी प्लेट में लगे बंधन पेंच (Clamping Screw) को कस देते हैं ।

उपयोग

1. इस टेबल का उपयोग छोटी मापनी वाले मानचित्रों के लिए किये गये चंक्रमणों में किया जाता है ।
2. स्थलाकृतिक मानचित्रों में अपेक्षाकृत अगम्य विवरणों को अंकित करने के लिए किया जाता है ।
3. सैन्य आवीक्षण रेखाचित्र बनाने के उद्देश्य से किये गये प्लेन टेबल सर्वेक्षणों में भी इसका प्रयोग किया जाता है ।

(ii) जॉनसन टेबल (Johnson Table)

इस टेबल का आविष्कार संयुक्त राज्य भूवैज्ञानिक सर्वेक्षण विभाग के भूवैज्ञानिक विलार्ड डी. जॉनसन ने किया' था । इसीलिये इसे जॉनसन टेबल के नाम से जाना जाता है । इस प्लेट के आरेख पट्ट की धुराग्र प्लेट को त्रिपाद शीर्ष में ऊपर की और स्थित वृताकार. प्लेट की चूड़ियों पर धुमाकर कस देते हैं । इसके त्रिपाद शीर्ष में कन्दुक खल्लिका संधि (Ball and socket joint) तथा एक उर्ध्वाधर छड़ होती है । खल्लिका या प्याला त्रिपाद स्टैण्ड की टांगों पर टिका होता है । खल्लिका के नीचे की और दो बन्धन पेंच (Clamping screw) होते हैं । एक बंधन को ढीला करने से प्याले पर से पकड़ हट जाती है । अत: यह ढीला हो जाता है । अब आरेख पट्ट को हाथ से समतल किया जा सकता है । पट्ट के समतल हो जाने पर ढीले बंधन पेंच को पुन: कस देते हैं । इसी प्रकार दूसरे बंधन पेंच को ढीला करके आरेख पट्ट को क्षैतिज दिशा में घुमाया जा सकता है ।

विशेषता

1. ऊंचे-नीचे धरातल वाले क्षेत्रों में जहां समतल भू-भाग की कमी होती है, यह टेबल अधिक उपयोगी है ।
2. इसमें आरेख पट्ट को हाथ से ऊंचा नीचा करके समतल किया जा सकता है अर्थात् त्रिपाद स्टैण्ड की टांगों को आगे-पीछे हटाने की आवश्यकता नहीं होती है ।

(iii) तट सर्वेक्षण टेबल (Coast Survey Table)

इसका पट्ट प्राय: बड़े आकार 30x24 इंच वाला होता है । इसके किनारे पर स्थित धातु की स्प्रिंग क्लिप से ड्राइंग कागज को पट्ट पर स्थिर रखते हैं । इस टेबल में त्रिपाद स्टैण्ड की त्रिशाखी प्लेट पर लगाये जाने वाला त्रिपाद शीर्ष (Tripod head) या समतलन अवयव (Levelling head) होते हैं । इस त्रिपाद शीर्ष में तीन समतलन पेंच (Levelling head) होते हैं जिनकी सहायता से आरेख पट्टको समतल करते हैं । इसके अतिरिक्त त्रिपाद शीर्ष में एक बंधन पेंच होता है जिसे ढीला करने के पश्चात् पट्ट को क्षैतिज घुमाया जा सकता है । त्रिपाद शीर्ष में स्थित टेजेन्ट पेंच की सहायता से आरेख पट्ट को क्षैतिज दिशा में घुमाया जाता है । टेजेन्ट पेंच को प्रयोग करने से पूर्व बंधन पेंच को कस देना आवश्यक होता 'है ।

विशेषता

इस टेबल का प्रयोग त्रिभुजन विधि से अपेक्षाकृत बड़े-बड़े क्षेत्रों के अति परिशुद्ध सर्वेक्षण के लिए किया जाता है ।

बोध

1. त्रिपाद में लकड़ी के पाये की ऊंचाई कितनी होती है ?

   .....

2. साधारण या चंक्रमण टेबल का प्रयोग किसमें किया जाता है ?

   .....

3. जॉनसन टेबल का आविष्कार किसने किया था ?

   .....

4. तट सर्वेक्षण टेबल के पट्ट का आकार क्या होता है ?

   .....

7.2.2 दर्शरेखक या ऐलीडेड (Alidade)

ऐलीडेड के द्वारा दो स्टेशनों के मध्य की दृष्टि रेखा (Line of sight) की दिशा में ड्राइंग कागज पर रेखा या किरण खींचते हैं । बनावट के आधार पर ऐलीडेड दो प्रकार के होते हैं -

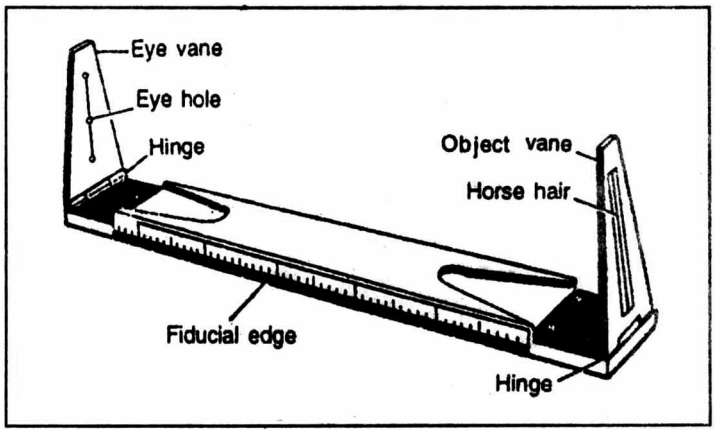
1. साधारण या द्विवीक्षी ऐलीडेड (Plain or Peep sight Alidade)
2. दूरदर्शीय ऐलीडेड (Telescopic Alidade)

इनका वर्णन इस प्रकार है :-

(i) साधारण या द्विवीक्षी ऐलीडेड (Plain or Peep Sight Alidade)

इस प्रकार के ऐलीडेड पीतल या सागौन या किसी कठोर लकडी से निर्मित समानान्तर किनारे वाले पटरी के दोनों सिरों पर स्थित अथवा मोड़कर रखे जा सकने वाले दो लम्बवत् फलक होते हैं । यह लगभग 40 से 50 सेमी. लम्बी पट्टी होती है । यह इंच या सेमी. में अशांकित रहती है । ये दोनों लम्बवत् फलक कब्जे द्वारा जुड़े होते हैं । इन्ही कब्जों की सहायता-से इन फलकों को ऊपर उठाया जा सकता है । एक फलक में लम्बवत् रेखा की तरह पतली झिरी कटी रहती है । इसके बीच में गोल छिद्र रहता है । इसे ही अवलोकन छिद्र (Eye Holes) कहते हैं । अवलोकन छिद्र वाले इस फलक को नेत्र फलक (Eye vane or Sight) या दर्श फलक(Sight vane)कहा जाता है जबकि दूसरे सामने के फलक में पूर्व फलक की भांति झिरी कटी रहती है । इसी कटे भाग में एक महीन धागा अथवा तार या घोडे की पूंछ का बाल लगा होता है । इसे लक्ष्य फलक (Object vane) कहते हैं । सदैव एलीडेड को आलपिन के बायें और सटाकर रखा जाता है । इसके किनारे प्रवणित (Fiducial edge) होते हैं जिसे कार्यकारी किनारा (Working Edge) भी कहते हैं । प्रेक्षण के दौरान सर्वे लक्ष्य (Object), लक्ष्य फलक का धागा और दृष्टि फलक की झिरी एक सीध में होनी चाहिए । सीध मिलाते समय ऐलीडेड़ के दोनों फलक लम्बवत् होने चाहिए । उत्तम प्रकार के साधारण ऐलीडेड में प्रवणित किनारे पर सेन्टीमीटर आदि में मापनी अंकित होती है तथा पटरी की ऊपरी सतह पर ट्रफ कम्पास तथा गोल आकृति

वाला स्पिरिट लेवल लगा होता है । ऐलीडेड़ के लक्ष्य फलक को सदैव सर्वे लक्ष्य की ओर तथा दृष्टि फलक या नेत्र फलक को नेत्र की ओर रखते हैं ।



चित्र 7.2 साधारण ऐलीडेड

(ii) दूरदर्शीय ऐलीडेड (Telescopic Alidade)

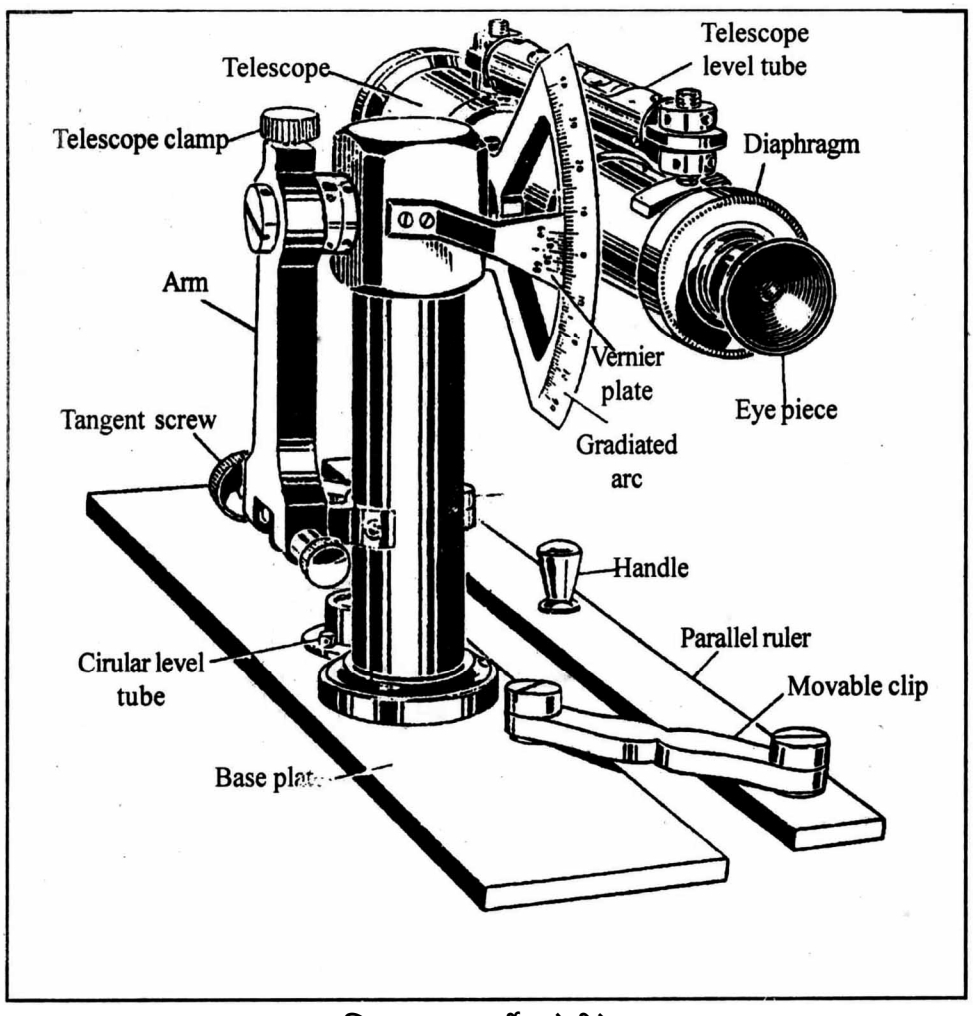
यह साधारण ऐलीडेड का ही परिष्कृत रूप होता है । दूरदर्शीय ऐलीडेड की प्लेट पीतल आदि किसी अलौह धातु की बनी होती है । इसके कार्यकारी किनारा समान्तर रेखक (Parallel Ruler) के रूप में समान लम्बाई वाली दो चलनशील क्लिपों के द्वारा मुख्य प्लेट से जुड़ा होता है । अत: सीध मिला लेने के पश्चात एलीडेड को हिलाये बिना रेखक को आगे खिसका कर दृष्टि रेखा से कुछ दूरी तक उसके समान्तर रेखा खींची जा सकती है । मुख्य प्लेट के मध्य मे 4 इंच से 6 इंच ऊंचे हत्थे पर एलीडेड की दूरबीन लगी होतो हैं । इसे क्षैतिज अवस्था मे स्थिर करने के लिए हत्थे के ऊपर लगे बंधन पेच तथा उससे नीचे की ओर स्थित टेजेंट पेंच का प्रयोग करते हैं । दूरबीन के ऊपर एक स्पिरिट लेविल लगा होता है जिसके कारण दूरबीन के समतल होने का पता चल जाता है । इस एलीडेड को प्राय: जॉनसन टेबिल या तट सर्वेक्षण टेबिल पर रखकर प्रयोग करते हैं । दूरबीन के समतल होने पर उसके अभिदृश्य लैंस को क्षेत्र में दूर गड़े सर्वेक्षण दण्ड की ओर आमुख करके दूरबीन के अभिनेत्र लैंस या नेत्रिका को आंख के समीप रखकर सर्वेक्षण दण्ड देखते हैं । सर्वेक्षण दण्ड को स्पष्ट देखने के लिए फोकसन पेंच को आवश्यकतानुसार आगे या पीछे की ओर घुमाते हैं । इसके पश्चात् नेत्रिका को आगे-पीछे करके दूरबीन के भीतर स्थित स्टेडिया डायाफ्राम के तार स्पष्ट किये जाते हैं । दूरदर्शीय एलीडेड के डायाफ्राम में चार तार होते हैं जिनमें एक तार लम्बवत् तथा शेष तीन तार क्षैतिज होते हैं । किसी स्थान की ओर किरण खींचने के लिए उस स्थान की लम्बवत तार से सीध मिलायी जाती है । स्टेडिया विधि से किसी स्थान की सर्वेक्षक से दूरी ज्ञात करने के लिए उस स्थान पर तलेक्षण मापी दण्ड रखकर डायफ्राम के सबसे ऊपरी तथा सबसे निचली क्षैतिज तारों की सीध में पढ़ी ऊंचाईयों के अन्तर में 100 से गुणा कर देते हैं ।

किसी बिन्दु की सर्वेक्षक से दूरी = 100 (तलेक्षण मापी दण्ड पर निचले तारों की सीध में पढ़ी गई ऊँचाई - ऊपरी तारों की सीध में पढ़ी गई ऊँचाई)

उपयोग

1. दूरबीन होने के कारण दूरस्थ विवरणों को लक्ष्य करने में सफलता रहती है ।

2. स्टेडिया विधि के प्रयोग से किसी विवरण या स्थान की सर्वेक्षक से शुद्ध दूरी ज्ञात की जा सकती है ।



चित्र 7.3 दूरदर्शीय ऐलीडेड

बोध प्रश्न - 2

1. बनावट के आधार पर एलीडेड कितने प्रकार के होते हैं?

   .....

2. साधारण एलीडेड का ही परिष्कृत रूप कौनसा एलीडेड होता है?

   .....

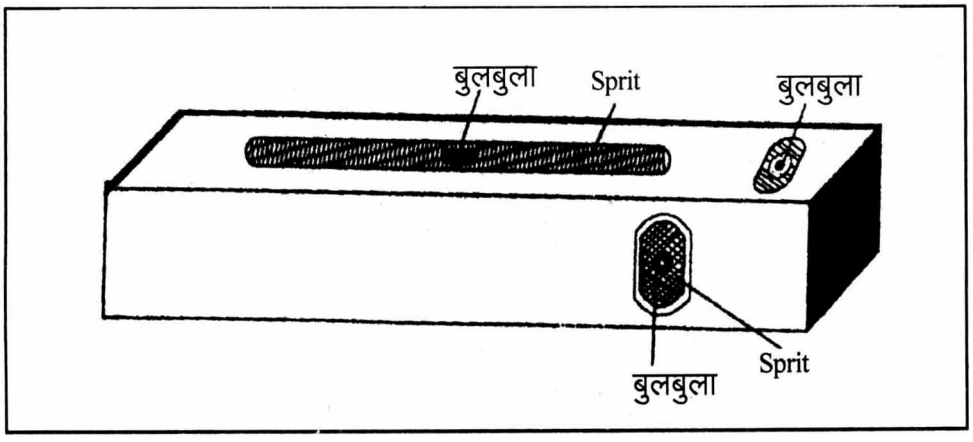
3. घोडे की पूंछ का बाल या महीन धागा किस फलक में लगा होता है?

   .....

7.2.3 स्प्रिट लेवल / तलेक्षण / पाणसल (Sprit Level)

इसमें लकड़ी अथवा धातु की एक आयताकार डिब्बी (प्राय: 10 से 15 सेमी. लम्बी व 2 से 3 सेमी. मोटी) के अन्दर 8 या 10 सेमी. लम्बी कांच की एक पतली नली रहती है । इसमें स्प्रिट या

एल्कोहल भरा रहता है लेकिन थोडा सा रिक्त स्थान रहता है जिसमें हवा का बुलबुला रहता है । इसी बुलबुले की सहायता से समपटल को धरातल पर समतल किया जाता है । समपटल को ऊपर नीचे खिसकाकर यह देखा जाता है कि प्रत्येक अवस्था में बुलबुला बीच में है । समपटल के चारों कोनों तथा मध्य में स्प्रिट लेवल को रखकर समतल करते हैं । यह भी ध्यान रखा जाता है कि प्रारम्भ में a^1 बिन्दु जो कि धरातल पर आधार रेखा का A बिन्दु है, पर से हट न जाए त्रिपाद को स्प्रिट लेवल मिलाते समय प्राय: ऐसा होता है । a - A बिन्दु अपने स्थान से कुछ हट जाता है ऐसी स्थिति में समपटल पर A बिन्दु को फ्रोक कैंची द्वारा पुन: साहुल से धरातल के A बिन्दु को सेट करते हैं ।



चित्र 7.4 स्प्रिट लेवल

उपयोग

प्लेन टेबुल के समतलन के लिए स्प्रिट लेवल यंत्र का उपयोग किया जाता है ।

बोध प्रश्न - 3

1. स्प्रिट लेवल में क्या भरा होता है?

   .....

2. समपटल समतल होने पर स्प्रिट लेवल का बुलबुला कहां होता है?

   .....

3. स्प्रिट लेवल यंत्र का क्या उपयोग है?

   .....

7.2.4 साहुल कांटा (Plumbing Fork)

साहुल कांटा धातु की 1 मीटर लम्बी, 2 सेमी. चौडी तथा 2 सेमी. मोटी पीतल या एल्युमिनियम की पट्टी को चिमटे की आकृति में मोड कर बनाया जाता है । समपटल पर जिसकी एक नोक एवं दूसरा भाग समपटल के नीचे होता है । दूसरे भाग के नीचे हुक होता है जिससे धागे द्वारा साहुल पिण्ड लटकाया जाता है ।

उपयोग

प्लेन टेबल के दिकविन्यास के बाद धरातल के उस स्थान को मानचित्र पर प्रक्षेपित करने के लिए केन्द्रण किया जाता हैं ।

बोध प्रश्न - 4

1. साहुल कांटा किस आकृति में मोड़ कर बनाया जाता है?

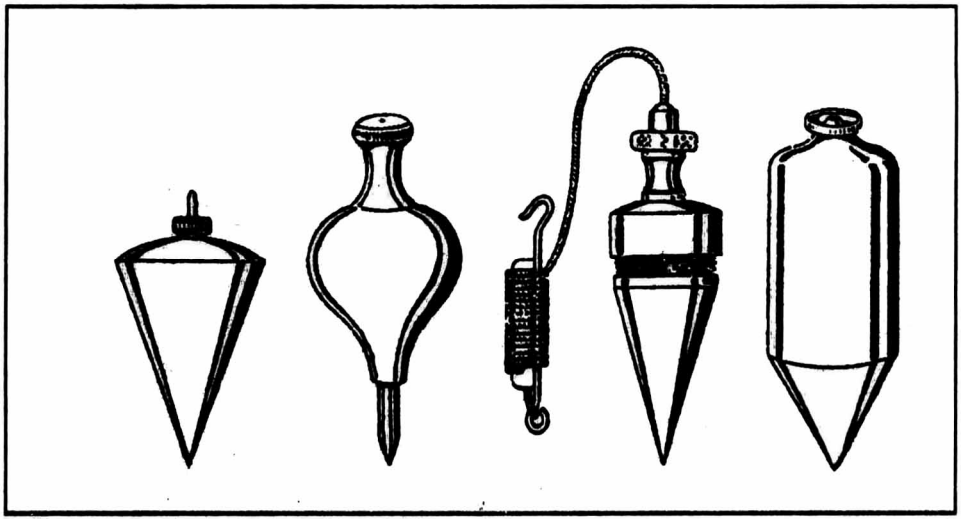
.....

2. साहुल कांटे का नोक वाला हिस्सा कहां होता है?

.....

7.2.5 साहुल या साहुल पिण्ड (Plumb Bob)

यह ठोस पीतल अथवा लोहे के उल्टे शंकु के आकार का होता है । साहुल पिण्ड विभिन्न आकृतियों के हो सकते हैं परन्तु प्रत्येक प्रकार के साहुल का निचला सिरा एक बिन्दु के समान नुकीला होता है । साहुल कांटे के हुक में धागे द्वारा साहुल पिण्ड को लटकाया जाता है । धागे में बंधे साहुल पिण्ड की नोक धरातल के सम्बन्धित स्टेशन के ठीक ऊपर लम्बवत् सीध में रखी जाती है । इस उपकरण का भौतिक जीवन में भवन निर्माण कला में दीवारों की उर्ध्वाकार स्थितियों को बनाये रखने का बोध होता है । कारीगर लोग सृजनात्मक एवं रचनात्मक कार्य में मकान के अन्दर सजावट, दरवाजे, खिड़कियां, आलमारी, शो-केश आदि को उर्ध्वाकार सेटिंग करते समय भी उपयोग करते हैं ।



चित्र 7.5 साहुल पिण्ड

उपयोग

किसी भी बिन्दु की धरातल की स्थिति ज्ञात करने के लिए इसका उपयोग किया जाता है ।

बोध प्रश्न - 5

1. साहुल पिण्ड को किस मे लटकाया जाता है ?

.....

2. साहुल पिण्ड किस के बने होते है ?

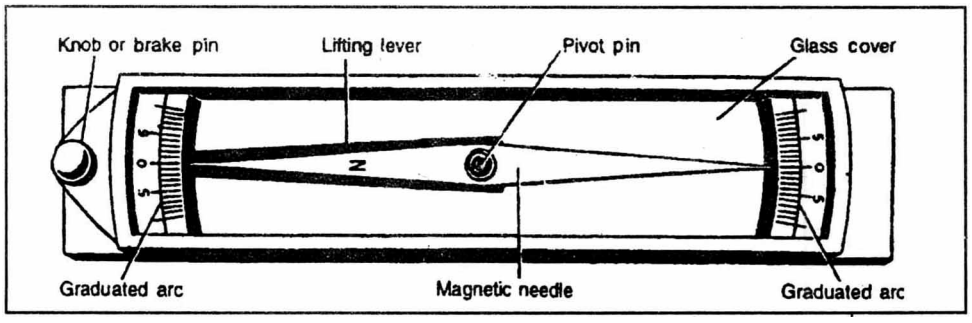
.....

7.2.6 ट्रफ कम्पास (trough compass)

इस उपकरण का खोल एक अचुम्बकीय धातु का बना होता है जिसके ऊपर कांच का ढक्कन लगा होता है । बक्से के मध्य में लगी एक धुराग्र पिन की नोक के ऊपर चुम्बकीय सुई लगी रहती

है जिसके एक ओर अंग्रेजी भाषा का N अक्षर अर्थात् उत्तर अंकित होता है । इस धुराग्र पिन का सम्बन्ध बक्से के बाहर एक ब्रेक पिन या नॉब (Knob) से होता है जिसे कसने पर सुई स्थिर हो जाती है । प्रयोग करते समय इस नॉब का घुमाकर सुई को ढीला कर देते हैं । डिब्बे के दोनों सिरे अंशाकित होते हैं । बीच में O° और अगल-बगल बढ़ते अंश रहते हैं । जब चुम्बकीय सुई O पर स्थिर हो जाती है, तब नॉब को कस देते हैं । अब बक्से के किनारे से स्पर्श करती हुई खींची गई किसी सरल रेखा का N अक्षर की ओर वाला सिरा चुम्बकीय उत्तर को ज्ञात करेगा ।

इस उपकरण का उपयोग सावधानीपूर्वक किया जाता है क्योंकि इसमें चुम्बकीय सुई लगी हुई होती है । यह चुम्बकीय सुई लोहे की वस्तुओं से आकर्षित होती है ।अत: इस उपकरण द्वारा उत्तर निर्धारित करते समय यह ध्यान रखना चाहिये कि आस-पास कोई लोहे की वस्तु, खम्भा आदि नहीं हो । यदि हम इसका ध्यान नहीं रखेगें तो चुम्बकीय उत्तर की दिशा का सही निर्धारण नहीं हो पाएगा । अलौह धातु की बनी नाद (Trough) में यह चुम्बकीय सुई स्थित होने के कारण इसे Trough Compass कहते हैं ।



चित्र 7.6 ट्रफ कम्पास

उपयोग

इस उपकरण की सहायता से चुम्बकीय उत्तर का निर्धारण किया जाता है ।

बोध प्रश्न - 6

1. ट्रफ कम्पास का उपयोग किसमें किया जाता है?

   .....

2. ट्रफ कम्पास का खोल किसका बना होता है?

   .....

7.2.7 फीता (Tape)

क्षेत्र में दूरियों के मापन के लिए सर्वेक्षक को फीते की आवश्यकता होती है । ये विभिन्न लम्बाईयों के होते हैं पर सामान्यत: 100 फीट या 30 मीटर लम्बाई के फीते का प्रयोग किया जाता है । फीतों में चिन्हांकन प्राय: 1 फीट, 10 फीट आदि लाल रंग में लिखे रहते हैं । इसी प्रकार 1 मीटर, 2 मीटर आदि लाल रंग में लिखे रहते हैं । फीते के एक तरफ फीट में तथा दूसरी तरफ मीटर में लम्बाई अंकित रहती है । फीते निम्नलिखित प्रकार के होते हैं -

(i) कपड़े का फीता (Cloth or Linen Tape)

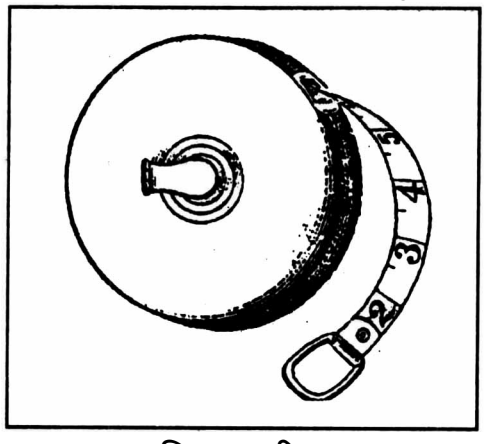
इस प्रकार का फीता कपड़े का बना होता है । घरेलू व दर्जी के कार्यो में इसका प्रयोग होता है । आर्द्रता एवं तापक्रम के प्रभाव में यह फैलता व सिकुड़ता है । अत: सर्वेक्षण में अधिक उपयोगी नही होता है ।

(ii) इस्पात का फीता (Steel Tape)

यह 1 मीटर से 100 मीटर तक की लम्बाई तथा 3 मिलीमीटर से 13 मिलीमीटर की चौड़ाई में मिलता है । मौसम का प्रभाव न पड़ने के कारण शुद्ध मापन में अधिक उपयोगी रहता है ।

(iii) धातु मिश्रित फीता (Metallic Tape)

धातु एवं सूत के तारों से मिश्रित रूप से बना होता है । इनकी लम्बाई भी 10 मीटर से 50 मीटर तक होती है । एक और फीट तथा दूसरी और मीटर के निशान लगे होते हैं । सर्वेक्षण में अधिकतर यही काम में लिया जाता है क्योंकि इस पर मौसम का असर बहुत कम पड़ता है ।



चित्र 7.7 फीता

(iv) पोलिथिन एवं रासायनिक रेशों का बना फीता
(Polythene or synthetic fibre tape)

यह कृत्रिम रासायनिक धागों से बना होता है तथा इस पर बने चिन्ह शीघ्र मिट जाते हैं इसलिये अधिक उपयोगी नहीं रहते हैं । आजकल इन पर पतली पारदर्शी पोलीथिन का आवरण चढ़ा दिया जाता है जिससे चिन्ह शीघ्र न मिट सकें ।

(अ) इन्वार फीता (Invar Tape)

अत्यधिक शुद्ध सर्वेक्षण के लिए 64 प्रतिशत स्टील तथा 36 प्रतिशत निकिल धातुओं के मिश्रण से बनाया जाता है । इसका औसत तापीय प्रसार 10° सेन्टीग्रेड ताप पर .000000122 से अधिक नहीं होने के कारण मौसम का प्रभाव नगण्य है । इस पर जंग भी नहीं लगता है ।

उपयोग

दूरियों के मापन के लिए इसकी आवश्यकता होती है ।

बोध प्रश्न - 7

1. फीते की लम्बाई किस में अंकित की जाती है?

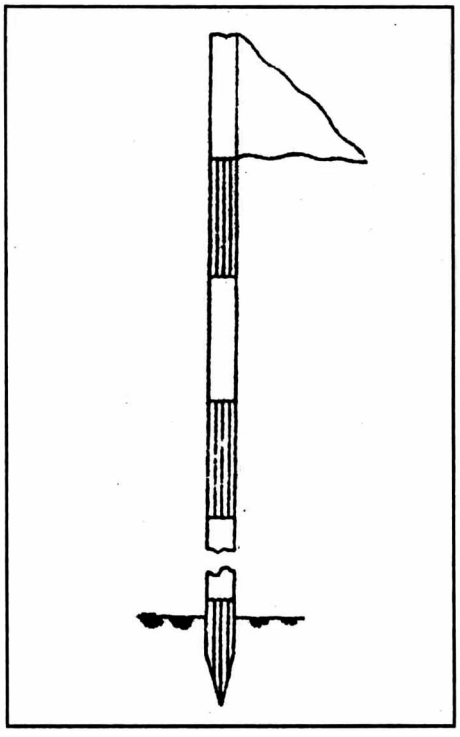
   .....

2. सामान्यतः फीते की लम्बाई कितनी होती है?

.....

7.2.8 सर्वेक्षण दण्ड (Ranging Rod)

इसे ध्वज दण्ड (Flag Pole) आस्तर दण्ड (Lining Rod) भी कहते हैं । यह दण्ड आठ से दस फीट लम्बा व 2 इंच व्यास का होता है । एक-एक फीट की दूरी पर लाल-सफेद, काला-सफेद आदि रंगों से रंगे होते हैं । इनके निचले सिरे पर लोहे की नुकीली टोपी लगी होती है जिसे आयरन 'शू' (Shoe) कहते हैं जो सर्वेक्षण दण्ड को किसी स्थान विशेष पर स्थिर रखते हैं । यह दण्ड मजबूत लकड़ी, धातु या बांस के बने होते हैं, जब इसका प्रयोग नहीं करना हो तब इसे उल्टा खड़ा कर देते हैं ।



चित्र 7.8 सर्वेक्षण दण्ड

उपयोग

1. क्षेत्र में किसी भी स्टेशन की सही अवस्थिति देखने के लिए इसका प्रयोग किया जाता है ।
2. दो बिन्दुओं के बीच की क्षैतिज दूरी नापने में सुगमता होती है ।
3. इनसे ऊंचाई भी नाप सकते हैं ।

बोध प्रश्न - 8

1. सर्वेक्षण दण्ड की लम्बाई कितनी होती है?

   .....

2. सर्वेक्षण दण्ड को और क्या - क्या कहते है?

   .....

7.2.9. तीर (Arrow)

यह 15 या 18 इंच लम्बी लोहे की तीर रहती है । इसका एक सिरा नुकीला और दूसरा गोलाकार रहता है जिससे इसे सरलतापूर्वक जमीन में गाड़ा जा सकता है ।

उपयोग

सर्वेक्षण के दौरान किसी बिन्दु की स्थिति सरलता से ढूंढी जा सके, इस हेतु लोहे की बनी इन पिनों को इच्छित स्थान पर लगा दिया जाता है ।

बोध प्रश्न - 9

1. तीर की लंबाई कितनी होती है?

   .....

2. तीर का एक सिरा नुकीला क्यों होता है?

   .....

7.2.10 ड्राइंग कागज (Drawing Sheet)

सर्वेक्षण के समय जो प्लान तैयार किया जाता है वह ड्राइंग कागज पर ही बनकर तैयार होता है । यह शीट बहुत पतली नहीं होनी चाहिए वरना यह फट जाती है ।

बोध प्रश्न - 10

1. सर्वेक्षण का प्लान किस पर बनकर तैयार होता है?

   .....

2. ड्राइंग कागज कैसा नहीं होने चाहिए ?

   .....

7.2.11 ड्राइंग पिन तथा आलपिन (Drawing pin & pointed pin)

ड्राइंग पिन या पुश पिन बोर्ड पर ड्राइंग शीट को स्थिर रखने के काम में आती है । बार-बार पुश पिनों के लगने से शीट पर छेद हो जाते हैं । सर्वे करते समय ये ड्राइंग पिन एलीडेड को हिलाने डुलाने में भी बाधा डालती हैं । आजकल ड्राइंग पिन के स्थान पर क्लिप बोर्ड का उपयोग किया जाता है । ये ड्राइंग शीट को स्थिर भी रखते हैं और एलीडेड के संचालन में भी बाधा नहीं पहुंचाते हैं ।

बोध प्रश्न - 11

1. पुश पिन का क्या काम होता है?

   .....

2. बार - बार शीट पर पुश पिन लगने से क्या होता है?

   .....

7.2.12 ड्राइंग उपकरण (Drawing Equipments)

समपटल सर्वेक्षण के समय कई छोटी किन्तु आवश्यक वस्तुओं की आवश्यकता होती है जिसमें HB पेंसिल, रबर, कटर, शार्पनर, स्केल, कलर स्केच पेन आदि की आवश्यकता होती हे ।

7.4 शब्दावली (Glossary)

1. **क्षैतिज (Horizontal) :-** वह दिशा जो किसी उर्ध्वाधर दिशा से लम्बवत् होती है । किसी पात्र में स्थिर जल की सतह क्षैतिज होती है । क्षैतिज दिशा में स्थित कोई तल क्षैतिज तल कहलाता है ।

2. **चुम्बकीय उत्तर (Magnetic North) :-** भूतल पर किसी बिन्दु से चुम्बकीय उत्तर ध्रुव की और इंगित करने वाली दिशा । उत्तरी गोलार्द्ध में किसी दिक्सूचक की चुम्बकीय सुई जो क्षैतिज तल में स्वतंत्र रूप से घूम सकती हो, के स्थिर होने पर उसका उत्तरदर्शी (N अंकित) छोर चुम्बकीय उत्तर दिशा को प्रकट करता है ।

3. **एलीडेड या दर्शरेखक (Alidade) :-** एक सर्वेक्षण उपकरण जिसकी सहायता से समपटल सर्वेक्षण में किरणें खींचकर लक्ष्य की दिशा निर्धारित की जाती है । इसमें किसी धातु अथवा मजबूत लकड़ी से निर्मित समानान्तर किनारे वाली पटरी लगी होती है जिसके एक और मापनी अंकित होती है । पटरी के दोनों छोरों पर स्थिर अथवा मुडने वाले दो फलक लगे होते है । एक फलक में अवलोकन छिद्र (Eye hole) और दूसरे फलक के मध्य में लम्बी झिरी (Slit) बनी होती है जिसके मध्य में एक पतला तार, धागा या बाल लगा होता है । अवलोकन छिद्र तार और लक्ष्य की दिशा को निर्धारित किया जाता है ।

4. **फीता (Tape) -** भू मापन में लम्बाई नापने के लिए प्रयुक्त होने वाला उपकरण जो कपड़े, प्लास्टिक, धातुमिश्रित (धात्विक) अथवा इस्पात का बना होता है । फीता का उपयोग दूरियों को नापने अथवा जरीब रेखा पर लक्ष्यों से लम्ब डालने के लिए किया जाता है ।

5. **समपटल (Plane Table) :-** भूसर्वेक्षण में प्रयुक्त होने वाला एक प्रमुख उपकरण जिसमें एक छोटा आरेख पट्ट (Drawing Board) एक त्रिपाद के ऊपर संलग्न रहता है । त्रिपाद के ऊपर आरेख पट्ट को क्षैतिज तल में घुमाया जा सकता है । सामान्यत: चीड या अन्य किसी मुलायम लकडी से निर्मित पट्ट भिन्न-भिन्न आकार के होते हैं जैसे 30 x 40 सेमी., 45 x 45 से.मी., 60 x 60 से.मी. आदि । समपटल पर एलीडेड या दूरदर्शी एलीडेड को रखकर सर्वेक्षण किया जाता है ।

6. **धात्विक फीता :-** धात्विक फीतों में धागों के साथ पीतल या ताम्बे के महीन तार बुन दिये जाते हैं जिन पर हल्के रंग का बढ़िया वार्निश करके मीटर या फीट में चिन्ह अंकित कर दिये जाते हैं ।

7. **इन्वार फीता -** निकील मिश्रित कोमल धातु के फीते ।

8. **तीर -** यह 15 या 18 इंच लम्बी लोहे की तीर रहती है । इसका एक सिरा नुकीला और दूसरा गोलाकार रहता है ।

9. **साहुल पिण्ड :-** साहुल पिण्ड ठोस पीतल अथवा लोहे के उल्टे शंकु के आकार का होता है । जिसका निचला सिरा नुकीला तथा ऊपर डोरी बांधने के लिए होता है । किसी भी बिन्दु की धरातल पर स्थिति ज्ञात करने के लिए इसका उपयोग किया जाता है ।

7.5 संदर्भ गन्ध (Reference Books)

1. पी.आर. चौहान : प्रायोगिक भूगोल, वसुंधरा प्रकाशन, गोरखपुर, 1998

2. आर.एल. सिंह : एलीमेंट्स ऑफ प्रेक्टिकल ज्योग्राफी, कल्याणी पब्लिशर्स, नई दिल्ली, 1979
3. जे.पी. शर्मा : प्रायोगिक भूगोल, रस्तोगी प्रकाशन, मेरठ, 2008
4. डी.आर. खुल्लर : Essentials of Practical Geography, New Academic Publicing Co, Jalandhar
5. डॉ. गिरीष दत्त शर्मा : प्रायोगिक भूगोल, लक्ष्मी पुस्तक भण्डार, गंगानगर (राज.) 2007

7.6 बोध प्रश्नों के उत्तर

बोध प्रश्न - 1

1. लगभग 15 मीटर
2. सैन्य आवीक्षण रेखाचित्र बनाने में
3. विलाई डी. जॉनसन
4. 30 x 24 इंच

बोध प्रश्न - 2

1. दो प्रकार के
2. दूरदर्शीय एलीडेड
3. लक्ष्य फलक

बोध प्रश्न - 3

1. स्प्रिट या एल्कोहल
2. बीच में
3. प्लेन टेबल के समतलन के लिए

बोध प्रश्न - 4

1. चिमटे की आकृति में
2. समपटल के ऊपर

बोध प्रश्न - 5

1. साहुल कांटे के हुकमें
2. साहुल पिण्ड ठोस पीतल अथवा लोहे के बने होते हैं ।

बोध प्रश्न - 6

1. चुम्बकीय उत्तर
2. अचुम्बकीय धातु का

बोध प्रश्न - 7

1. मीटर व फीट में
2. 100 फीट व 30 मीटर

बोध प्रश्न - 8

1. आठ से दस फीट

2. आस्तर दण्ड (Lining Rod) व ध्वज दण्ड (Flag Pole)

बोध प्रश्न - 9

1. 15 या 16 इंच
2. सरलतापूर्वक जमीन में गाडा जा सकता है

बोध प्रश्न - 10

1. ड्राइंग कागज
2. बहुत पतला नहीं होना चाहिए ।

बोध प्रश्न - 11

1. ड्राइंग शीट को स्थिर रखने के लिए
2. शीट पर छेद हो जाता है

7.7 अभ्यासार्थ प्रश्न

1. प्लेन टेबल सर्वेक्षण के प्रमुख उपकरणों के नाम लिखिये?
2. एलीडेड का विस्तारपूर्वक वर्णन कीजिए?
3. जॉनसन टेबल पर टिप्पणी लिखिये?
4. विभिन्न प्रकार के फीतों का विवरण दीजिये?

इकाई- 8 :प्लेन टेबुल सर्वेक्षण; विकिरण या अरीय विधि प्रतिच्छेदन विधि, चक्रमण या माला रेखा विधि एवं स्थिति निर्धारण विधियाँ, प्लेन टेबुल सर्वेक्षण के गुण दोष (Plane Table Survey; Radiation Intersection, Traverse, Resection, Merit and Demerit of Plane Table Survey)

इकाई की रूपरेखा

8.0 उद्देश्य
8.1 प्रस्तावना
8.2 प्लेन टेबुल सर्वेक्षण
8.3 प्लेन टेबुल सर्वेक्षण की विधियाँ
  8.3.1 विकिरिण विधि या अरीय रेखा विधि
  8.3.2 प्रतिच्छेदन विधि
  8.3.3 चक्रमण या मालारेखा विधि
8.4 स्थिति निर्धारण की विधियाँ
  8.4.1 दिक्सूचक द्वारा पूर्णाभिमुखीकरण करके
  8.4.2 पश्चदृष्टिपात द्वारा पूर्णाभिमुखीकरण करके
  8.4.3 दो बिन्दु समस्या
  8.4.3 त्रि बिन्दु समस्या
8.5 प्लेन टेबुल सर्वेक्षण के गुण-दोष
8.6 सारांश
8.7 शब्दावली
8.8 संदर्भ ग्रन्थ
8.9 बोध प्रश्नों के उत्तर
8.10 अभ्यासार्थ प्रश्न

8.0 उद्देश्य (Objectives)

इस इकाई के अध्ययन उपरान्त आप समझ सकेंगे- . प्लेन टेबुल सर्वेक्षण के बारे में,

- प्लेन टेबुल सर्वेक्षण की विभिन्न विधियाँ,
- स्थिति निर्धारण की तकनीकें,
- प्लेन टेबुल सर्वेक्षण के गुण व दोष ।

8.1 प्रस्तावना (Introduction)

प्लेन टेबुल सर्वेक्षण शुद्ध, सुगम एवं शिघ्रता से होने वाली एक आलेखी विधि है । इसमे सर्वेक्षण से लेकर मानचित्र बनाने तक का सम्पूर्ण कार्य क्षेत्र में ही हो जाता है, जबकि अन्य सर्वेक्षण में मापन कार्य मैदान में और मानचित्रण का कार्य प्रयोग शाला में होता है । समतल भागों के लिए यह सर्वाधिक उपयुक्त एवं लोकप्रिय सर्वेक्षण तकनीक है, परन्तु पहाड़ी प्रदेशों एवं अत्यधिक उबड़-खाबड़ प्रदेशों में यह सर्वेक्षण कठिन होता है । क्षेत्र में ही सम्पूर्ण सर्वेक्षण क्रिया सम्पन्न होने के कारण अशुद्धियाँ बहुत कम होती हैं । आधार रेखा के अलावा अन्य किसी भी विवरण की दूरियाँ मापने की आवश्यकता नहीं होने से यह सर्वेक्षण शिघ्रता से सम्पन्न हो जाता है ।

8.2 प्लेन टेबुल सर्वेक्षण (Plane Table Survey)

सर्वेक्षक सभी उपकरणों की जाँच करने के पश्चात सर्वेक्षण के स्थान पर ले जाता है । किसी भी क्षेत्र का सर्वेक्षण प्रारम्भ करने से पूर्व उस क्षेत्र का एक अनुमानित चित्र बनाकर लक्ष्य बिन्दुओं को उस अनुमानित चित्र पर अंकित कर लेना चाहिए । जो स्थान स्पष्ट दृष्टिगत नहीं हो, वहाँ सर्वेक्षण दण्ड गाड़ देना चाहिए । सभी विवरणों को अंकित करने के लिए स्टेशनों का चुनाव कर क्षेत्र का ऐसा मापक चुनना चाहिए जिससे सम्पूर्ण क्षेत्र को कागज पर भली प्रकार बनाया जा सके । प्लेन टेबुल स्थापन के लिए निम्न प्रक्रिया अपनायी जाती है-

(i) **कागज का चढाना-** इस सर्वेक्षण में उस कागज का अधिक महत्व होता है जिस पर मानचित्र बना होता है । तापमान की विभिन्नता के अनुकूल कागज का सिकुडना एवं फेलना बड़ा प्रभावकारी होता है । सर्वेक्षण पट्ट से उस कागज को बड़ा होना चाहिए ताकि कागज का पट्ट से बाहर निकला किनारा मोड कर पट्ट के नीचे चिपकाया जा सके । इसमे बोर्ड पिन का प्रयोग भी किया जाता है । सामान्यत; समतल पट्ट के बराबर की उपलब्ध शीट को लगाकर उसमें चारों कोनों पर पिन लगाकर कागज चढाने का कार्य सरल रहता है ।

(ii) **आधार-रेखा -** सर्वेक्षण के लिये दो प्रमुख अवस्थानों को चुन लीजिए । ये ही स्थान आधार रेखा के दो छोर होगें । आधार रेखा की लम्बाई नाप लीजिए । आधार रेखा को कागज पर सोच-विचार कर बनाना चाहिये, जिससे मानचित्र उपयुक्त बन सके । इसकी लम्बाई ऐसी अभीष्ट पदार्थ पत्रक पर व्यक्त हो सके । आधार रेखा की लम्बाई पूर्ण संख्या में होनी चाहिए । अपूर्ण संख्याएँ त्रुटि पैदा करती हैं ।

यदि आधार रेखा उस क्षेत्र के मध्य में होती है, तो कागज पर भी उसे मध्य भाग में रखना चाहिये । यदि आधार रेखा क्षेत्र के एक किनारे पर होतो मानचित्र के कागज पर भी उसी तरह दिखाना चाहिए । आधार रेखा सर्वदा चौरस भाग में ही होनी चाहिए, जिसमें चारों और की भूमि स्पष्ट दृष्टिगोचर हो सके । एक उपयुक्त मापक भी मान लेना चाहिए ।

आधार-रेखा का एक छोर ही सर्वेक्षण का प्रारम्भ स्थान होता है । प्रारम्भ स्थान पर समतल-पट्ट को रख कर इसे समतल बना लेना चाहिए । यह क्रिया समतल-पट्ट को इधर-उधर हटा कर या कीलों को घुमा कर की जा सकती है । स्प्रिट लेवल से समतल-पट्ट की समतलता की जाँच कर लेनी चाहिए । इस यंत्र को पट्ट के दो पैरों के मध्य में यंत्र किनारे के समानान्तर रखना चाहिए । जब बुलबुला मध्य

में रूक जाता है, तो पट्ट की समतल स्थिति प्रकट होती है । अन्य स्थानों पर भी इसको रख कर पट्ट की समतलता देख लेनी चाहिए । फिर समतल-पट्ट को कस देना चाहिए ।

(iii) **उत्तर दिशा का निर्धारण-** कागज के बायीं ओर ऊपरी भाग पर दिक्सूचक (ट्रफ कम्पास) को रख कर धीरे-धीरे इतना घुमाइये कि उत्तर-दक्षिण सूई दोनों ओर 0° अंश पर आ जाये तो एक सरल रेखा खींचकर ऊपर की ओर तीर बनाते हुये N लिख देना चाहिए ।

(iv) **केन्द्रीकरण-** अब समतल-पट्ट पर एक ऐसा बिन्दु लिया जाना चाहिए जो प्रारम्भ स्थान के ठीक ऊपर हो । इस बिन्दु को वृत्त के भीतर रखिए जिसमे भूल न हो । यह किया साहुल द्वारा की जाती है । किन्तु प्रयोग में पट्ट के निचले भाग से जमीन पर मृत्तिका गिराकर भी यह क्रिया सम्पन्न कर ली जाती है । इस किया में भी समतल पट्ट को इधर उधर घुमाना पडता है । फलत: कभी--कभी कागज पर केन्द्र का अभीष्ट बिन्दु प्रारम्भ स्थान के ठीक ऊपर नहीं रहता है । इसी कारण कागज. पर केन्द्र बिन्दु पट्ट के मध्य में रखना सर्वदा ठीक होता है । ऐसा - करने पर पट्ट को घुमाने पर भी बिन्दु की स्थिति में परिवर्तन नहीं होता है । इस क्रिया में सर्वेक्षण पट्ट को आधार-रेखा के एक सिर पर स्थापित करना चाहिये और चिमटी युक्त साहुल का प्रयोग करना चाहिए ।

(v) **समतल-पट्ट की स्थापना-** समतल-पट्ट को ढीला कीजिए और दर्शरेखक द्वारा आधार रेखा के दूसरे छोर को देखिए । जब दूसरा छोर सीध में आ जाये, तो समतल पट्ट को अच्छी तरह कस दीजिए, जिससे रेखाएँ शुद्ध खींची जा सके । आधार रेखा को खींच देना चाहिए और उपयुक्त मापक द्वारा इसकी लम्बाई ठीक कर लेनी चाहिए । सर्वेक्षण-पट्ट की समतलता की जाँच पुन: कर लेनी चाहिए ।

समतल-पट्ट को सर्वदा एक सुविधाजनक ऊँचाई पर रखना चाहिए, जिसमें दिकमान के लेने में कठिनाई न हो । पट्ट को ठीक करने में दो पदों को दो हाथों से पकड़ना चाहिए और तीसरे पद को हटा कर इसे ठीक बना लेना चाहिये । दो पदों को भूमि पर अवश्य रहना चाहिये । जब ढालू भूमि हो, तो दो पदों को नीचे की ओर एक को ऊपर रहना चाहिये ।

सर्वेक्षण पट्ट के प्रयोग में सावधानियाँ-

(1) सर्वेक्षण-काल में पट्ट को कस कर स्थिर रखना चाहिए । इसके हिलने पर मुश्किल हो जाती है ।

(2) पट्ट को इतनी ऊँचाई पर रखना चाहिए कि इसका प्रत्येक भाग पहुँच के भीतर रहे । 1.2 मीटर या 4 फुट की ऊँचाई ठीक होती है । पट्ट पर शरीर का कोई भार नहीं रखना चाहिए ।

(3) दर्शरेखक के किनारे सीधे होने चाहिए और किरणों को सीधी एवं बारीक बनाना चाहिए ।

(4) मापक सर्वदा अपवर्त्य होना चाहिए । ऐसा मापक होना चाहिए, जिसमें मानचित्र न बहुत बड़ा और न बहुत छोटा बनें ।

(5) मानचित्र पर अंकित होने वाले विवरण के अनुरूप मापक रखना चाहिए ।

(6) रेखाचित्र पर चुम्बकीय उत्तर अवश्य बना देना चाहिए । इस कार्य के समय लोहा समीप नहीं होना चाहिए । आपके हाथ पर बंधी घड़ी भी इसको प्रभावित करती है ।

(7) समतल पट्ट का स्थापन एवं पुन: स्थापन ठीक से होना चाहिए, क्योंकि सर्वेक्षण की शुद्धता इन्हीं क्रियाओं पर निर्भर रहती है ।

(8) किरणें महीन होनी चाहिए और प्रत्येक किरण पर क्रम- संख्या अंकित होना चाहिए, जिसमें मानचित्र की रचना में भूलें न हों । किरणें लम्बी नहीं होनी चाहिए ।

(9) कुछ स्थानों की दूरी की नाप यदि मापक की सहायता से हो जाये, तो श्रेयकर होता है ।

(10) डाइंग-बोर्ड बिल्कुल समतल होना चाहिए । यह ऐसी लकड़ी का बना होना चाहिए । जो कभी किसी ऋतु में ऐंठ या सिकुड़ न सके ।

(11) जब एक कागज पर सर्वेक्षण पूर्ण न हो, तो प्रथम कागज के सभी स्टेशनों को दूसरे कागज पर छेद कर स्थानान्तरित कर देना चाहिए ।

(12) किरणों को खींचते समय दर्शरेखक को उठाना नहीं चाहिए ।

सर्वेक्षणपट्ट द्वारा सर्वेक्षण-त्रुटियों के रूप

(क) समतल पट्ट के ऊपर धरातल के अवस्थान को ठीक से स्थापित न होना ।,

(ख) समतल-पट्ट का ढीला रहना तथा ठीक से समतल न होना ।

(ग) किरणों का सीधा न होना तथा दृष्टि का दोष ।

(घ) आधार रेखा की स्थापना तथा नाप में त्रुटि ।

(ङ) मौसमी परिवर्तन ।

(च) किरणों के खींचने में त्रुटि ।

बोध प्रश्न-।

1. प्लेन टेबुल सर्वेक्षण में क्षेत्र पुस्तिका की आवश्यकता क्यों नहीं होती?

   .....

2. प्लेन टेबुल सर्वेक्षण के लिए क्षेत्र में जाने से पूर्व क्या करना चाहिए?

   .....

3. आधार रेखा क्या है?

   .....

4. प्लेन टेबुल की समतलता की जाँच कैसे करते हैं?

   .....

5. केन्द्रीकरण करने के लिए साहुल के अलावा किसका प्रयोग कर सकते हैं?

   .....

6. किरणें खींचते समय एलिडेड किससे स्पर्श करता है?

   .....

7. मापक कैसा होना चाहिए?

   .....

8.3 प्लेन टेबुल सर्वेक्षण की विधियाँ (Methods of Plane Table Survey)

प्लेन टेबुल सर्वेक्षण की तीन विधियाँ प्रचलित हैं-

(i) विकिरण या अरीय रेखा विधि

(ii) प्रतिच्छेदन विधि

(iii) चकमण या मालारेखा विधि

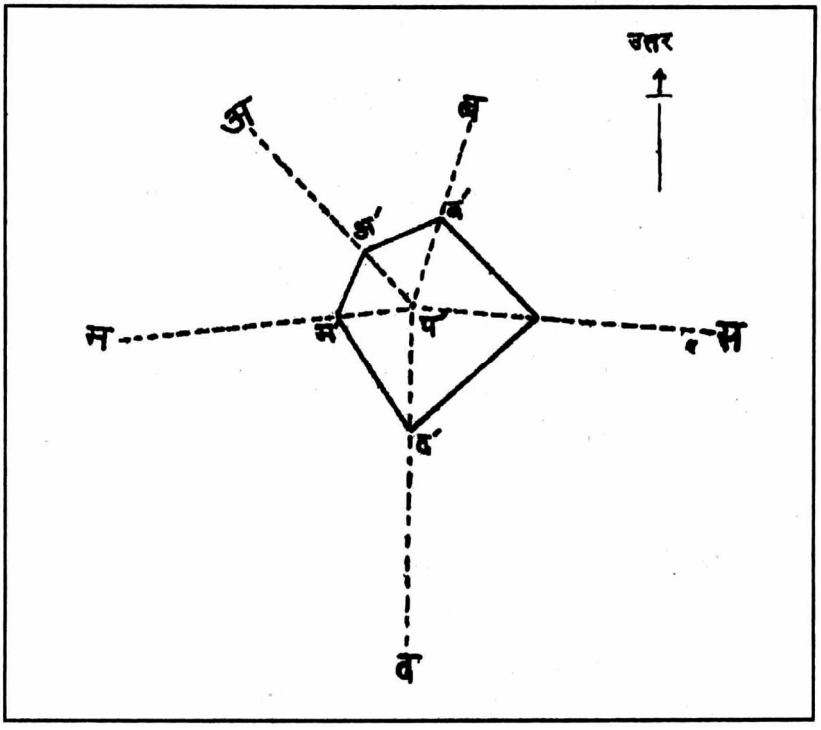
8.3.1 विकिरण विधि (Radiation Method)

इस विधि में क्षेत्र के मध्य समतल पट्ट को स्थापित कर दर्शरेखक से प्रत्येक लक्ष्य बिन्दु से किरणें खींचकर केन्द्र से उन सभी विवरणों की क्षेतिज दुरियाँ फीते से नाप कर उचित मापक के अनुसार लक्ष्य बिन्दु अंकित कर मानचित्र तैयार करते हैं ।

इसमें एक बिन्दु प लीजिये जहाँ से सभी स्थान दृश्य है, जिनकी स्थिति बनानी है । यहीं पर समतल-पट्ट को स्थापित कीजिये ।

कागज पर एक बिन्दु प^1 लीजिए जो प स्थान को प्रदर्शित करेगा । बिन्दु प^1 को प स्थान की ठीक ऊपर रखकर केन्द्रीयकरण कीजिये । इस पर चुम्बकीय उत्तर को ऊपरी कोने में बना लीजिये।

अब प^1 बिन्दु से अ, ब, स, द, म को किरणें बनाइये जैसा चित्र 8.1 में बनाया गया है । पअ, पब, पद, पम, की दूरी को चेन या फीते से नाप लीजिये और किरणों को मापकानुसार बना लीजिये । इस प्रकार अ^1, ब^1, स^1, द^1, म^1, बिन्दु को मिला दीजिये, जिससे उस क्षेत्र का खाका प्रकट होगा।

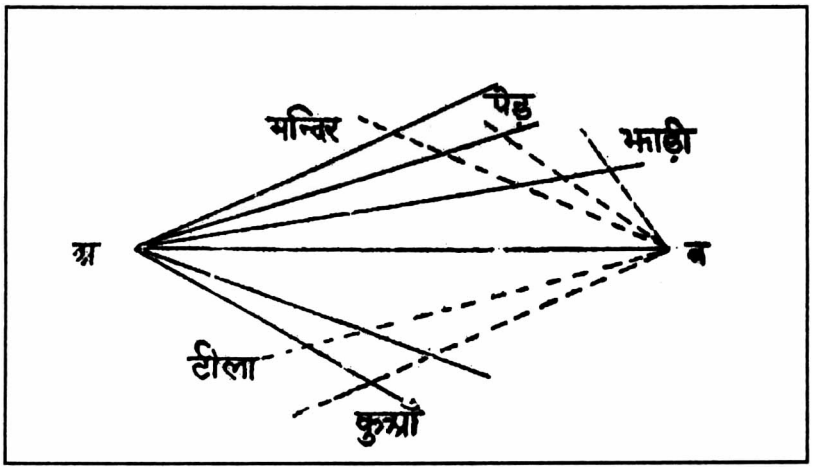


चित्र 8.1 विकिरण विधि

8.3.2 प्रतिच्छेदन विधि (Intersection Method)

इस विधि में किसी भी विवरण को अंकित करने के लिए दो सर्वेक्षण स्टेशनों से किरणें खींची जाती है । आधार रेखा के चयन के पश्चात प्रथम स्टेशन से खींची गई किरण को दूसरे स्टेशन से खींची गयी किरण प्रतिच्छेदित करती है । प्रतिच्छेदित बिन्दु विवरण की अभिष्ट स्थिति को प्रकट करता है

। खुले तथा दुर्गम क्षेत्रों के प्लान बनाने के लिए यह विधि उपयुक्त है । आधार रेखा का निर्धारण सही होना चाहिए अर्थात् आधार रेखा से प्रत्येक विवरण स्पष्ट दिखाई दे और बाधा रहित व उचित कोण पर प्रतिच्छेदित होने चाहिए ।



चित्र 8.2 प्रतिच्छेदन विधि

चित्र 8.2 के अनुसार अ तथा ब दो बिन्दुओं को जोड़ने वाली आधर रेखा का चयन कीजिये । अब समतल पट्ट को अ स्टेशन पर समतल स्थापित कीजिये । अ स्टेशन पर केन्द्रण करके ट्रफ कम्पास द्वारा उत्तर दिशा का निर्धारण कीजिये । इसके बाद एलिडेड को अ स्टेशन के आलपिन के सहारे रखकर ब स्टेशन को लक्ष्य करते हुये किरण खींचिये और पूर्व निश्चित मापनी के अनुसार अ ब आधार रेखा बनाइये । इसके बाद अ स्टेशन से मन्दिर, पेड़, झाड़ी, कुआं तथा टीला को लक्ष्य करते हुये किरणें खींचिये । अब समतल पट्ट को ब स्थान पर ले जाकर समतलन केन्द्रण और पूर्वाभिमुखीकरण करें । समतल पट्ट पर अंकित ब बिन्दु धरातल के ब बिन्दु के ढीक ऊपर स्थित होना चाहिए । अब ब स्टेशन पर आलपिन गाड़कर एलिडेड की सहायता से सभी विवरणों को लक्ष्य करके किरणें खींचिये जो अ स्टेशन से खींची गयी किरणों को प्रतिच्छेदित बिन्दुओं पर संकेत चिन्ह बनाकर स्थितियों को दर्शाते हुये मानचित्र तैयार कीजिये ।

8.3.3 चक्रमण या मालारेखा विधि (Traverse Method)

इस विधि में एक स्टेशन पर समतल पट्ट को स्थापित कर लक्ष्य बिन्दुओं की किरणें खींचते हुये अगले स्टेशन के लिए किरण खींचते हैं । मापक के अनुसार दूसरा स्टेशन निर्धारित कर समतल पट्ट को दूसरे स्टेशन पर स्थानान्तरित करते हैं और प्रथम स्टेशन से खींची गयी किरणों को काटते हुये तीसरे स्टेशन के लिए किरण खींचते हैं । इस प्रकार यह क्रिया अगले स्टेशनों के लिए दोहराई जाती है । प्लान में स्टेशनों एवं आधार रेखाओं की स्थिति एक माला की भाँति दिखाई देती है । यह विधि मार्गों अथवा नदी किनारे के क्षेत्रों एवं लम्बे चौड़े क्षेत्रों के लिए उपयोगी है । माला रेखा विधि दो प्रकार की होती है-

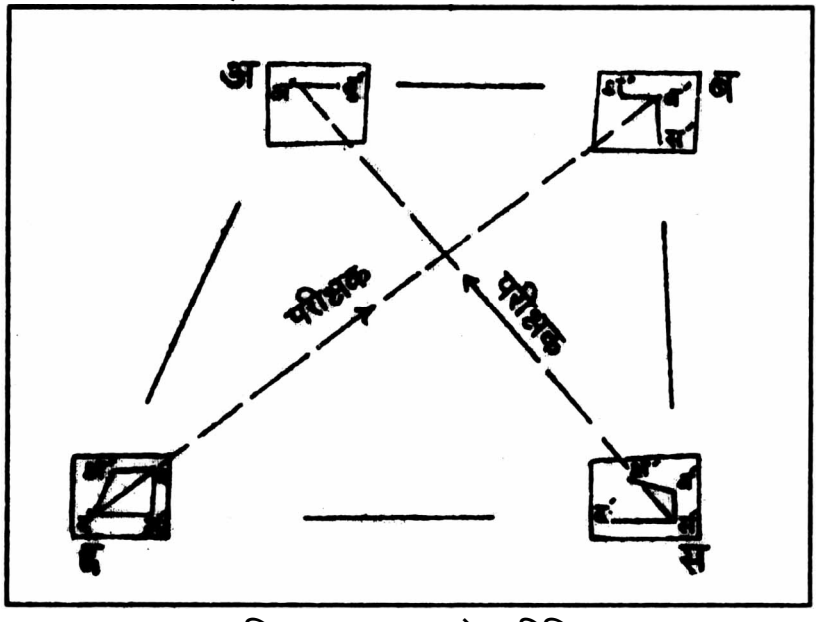
(अ) खुली माला रेखा विधि (Open Traverse Method)

इसमें समतल पट्ट को प्रथम स्टेशन पर स्थापित करके सर्वेक्षण करते हुये दूसरे, तीसरे, चौथे और आगे के स्टेशनों पर स्थापित करते हुये सर्वेक्षण का कार्य करते हैं और वापस प्रथम स्टेशन पर

नहीं आते हैं अर्थात् आधार रेखायें व स्टेशन खुले रहते हैं । किसी मार्ग, नहर या नदी का सर्वेक्षण इसी प्रकार का है ।

(ब) बन्द माला रेखा विधि (Closed Traverse Method)

इस विधि में प्रथम स्टेशन से सर्वेक्षण कार्य करते हुये दूसरे, तीसरे, चौथे, पांचवे और आगे तक सर्वेक्षण करते हुऐ वापस प्रथम स्टेशन पर पहुँच जाते हैं । किसी खेत, भवन, या अधिवास का सर्वेक्षण बन्द माला रेखा विधि द्वारा किया जाता है ।



चित्र 8.3 बन्दमाला रेखा विधि

चित्र 8.3 के अनुसार अ ब स द स्टेशन चुनते हुये प्लेन टेबुल को अ स्टेशन पर स्थापित किया । समतल एवं केन्द्रीकरण के बाद अ बिन्दु पर एलिडेड रखकर ब स्टेशन को लक्ष्य करते हुये किरण खींची और पैमाने के अनुसार प्लान में ब बिन्दु निश्चित किया । अब टेबुल को ब स्टेशन पर स्थापित कर पूर्वाभिमुखीकरण किया तथा समतलन व केन्द्रण की पुन: जाँच कर व आलपिन के सहारे एलिडेड रखकर स स्टेशन को लक्ष्य करके किरण खींची । पैमाने के अनुसार ब तथा स की दूरी अंकित कर स स्टेशन निश्चित किया । अब प्लेन टेबुल को स स्टेशन पर स्थानान्तरित कर समतलन, केन्द्रण एव पूर्वाभिमुखीकरण किया । स बिन्दु से द स्टेशन को लक्ष्य करते हुये किरण खींचकर स व द के बीच की दूरी काटकर द स्टेशन अंकित किया अब प्लेन टेबुल को द स्टेशन पर स्थापित कर द से अ को लक्ष्य करके आधार रेखा को पूर्ण करेगें । इ प्रकार अ स्टेशन से प्रारम्भ होकर सभी लक्ष्य बिन्दुओं की स्थिति अंकित करते हुये वापस अ स्टेशन पर आधार रेखा बन्द हो जाती है । यह बन्द माला रेखा सर्वेक्षण होगा ।

बोध प्रश्न - 2

1. प्लेन टेबुल सर्वेक्षण की कितनी विधियाँ है?

   .....

2. विकिरण विधि एवं प्रतिच्छेदन विधि मे क्या अंतर है?

   .....

3. माला रेखा क्या है ?

.....

4. खुली माला रेखा विधि किनके सर्वेक्षण के लिए उपयोगी है?

.....

5. बंद माला रेखा किसे कहते हैं?

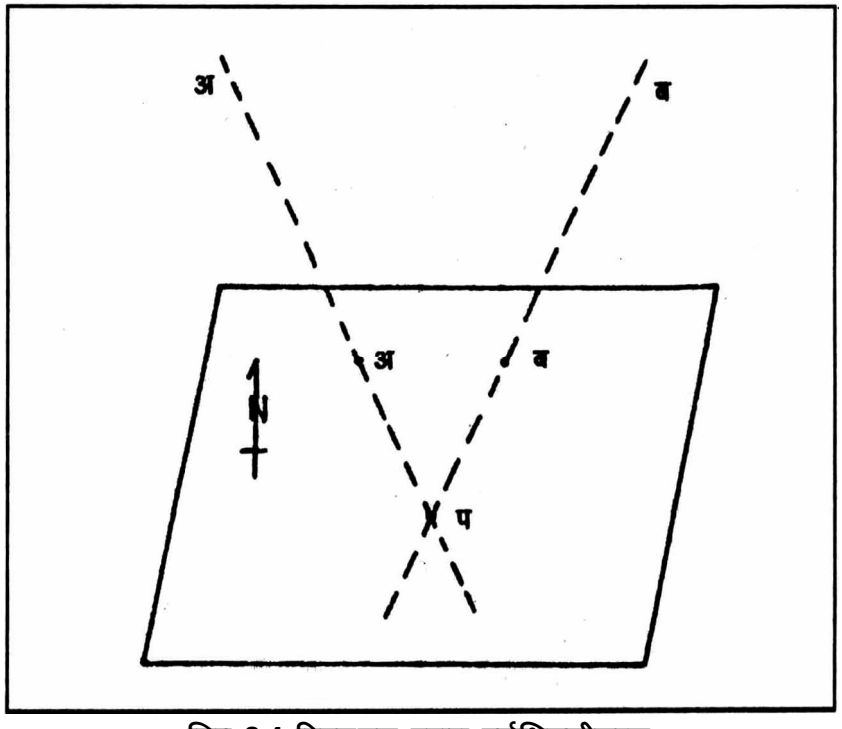
.....

8.4 स्थिति निर्धारण की विधियाँ (Methods of Resectioning)

पूर्व सर्वेक्षित मानचित्र पर क्षेत्र में ज्ञात बिन्दुओं के आधार पर प्लेन टेबुल की स्थिति ज्ञात करना, स्थिति निर्धारण कहलाता है । सर्वेक्षण पट्ट को क्षेत्र में किसी भी स्थान 'पर स्थापित कर मानचित्र में अंकित दो या तीन विवरणों से वापस किरणें खींचकर प्रतिच्छेदित बिन्दु ज्ञात करते हैं । यह प्रतिच्छेदित बिन्दु मानचित्र पर पट्ट की वास्तविक स्थिति होगी, जहाँ से आगे का सर्वेक्षण कार्य किया जाता है । स्थिति निर्धारण की निम्न विधियाँ प्रचलित है :-

8.4.1 दिक्सूचक द्वारा पूर्वाभिमुखीकरण करके (Orientation by Compass):-

इस विधि में पट्ट को दिक्सूचक की सहायता से स्थापित करके क्षेत्र में किन्हीं दो बिन्दुओं को लक्ष्य करके पट्ट पर अपनी ओर किरणें खींचते हैं । जो परस्पर प्रतिच्छेदित होती हैं । यह प्रतिच्छेदित बिन्दु पट्ट की वास्तविक स्थिति को प्रकट करेगा ।



चित्र 8.4 दिक्सूचक द्वारा पूर्वाभिमुखीकरण

1. मान लें क्षेत्र में अ तथा ब दो दृश्य बिन्दु हैं (चित्र 8.4) । मानचित्र को आरेख पट्ट पर लगाकर पट्ट को समतल कीजिए ।

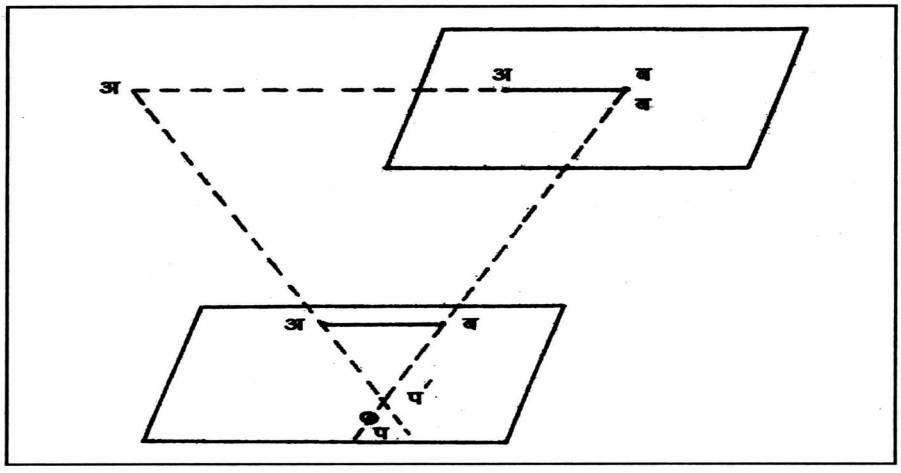
2. मानचित्र में अंकित उत्तर दिशा के सहारे दिक्सूचक रखकर पट्ट को उत्तर दिशानुरूप घुमाकर सही-सही पूर्वाभिमुखीकरण कीजिए ।
3. अब अ तथा ब बिन्दु पर आलपिन के सहारे एलिडेड रखकर लक्ष्य करते हुए अपनी ओर किरणें खींचिये, जो प बिन्दु पर काटेगी । प बिन्दु मानचित्र में सर्वेक्षण स्टेशन को प्रकट करेगा ।

8.4.2 पश्चदृष्टिपात द्वारा पूर्वाभिमुखीकरण करके

(Orientation by Back Sigfting)

इस विधि में पूर्व स्टेशन पर पश्चदृष्टिपात करके 'पट्ट का पूर्वाभिमुखीकरण करते हैं -

1. मानलें मानचित्र में अ ब दो मुख्य स्टेशन हैं । समतल पट्ट को ब स्टेशन पर समतल स्थापित कीजिये । (चित्र 8.5) केन्द्रण करने के पश्चात् ब अ आधार रेखा के सहारे एलिडेड रखकर अ स्टेशन पर पश्चदृष्टिपात कीजिये और पट्ट को कस दीजिये ।
2. पूर्वाभिमुखीकरण हो जाने के बाद केन्द्रण, समतलन की जाँच कर ब स्टेशन से प स्टेशन को लक्ष्य करते हुये किरण खींचिये और प^1 की संभावित स्थिति अंकित कीजिये ।
3. अब समतल पट्ट को प^1 स्टेशन पर ले जाकर समतलन व केन्द्रण करते हुये प^1 ब रेखा के सहारे एलिडेड रखकर ब स्टेशन को लक्ष्य करते हुये पूर्वाभिमुखीकरण कीजिये ।
4. केन्द्रण व समतलन की जाँच करते हुये अ बिन्दु पर आलपिन के सहारे एलिडेड से अ को लक्ष्य करते हुये अपनी ओर किरण खींचिये जो ब प^1 रेखा को प बिन्दु पर काटेगी। प बिन्दु मानचित्र में सर्वेक्षण स्टेशन को प्रकट करेगा ।



चित्र 8.5 पश्चदृष्टिपात द्वारा पूर्वाभिमुखीकरण

8.4.3 दो बिन्दु समस्या (Two Point Problem)

इसमें सर्वेक्षण पटल की स्थिति को उन दो बिन्दुओं के निरीक्षक द्वारा मानचित्र पर निश्चित किया जाता है, जो पटल-अवस्थान से दृश्य होते हैं और जिनकी स्थिति मानचित्र पर अंकित रहती है।

प्रस्तुत चित्र 8.6 में अ एवं ब दो बिन्दु धरातल पर हैं और चित्र में अ^1 एवं ब^1 उनके स्थान है । स अवस्थान पर सर्वेक्षण पटल स्थापित करना है और चित्र पर स^1 स्थान की स्थिति ज्ञात करनी है ।

इस समस्या का समाधान अग्रांकित विधि से होगा -

(1) एक बिन्दु द चुनिये, जिसमें स अ द कोंण तथा स ब द कोंण अधिक न्यून न हों, जिसमें अ एवं ब बिन्दुओं पर अच्छी तरह से कट सकें ।

(2) सर्वेक्षण पटल को द बिन्दु पर स्थापित कीजिये एवं इसको समतल बना लीजिये । तत्पश्चात् पटल को ठीक कर लीजिये । इसमें दिक्सूचक की सहायता लीजिये या $अ^1$ $ब^1$ के समानान्तर बना लीजिये और पटल को कस दीजिये ।

(3) दर्शरेखक को $अ^1$ पर रखकर अ बिन्दु को देखिये और अ से हो कर दृष्टिरेखा खींचिये । इसी प्रकार दर्शरेखक को $ब^1$ बिन्दु पर रखकर ब को देखिये और $ब^1$ से हो कर एक किरण खींचिये जो अ से पार करने वाली किरण को द बिन्दु पर काटती है । यही $द^1$ बिन्दु द अवस्थान को प्रकट करता है ।

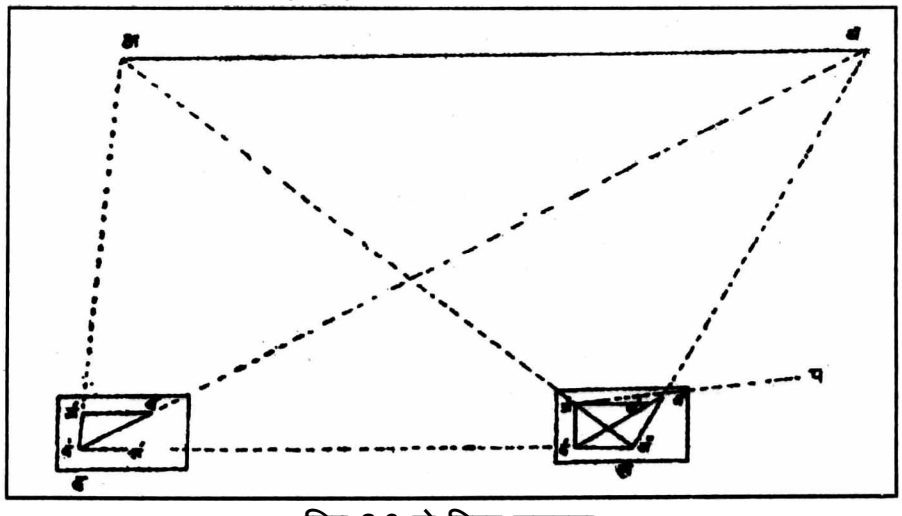
(4) फिर $द^1$ पर दर्शरेखक को रख कर स को देखिये और $द^1$ $स^1$ किरण को खींचिये ।

(5) प्लेन टेबुल को हटा कर स पर स्थापित कीजिये जिसमें स के ऊपर $स^1$ हो । इसको समतल बनाइये ।

(6) प्लेन टेबुल को द स्थिति के समानान्तर स्थापित कीजिये । यहाँ द को पश्चदृष्टि द्वारा किया जाता है । यह करने के लिए दर्शरेखक को $स^1$ $द^1$ पर रखिये और तब तक पटल को घुमाइये जब तक द स्थान समद्विभाजक हो जाय । प्लेन टेबुल को कस दीजिये ।

(7) $अ^1$ पर दर्शरेखक को रखकर अ स्थान को देखिये और $अ^1$ से हो कर एक किरण खींचिये, जो $द^1$ $स^{11}$ रेखा को $स^{11}$ पर काटती है । दर्शरेखक से $स^{11}$ को स्पर्श करते हुए ब को देखिये और $स^{11}$ से होकर एक किरण खींचिये । यह किरण $ब^1$ से हो कर पार करेगी । यह तभी सम्भव है, जब द पर प्रारम्भिक अवस्था में ठीक स्थापन हुआ रहता है किन्तु द तथा स पर पटल का स्थापन अनुमानित होता है अत: $स^{11}$ ब किरण $ब^1$ से हो कर नहीं पार करेगी।

(8) $स^{11}$ ब तथा $द^1$ $ब^1$ के प्रतिच्छेदन बिन्दु $ब^{11}$ को अंकित कीजिये । इस प्रकार $ब^{11}$ से $ब^1$ स्थान प्रकट होता है । इस प्रकार $अ^1$ $द^1$ $स^{11}$ $ब^{11}$ से अ द स ब प्रकट होता है किन्तु अ ब का वास्तविक रूप $अ^1$ $ब^1$ है, इसलिये कुछ त्रुटि आ जाती है । यह $स^{11}$ $अ^1$ $ब^1$ कोंण के बराबर है ।



चित्र 8.6 दो बिन्दु समस्या

इस त्रुटि के समाधान के ढँग -

(1) अ^{1} ब^{11} पर दर्शरेखक को रखिये और प्लेन टेबुल से सुदूर एक प रंगीन दण्ड को गाड़ दीजिये, जो अ^{1} ब^{11} की सीध में होता है ।

(2) दर्शरेखक को अ^{1} ब^{1} पर रखिये और पटल को घुमाइये, जब तक रंगीन दण्ड प पर समद्विभाग हो जाता है ।

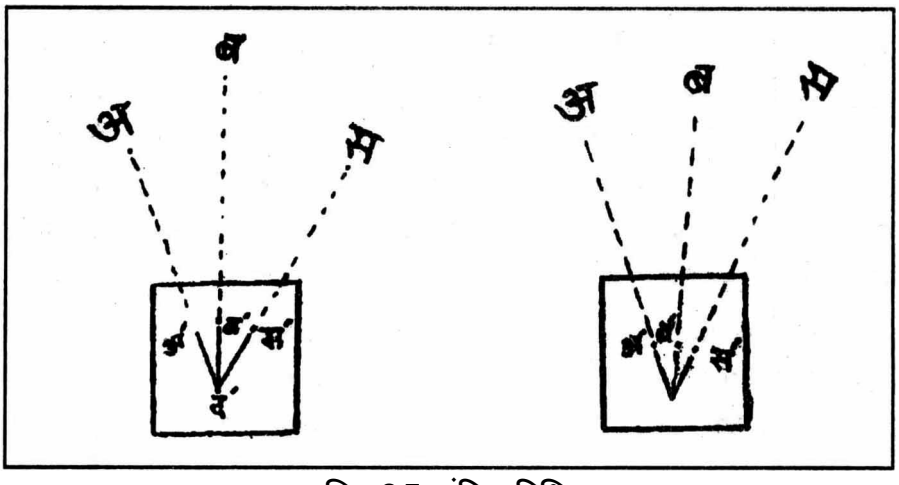
(3) पटल को कस दीजिये । इस प्रकार अ^{1} ब^{1} समानान्तर है अ ब के और पटल का ठीक स्थापन भी रहता है ।

8.4.4 त्रिबिन्दु समस्या (Three Point Problem)

क्षेत्र में ज्ञात तीन बिन्दुओं तथा मानचित्र में अंकित उन्हीं तीन बिन्दुओं से किरणें खींचकर अज्ञात स्टेशन ज्ञात करना त्रिबिन्दु समस्या है । त्रिबिन्दु समस्या से प्लेन टेबुल की स्थिति निम्न विधियो से ज्ञात कर सकते हैं ।

(i) यांत्रिक या ट्रेसिंग कागज विधि (Mechanical or Tracing Paper Method):-

यह सबसे सरल विधि है जिसमें समतल पट्ट को द स्थान पर स्थापित कर मानचित्र के ऊपर ट्रेसिंग कागज लगाइये । अब साहुल पिण्ड से द स्टेशन की स्थिति ट्रेसिंग कागज पर अंकित कर एलिडेड से धरातल के अ ब स बिन्दुओं को लक्ष्य करते हुये तीन किरणें खींचिये । अब ट्रेसिंग कागज को इधर-उधर घुमाकर इस प्रकार समायोजित कीजिये कि ट्रेसिंग कागज पर खींची गयी अ ब स किरणें मानचित्र के अ ब स से होकर गुजरे चित्र 8.7 अ ब द बिन्दु पर पिन चुबोकर मानचित्र में द बिन्दु अंकित कीजिये जो सर्वेक्षण स्टेशन की स्थिति को प्रकट करेगा ।



चित्र 8.7 यांत्रिक विधि

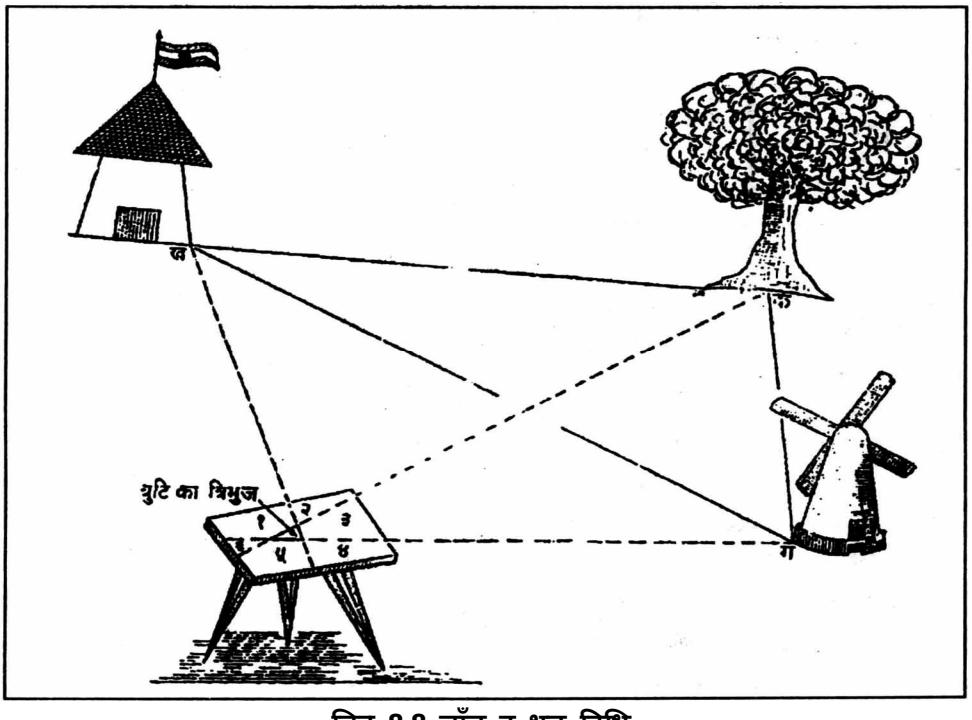
(ii) जाँच और भूल विधि (Trial and Error Method)

इस विधि में एक संभावित स्थिति चुनकर लक्ष्य करते हुए तीन किरणें अपनी ओर खींचते हैं और तब तक जाँच व भूल सुधार करते रहते है जब तक मानचित्र में प्लेन टेबुल की सही स्थिति ज्ञात न हो जाये । इसे त्रुटि त्रिभुज विधि भी कहा जाता है । मान लीजिये धरातल पर वृक्ष, मन्दिर एवं प्रकाश गृह मानचित्र में क ख और ग बिन्दुओं से प्रदर्शित हैं । प्लेन टेबुल को क्षेत्र में स्थापित कर एलिडेड की सहायता से तीनों लक्ष्य बिन्दुओं से अपनी ओर किरणें खींचिये । तीनों किरणों के

प्रतिच्छेदन से एक छोटा त्रिभुज बन जाता है जिसे त्रुटि त्रिभुज कहते हैं (चित्र 8.8) । इस त्रुटि त्रिभुज को दूर करने के लिए लेहमान नियमों के अनुसार त्रुटि त्रिभुज के बाहर या अन्दर प्लेन टेबुल को पुनर्स्थापित कर पूर्वाभिमुखीकरण करते हुये एलिडेड की सहायता से क, ख, व ग बिन्दुओं को लक्ष्य करते हुए अपनी ओर किरणें खींचिये । इस बार भी त्रुटि त्रिभुज बनता हो, तो तीनों किरणों के एक बिन्दु पर मिलने तक उक्त प्रक्रिया को दोहराते रहते हैं । मानचित्र में प्लेन टेबुल की सही स्थिति प्रकट करने वाला बिन्दु प्वाइंट सौठ (Point Sought) कहलाता है । यह प्वाइंट दो नियमों के अनुसार ज्ञात किया जाता है -

(1) क्षेत्र के तीन स्थान पेड़, प्रकाश एवं मंदिर के मिलाने से बनने वाले त्रिभुज के भीतर सर्वेक्षण-पट्ट का स्थान पड़ता है, तो सर्वेक्षण का स्थान मानचित्र पर त्रुटि के त्रिभुज के भीतर रहता है । यह स्थान त्रुटि के त्रिभुज को निर्माण करने वाली सबसे छोटी किरण के समीप और सबसे बडी किरण से दूर होता है । प्रत्येक किरण से सर्वेक्षक के स्थान की लम्बवत् दूरी उसी अनुपात में होती है, जिस अनुपात में सर्वेक्षक के स्थान से उन पदार्थो की दूरी होती है, जिन पदार्थो से किरणें खींची गयी होती है ।

(2) यदि क्षेत्र के तीनों स्थानों के मिलाने से बने हुए त्रिभुज के बाहर सर्वेक्षण-पट्ट की स्थिति है, तो सर्वेक्षक का स्थान त्रुटि के त्रिभुज के बायें या दायें होगा, जब सर्वेक्षक क्षेत्र के तीनों पदार्थो को देखता है । वास्तव में अभीष्ट स्थान 6 खण्डो में से केवल उन दो खण्डों में पड़ता है, जिसमें सभी किरणें या तो बायें या दायें से गुजरती है । रेखाचित्र में खण्ड 1 सभी किरणों के बायें तथा खण्ड 4 सभी किरणों के दायें ओर स्थित है । इसलिये सर्वेक्षक स्टेशन का स्थान प्रथम या चतुर्थ खण्ड में है ।



चित्र 8.8 जाँच व भूल विधि

प्लेन टेबुल की मानचित्र में सही स्थिति ज्ञात करने के लिए निम्न नियमों को भी ध्यान में रखा जाता है -

(अ) यदि प्लेन टेबुल की स्थिति वृहत त्रिभुज (धरातल पर स्थित तीनों बिन्दुओं को मिलाने वाली रेखा से वृहत त्रिभुज बनता है) के अन्दर हो तो निश्चित किया जाने वाला बिन्दु त्रुटि त्रिभुज के अन्दर होगा । (चित्र 8.8) ।

(ब) यदि प्लेन टेबुल की स्थिति वृहत त्रिभुज के बाहर परन्तु वृहत वृत्त के अन्दर है तो बिन्दु प्रतिच्छेदित किरणों के विपरीत दिशा के खण्ड़ में शेष दोनों रेखाओं के मध्य होगी । (चित्र. 8.8)

(स) यदि प्लेन टेबुल की स्थिति वृहत वृत्त पर है तो स्थिति निर्धारण एक समस्या बन जाती है । (मानचित्र) इसके लिए प्लेन टेबुल को इस की परिधि से कुछ दूर हटाकर दूसरे स्टेशन की स्थिति ज्ञात कर स्थिति निर्धारण करते हैं ।

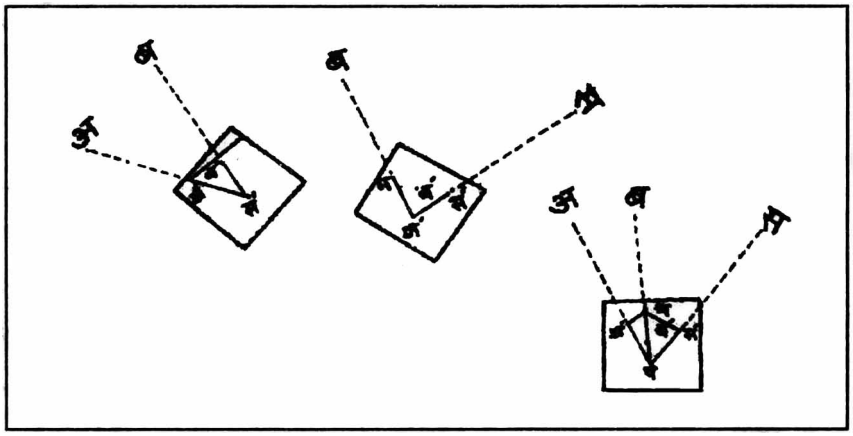
(द) यदि प्लेन टेबुल की स्थिति वृहत त्रिभुज एवं वृहत वृत्त के बाहर स्थित है तो नियत बिन्दु सभी किरणों के दायी ओर अथवा बायी ओर हो सकता है ।

(3) आलेखी विधियाँ (Graphical Methods) -

तीन बिन्दु समस्या के निराकरण में अनेक आलेखी विधियाँ हैं, परन्तु बेसल व लानो विधि अधिक प्रचलित है-

(अ) बेसेल की विधि (bassel's Method)

मान लीजिए कि अ ब तथा स तीन स्थान धरातल पर हैं जो मानचित्र में अ^1 ब^1 तथा स^1, बिन्दुओं से प्रकट होता है । प सर्वेक्षण स्टेशन की स्थिति को प्रदर्शित करता है (चित्र 8.9)



चित्र 8.9 बेसेल विधि

(i) समतल पट्ट को ठीक एवं समतल करके एलिडेड को स^1, अ^1 पर रखिये और पटल को घुमाइये जब तक अ सीधे दिखाई देवे । पटल को कस दीजिये । फिर एलिडेड को स^1 पर रख कर ब स्थान को देखिये और स^1 ब किरण को खींचिये ।

(ii) एलिडेड को अ^1 स^1 पर रख कर पटल को घुमाइये, जब तक कि स सीधे में आ जाय । स्मरण रहे कि स^1 बिन्दु स स्थान की ओर रहे और पटल को कस दीजिये । एलिडेड को अ^1 पर रख कर ब स्थान को देखिये और अ^1 ब किरण को खींचिये । जो स^1 से खींची गई किरण को म बिन्दु पर काटती है ।

(iii) ब^1 म पर एलिडेड को रख कर पटल को धुमाइये, जब तक ब सीधे में आ जाये । पटल को कस दीजिये । अब पटल स्थापित हो जायेगा और प बिन्दु म ब^1, अ अ^1, तथा स स^1 पर पड़ेगा ।

(iv) एलिडेड को अ^1 पर रख कर अ को देखिये और अ^1 से होकर एक किरण खींचिये, जो ब^1 म किरण को प पर काटती है जो सर्वेक्षण स्टेशन को प्रकट करेगा ।

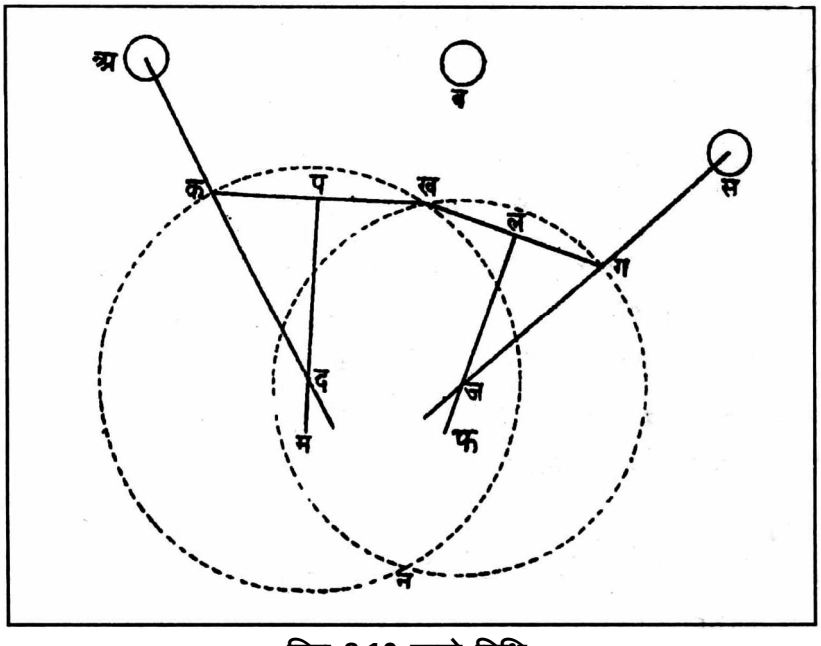
(अ) जाँच के लिये स^1 बिन्दु पर एलिडेड को घुमाइये जब तक स दिख जाये । इस किरण स स^1 को प से गुजरना चाहियें, यदि चित्रण ठीक है ।

(ब) लानों की विधि (Llano's Method) :-

धरातल पर अ, ब, स तीन दृश्य बिन्दुओं को मानचित्र में क, ख, ग बिन्दुओं से प्रदर्शित किया गया है । जिस बिन्दु की स्थिति ज्ञात करनी होती है, वहीं पर समतल पट्ट रखा जाता है ।

(i) मानचित्र में क एवं ख को मिला कर इसके समद्विभाजक बिन्दु पर प म लम्ब खींचिये। इस लम्ब पर दर्शरेखक को रखिये और बोर्ड को ढीला करके इस प्रकार घुमाइये कि एलिडेड ब स्थान की सीध में आ जाय । समतल-पट्ट को कस दीजिए और क बिन्दु पर एलिंडेड को रख कर इसको घुमाइये, जब तक अ स्थान सीध में दृश्य न हो जाय और किरण को खींच दीजिये जो प म लम्ब को द बिन्दु पर काटती है । इसी द बिन्दु को केन्द्र मान कर क द के बराबर अर्द्धव्यास पर एक वृत्त खींचिये (चित्र 8.10) ।

(ii) उपर्युक्त विधि से ख ग रेखा का समद्विभाजक समकोंण ल फ खींचिये और उस पर एलिडेड को रख कर पट्ट को घुमाइये, जब तक ब बिन्दु सीध में दृष्टिगत न हो जाये । फिर सर्वेक्षण-पट्ट को कस दीजिए और ग स दृष्टि रेखा को खींचिए, जो ल फ को ज बिन्दु पर काटती हैं । इसके पश्चात् ज को केन्द्र मान कर ग ज का अर्द्धव्यास ले कर एक वृत्त खींचिये जो ख बिन्दु से होकर जाता है ।



चित्र 8.10 लानो विधि

(iii) इस विधि से दोनों एक -दूसरे को ख तथा न बिन्दुओं पर काटते हैं । ख बिन्दु पहले से ही ज्ञात है । अत: दूसरा स्थान न सर्वेक्षण स्टेशन की स्थिति को प्रकट करेगा ।

बोध प्रश्न:- 3

1. स्थिति निर्धारण, किसे कहते हैं?

   .....

2. पश्च दृष्टिपात पूर्वाभिमुखीकरण क्या है?

   .....

3. दो बिन्दु समस्या क्या है?

   .....

4. त्रि बिन्दु समस्या से क्या तात्पर्य है?

   .....

5. त्रुटि त्रिभुज किसे कहते हैं?

   .....

6. त्रुटि त्रिभुज को किस प्रकार दूर करते हैं?

   .....

7. त्रिबिन्दु समस्या की आलेखी विधियों में कौनसी विधियाँ प्रचलित हैं ।

   .....

8.5 प्लेन टेबुल सर्वेक्षण के गुण दोष (Merits and Demerits of Plane Table Survey)

प्लेन टेबुल सर्वेक्षण कई रूपों में अन्य सर्वेक्षण से सर्वोत्तम है । सरलता व शुद्धता के साथ-साथ कुछ दोष भी पाये जाते हैं ।

गुण (Merits)

(1) प्लेन टेबुल सर्वेक्षण विधि सरल होने के साथ-साथ शुद्ध होती है ।

(2) इसमें क्षेत्र पुस्तिका बनाने की आवश्यकता नहीं होती ।

(3) सर्वेक्षण व मानचित्रण का समस्त कार्य क्षेत्र में ही पूर्ण हो जाता है, अत: त्रुटियों का ज्ञान उसी समय हो जाता है ।

(4) इसमें केवल आधार रेखा का क्षेतिज मापन ही होता है, अत: सर्वेक्षण कार्य शीघ्र सम्पन्न हो जाता है ।

(5) चुम्बकीय क्षेत्रों में प्रिज्म कम्पास सर्वेक्षण संभव नहीं होता वहाँ यह विधि सर्वोतम होती है ।

(6) सर्वेक्षण अपने पुराने स्थान या प्लेन टेबुल की स्थिति आसानी से ज्ञात करके सर्वेक्षण कार्य प्रारम्भ किया जा सकता है । यह इस विधि का सबसे बड़ा लाभ है ।

(7) सर्वेक्षण के साथ- साथ उसकी जाँच भी हो जाती है । अत: अशुद्धियों का संशोधन भी होता रहता है।

(8) इसमें दो व्यक्ति भी सर्वेक्षण कार्य सम्पन्न कर सकते है ।

(9) शुद्धता, शीघ्रता एवं मितव्ययता की दृष्टि से यह सर्वाधिक उपयुक्त विधि है ।

(ii) दोष (Demerits)

(1) प्लेन टेबुल सर्वेक्षण आर्द्र जलवायु में नहीं हो सकता, क्योंकि इस जलवायु में कागज नम हो जाता है और मापन में कठिनाई आती है ।

(2) इस सर्वेक्षण में सभी सर्वेक्षण उपकरणों को एक स्थान से दूसरे स्थान पर ले जाना सुविधाजनक नहीं होता । अत: दीर्घ मापक क्षेत्रों के लिए अनुपयुक्त होता है ।

(3) विशाल भू-भाग के सर्वेक्षण में कागज को बार- बार बदलना पड़ता है ।

(4) इस सर्वेक्षण से क्षेत्र के सभी विवरण भी प्राप्त नहीं होते हैं और क्षेत्रफल भी ज्ञात नहीं होता है ।

(5) पहाडी भागों में आधार रेखा चयन कठिन है, और लक्ष्य बिन्दुओं के निर्धारण में बाधाऐं आती हैं ।

बोध प्रश्न - 4

1. प्लेन टेबुल सर्वेक्षण विधि सरल क्यों है?

   .....

2. प्लेन टेबुल सर्वेक्षण शीघ्रता से क्यों सम्पन्न होता है?

   .....

3. प्लेन टेबुल सर्वेक्षण में शुद्धता का गुण किस प्रकार होता है?

   .....

4. यह आर्द्र जलवायु वाले क्षेत्रोंके लिए उपयुक्त क्यों नहीं है?

   .....

5. प्लेन टेबुल सर्वेक्षण में पहाड़ी भागों में क्या बाधाऐं आती है?

   .....

8.6 सारांश (Summary)

प्लेन टेबुल एक लोक प्रिय सर्वेक्षण तकनीक है जिसमें सर्वेक्षण से लेकर मानचित्रण तक का समस्त कार्य क्षेत्र में ही सम्पन्न हो जाता है । सर्वेक्षक सभी उपकरणों की जाँच कर क्षेत्र का अनुमानित चित्र बना लेता है । इसके बाद प्लेन टेबुल स्थापना का कार्य किया जाता है जिसमें कागज चढ़ाना, समतल करना, आधार रेखा का निर्धारण, उत्तर दिशा का निर्धारण, केन्द्रीकरण आदि प्रक्रिया अपनायी जाती है । सर्वेक्षण के दौरान पट्ट को कस कर रखना, किरणें सीधी व बारीक खींचना, उपयुक्त मापक, उत्तर दिशा का शुद्धता से अंकन, आधार रेखाओं का सही मापन, प्लेन टेबुल की समतलता की जाँच आदि सावधानियाँ रखनी चाहिए ।

प्लेन टेबुल सर्वेक्षण तीन विधियों- विकिरण, प्रतिच्छेदन एवं मालारेखा से किया जाता है । विकिरण विधि में सभी लक्ष्य बिन्दुओं की दूरियाँ मापी जाती है, जबकि प्रतिच्छेदन विधि में केवल आधार रेखा की लम्बाई मापते हैं और लक्ष्य बिन्दु प्रतिच्छेदन से निश्चित करते हैं । किसी मार्ग, नहर,

नदी आदि के सर्वेक्षण के लिए खुलीमाला रेखा एवं भवन, आवासीय बस्ती, खेत आदि के लिए बन्द माला रेखा विधि से सर्वेक्षण किया जाता है । पूर्व सर्वेक्षण मानचित्र में प्लेन टेबुल की स्थिति ज्ञात करने के लिए दिक्सूचक या पश्चदृष्टिपात द्वारा पूर्वाभिमुखीकरण करके या द्वि बिन्दु व त्रि बिन्दु समस्या जैसी विधियों का प्रयोग किया जाता है ।

प्लेन टेबुल सर्वेक्षण में सरलता, शुद्धता, क्षेत्र पुस्तिका की आवश्यकता नहीं, सर्वेक्षण व मानचित्रण का समस्त कार्य क्षेत्र में ही पूर्ण होना, चुम्बकीय क्षेत्रों के लिए उपयोगी, जाँच की सुविधा, कम व्यक्तियों से ही सर्वेक्षण कार्य संभव आदि गुण होने के कारण अन्य सर्वेक्षणों से सर्वोत्तम है । इसके अलावा यह आर्द्र जलवायु वाले क्षेत्रों के लिए अनुपयुक्त, सभी उपकरणों को एक स्थान से दूसरे स्थान पर ले जाने में कठिनाई, पहाड़ी भागों में कठिनाई आदि दोष भी पाये जाते हैं ।

8.7 शब्दावली (Glossary)

स्थापन : सर्वेक्षण कार्य के लिए समतलन, केन्द्रण व दिशा निर्धारण करने की क्रिया ।

मानचित्रण : उपयुक्त मापक से सर्वेक्षण क्षेत्र का मानचित्र बनाना

आधार रेखा : दो स्टेशनों को मिलाने वाली रेखा

केन्द्रीकरण : धरातल पर सर्वेक्षण स्टेशन एवं प्लान में अंकित उसी सर्वेक्षण स्टेशन को लम्बवत करना प्रतिच्छेदन एक स्टेशन से लक्ष्य करते हुये किरण खींचकर दूसरे स्टेशन से लक्ष्य करते हुये इसी किरण को काटना

पूर्वाभिमुखीकरण : पूर्व स्टेशन की भाँति प्लेन टेबुल की स्थिति बनाना

लक्ष्य बिन्दु : मानचित्र में अंकित किये जाने वाले विवरण

चक्रमण : सर्वेक्षण स्टेशनों व आधार रेखाओं की शृंखला

अरीयरेखा : एलिडेड से विवरण को लक्ष्य करके किरण खींचना

8.8 संदर्भ ग्रन्थ (Reference Books)

1. एच. एल. यादव : प्रयोगात्मक भूगोल के आधार, राधा पब्लिकेशन्स, नई दिल्ली (2006)
2. जे.पी.शर्मा : प्रयोगात्मक भूगोल, रस्तोगी प्रकाशन, मेरठ
3. आर. के. शर्मा : प्रयोगात्मक भूगोल, हिमांशु पब्लिकेशन, हिरणमगरी उदयपुर (2007)
4. आर. एल. सिंह : प्रयोगात्मक भूगोल के मूल तत्व, कल्याणी पब्लिशर्स नई दिल्ली (1991)
   बी.पी सिंह -

8.9 बोध प्रश्नों के उत्तर

बोध प्रश्न 1

1. क्योंकि सर्वेक्षण व मानचित्रण का समस्त कार्य क्षेत्र में ही हो जाता है ।
2. उपकरणों की अच्छी तरह जाँच कर लेनी चाहिए ।
3. दो सर्वेक्षण स्टेशनों को मिलाने वाली रेखा ।
4. स्प्रिट लेवल को प्लेन टेबुल पर रखकर ।

बोध प्रश्न 1

1. प्रतिच्छेदन विधि को उदाहरण सहित समझाइये ।

2. स्थिति निर्धारण की त्रि बिन्दु समस्या का विवेचन कीजिए ।
3. द्वि बिन्दु समस्या की व्याख्या कीजिये ।
4. प्लेन टेबुल सर्वेक्षण के गुण-दोष बताइये ।

इकाई-9 : भारतीय क्लाईनोमीटर (Indian Pattern Clinometer)

इकाई की रूपरेखा :

9.0 उद्देश्य
9.1 प्रस्तावना
9.2 भारतीय क्लाइनोमीटर
9.3 भारतीय क्लाइनोमीटर के विभिन्न अंग
  9.3.1 आधार प्लेट
  9.3.2 पीतल की छड़
  9.3.3 नेत्र फलक व दृश्य वेधिका
  9.3.4 सँकरवा फ्रेम
  9.3.5 स्प्रिट लेवल
9.4 भारतीय क्लाइनोमीटर की प्रयोग विधि
  9.4.1 क्लाइनोमीटर से ऊँचाई ज्ञात करने की पहुँच विधि (Accessible Method)
  9.4.2 क्लाइनोमीटर से ऊँचाई ज्ञात करने की बिना पहुँच विधि (Inaccessible method)
  9.4.3 क्लाइनोमीटर से गहराई मापन
9.5 सारांश
9.6 शब्दावली
9.7 संदर्भ ग्रंथ
9.8 बोध प्रश्नों के उत्तर
9.9 अभ्यासार्थ प्रश्न

9.0 उद्देश्य (Objectives)

इस इकाई के अध्ययनोपरान्त आप समझ सकेंगें -

- क्लाइनोमीटर को भारतीय क्लाइनोमीटर क्यों कहा जाता है?
- भारतीय क्लाइनोमीटर के विभिन्न अंग,
- भारतीय क्लाइनोमीटर के विभिन्न अंगों के उपयोग,
- ऊँचाई ज्ञात करने की पहुँच तथा बिना पहुँच विधि
- भारतीय क्लाइनोमीटर से गहराई ज्ञात करना ।

9.1 प्रस्तावना (Introduction)

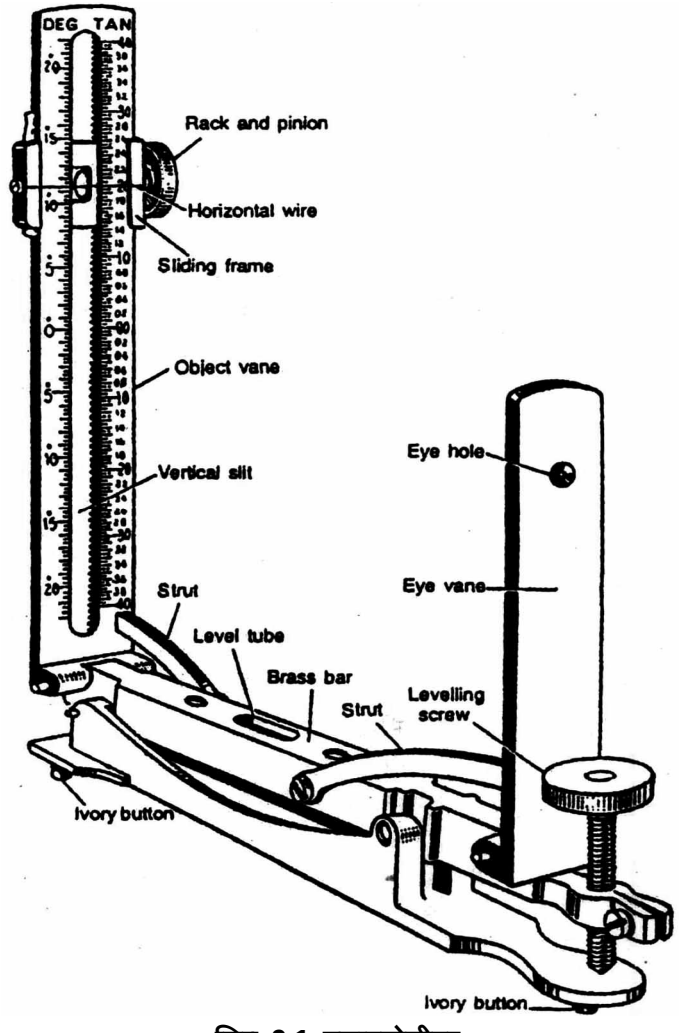
धरातल के क्षैतिज बिन्दुओं का सर्वेक्षण कई सर्वेक्षण यंत्रों से किया जाता है । सर्वेक्षण में किसी भी क्षेत्र के क्षैतिज पर स्थिति विभिन्न स्थानों को दर्शाया जाता है, लेकिन कई बार सर्वेक्षित क्षेत्र के

विभिन्न स्थानों की ऊँचाई व गहराई ज्ञात करना भी आवश्यक हो जाता है । ऊँचाई व गहराई ज्ञात, करने के कई यन्त्र हैं, लेकिन इसमें सबसे सरल भारतीय क्लाइनोमीटर है ।

भारतीय क्लाइनोमीटर से विभिन्न स्थानों की पहुँच (Accessible) व बिना पहुँच (Inaccessible) विधि से ऊँचाई व गहराई बड़ी सरलता से ज्ञात की जा सकती है । इसका उपयोग प्लेन टेबुल पर रखकर ही किया जाता

9.2 भारतीय क्लाइनोमीटर (Indian Pattern clinometer)

क्षेत्र में स्थित किसी बिन्दु की ऊँचाई ज्ञात करने के लिए इसका आविष्कार किया । इस यंत्र का आविष्कार स्वतंत्रतापूर्वक भारतीय सर्वेक्षण विभाग के वैज्ञानिकों ने किया था, अत: इसे भारतीय क्लाइनोमीटर कहा जाता है । भारतीय क्लाइनोमीटर को स्पर्शज्या क्लाइनोमीटर या टेनज़ेन्ट क्लाइनोमीटर (Tangent clinometer) के नाम से भी जाना जाता है । इससे ऊँचाई ज्ञात करने के अलावा समोच्च रेखांकन (Contouring) भी की जाती है । ऊँचाई मापने वाला यह यंत्र एलीडेड का ही विकसित रूप है ।



चित्र 9.1 क्लाइनोमीटर

इसे समपटल पर रखकर प्राय: पूर्व में बनाये गये मानचित्र या प्लान के क्षेत्र की महत्वपूर्ण स्थानों की ऊँचाइयां ज्ञात करने के लिए उपयोग में लेते है । इसका उपयोग प्लेट टेबुल पर रखकर ही किया जाता है । इस यन्त्र की सहायता से किसी भी स्थान का उन्नयन या अवनमन कोंण और उसका स्पर्शजन्य मूल्य ज्ञात हो जाता है, जिससे उस स्थान विशेष की ऊँचाई या गहराई का मापन संभव होता है । ऊर्ध्वाधर कोंण का मान ज्ञात हो जाने पर एक सूत्र की सहायता से उस बिन्दु की यन्त्र स्टेशन से ऊँचाई या निचाई ज्ञात की जा सकती है ।

बोध प्रश्न - 1

1. भारतीय क्लाइनोमीटर का आविष्कार किसने किया ?

   .....

2. भारतीय क्लाइनोमीटर का दूसरा नाम क्या है?

   .....

3. इससे कौनसी रेखायें तैयार की जा सकती है?

   .....

4. भारतीय क्लाइनोमीटर किस का विकसित रूप है?

   .....

5. भारतीय क्लाइनोमीटर का उपयोग किस पर रख कर किया जाता है?

   .....

6. भारतीय क्लाइनोमीटर का मुख्य उपयोग क्या है?

   .....

9.3 भारतीय क्लाइनोमीटर के विभिन्न अंग (Parts of Indian Clinometer)

भारतीय क्लाइनोमीटर के विभिन्न अंग निम्न हैं :-

(1) आधार प्लेट (Base Plate)

(2) पीतल की छड़ (Brass Bar)

(3) नेत्र फलक व दृश्य वेधिका (Eye vane & Sight vane)

(4) सँकरवा फ्रेम (Sliding Frame)

(5) स्प्रिट लेवल (Spirit Level)

इनका वर्णन निम्न प्रकार से है -

9.3.1 आधार प्लेट (Base Plate)

यह लगभग 22 सेन्टीमीटर लम्बी एवं 2 सेन्टीमीटर चौड़ी एक अलौह धातु की भारी प्लेट हाथी दांत या नाइलोन के बने बटनों पर टिकी होती है । ये बटन आधार प्लेट को प्लेन टेबुल के कागज से थोड़ा ऊपर रखते हैं, अत: उपकरण को प्लेन टेबुल पर घुमाने से कागज खराब नहीं होता है ।

9.3.2 पीतल की छड़ (Brass bar)

आधार प्लेट के ऊपर एक पीतल की छड़ होती है । प्लेट के ऊपरी भाग में स्प्रिट लेवल लगा रहता है । प्लेट को समतल रखने के लिए पिछले कोने के पास एक पेंच भी लगा रहता है, जिससे प्लेट को समतल किया जाता है । इस छड़ में दो आलम्बन (Strut) लगे होते हैं तथा पट्टी के दोनों सिरों पर कब्जे से जुड़े फलक (Vane) लगे होते हैं, जो कोंण मापते समय क्लाइनोमीटर के नेत्र फलक (Eye Vane) व दृश्यवेधिका (Object Vane) को लम्बवत् रखते हैं । उपकरण को बन्द करते समय इन आलम्बनों (Strut) को उल्टा घुमाकर आधार प्लेट पर क्षैतिज रख देते हैं ।

9.3.3 नेत्र फलक व दृश्य वेधिका (Eye vane & Sight vane)

ये एक दूसरे से 20 सेन्टीमीटर की दूरी पर होते हैं । दृश्यवेधिका लगभग 17 सेन्टीमीटर और नेत्रफलक लगभग 9 सेन्टीमीटर ऊँचा होता है । पीतल की छड़ के ऊपर आधार प्लेट पर लगे पीतल की छड़ के सिरों पर दो मुडवाँ फलक लगे होते हैं । इनमें एक छोटा फलक होता है, जिसके ऊपरी सिरे के पास अवलोकन छिद्र (Eye Hole) होता है, जिसे नेत्रफलक (Eye vane) कहते हैं तथा दूसरा बड़ा फलक होता है जिसे. दृश्यवेधिका (Object Vane) कहा जाता है । दृश्यवेधिका में एक लम्बवत् दरार होती है जिसे झिरी कहते हैं । इसके दोनों ओर मापक बने होते हैं । दोनों मापकों के मध्य में शून्य लिखा होता है जो नेत्रफलक (Eye Vane) में बने छिद्र के समानान्तर होता है । इस शून्य से ऊपर की ओर किसी वस्तु की ऊँचाई व नीचे की ओर किसी वस्तु की गहराई ज्ञात की जाती है । इस झिरी के बायें किनारे पर अंशों (Degrees) तथा दायें किनारे पर प्राकृतिक स्पर्शजन्य (Natural tangents) के चिन्ह अंकित होते हैं । शून्य से ऊपर की ओर चिन्हों पर उन्नयन कोंण (Angle of elevation) तथा नीचे की ओर के चिन्हों पर अवनमन कोंण (Angle of depression) पढ़ते हैं । इस प्रकार इस क्लाइनोमीटर पर अधिक से अधिक 22 डिग्री तथा कम से कम 20 मिनिट तक का उन्नयन या अवनमन कोंण पढ़ा जा सकता है । इस प्रकार दायें किनारे पर अधिक से अधिक 0.4 तथा कम से कम 0.005 स्पर्शज्या मूल्य पढ़ा जा सकता है । इस सम्बन्ध में यह बात उल्लेखनीय है कि दोनों मापनियों के शून्य चिन्ह अवलोकन छिद्र की सीध में होते हैं अर्थात् उपकरण को समतल स्थापित कर देने पर अवलोकन छिद्र एवं शून्य के चिन्हों को मिलाने वाली कल्पित सरल रेखा पूर्णत: क्षैतिज हो जाती है ।

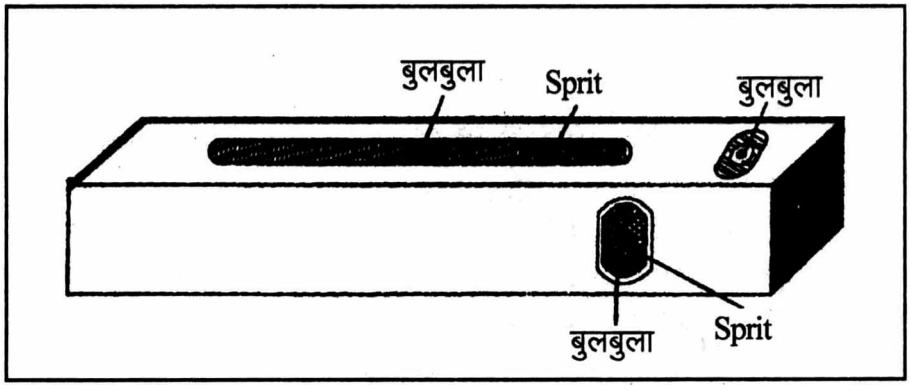
9.3.4 सँकरवा फ्रेम (Sliding Frame)

दृश्यवेधिका पर एक सरकने वाला फ्रेम होता है, जिसे रैकपिनियन (Rack & Pinion) कहते हैं, के द्वारा दृश्य वेधिका के सहारे ऊपर या नीचे की ओर खिसकाया जा सकता है । फ्रेम में दृश्यवेधिका की झिरी के आर-पार एक क्षैतिज तार बंधा होता है इसी की सहायता से किसी स्थान विशेष का कोंण और उसका स्पर्शज्या मूल्य ज्ञात करते हैं ।

9.3.5 स्प्रिट लेबल (Spirit Level)

पीतल छड़ (Brass bar) में स्प्रिट लेवल लगा रहता है । उन्नतोदर आकार की शीशे की नली में स्प्रिट भरकर थोड़ी सी खाली जगह वायु का बुलबुला बनने को छोड़ देते हैं और नली के मध्य दो

निशान लगा देते हैं । जब बुलबुला इन दोनों निशानों के मध्य रूक जाता है तो सम्बन्धित वस्तु समतल अवस्था में समझी जाती है । आधार प्लेट के एक किनारे पर समतलन पेंच (Leveling Screw) लगा रहता है, जिससे बार ऊँचा या नीचा किया जाता है । जब बुलबुला स्प्रिट लेवल के बीचों बीच होता है तो नेत्रफलक को जोड़ने वाली रेखा और पैमाने पर शून्य होता है ।



चित्र 9.2 स्प्रिट लेवल

बोध प्रश्न - 2

1. भारतीय क्लाइनोमीटर के विभिन्न अंगों के नाम लिखिये?

   .....

2. आधार प्लेट की लम्बाई और चौड़ाई कितनी होती है?

   .....

3. नेत्रफलक और दृश्यवेधिका के मध्य दूरी कितनी होती है?

   .....

4. दृश्यवेधिका की ऊँचाई कितनी होती है?

   .....

5. नेत्रफलक की ऊँचाई कितनी होती है?

   .....

6. झिरी के बायें तथा दायें किनारे पर किसके चिन्ह अंकित होते हैं?

   .....

7. भारतीय क्लाइनोमीटर पर कम से कम कितने मिनिट तथा अधिक से अधिक कितने का उन्नयन और अवनमन कोंण पढ़ा जा सकता है?

   .....

8. दायें किनारे पर अधिक से अधिक तथा कम से कम कितना स्पर्शज्या मूल्य पढ़ा जा सकता है?

   .....

9. रैक पिनियम किसे कहते हैं?

   .....

10. पीतल छड़ में क्लाइनोमीटर का कौन सा अंग लगा रहता है?

.....

9.4 भारतीय क्लाइनोमीटर की प्रयोग विधि (Methods of Use of Indian Clinometer)

भारतीय क्लाइनोमीटर को प्रयोग करने की विधि बहुत सरल है ।

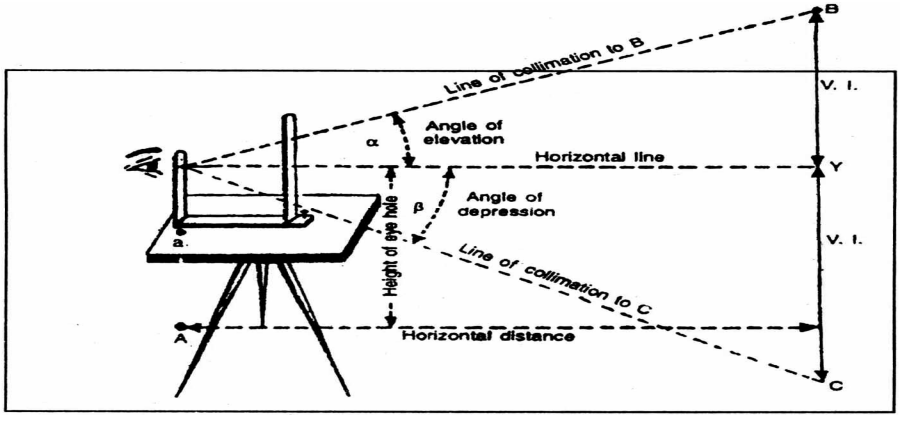
- यन्त्र स्टेशन (मान लीजिये A) पर प्लेन टेबुल को समतल स्थापित करेगें तथा प्लान A स्टेशन की स्थिति प्रकट करने वाले बिन्दु (a) पर क्लाइनोमीटर के नेत्रफलक वाले सिरे को रखेगें ।
- दोनों फलकों को लम्बवत् खड़ा करके आलम्बन लगाइयेगें । जिससे कार्य करते समय कोई भी फलक नत न हो सके ।
- समतलन पेंच की सहायता से लेविल नलिका के बुलबुले को नलिका के ठीक मध्य में स्थिर करेगें ।
- अब रैक पिनियन से सरकवाँ फ्रेम को इतना ऊँचा खिसकायेंगे कि अवलोकन छिद्र पर आँख रखकर देखने से प्रेक्षित किये जाने वाला विवरण (मान लीजिये B बिन्दु) क्षैतिज तार से प्रतिच्छेदित हो जावे । इसके पश्चात् दृश्यवेधिका पर क्षैतिज तार के सामने का चिन्ह पढेंगे । यह पाठ्यांक ऊर्ध्वाधर कोंण (मान लीजिए X) के स्पर्शज्या मान को प्रकट करेगा ।
- धरातल से अवलोकन छिद्र की ऊँचाई तथा A व B के बीच की क्षैतिज दूरी को फीते से मापेंगे ।
- उपरोक्त मानों को निम्न सूत्र में रखेंगे -

  ऊर्ध्वाधर अन्तराल (V.I.) = क्षैतिज दूरी (H.E.) x Tan α

क्लाइनोमीटर द्वारा किसी भी अभिष्ट स्थान की ऊँचाई अथवा गहराई दो प्रकार से ज्ञात कर सकते हैं -

(1) पहुँच विधि (Accessible method)

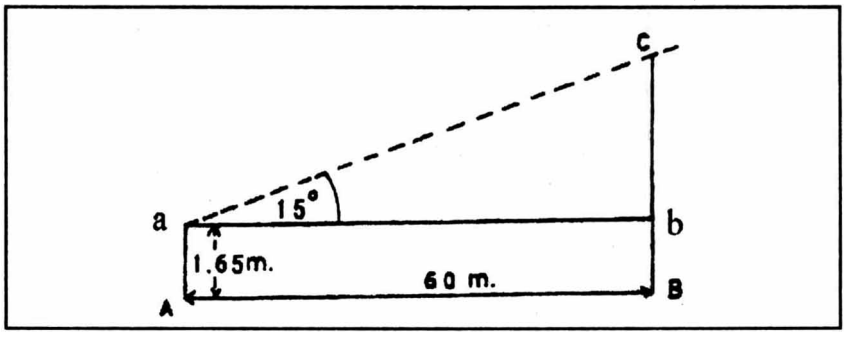
(2) बिना पहुँच विधि (In accessible method)



चित्र 9.3 पहुँच विधि से ऊँचाई अथवा गहराई ज्ञात करना

(1) पहुँच विधि (Accessible method)

जब अभीष्ट स्थान और क्लाइनोमीटर के स्थान के बीच क्षैतिज दूरी का मापन संभव हो -



चित्र 9.4 एक बिन्दु से ऊँचाई का निर्धारण

चित्र में BC की ऊँचाई ज्ञात करना है । अब धरातल के A बिन्दु पर क्लाइनोमीटर को 1.65 मीटर ऊँचे आधार पर रखा गया है । a से c का उन्नयन कोंण 15° है तथा AB की दूरी 40 मीटर है ।

BC की ऊँचाई = D Tan θ + यंत्र की ऊँचाई (Height of Instrument)

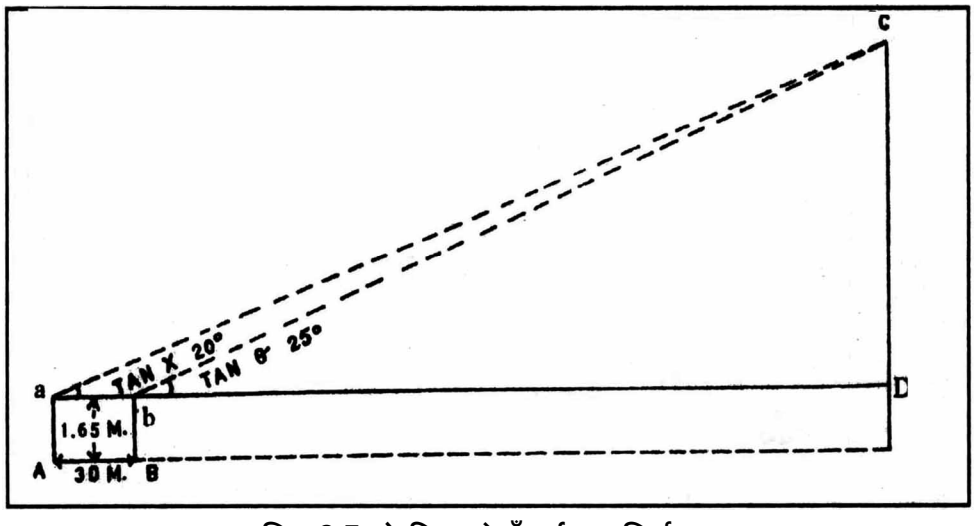
60 x Tan 15° + 1.65 मीटर

60 x .26795 + 1.65 = 17.72 मीटर

इसके विपरीत यदि धरातलीय A बिन्दु से किसी निचले स्थान BD की गहराई ज्ञात करना हो तो उसका अवनमन कोंण पढ़कर स्पर्शज्या मूल्य ज्ञात करके सूत्र के अनुसार गणना करके उसमें से यन्त्र की ऊँचाई घटा देते है ।

(2) बिना पहुँच विधि (In accessible method)

जब अभीष्ट स्थान जिसकी ऊँचाई ज्ञात करना हो वह आधारतल तक पहुँचने योग्य न हो, तब उसकी सीध में दो स्थानों पर क्लाइनोमीटर खड़ा करके उन्नयन कोंण ज्ञात करते हैं और सूत्र की सहायता से अभीष्ट स्थान की ऊँचाई ज्ञात कर लेते हैं ।



चित्र 9.5 दो बिन्दु से ऊँचाई का निर्धारण

उपर्युक्त चित्र के अनुसार DC की ऊँचाई ज्ञात करना है, लेकिन क्लाइनोमीटर का आधार स्टैंड A ओर उसके सरेखीय बिन्दु B पर ही रखा जा सकता है । B से अभीष्ट के आधार बिन्दु D तक पहुँचना संभव नहीं है । इसलिये प्रथम बार A बिन्दु पर Aa ऊँचाई से C का उन्नयन कोंण Tan x (20°) तथा पुन: Bb ऊँचाई से (जो प्रथम Aa के बराबर ऊँचाई पर है) C का ही उन्नयन कोंण Tan θ (25°) ज्ञात किया । A और B के बीच की क्षैतिज दूरी 40 मीटर है ।

इसलिए DC की ऊँचाई = $\frac{D \tan \chi \times \tan \theta}{\tan \theta - \tan \chi} + H.I.$

$$\frac{40 \tan 20° \times \tan 25°}{\tan 25° - \tan 20°} + H.I.$$

$$\frac{40 \times .364 \times .466}{.466 - .364} + 1.65 = 82.69 \text{ M}$$

इसी प्रकार यदि AB बिन्दुओं से D के नीचे गहराई ज्ञात करना हो तो AB से अवनमन कोंण और उसका स्पर्शज्या मूल्य ज्ञात करके सूत्रानुसार गणना करके उसमें से यन्त्र की ऊँचाई घटाकर गहराई मालूम कर लेते ?

बोध प्रश्न - 3

1. H.I. से क्या तात्पर्य है?

   ....

2. क्लाइनोमीटर द्वारा किसी भी अभीष्ट स्थान की ऊंचाई अथवा गहराई कितने प्रकार से ज्ञात कर सकते है ?

   ....

3. क्लाइनोमीटर से पहुँच वाले स्थान की ऊंचाई ज्ञात करने का क्या सूत्र है?

   ....

4. झिरी के बायीं तरफ की रीडिंग कौनसे कोण को दर्शाती है?

   ....

9.5 सारांश (Summary)

भारतीय क्लाइनोमीटर भारतीय सर्वेक्षण विभाग के वैज्ञानिकों द्वारा विकसित किया गया है । जिसे स्पर्शज्या क्लाइनोमीटर (Tangent clinometer) भी कहते हैं । इसके प्रमुख अंग आधार प्लेट, पीतल की छड़, नेत्रफलक व दृश्यवेधिका, सरकवाँ फ्रेम है । इसका उपयोग प्लेन टेबुल पर रखकर ही किया जाता है । इससे किसी स्थान का लम्बवत् व अवनमन कोंण तथा स्पर्शज्या मूल्य ज्ञात किया जाता है तथा सूत्र की सहायता से विभिन्न स्थानों की ऊँचाई व गहराई ज्ञात की जाती है । यह बहुत ही सरल यन्त्र है । इससे समोच्चरेखांकन भी किया जा सकता है । भारतीय क्लाइनोमीटर से ऊँचाई व निचाई ज्ञात करने की दो विधियाँ - पहुँच व बिना पहुँच की है । किसी भी स्थान की ऊँचई ज्ञात करते समय यंत्र स्टेशन की ऊँचाई जोड़कर तथा गहराई ज्ञात करते समय यंत्र स्टेशन की ऊँचाई घटाकर गणना करते हैं ।

9.6 शब्दावली (Glossary)

क्लाइनोमीटर : प्रवणता या शीर्ष कोंण की माप के प्रयुक्त यंत्र । इसका उपयोग सामान्यत:

ढाल कोंण (उन्नयन तथा अवनमन कोंण) के मापने के लिए किया जाता है।

समोच्च रेखाएँ : औसत समुद्रतल से समान ऊँचाई के स्थानों को मिलाने वाली रेखाएँ होती हैं।

स्प्रिट लेवल : भूसर्वेक्षण में यंत्र को समतल करने के लिए प्रयुक्त होने वाला एक उपकरण

क्षैतिज दूरी : एक बिन्दु से क्षैतिज तल या क्षैतिज दिशा में मापी गई दूरी या मानचित्र पर दो बिन्दुओं के बीच की दूरी क्षैतिज दूरी होती है ।

यन्त्र की ऊँचाई : जमीन से नेत्रफलक (Eye hole) की ऊँचाई

उन्नयन कोंण : किसी क्षैतिज तल से उसके ऊपर के किसी बिन्दु का मापा गया ऊर्ध्वाधर कोंण

अवनमन कोंण : किसी क्षैतिज तल से उसके नीचे के किसी बिन्दु का मापा गया गहराई कोंण

9.7 संदर्भ ग्रन्थ (Reference Books)

1. जे.पी. शर्मा : प्रायोगात्मक भूगोल की रूपरेखा, रस्तोगी पब्लिकेशन्स, मेरठ, 2006-07
2. चतुर्भुज मामोरिया : मानचित्रांकन एवं प्रायोगिक भूगोल, साहित्य भवन पब्लिकेशन्स, आगरा 1996 एवं शेषमल जैन
3. पी.आर. चौहान : प्रायोगिक भूगोल, वसुंधरा प्रकाशन, गोरखपुर, 1998
4. गिरीष दत्त शर्मा : प्रायोगिक भूगोल, लक्ष्मी पुस्तक भण्डार, गंगानगर (राज.) 2007
5. एन.पी. अय्यर : सर्वेक्षण, मध्यप्रदेश हिन्दी ग्रन्थ अकादमी भोपाल 1979

9.8 बोध प्रश्नों के उत्तर

बोध प्रश्न - 1

1. भारतीय क्लाइनोमीटर का आविष्कार भारतीय वैज्ञानिकों ने किया
2. स्पर्शज्या क्लाइनोमीटर
3. समोच्च रेखाऐं
4. प्लेन टेबुल सर्वेक्षण का
5. प्लेन टेबुल पर
6. ऊँचाई व गहराई ज्ञात करने में

बोध प्रश्न - 2

1. आधार प्लेट, पीतल छड़, स्प्रिट लेवल, सकरवाँ फ्रेम, नेत्रफलक दृश्यवेधिका
2. 22 सेमी लम्बी 8 सेमी चौड़ी
3. 20 से.मी.
4. 17 से.मी.
5. 9 से.मी
6. बायें किनारे पर अंशो के तथा दायें किनारे पर प्राकृतिक स्पर्शज्या के
7. कम से कम 20 मिनिट का तथा अधिक से अधिक 22 डिग्री का
8. दायें किनारे पर अधिक से अधिक 0.4 तथा कम से कम 0.005 स्पर्शज्या मूल्य
9. दृश्यवेधिका पर सरकने वाला फ्रेम रैकपिनियन होता है ।

10. स्प्रिट लेवल

9.9 अभ्यासार्थ प्रश्न

1. भारतीय क्लाइनोमीटर के विभिन्न अंगों का सचित्र वर्णन कीजिये ।
2. भारतीय क्लाइनोमीटर की ऊँचाई व निचाई ज्ञात करने की विधि को कल्पित आँकड़े लेकर समझाइये?

ISBN-13/978-81-8496-013-6