अध्याय–4

मानचित्र प्रक्षेप
(Map Projections)

ग्लोब की अक्षांश व देशान्तर रेखाओं को कागज पर प्रदर्शित करने की किसी विधि को मानचित्र–प्रक्षेप कहते है। 'प्रक्षेप' का शाब्दिक अर्थ किसी पारदर्शी फिल्म या कागज पर बनी आकृति को प्रकाश की सहायता से दीवार अथवा कपड़े के परदे पर दिखलाना होता है। इस तरह पृथ्वी के आक्षांश वृत्तों तथा याम्योत्तरों का जाल के रूप में समतल सतह पर प्रदर्शन मानचित्र प्रक्षेप कहलाता है। इस जाल को रेखाजाल (Graticule or Mesh) के नाम से जाना जाता है।

मानचित्र प्रक्षेप की आवश्यकता

पृथ्वी अपनी दैनिक गति के कारण ध्रुवों पर से पिचक गई है जिससे इसका ध्रुवीय व्यास (12714 किमी) भूमध्यरेखीय व्यास (12757 किमी) से लगभग 43 किमी छोटा है। पृथ्वी की वास्तविक आकृति चपटे गोलाम (oblate spheroid) के समान है। पृथ्वी का छोटे व्यास का ग्लोब बनाया जाए तो यह अन्तर काफी कम हो जाएगा। इसलिए सामान्य उद्देश्य पूर्ति हेतु इसका प्रतिरूप ग्लोब लेते है। ग्लोब का प्रयोग मानचित्रों की अपेक्षा सुविधाजनक नहीं है क्योंकि–

1. ग्लोब पर धरातल के विस्तृत विवरण को देखने में कठिनाई होती है। ग्लोब को बड़े मापक जैसे अन्तर्राष्ट्रीय मापक जैसे 1 सेमी =10 किमी. पर बनालें तो ग्लोब का व्यास लगभग 12 मीटर होगा, जो अनुपयोगी होगा।
2. ग्लोब के समस्त भाग को एक दृष्टि में देखा नहीं जा सकता। जिससे विभन्न भू–भागों की तुलना ठीक ढंग से नहीं की जा सकती।
3. ग्लोब को एक स्थान से दूसरे स्थान पर ले जाने में कठिनाई होती है।
4. ग्लोब पर मापनी से दूरियों को नापना भी सरल नहीं है।
5. युद्ध क्षेत्र आदि में बड़े मापक वाले मानचित्र की आवश्यकता होती है, वहां ग्लोब का प्रयोग सम्भव नहीं है।
6. मानचित्रों की तुलना में ग्लोब की रचना में अधिक धन की आवश्यकता होती है।

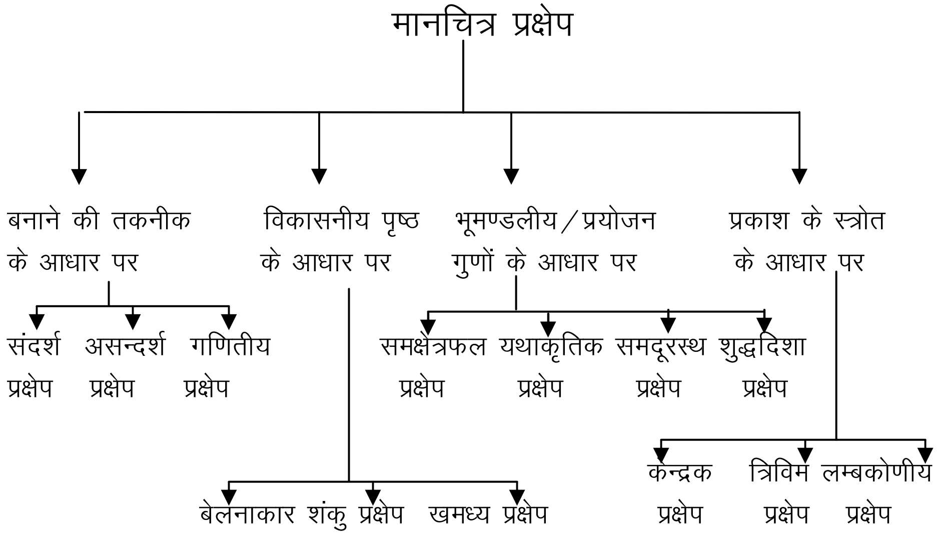
7. ग्लोब से मानचित्रों का अनुरेखन (Tracing) करना सम्भव नहीं है जबकि सपाट तल से मानचित्रों का अनुरेखन करना अति सरल है।
8. पृथ्वी के छोटे–छोटे भागों को दिखाने के लिए अलग–अलग ग्लोब नहीं बनाये जा सकते जबकि अलग–अलग मानचित्रों की रचना की जा सकती है।
9. मानचित्र का खुले क्षेत्र में पूर्वाभिमुखीकरण (Reorientation) करके प्रयोग किया जा सकता है जबकि ग्लोब के साथ यह सम्भव नहीं है।

मानचित्र प्रक्षेप के तत्व

1. **पृथ्वी का छोटा रूप–** मानचित्र प्रक्षेप के मॉडल को छोटी मापनी की सहायता से कागज के समतल सतह पर दर्शाया जाता है। यह मॉडल गोलाभ होना चाहिए, जिसमें ध्रुव का व्यास विषुवतीय व्यास से छोटा हो तथा इस पर रेखा जाल को स्थानान्तरित किया जा सके।
2. **आक्षांश के समानान्तर–** किसी स्थान की भूमध्य रेखा से उत्तर और दक्षिण की ओर कोणात्मक दूरी को उस स्थान का आक्षांश कहते है। एक ही कोणात्मक दूरी वाले स्थानों को मिलाने वाली भूमध्य रेखा के समान्तर खींची गई कल्पित रेखा को आक्षांश रेखा कहते है जो एक वृत्त बनाते है। ये समान्तर आक्षांश वृत्त एक समान लम्बाई के नहीं होते। इनका विस्तार भूमध्य रेखा से 0^0 से 90^0 उत्तरी तथा दक्षिणी होता है।
3. **देशान्तर के याम्योत्तर–** वे कल्पित रेखाएं जो उत्तरी तथा दक्षिणी ध्रुवों को मिलाए, उनके मध्य न्यूनतम दूरी को दर्शाए तथा भूमध्य रेखा को समकोण पर काटे उन्हें देशान्तर रेखाएं कहते है। ये अर्द्धवृत्त उतर से दक्षिण ध्रुव तक खीचें जाते है। इस तरह दो विपरीत याम्योत्तर एक वृत्त का निर्माण करते हैं, जो ग्लोब की परिधि होती है। ग्रीनविच से गुजरने वाले याम्योत्तर को प्रधान मध्याह्न रेखा अथवा मध्य याम्योत्तर माना गया है। जिसका मान 0^0 देशान्तर रखा गया है।
4. **ग्लोब के गुण–** मानचित्र प्रक्षेप बनाने में, ग्लोब की सतह के निम्नलिखित मूल गुणों को कुछ विधियों के द्वारा संरक्षित रखा जाता है–
    1. किन्हीं दो स्थानों के मध्य दूरी
    2. सही आकृति
    3. शुद्ध आकार या क्षेत्रफल तथा
    4. सही दिशा

मानचित्र प्रक्षेप का वर्गीकरण–

मानचित्र प्रक्षेपों को निम्नलिखित रूप में वर्गीकृत किया जा सकता है–



कुछ चुने हुए मानचित्र प्रक्षेप

एक मानक अक्षांश रेखा वाला शंकु प्रक्षेप –

शंकु प्रक्षेप की रचना ग्लोब के किसी एक अक्षांश समांतर को स्पर्श करते हुए एक विकासनीय शंकु पर याम्योत्तर एवं समांतर रेखाओं के जाल को प्रक्षेपित करके की जाती है। इस आक्षांश समांतर को मानक अक्षांश समांतर माना जाता है। मानक समांतर के दोनों ओर अन्य समांतरों की लंबाई में विकृति होगी (चित्र 4.1)।

उदाहरण– 10^0 उ. से 70^0 उ. अक्षांशों तथा 10^0 पू. से 130^0 पू. देशान्तरों के बीच घिरे हुए एक क्षेत्र के लिए एक मानक समांतर के साथ शंकु प्रक्षेप बनाएँ, जबकि मापनी 1 : 25,00,00,000 है एवं अक्षांशीय तथा देशांतरीय अंतराल 10^0 है।

गणना–

पृथ्वी की घटी हुई त्रिज्या = $\frac{64,00,00,000}{25,00,00,000} = 2.56$ से.मी.

मानक समांतर 40^0 उ. है (10,20,30,40,50,60,70)

मध्य देशांतर 70^0 पू. है (10,20,30,40,50,60,70,80,90,100, 110,120,130)

रचना की विधि–

1. 2.56 से.मी त्रिज्या वाला एक वृत्त खींचें, जिसमें कोण COE 10^0 तथा AOD 40^0 मानक समांतर हो।
2. एक स्पर्श रेखा को B से बढ़ाकर P तथा A से बढ़ाकर P तक खींचे, ताकि शंकु की दो भुजाएँ AP तथा BP ग्लोब को स्पर्श करें तथा 40^0 उ. पर मानक समांतर का निर्माण करें।

3. चाप दूरी CE समांतरों के बीच के अंतराल को दर्शाता है। इस चाप दूरी के अनुसार एक अर्द्धवृत खींचा जा सकता है।

4. OP से OB पर एक लंब, XY खींचा जाता है।

5. एक अन्य उ.–द. रेखा पर मानक समांतर को प्रदर्शित करने वाली BP दूरी को खींचा जाता है। उ.–द. रेखा मध्य याम्योत्तर हो जाती है।

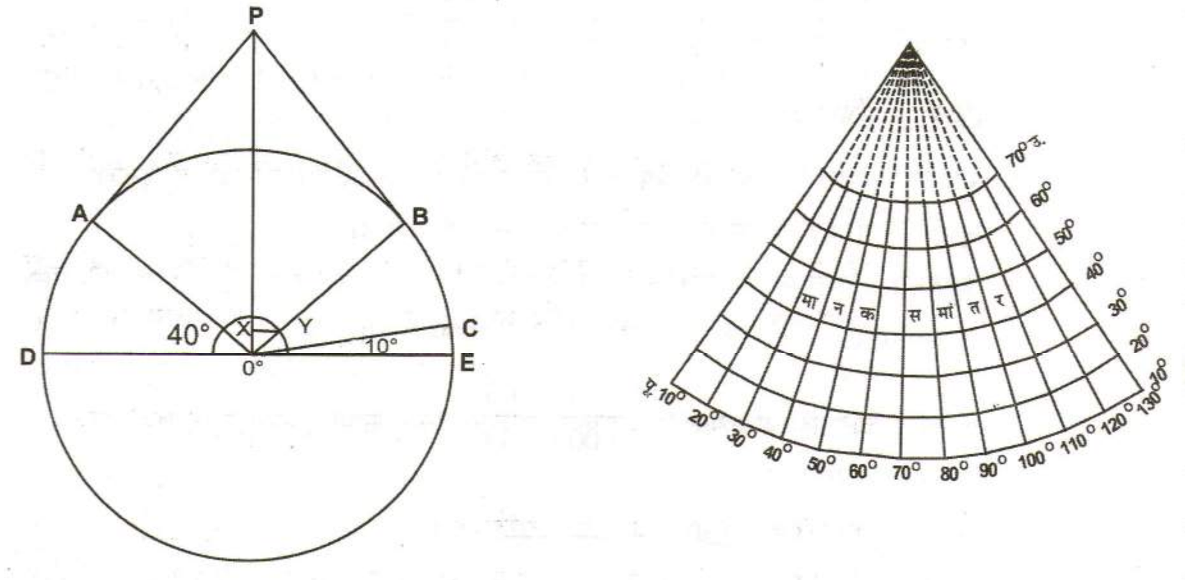
6. मध्य याम्योत्तर पर चाप दूरी CE को लेकर समांतरों को खींचा जाता है।

7. अन्य याम्योत्तरों को खींचने के लिए 40^0 मानक समांतर पर XY दूरी को चिन्हित किया जाता है।

8. ध्रुव से मिलाते हुए सीधी रेखाएँ खींची जाती है।

एक मानक अक्षांश रेखा वाला शंकु प्रक्षेप

RF 1 : 25,00,00,000



चित्र सं. 4.1

गुण :–

1. सभी अक्षांशों के समांतर वृत्तों के चाप होते हैं तथा उनके बीच की दूरी बराबर होती है।
2. सभी याम्योत्तर रेखाएँ सीधी होती है, जो ध्रुवों पर मिल जाती है। याम्योत्तर समांतर को समकोण पर काटती हैं।
3. सभी याम्योत्तरों की मापनी सही होती है, अर्थात् याम्योत्तरों पर सारी दूरियाँ सही होती है।
4. एक वृत्त का चाप ध्रुव को दर्शाता है।
5. मानक समांतर पर मापनी शुद्ध होती है, लेकिन इससे दूर यह विकृत हो जाती है।
6. याम्योत्तर ध्रुवों के निकट जाते हुए एक–दूसरे के समीप आ जाती है।
7. यह प्रक्षेप न तो समक्षेत्र है तथा न ही यथाकृतिक प्रक्षेप।

सीमाएँ–

1. यह विश्व मानचित्र के लिए उपयुक्त नहीं है, क्योंकि जिस गोलार्द्ध में मानक अक्षांश वृत्त चुना जाता है, उसके विपरीत गोलार्द्ध में चरम विकृति होती है।
2. जिस गोलार्द्ध में यह बनाया जाता है, उसके लिए भी यह उपयुक्त नहीं है, क्योंकि उसमें भी ध्रुव पर तथा विषुवत वृत्त के पास विकृत्ति होने के कारण इसका उपयोग बड़े क्षेत्र को प्रदर्शित करने के लिए अनुपयुक्त है।

उपयोग–

1. सामान्यतः इस प्रक्षेप का उपयोग मध्य अक्षांश क्षेत्रों के सीमित अक्षांशीय तथा बड़े देशांतरीय विस्तार के मानचित्रण के लिए किया जाता है।
2. इस प्रक्षेप के द्वारा मानक अक्षांश के साथ पूर्व से पश्चिम दिशा में लंबी संकीर्ण पट्टी को शुद्ध रूप में प्रदर्शित किया जाता है।

3. मानक अक्षांशों की दिशा का उपयोग रेल–लाइनों, सड़कों, संकीर्ण नदी–घाटियों तथा अंतर्राष्ट्रीय सीमाओं को प्रदर्शित करने में किया जाता है।
4. यह प्रक्षेप कैनेडियन प्रशांत रेल–लाइन, ट्रांस–साइबेरियन रेल–लाइन, कनाड़ा तथा संयुक्त राज्य अमेरिका के मध्य अंतर्राष्ट्रीय सीमा तथा नर्मदा घाटी को प्रदर्शित करने के लिए सर्वाधिक उपयुक्त है।

बेलनाकार समक्षेत्रफल प्रक्षेप–

बेलनाकार सम–क्षेत्रफल को लैम्बर्ट के प्रक्षेप के नाम से भी जाना जाता है। इसे ग्लोब के विषुवतीय वृत्त पर सटे बेलन पर पड़ने वाली समांतर किरणों के द्वारा एक–दूसरे को समकोण पर काटते हुए प्राप्त किया जाता है। ध्रुवों को विषुवत वृत्त के समान एवं समांतर दिखाया जाता है, इसलिए उच्च अक्षांशों वाले क्षेत्रों के आकार बहुत अधिक विकृत हो जाते है।

उदाहरण– विश्व का एक बेलनाकार सम–क्षेत्रफल प्रक्षेप बनाइए जिसमें मानचित्र की प्रतिनिधि भिन्न 1 : 30,00,00,000 है तथा अक्षांशीय एवं देशांतरीय मध्यातंर 15^0 है।

गणना–

ग्लोब का अर्द्धव्यास = $\frac{64,00,00,000}{30,00,00,000}$ =2.1 से.मी.

विषुवत वृत्त की लंबाई $2\pi R$ $\frac{2 \times 22 \times 2.1}{7}$ =13.2 से.मी.

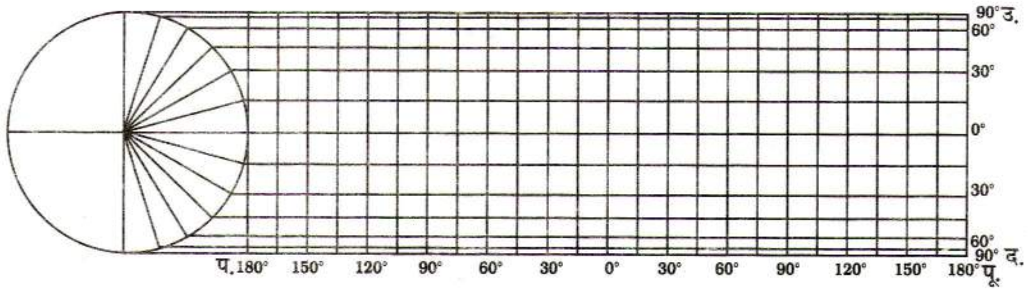
विषुवत वृत्त के साथ मध्यातंर $2\pi R \times \frac{i}{360^0} = 2 \times 22 \times 2.1 \times \frac{15^0}{360^0}$ =0.55 से.मी.

रचना की विधि :

1. 2.1 सेंटीमीटर अर्द्धव्यास का एक वृत्त खींचे।
2. उत्तरी एवं दक्षिणी गोलार्द्धों के लिए 15^0, 30^0, 45^0, 60^0, 75^0 तथा 90^0 के कोणों को चिन्हित करें।
3. 13.2 सेंटीमीटर लंबी एक रेखा खींचे तथा 0.55 सेंटीमीटर दूरी वाले 24 बराबर भागों में बाँटें। यह रेखा विषुवत वृत्त को प्रदर्शित करती है।
4. जहाँ 0^0 का कोण वृत्त की परिधि पर मिल रहा है, उस बिंदु से विषुवत वृत पर लंब बनाइए।
5. लंब रेखा से सभी समांतरों को बढ़ाकर विषुवत वृत्त की लंबाई के बराबर करें।
6. नीचे दिए गए चित्र 4.2 के अनुसार प्रक्षेप को पूरा करें।

बेलनाकार समक्षेत्रफल प्रक्षेप

RF 1: 30,00,00,000



चित्र सं. 4.2

गुण–

1. सभी समांतर एवं याम्योत्तर सीधी रेखाएँ होती हैं, जो एक–दूसरे को समकोण पर काटती है।
2. ध्रुवीय समातंर भी विषुवत वृत्त के बराबर होती है।
3. मापनी केवल विषुवत वृत्त के पास ही सही होती है।

सीमाएँ–

1. इसमें ध्रुव की ओर विकृत्ति बढ़ती जाती है।
2. यह प्रक्षेप यथाकृत्तिक प्रक्षेप नहीं है।
3. क्षेत्र की समानता को बनाए रखने के लिए आकार में विकृति लानी पड़ती है।

उपयोग–

1. यह प्रक्षेप 450 उ. एवं द. अक्षांशों के बीच के क्षेत्रों के लिए सर्वाधिक उपयुक्त है।
2. यह उष्णकटिबंधीय फसलों जैसे–चावल, चाय, कॉफी, रबड़ तथा गन्ना पैदा करने वाले क्षेत्रों को दर्शाने के लिए अधिक उपयुक्त है।

मर्केटर अथवा बेलनाकार यथाकृतिक प्रक्षेप –

सन् 1569 में एक डच मानचित्रकार जेरार्डस मर्केटर ने इस प्रक्षेप की रचना की। यह प्रक्षेप एक गणितीय सूत्र पर आधारित है। इसलिए यह एक यथाकृतिक प्रक्षेप है, जिसमें आकृति को सही बनाए रखा जाता है। इस प्रक्षेप, में अक्षांशों के बीच की दूरी ध्रुवों की ओर क्रमशः बढ़ती जाती है। बेलनी प्रक्षेप की तरह इसमें भी समांतर एवं याम्योत्तर रेखाएँ एक–दूसरे को समकोण पर काटती हैं। सीधी रेखा के द्वारा शुद्ध दिशा को प्रदर्शित करना इसकी विशेषता है। इस प्रक्षेप पर किसी भी दो बिन्दु को जोड़ने वाली सीधी रेखा एक नियत दिक्स्थिति को प्रदर्शित करती है, जिसे रंब रेखा या लेक्सोड्रोम कहते है।

उदाहरण– विश्व मानचित्र के लिए 1 : 25,00,000 की मापनी पर तथा 15^0 के मध्यातंर पर एक मर्केटर का प्रक्षेप खींचे।

गणना–

$$\text{ग्लोब का अर्द्धव्यास} = \frac{25,00,00,000}{25,00,00,000} = 1''$$

$$\text{विषुवत वृत्त की लंबाई } 2\pi R \quad \frac{2x22x2}{7} = 6.28''$$

$$\text{विषुवत वृत्त के पास मध्यातंर} \quad \frac{6.28x15^0}{360^0} = 0.26''$$

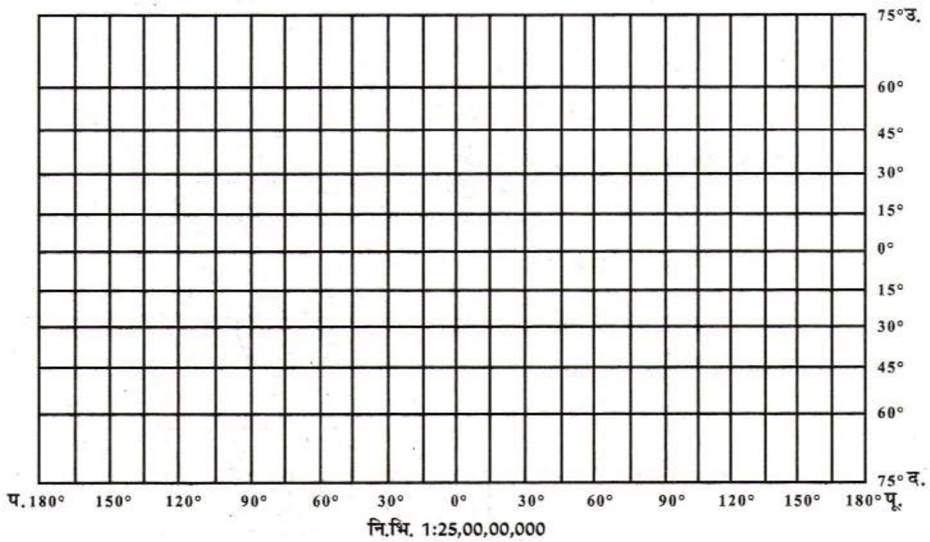
रचना की विधि–

1. 6.28'' की एक रेखा EQ खींचें, जो कि विषुवत वृत्त को दर्शाती है।
2. इसे 24 बराबर भागों में विभाजित करें। प्रत्येक भाग की दूरी निम्नांकित सूत्र की सहायता से ज्ञात की जाती है–
3. अक्षांशों के बीच की दूरी की गणना निम्नानुसार सारणीबद्ध मान के अनुरूप की जाती है।

अक्षांश	दूरी
15^0	0.265 x 1 = 0.265''
30^0	0.549 x 1 = 0.549''
45^0	0.881 x 1 = 0.881''
60^0	1.317 x 1 = 1.317''
75^0	2.027 x 1 = 2.027''

मार्केटर अथवा बेलनाकार यथाकृतिक प्रक्षेप

RF 1: 25,00,00,000



चित्र सं. 4.3

गुण–

1. इस प्रक्षेप में समांतर एवं याम्योत्तर दोनों सीधी रेखाएँ होती हैं तथा वे एक–दूसरे को समकोण पर काटती है।
2. सभी समांतरों की लंबाई समान तथा विषुवत वृत्त की लंबाई के बराबर होती है।
3. सभी देशांतरों की लंबाई एवं उनके मध्य की दूरी समान होती है, लेकिन ग्लोब के याम्योत्तरों की अपेक्षा इनकी लंबाई अधिक होती है।
4. अक्षांशों के बीच की दूरी ध्रुवों की ओर बढ़ती जाती है।

5. विषुवत वृत्त पर मापनी शुद्ध होती है, क्योंकि इस प्रक्षेप में विषुवत वृत्त की लंबाई ग्लोब पर विषुवत वृत्त की लंबाई के बराबर होती है, लेकिन अन्य अक्षांश समांतरों की लंबाई ग्लोब पर स्थित अंक्षाशों की अपेक्षा अधिक होती है। उदाहरण के लिए, इस प्रक्षेप पर 30^0 अक्षांश समांतर ग्लोब पर संबंधित अक्षांश से 1.154 गुणा बड़ी होती है।
6. इस पर विध्रुवतीय क्षेत्रों की वास्तविक आकृति प्रदर्शित होती है, लेकिन उच्च अक्षांशीय क्षेत्रों की आकृति में विकृति आ जाती है।
7. छोटे देशों का आकार विषुवत वृत्त के पास संरक्षित रहता है, लेकिन यह ध्रुवों की ओर बड़ा होता जाता है।
8. यह दिगंशीय प्रक्षेप है।
9. यह प्रक्षेप यथाकृतिक है, क्योंकि याम्योत्तर के सहारे किसी एक बिंदु पर मापनी अक्षांश पर की मापनी के बराबर होती है।

सीमाएँ–

1. याम्योत्तर एवं अक्षांशों के सहारे मापनी का विस्तार उच्च अक्षांशों पर तीव्रता से बढ़ता है। जिसके परिणामस्वरूप, ध्रुव के निकटवर्ती देशों का आकार उनके वास्तविक आकार से अधिक हो जाता है। उदाहरण के लिए, ग्रीनलैंड के आकार का 1/10 वाँ हिस्सा है।
2. इस प्रक्षेप में ध्रुवों को प्रदर्शित नहीं किया जा सकता है, क्योंकि 90^0 अक्षांश समांतर एवं याम्योत्तर रेखाएँ अनंत होती हैं।

उपयोग–

1. यह विश्व के मानचित्र के लिए बहुत ही उपयोगी है तथा एटलस मानचित्रों को बनाने में इसका उपयोग किया जाता है।
2. यह समुद्र एवं वायु मार्गों पर नौसंचालन के लिए बहुत ही उपयोगी है।
3. अपवाह प्रतिरूपों, समुद्री धाराओं, तापमान, पवनों एवं उनकी दिशाओं, पूरे विश्व में वर्षा का वितरण इत्यादि को मानचित्र पर दर्शाने के लिए यह उपयुक्त है।