

उपरोक्त विवरण से स्पष्ट है कि लघुकृत पृथ्वी के गोले पर किसी भी अक्षांश वृत्त की लम्बाई ज्ञात करने के लिये निम्नलिखित दो सूत्रों में से किसी एक सूत्र का प्रयोग किया जा सकता है :

- (1) $2\pi R \cos \theta$
- (2) $2\pi R \sin$ कोटिपूरक कोण

इसी प्रकार लघुकृत पृथ्वी के गोले पर, किसी अक्षांश वृत्त पर दो देशान्तर रेखाओं के बीच की दूरी ज्ञात करने के लिये ' $2\pi R \cos \theta \times$ देशान्तर रेखाओं के मान का अन्तर अर्थात् अन्तराल/360' अथवा ' $2\pi R \sin$ कोटिपूरक कोण \times अन्तराल/360' सूत्र का प्रयोग करते हैं।

मानचित्र-प्रक्षेपों का वर्गीकरण (Classification of Map-Projections)

मानचित्र-प्रक्षेपों को तीन आधारों के अनुसार विभाजित किया जाता है—(i) प्रकाश के प्रयोग के अनुसार, (ii) रचना-विधि के अनुसार तथा (iii) गुण के अनुसार।

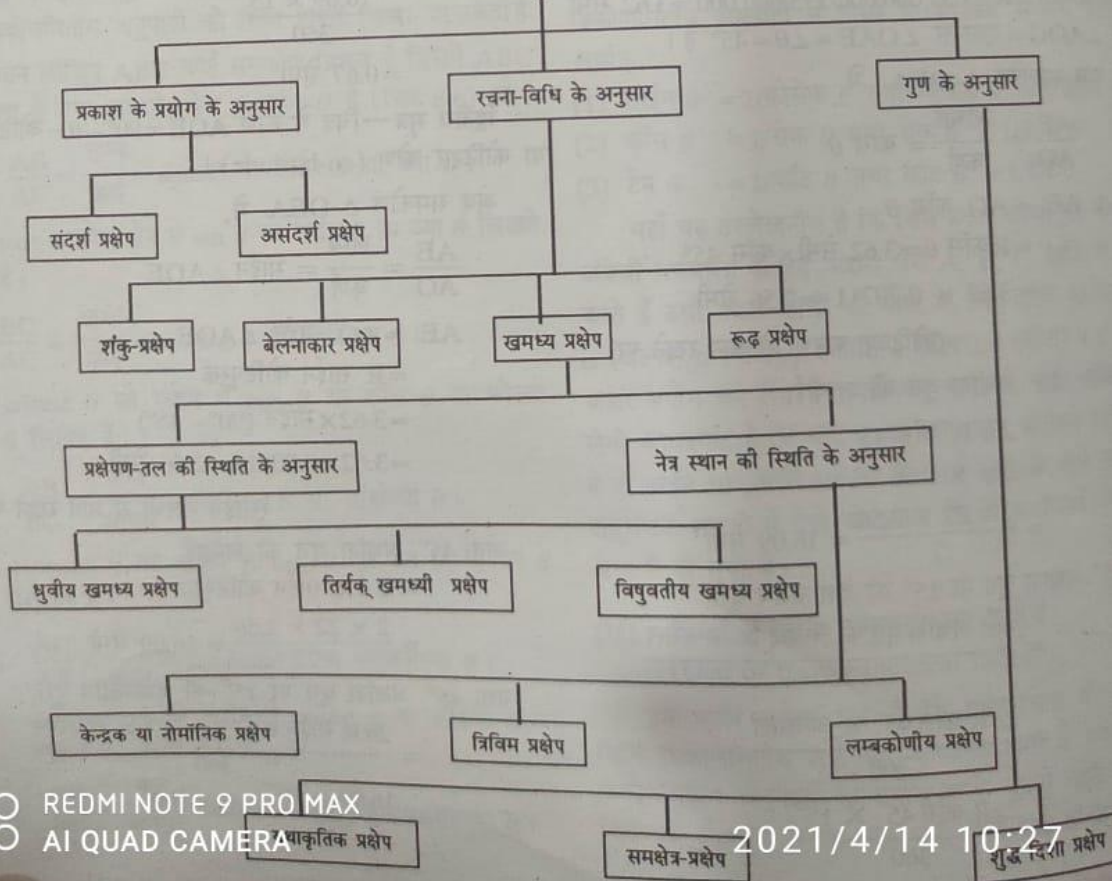
[I] प्रकाश के प्रयोग के अनुसार प्रक्षेपों का वर्गीकरण

(Classification of projections according to use of light)

प्रकाश के आधार पर मानचित्र-प्रक्षेपों को निम्नलिखित दो भागों में विभाजित किया जाता है :

1. **संदर्श मानचित्र-प्रक्षेप** (Perspective map-projections)—प्रकाश की सहायता से बनाये गये मानचित्र-प्रक्षेपों को **संदर्श प्रक्षेप** कहते हैं। इन प्रक्षेपों की रचना में अक्षांश वृत्तों तथा याम्योत्तरों के जाल पर किसी निश्चित बिन्दु से प्रकाश डालकर उसकी छाया को किसी समतल सतह पर स्थानान्तरित करते हैं। इसके पश्चात् पेन्सिल अथवा फोटोग्राफ के द्वारा अक्षांश वृत्तों तथा याम्योत्तरों की इन छायाओं का स्थायी चित्र प्राप्त कर लिया जाता है। इस प्रकार सामान्य बोलचाल की भाषा में 'प्रक्षेप' शब्द का जो अर्थ होता है, संदर्श मानचित्र-प्रक्षेप उसी अर्थ के वाचक होते हैं। इन प्रक्षेपों को **ज्यामितीय प्रक्षेप** (geometrical projections) भी कहते हैं।

मानचित्र-प्रक्षेपों के भेद



REDMI NOTE 9 PRO MAX
AI QUAD CAMERA

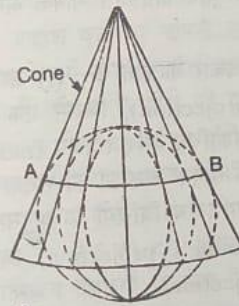
2021/4/14 10:27

मानचित्र-प्रक्षेप

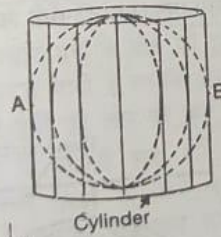
2. असंदर्भ मानचित्र-प्रक्षेप (Non-perspective map-projections)—संदर्भ मानचित्र-प्रक्षेपों में गणितीय विधियों के द्वारा आवश्यक संशोधन करके बनाये गये मानचित्र-प्रक्षेप असंदर्भ प्रकार के कहे जाते हैं। इन प्रक्षेपों की रचना में संशोधन की विधि तथा सीमा मानचित्र-प्रक्षेप बनाने के उद्देश्य पर निर्भर करती है। चूँकि असंदर्भ मानचित्र-प्रक्षेपों को आवश्यकतानुसार यथाकृतिक, समक्षेत्र अथवा शुद्ध दिशा प्रदर्शित करने वाला बनाया जा सकता है, अतः ये प्रक्षेप संदर्भ मानचित्र-प्रक्षेपों की अपेक्षा अधिक महत्वपूर्ण एवं उपयोगी होते हैं।

[II] रचना-विधि के अनुसार प्रक्षेपों का वर्गीकरण (Classification of projections based on the method of construction)

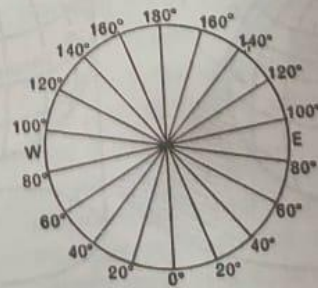
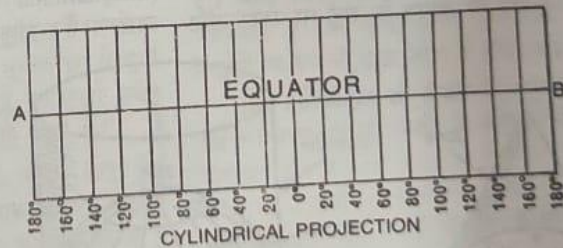
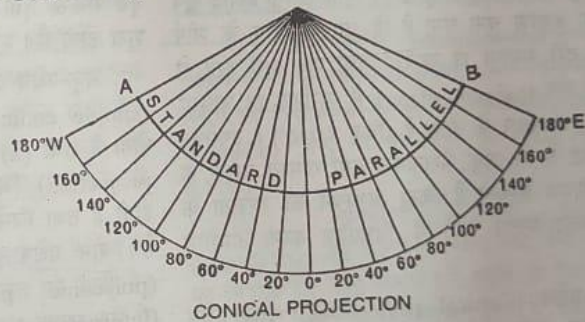
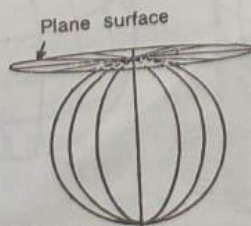
रचना-विधि के आधार पर मानचित्र-प्रक्षेपों को चार वर्गों में बाँटा जा सकता है—(i) शंकु-प्रक्षेप (conical projections),



A



B



चित्र 8.9

2021/4/14 10:27

करने एवं स्थानान्तरण के पश्चात् शंकु के कागज़ को समतल फैलाने के सिद्धान्त पर आधारित होते हैं (चित्र 8.10 A)। इन ग्लोब को किसी चुने गये अक्षांश-वृत्त (भूमध्यरेखा व ध्रुव को छोड़कर) पर स्पर्श करता है तथा शंकु का शीर्ष ध्रुव के ठीक ऊपर की ओर, पृथ्वी के बढ़ाये गये ध्रुवीय अक्ष के किसी बिन्दु पर स्थित होता है। दूसरे शब्दों में, पृथ्वी का केन्द्र, ध्रुव तथा शंकु का शीर्ष तीनों एक सरल रेखा में होते हैं। जिस अक्षांश वृत्त पर कागज़ का शंकु ग्लोब को स्पर्श करता है उसे मानक अक्षांश (standard parallel) कहते हैं। शंकु की विकसित सतह अर्थात् मानचित्र-प्रक्षेप में इस मानक अक्षांश की आकृति वृत्त के चाप के समान होती है तथा देशान्तर रेखाएँ ध्रुव से समान अन्तराल पर विकिरित सरल रेखाएँ होती हैं, जो मानक अक्षांश को समान चापों में विभाजित करती हैं। अन्य अक्षांश वृत्त संकेन्द्र वृत्तों के चाप होते हैं। मानक अक्षांश पर मानचित्र शुद्ध होती है।

शंकु-प्रक्षेप दो प्रकार के होते हैं—(i) सरल शंकु-प्रक्षेप (simple conic projection), जिसमें एक मानक अक्षांश होता है तथा (ii) संशोधित शंकु-प्रक्षेप (modified conic projection), जिनमें मानक अक्षांशों की संख्या एक से अधिक होती है तथा जिन्हें गणितीय विधियों के अनुसार बनाया जाता है। बोन प्रक्षेप (Bonne's projection), बहुशंकु प्रक्षेप (polyconic projection), तथा अन्तर्राष्ट्रीय प्रक्षेप (international projection) संशोधित शंकु-प्रक्षेपों के उदाहरण हैं। शंकु-प्रक्षेप पर समस्त पृथ्वी का मानचित्र नहीं

REDMI NOTE 9 PRO MAX
AI QUAD CAMERA

2021/4/10 10:27

चित्र 8.10

बनाया जा सकता। शीतोष्ण कटिबन्धीय क्षेत्रों के मानचित्र बनाने के लिये ये प्रक्षेप विशेष रूप से उपयोगी होते हैं।

2. **बेलनाकार प्रक्षेप (Cylindrical projections)**—कागज़ के खोखले बेलन की बाहरी सतह पर भूमि-प्रक्षेपित करने के पश्चात् बेलन के कागज़ को सपाट फैलाने से प्राप्त अक्षांश-देशान्तर रेखाजाल को बेलनाकार प्रक्षेप कहते हैं (चित्र 8.10 B)। सामान्य दशा (normal position) में यह बेलन ग्लोब को भूमध्यरेखा पर स्पर्श करता है तथा इसका अक्ष पृथ्वी के ध्रुवीय अक्ष पर स्थित होता है किन्तु अनुप्रस्थ दशा (transverse position) में बेलन दो देशान्तर रेखाओं से निर्मित किसी भी बृहत् वृत्त (great circle) को स्पर्श कर सकता है। सामान्य दशा वाले बेलनाकार प्रक्षेपों के निम्नलिखित लक्षण होते हैं :

- (1) समस्त अक्षांश वृत्त समान लम्बाई वाली सरल व समान्तर रेखाओं के रूप में होते हैं अतः भूमध्यरेखा को छोड़कर अन्य सभी अक्षांश वृत्तों पर मापनी अशुद्ध होती है।
- (2) सभी देशान्तर रेखाएँ समान लम्बाई वाली सरल व समान्तर रेखाएँ होती हैं तथा इनके बीच की दूरी समान होती है।
- (3) प्रत्येक देशान्तर रेखा अक्षांश वृत्तों को समकोण पर प्रतिच्छेद करती है जिसके फलस्वरूप बेलनाकार प्रक्षेप की आकृति आयताकार होती है।
- (4) अक्षांश वृत्तों के बीच की दूरी प्रक्षेप बनाने के उद्देश्य के अनुसार गणितीय विधियों के द्वारा निश्चित की जाती है। समदूरस्थ बेलनाकार प्रक्षेप में अक्षांश वृत्त समान दूरी के अन्तर पर बने होते हैं, यथाकृतिक बेलनाकार प्रक्षेप (मर्केटर प्रक्षेप) में अक्षांश वृत्तों के बीच की दूरी भूमध्यरेखा से ध्रुवों की ओर बढ़ती जाती है जबकि समक्षेत्र बेलनाकार प्रक्षेप में यह दूरी ध्रुवों की ओर को कम होती जाती है।

भूमध्यरेखा पर मापनी शुद्ध होने के कारण विषुवतीय प्रदेशों के मानचित्र बनाने के लिये बेलनाकार प्रक्षेप विशेष उपयोगी होते हैं। इसके अतिरिक्त संसार का शुद्ध-दिशा व शुद्ध-आकृति मानचित्र बनाने के लिये मर्केटर प्रक्षेप बहुत उपयोगी रहता है।

3. **खमध्य प्रक्षेप (Zenithal projection)**—ग्लोब को किसी बिन्दु पर स्पर्श करती हुई मानी गई किसी समतल सतह (plane surface) पर प्रक्षेपित अक्षांश-देशान्तर रेखाजाल (plane surface) पर प्रक्षेपित अक्षांश-देशान्तर रेखाजाल को खमध्य प्रक्षेप कहलाता है (चित्र 8.10C)। खमध्य प्रक्षेप के उस बिन्दु को, जहाँ प्रक्षेपण-तल ग्लोब को स्पर्श करता है, प्रक्षेप-केन्द्र (centre of projection) कहा जाता है तथा जिस बिन्दु पर प्रक्षेपण-तल ग्लोब को स्पर्श करता है, प्रक्षेप-केन्द्र (eye point) कहा जाता है। प्रक्षेप का तल प्रक्षेप-बिन्दु (P)

भूमध्यरेखा, ध्रुव अथवा इन दोनों के मध्य स्थित किसी भी बिन्दु पर ग्लोब को स्पर्श कर सकता है। इसी प्रकार नेत्र-स्थान ग्लोब के केन्द्र पर अथवा 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।

नेत्र-स्थान तथा प्रक्षेपण-तल की भिन्न-भिन्न स्थितियों के अनुसार खमध्य प्रक्षेपों को निम्नलिखित उपवर्गों में विभाजित किया जाता है :

(a) **नेत्र-स्थान की स्थिति के अनुसार खमध्य प्रक्षेपों के भेद**—नेत्र-स्थान या प्रकाश-स्रोत की स्थिति के अनुसार खमध्य प्रक्षेप तीन प्रकार के होते हैं :

(i.) **केन्द्रक या नोमॉनिक प्रक्षेप (Gnomonic projection)**—इन प्रक्षेपों की रचना करते समय नेत्र-स्थान की स्थिति ग्लोब के केन्द्र पर मानी जाती है (चित्र 8.11 A)।

(ii.) **त्रिविम प्रक्षेप (Stereographic projection)**—त्रिविम प्रक्षेपों में प्रक्षेप-केन्द्र (अर्थात् जिस बिन्दु पर प्रक्षेपण-तल ग्लोब को स्पर्श करता है) के व्यासतः सम्मुख (diametrically opposite) बिन्दु पर नेत्र-स्थान की स्थिति मानते हैं (चित्र 8.11B)।

(iii.) **लम्बकोणीय प्रक्षेप (Orthographic projection)**—इन प्रक्षेपों में प्रक्षेप-केन्द्र तथा ग्लोब के केन्द्र को मिलाते हुए आगे बढ़ाये गये व्यास पर स्थित किसी अनन्त दूरी वाले बिन्दु पर नेत्र-स्थान होता है, जिसके फलस्वरूप नेत्र-स्थान से आने वाली प्रकाश-किरणों को सरल व समान्तर रेखाओं के रूप में माना जाता है (चित्र 8.11C)।

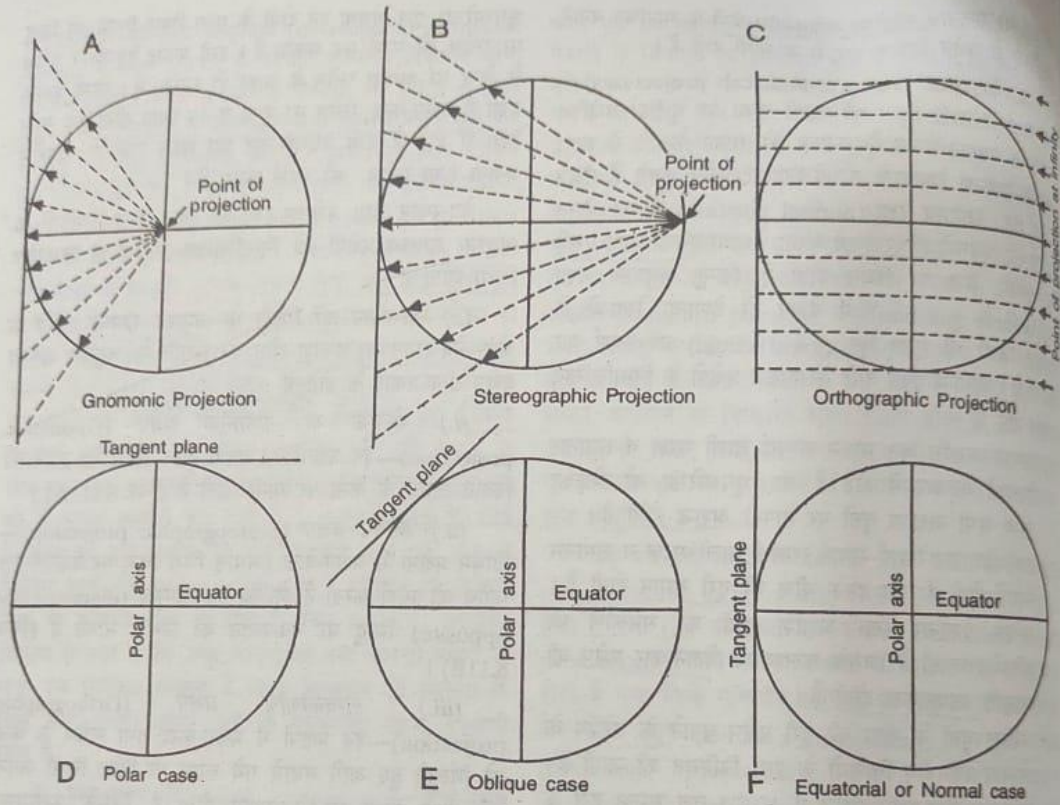
(b) **प्रक्षेपण-तल की स्थिति के अनुसार खमध्य प्रक्षेपों के भेद**—प्रक्षेपण-तल की स्थिति के अनुसार भी खमध्य प्रक्षेपों के तीन वर्ग होते हैं :

(i.) **ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप (Polar zenithal projection)**—इन प्रक्षेपों में प्रक्षेपण-तल ग्लोब को ध्रुव पर स्पर्श करता है (चित्र 8.11D)।

(ii.) **तिर्यक् खमध्य प्रक्षेप (Oblique zenithal projection)**—इन प्रक्षेपों में भूमध्यरेखा तथा ध्रुव के मध्य स्थित किसी भी बिन्दु पर प्रक्षेपण-तल ग्लोब को स्पर्श कर सकता है (चित्र 8.11 E)।

(iii.) **विषुवतीय खमध्य प्रक्षेप (Equatorial zenithal projection)**—इन प्रक्षेपों में भूमध्यरेखा के किसी बिन्दु पर प्रक्षेपण-तल ग्लोब को स्पर्श करता है (चित्र 8.11 F)। विषुवतीय खमध्य प्रक्षेपों को अभिलम्ब खमध्य प्रक्षेप (normal zenithal projection) भी कहते हैं।

2021/4/14 10:28 (G-20)



चित्र 8.11 - खमध्य प्रक्षेपों के भेद।

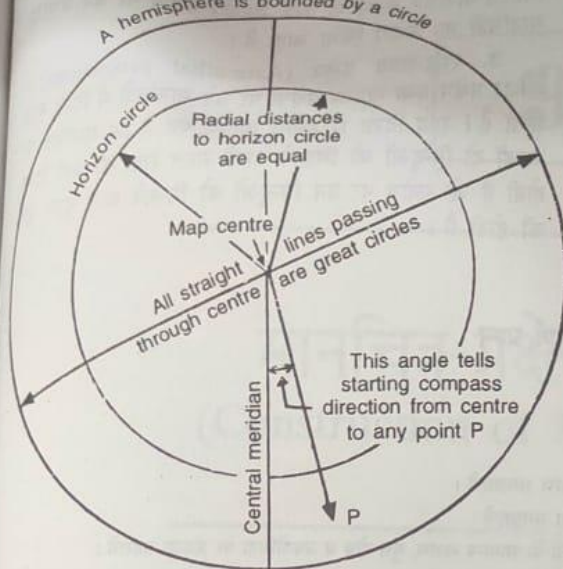
उपरोक्त विवरण से स्पष्ट है कि ग्लोब पर प्रक्षेपण-तल की स्थिति के अनुसार नोर्मानिक, त्रिविम तथा लम्बकोणीय खमध्य प्रक्षेपों में प्रत्येक की तीन दशाएँ—ध्रुवीय (polar), तिर्यक् (oblique) तथा विषुवतीय (equatorial or normal), हो सकती हैं। सभी प्रकार के खमध्य प्रक्षेपों में निम्नलिखित लक्षण होते हैं :

- (1) खमध्य प्रक्षेप के केन्द्र से होकर जाने वाले समस्त बृहत् वृत्त मानचित्र में सरल रेखाओं के द्वारा प्रदर्शित होते हैं। दूसरे शब्दों में, मानचित्र में प्रक्षेप-केन्द्र से खींची गई प्रत्येक सरल रेखा एक बृहत् वृत्त होती है तथा इनके दिक्मान (bearing) या दिगंश (azimuth) शुद्ध होते हैं। इन दिक्मानों को प्रक्षेप में केन्द्रीय मध्याह्न रेखा से मापा जा सकता है (चित्र 8.12)।
- (2) प्रक्षेप-केन्द्र से समान दूरी पर स्थित समस्त बिन्दु मानचित्र पर भी समदूरस्थ होते हैं। इन समदूरस्थ बिन्दुओं को मिश्रित वृत्त (horizon circle) कहते हैं। मानचित्र पर समस्त क्षितिज वृत्तों की आकृति वृत्ताकार बनी रहती है।

- (3) मानचित्र के केन्द्र से समान दूरी पर स्थित स्थानों पर मानों के परिवर्तन तथा आकृति की विकृति (distortion of shape) की मात्राएँ भी समान होती हैं।
- (4) यदि खमध्य प्रक्षेप पर कोई एक गोलार्ध प्रदर्शित किया गया है तो मानचित्र का बाहरी किनारा एक बृहत् वृत्त होगा तथा इस पर स्थित समस्त बिन्दु केन्द्र से समान दूरी पर होंगे।

4. रूढ़ प्रक्षेप (Conventional projections)—किसी निश्चित उद्देश्य की पूर्ति हेतु स्वेच्छानुसार छूटे गये सिद्धान्त पर निर्मित प्रक्षेप को रूढ़ प्रक्षेप की संज्ञा दी जाती है। 'प्रक्षेप' शब्द का जो अर्थ सामान्यतः लगाया जाता है वह इन प्रक्षेपों से प्रकट नहीं होता। रूढ़ प्रक्षेपों की आकृति इतनी संशोधित एवं रूढ़ होती है कि इन्हें प्रक्षेपों के ऊपर लिखे गये किसी भी वर्ग में सम्मिलित नहीं किया जा सकता है।

Point of projection at infinity



चित्र 8.12

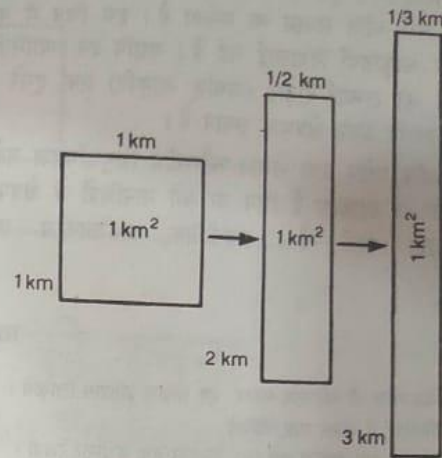
प्रक्षेप जिन पर समस्त संसार का मानचित्र बनया जा सकता है, बहुत उपयोगी होते हैं।

[III] गुण के अनुसार प्रक्षेपों का वर्गीकरण

(Classification of projections according to merit)

हम पहले बतला चुके हैं कि कोई भी मानचित्र-प्रक्षेप सर्वगुणसम्पन्न नहीं होता। किसी सर्वगुणसम्पन्न प्रक्षेप में पाँच विशेषताएँ या गुण—(i) शुद्ध-आकृति प्रदर्शन, (ii) शुद्ध-क्षेत्रफल प्रदर्शन, (iii) शुद्ध-दिशा प्रदर्शन, (iv) शुद्ध-मापनी प्रदर्शन तथा (v) रचना सम्बन्धी सरलता, अपेक्षित हैं। इनमें से प्रथम तीन गुण बहुत महत्वपूर्ण हैं। किन्तु कठिनाई यह है कि यथाकृतिक प्रक्षेप बनाते समय क्षेत्रफल शुद्ध नहीं रह पाता तथा समक्षेत्र प्रक्षेपों में आकृति विकृत हो जाती है। अतः गुण के आधार पर मानचित्र-प्रक्षेपों के तीन मुख्य वर्ग होते हैं जिनका संक्षिप्त विवरण नीचे दिया गया है।

1. **यथाकृतिक प्रक्षेप (Orthomorphic projections)**—यदि मानचित्र पर धरातल के किसी भी छोटे से छोटे भाग की वही आकृति आती है जो उस क्षेत्र की ग्लोब पर है तो उस मानचित्र का प्रक्षेप यथाकृतिक (orthomorphic) प्रक्षेप कहलाता है। यथाकृतिक प्रक्षेपों के



चित्र 8.13

- (1) इन प्रक्षेपों पर बने मानचित्रों में प्रत्येक स्थान पर अक्षांश व देशान्तर रेखाएँ एक दूसरे को ग्लोब की तरह समकोण पर प्रतिच्छेदित करती हैं। यहाँ यह संकेत कर देना आवश्यक है कि ऐसे समस्त प्रक्षेप जिनमें उपरोक्त लक्षण विद्यमान होता है, यथाकृतिक नहीं होते।
- (2) किसी भी यथाकृतिक प्रक्षेप पर समस्त ग्लोब को एक ही मानचित्र में प्रदर्शित करना सम्भव नहीं होता। वस्तुतः इन प्रक्षेपों के रचना-सम्बन्धी सिद्धान्त कुछ इस प्रकार के होते हैं कि समस्त ग्लोब को दिखलाने के लिये अनन्त आकार वाले कागज़ की आवश्यकता अनुभव होने लगती है जो सम्भव नहीं है।

मर्केटर तथा त्रिविम प्रक्षेप यथाकृतिक प्रक्षेपों के अच्छे उदाहरण हैं। मानचित्र पर शुद्ध आकृति तथा शुद्ध दिशा प्रदर्शित करने के लिये यथाकृतिक प्रक्षेपों की आवश्यकता होती है। उदाहरणार्थ, वायु-दिशा, महासागरीय धाराएँ तथा परिवहन मार्गों को दिखलाने के लिये यथाकृतिक प्रक्षेप पर बने रूपरेखा मानचित्रों का चयन किया जाता है।

2. **समक्षेत्र प्रक्षेप (Homolographic projections)**—समक्षेत्र प्रक्षेपों पर बने मानचित्रों में सर्वत्र क्षेत्रफल शुद्ध रहता है। इन प्रक्षेपों में एक दिशा में मापनी बढ़ी हुई तथा दूसरी दिशा में घटी हुई होती है जिसके फलस्वरूप मानचित्र में किसी प्रदेश का क्षेत्रफल तो शुद्ध रहता है किन्तु उसकी वास्तविक आकृति में परिवर्तन हो जाता है। दूसरे शब्दों में, एक दिशा में मापनी के परिवर्तन से उत्पन्न क्षेत्रफल की क्षति को दूसरी दिशा के

2021/4/14 10:28

मापनी परिवर्तनों से पूरा कर दिया जाता है। इस बात को चित्र 8.13 से भली-भाँति समझा जा सकता है। इस चित्र में कुछ ज्यामितीय आकृतियाँ दिखलाई गई हैं। यद्यपि इन ज्यामितीय आकृतियों की लम्बाई-चौड़ाई (अर्थात् आकृति) एक दूसरे से भिन्न है तथापि उनके क्षेत्रफल समान हैं।

मॉलवीड प्रक्षेप तथा सैन्सन-फ्लैम्स्टीड सिनुसॉयडल प्रक्षेप ऐसे प्रक्षेपों के उदाहरण हैं जिन पर बने मानचित्रों में क्षेत्रफल की शुद्धता रहती है। राजनीतिक, सांख्यिकीय तथा

वितरण-मानचित्र बनाने के लिये समक्षेत्र प्रक्षेपों पर बने रूपरेखा मानचित्रों का प्रयोग किया जाता है।

3. शुद्ध-दिशा प्रक्षेप (Azimuthal projections) - मर्केटर प्रक्षेप तथा खमध्य प्रक्षेपों पर बने मानचित्रों में दिशा शुद्ध रहती है। शुद्ध दिशा से हमारा तात्पर्य यह है कि मानचित्र किन्हीं दो बिन्दुओं को मिलाने वाली सरल रेखा की वही दि होती है जो ग्लोब पर उन बिन्दुओं को मिलाने वाले वृहत् की होती है।

महत्वपूर्ण प्रश्न

- मानचित्र-प्रक्षेप की परिभाषा, महत्व एवं संक्षिप्त इतिहास लिखिये।
- निम्नलिखित में अन्तर स्पष्ट कीजिये :
(i) अक्षांश तथा अक्षांश वृत्त (ii) देशान्तर तथा देशान्तर रेखाएँ।
- मानचित्र-प्रक्षेप किसे कहते हैं ? रचना-विधि के अनुसार प्रक्षेपों का वर्गीकरण समझाइये।
- शंकु व बेलनाकार प्रक्षेपों के लक्षणों की तुलना करते हुए उनकी उपयोगिता समझाइये।
- शंकु, बेलनाकार व खमध्य प्रक्षेपों की रचना के क्या नियम हैं ? इन प्रक्षेपों के सामान्य लक्षण, गुण-दोष व उपयोगिता पर प्रकाश डालिये।
- 'कोई भी मानचित्र-प्रक्षेप सर्वगुण सम्पन्न नहीं है।' इस कथन की स उदाहरण विवेचना कीजिये।
- खमध्य प्रक्षेप को परिभाषित कीजिये तथा उसके विभिन्न भेदों को संक्षेप में लिखिये।
- यथाकृतिक (orthomorphic) तथा समक्षेत्र (homolographic) प्रक्षेपों से क्या तात्पर्य है ? दोनों प्रकार के प्रक्षेपों का किन्-किन दशाओं में प्र जाता है ? उपयुक्त उदाहरण देकर अपने उत्तर को पुष्ट कीजिये।
- उपयोगिता या गुणों के आधार पर मानचित्र-प्रक्षेपों के भेदों को उदाहरण देकर समझाइये।
- निम्नांकित पर टिप्पणियाँ लिखिये :
(i) मानक अक्षांश (standard parallel), (ii) भू-ग्रिड (earth grid), (iii) गोर (gore) तथा कटिबन्ध (zone), (iv) केन्द्रीय मध्याह्न रेखा प्रक्षेप (vi) प्रक्षेप-केन्द्र।