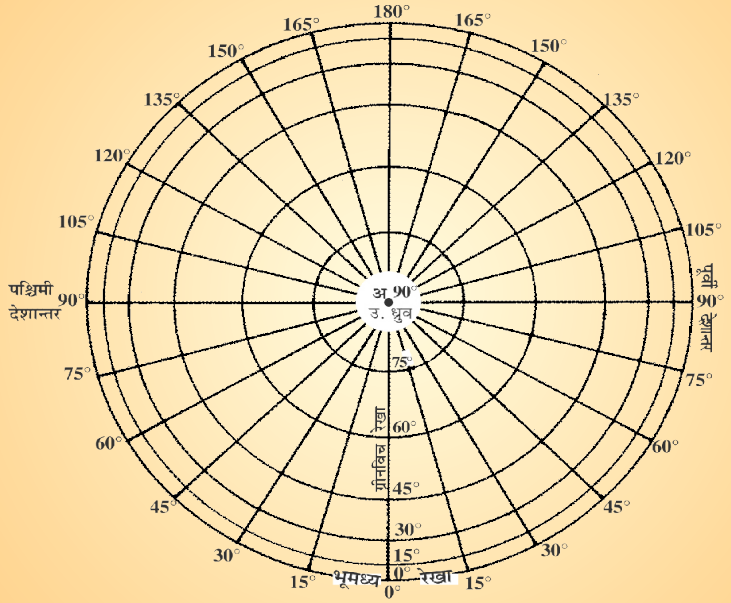
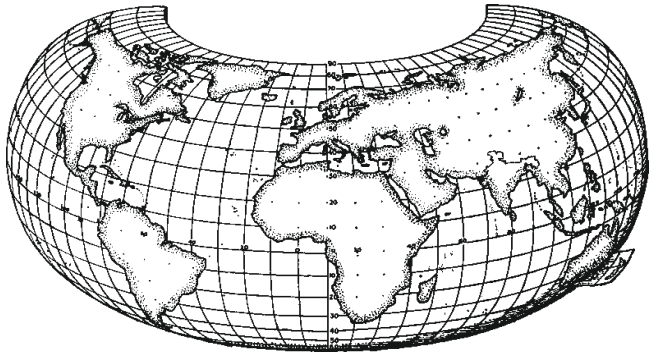
भूगोल प्रायोगिक

कक्षा 11

भूगोल प्रायोगिक



माध्यमिक शिक्षा बोर्ड राजस्थान, अजमेर



भूगोल प्रायोगिक

सीनियर सैकण्डरी कक्षा 11 के लिए
भूगोल प्रायोगिक कार्य की निर्धारित कार्यपुस्तिका

विद्यार्थी का नाम .....

विद्यालय .....

शैक्षणिक सत्र .....

माध्यमिक शिक्षा बोर्ड राजस्थान, अजमेर

पाठ्यपुस्तक निर्माण समिति

संयोजक एवं लेखक

विमल चन्द्र शर्मा

सेवानिवृत्त व्याख्याता, भूगोल विभाग

1226/28, बिहारीगंज, अजमेर।

लेखक

डॉ. अजयकुमार शर्मा

व्याख्याता, भूगोल विभाग

सम्राट् पृथ्वीराज चौहान

राजकीय महाविद्यालय, अजमेर।

आमुख

भूगोल एक क्षेत्रीय विज्ञान है। प्रायोगिक कार्य इसका आवश्यक अंग है। प्रस्तुत कार्य पुस्तिका में माध्यमिक शिक्षा बोर्ड राजस्थान द्वारा कक्षा 11 के नवीन संशोधित पाठ्यक्रमानुसार प्रायोगिक कार्य की विषयवस्तु को सरल तथा व्यवस्थित रूप में उदाहरणों की सहायता से समझाया गया है। प्रथम दृष्टि में ऐसा प्रतीत हो सकता है कि कुछ विषयवस्तु को अत्यधिक विस्तृत रूप दिया गया है। किन्तु ऐसे प्रस्तुतीकरण का मुख्य उद्देश्य सम्बन्धित बिन्दुओं की विस्तृत जानकारी विद्यार्थियों को उपलब्ध कराना है। अत: आशा की जाती है कि विद्यार्थी इससे अवश्य लाभान्वित होंगे।

संशोधित पाठ्यक्रमानुसार इस पुस्तक का यह प्रथम संस्करण है। पुस्तक की कमियों को दूर करने हेतु आपके विचार एवं सुझाव सदैव सादर आमंत्रित हैं। ऐसी कामना है कि आपके सुझाव इस पुस्तक को परिमार्जित करने में सहायक होंगे।

~ लेखकगण

अनुक्रमणिका

क्रम संख्या	अध्याय	पृष्ठ संख्या
1.	मानचित्र	1–12
2.	मापक	13–48
3.	प्रक्षेप	49–80
4.	उच्चावच प्रदर्शन की विधियाँ	81–96
5.	स्थलाकृतिक मानचित्र	97–108
6.	ऋतु उपकरण व मौसम मानचित्र	109–122
7.	ज़रीब व फीता सर्वेक्षण	123–139

अध्याय - 1

मानचित्र
Maps

मानव अपने विकास के साथ ही अपने आस-पास के परिदृश्यों को समझने की कोशिश करता रहा है। अपने ज्ञानवर्धन को मानव ने लिपिबद्ध किया व आवश्यकतानुसार उसका चित्रण भी किया है। मानव की चित्रण करने की वृत्ति ने ही मानचित्र को जन्म दिया है। प्रागैतिहासिक काल से आधुनिक काल तक मानचित्र निर्माण की तकनीकों व विषय-वस्तु में क्रमशः परिवर्तन होते रहे हैं। प्रारम्भ में केवल मार्गों के मानचित्र बनाए जाते थे जबकि वर्तमान में विभिन्न उद्देश्यों की पूर्ति के लिए कई प्रकार के मानचित्र बनाए जाते हैं।

भूगोल विषय मुख्यतः क्षेत्रीय वितरण का अध्ययन है। क्षेत्रीय वितरण की विशेषताओं व विभिन्नताओं को अंकित करने के लिए मानचित्र एक प्रमुख विधा है। अतः यह जानना आवश्यक है कि मानचित्र (Map) क्या है?

''सम्पूर्ण पृथ्वी या उसके किसी एक भाग का समतल कागज पर वैज्ञानिक एवं कलात्मक विधियों से किया गया चित्रण मानचित्र कहलाता है।''

ग्लोब व मानचित्र

पृथ्वी गोलाकार है अतः पृथ्वी को उसके आकार के अनुरूप प्रदर्शित करने के लिए ग्लोब का प्रयोग किया जाता है। ग्लोब पृथ्वी का मानव द्वारा निर्मित मॉडल (Model) अथवा प्रतिरूप है। यद्यपि ग्लोब पृथ्वी की आकृति को लगभग सही रूप में प्रदर्शित करता है फिर भी विषय के अध्ययन में मानचित्रों का उपयोग अधिक किया जाता है। इसके निम्नांकित कारण हैं -

(1) ग्लोब पर पृथ्वी का आधा भाग ही सदैव दिखाई देता है व आधा भाग उसके पीछे छिपा रहता है जबकि मानचित्र में पृथ्वी का समस्त भाग एक साथ दिखाई देता है।

(2) लाने व ले जाने की सुविधा के कारण ग्लोब का आकार छोटा रखा जाता है इस कारण ग्लोब पर सूचनाओं का चित्रण विस्तार से नहीं हो पाता है जबकि मानचित्र को लाने ले जाने में सुविधा रहती है और मानचित्र में सूचनाओं का चित्रण भी विस्तार से किया जा सकता है।

(3) ग्लोब का उपयोग किसी छोटे क्षेत्र के विस्तृत अध्ययन के लिए नहीं किया जा सकता क्योंकि ग्लोब को बहुत बड़े आकार में बनाना बहुत कठिन है जबकि मानचित्र का उपयोग आवश्यकतानुसार छोटे व बड़े सभी तरह के क्षेत्रों के अध्ययन के लिए किया जा सकता है।

मानचित्र का महत्व

भौगोलिक अध्ययन में मानचित्र का बहुत महत्व है। प्रथम दृष्टि में मानचित्र सूचनाओं के प्रमुख स्त्रोत होते हैं। किसी क्षेत्र के मानचित्र को देखकर ही उसके आकार व उसकी अवस्थिति का अनुमान हो जाता है। मानचित्र में जिन प्राकृतिक व सांस्कृतिक तत्वों को दर्शाया जाता है उन्हें देखने वाला सहज ही ग्राह्य कर लेता है। यही कारण है कि प्राचीन काल से वर्तमान काल तक मानचित्रों का उपयोग निरन्तर बढ़ता गया है।

मानचित्रों द्वारा तथ्यों को प्रदर्शित करने की सरलता व सहजता के कारण भूगोल ही नहीं अपितु कई अन्य विषयों में भी मानचित्रों का उपयोग होने लगा है।

सार्वजनिक स्थानों व संस्थानों पर मानचित्र स्थापित किये जाने लगे हैं। इससे आमजन को महत्वपूर्ण सूचनाएँ प्राप्त हो जाती हैं।

शहरों व कस्बों में जगह-जगह यातयात मार्गों के तथा आवासीय कॉलोनियों के मानचित्र लगाये जाते हैं ताकि व्यक्ति अपने गंतव्य स्थान पर बिना पूछताछ किये आराम से पहुँच सके।

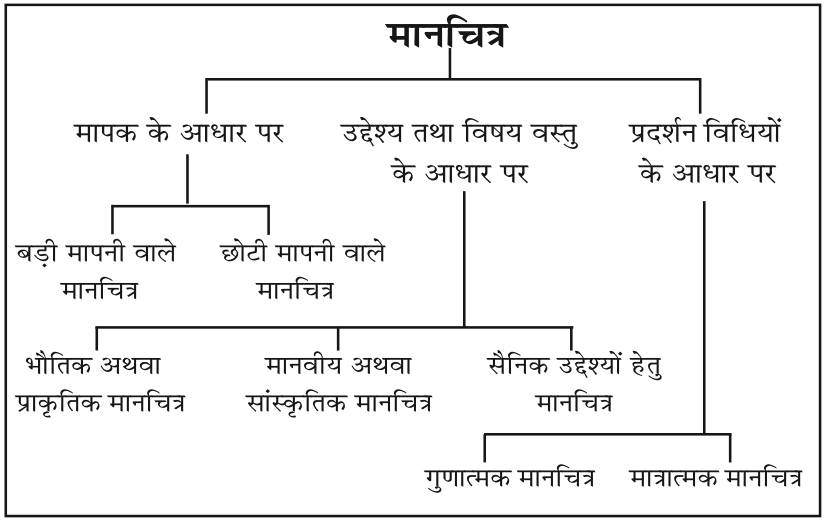
मानचित्रों द्वारा छोटे क्षेत्र से लगाकर विश्व स्तर की सूचनाओं को व्यवस्थित रूप से प्रस्तुत किया जा सकता है।

मानचित्र की इन्हीं विशेषताओं के कारण जन-जीवन में एटलस का उपयोग बढ़ा है। यात्रा के समय नागरिक अपने साथ एटलस रखने लगे हैं।

मानचित्रों के बनाने में कम्प्यूटर एवं दूर संवेदन तकनीकों के उपयोग के कारण ये और अधिक शुद्ध व उपयोगी होते जा रहे हैं।

मानचित्रों का वर्गीकरण (Classification of Maps)

मानचित्रों का वर्गीकरण कई आधारों पर किया जा सकता है। कुछ प्रमुख आधारों पर मानचित्रों का वर्गीकरण निम्नांकित रूप में प्रस्तुत है –



(क) मापक के आधार पर (According to Scale)

मापक के आधार पर मानचित्रों को मुख्यत: दो वर्गों में बांटा जा सकता है –

1. बड़ी मापनी वाले मानचित्र (Large Scale Maps)

इन मानचित्रों में छोटे क्षेत्र को बड़े आकार में प्रस्तुत किया जाता है। बड़े आकार के कारण इन मानचित्रों में भू-भाग के विभिन्न तथ्यों को विस्तारपूर्वक प्रदर्शित किया जा सकता है। निम्नांकित मानचित्रों को बड़ी मापनी वाले मानचित्र माना जाता है –

(अ) भूसम्पत्ति मानचित्र (Cadastral Map) – कैडेस्ट्रल शब्द फ्रांसीसी भाषा का है। इसका अर्थ सम्पत्ति पंजिका से है। भूसम्पत्ति मानचित्रों को **प्लान मानचित्र** भी कहते हैं। इन मानचित्रों की रचना भू-सम्पत्ति के पंजीकरण के लिए की जाती है। इन मानचित्रों में नगरों के प्लान, नगरों के विभिन्न क्षेत्रों के प्लान तथा गाँवों, कस्बों, खेतों एवं भवनों के मानचित्र आते हैं। सामान्यत: इन मानचित्रों में मापक 1 से.मी. = 20 मीटर से 1 से.मी.=40 मीटर तक रखा जाता है। इन मानचित्रों पर छोटी-छोटी सूचनाएँ भी स्पष्ट रूप से अंकित रहती है।

(ब) स्थलाकृतिक मानचित्र (Topographical Maps) – इन मानचित्रों का मापक भी बड़ा होता है, लेकिन भूसम्पत्ति मानचित्रों जितना नहीं। इन मानचित्रों को भारतीय सर्वेक्षण विभाग देहरादून बनाता है। ये मानचित्र वास्तविक सर्वेक्षण के बाद बनाए जाते हैं। इन मानचित्रों में क्षेत्र के प्राकृतिक एवं सांस्कृतिक दोनों ही प्रकार के तथ्यों का प्रदर्शन विस्तार से किया जाता है। प्राकृतिक तथ्यों में उच्चावच, प्रवाह-प्रणाली, जलाशय, वन क्षेत्र आदि तथा सांस्कृतिक तथ्यों में नगरों, कस्बों, गाँवों, कृषि क्षेत्रों, परिवहन मार्गों, सिंचाई के साधनों आदि को इन मानचित्रों में विस्तार से प्रदर्शित किया जाता है। भारत में इन मानचित्रों को 1:1000000 से लगाकर 1:25000 तक की मापनियों पर बनाया जाता है।

2. छोटी मापनी वाले मानचित्र (Small Scale Maps)

ये मानचित्र आकार में छोटे होते हैं, लेकिन इन छोटे आकार के मानचित्रों में बहुत बड़े-बड़े क्षेत्रों को प्रदर्शित किया जाता है। इस कारण मानचित्रों

पर तथ्यों को विस्तृत रूप में प्रदर्शित नहीं किया जा सकता है। पाठ्य पुस्तकों में दिये गये मानचित्र छोटी मापनी वाले मानचित्र ही हैं। निम्नांकित मानचित्रों को छोटी मापनी वाले मानचित्र माना जाता है –

(अ) दीवारी मानचित्र (Wall Maps) – ये मानचित्र दीवारों पर टांगने के लिए बनाये जाते हैं। इनका उपयोग मुख्यत: कक्षा में अध्यापन कार्य के लिए होता है। ये मानचित्र बहुत बड़े क्षेत्र को प्रदर्शित करते हैं, जैसे विश्व, महाद्वीप व किसी देश का मानचित्र। इन मानचित्रों की रचना 1:500,000 से लगाकर 1 : 4000000 या इससे भी छोटी मापनी पर की जाती है।

(ब) एटलस मानचित्र (Atlas Maps) – इनका मापक बहुत ही छोटा होता है। आकार में ये दीवार मानचित्र से छोटे पर पुस्तकों पर बने मानचित्रों से बड़े हाते हैं। इन मानचित्रों की मापनी का चयन क्षेत्र के आकार व एटलस के आकार के अनुरूप किया जाता है ताकि एटलस में सभी आकारों के क्षेत्रों के मानचित्र सम्मिलित किये जा सकें, जैसे भारतीय राज्यों के लिए एटलस बनाना हो तो राजस्थान जैसे सबसे बड़े राज्य एवं मणिपुर, त्रिपुरा व नागालैण्ड जैसे छोटे राज्यों के लिए अलग-अलग मापनी का चयन किया जायेगा।

(ख) उद्देश्य अथवा विषय वस्तु के आधार पर (According to Purpose or Content)

किसी भी मानचित्र को बनाने के पीछे कोई न कोई उद्देश्य होता है। वह उद्देश्य मानचित्र में प्रदर्शित किये गये तथ्यों तथा विषय-वस्तु को देखकर समझा जा सकता है। विश्व में प्राकृतिक एवं सांस्कृतिक तथ्यों में बहुत अधिक भिन्नता है अत: उद्देश्य एवं विषय वस्तु के आधार पर मानचित्रों के प्रकार निर्धारित करना कठिन कार्य है। विषय वस्तु के आधार पर मानचित्रों के कुछ प्रमुख प्रकार निम्नांकित है-

1. भौतिक मानचित्र (Physical Map)

इन्हें प्राकृतिक मानचित्र भी कहते हैं, इन मानचित्रों में प्राकृतिक तथ्यों की विशेषताओं को दर्शाया जाता है। ये मानचित्र मुख्य रूप से निम्नलिखित हैं-

(अ) उच्चावच मानचित्र (Relief Maps) – इन मानचित्रों में पृथ्वी की सतह के उच्चावच के लक्षणों का प्रदर्शन किया जाता है।

(ब) भूगर्भिक मानचित्र (Geological Maps) – इन मानचित्रों में क्षेत्र की भू-संरचनाओं के लक्षणों को प्रदर्शित किया जाता है।

(स) जलवायु मानचित्र (Climatic Maps) – किसी बड़े भू-भाग की दीर्घकालीन वायुमण्डलीय दशाओं जैसे तापमान, वर्षा, आर्द्रता, वायुदाब आदि के आधार पर जो संयुक्त प्रभाव निर्धारित होता है उसे जलवायु कहते हैं व इन लक्षणों को जिन मानचित्रों में प्रदर्शित किया जाता है, उन्हें जलवायु मानचित्र कहते हैं।

(द) मौसम मानचित्र (Weather Maps) – किसी भू-भाग की अल्पकालीन वायुमण्डलीय दशाओं को प्रदर्शित करने वाले मानचित्रों को मौसम मानचित्र कहते हैं। इन मानचित्रों का प्रकाशन प्रतिदिन मौसम कार्यालय करता है।

(य) वनस्पति मानचित्र (Vegetation Maps) – इन मानचित्रों में प्राकृतिक वनस्पति के विभिन्न प्रकारों व उनके लक्षणों को प्रदर्शित किया जाता है।

(र) मृदा मानचित्र (Soil Maps) – ये मानचित्र क्षेत्र विशेष की मृदा के प्रकारों व लक्षणों को प्रदर्शित करते हैं।

(ल) अपवाह मानचित्र (Drainage Maps)-इन मानचित्रों में क्षेत्र विशेष की नदियों, उनकी सहायक नदियों एवं अपवाह तंत्र को दर्शाया जाता है।

(व) महासागरीय मानचित्र (Oceanic Maps) – इन मानचित्रों में महासागरों की तली, लवणता, तापमान, निक्षेप आदि लक्षणों को दर्शाया जाता है। जलमार्गों के निर्धारण के लिए भी महासागरीय मानचित्र बनाये जाते हैं।

2. सांस्कृतिक मानचित्र (Cultural Maps)

जिन मानचित्रों में मानव के क्रिया कलापों से सम्बन्धित तथ्यों व उनके लाक्षणिक तथ्यों को दर्शाया जाता है उन्हें सांस्कृतिक मानचित्र कहते हैं। इन

मानचित्रों में प्रदर्शित तथ्यों के पीछे कहीं न कहीं मानवीय क्रिया-कलाप व सोच छिपी होती है इसलिए इन्हें मानवीय मानचित्र भी कहते हैं। ये मानचित्र मुख्यत: निम्नांकित प्रकार के हैं –

(अ) जनसंख्या मानचित्र (Population Maps) – इन मानचित्रों में जनसंख्या वितरण, घनत्व, वृद्धि, आवास-प्रवास व जनसंख्या सम्बन्धी अन्य संरचनात्मक विशेषताओं को दर्शाया जाता है।

(ब) मानव प्रजाति मानचित्र (Racial Maps) – इन मानचित्रों में क्षेत्र विशेष में पाई जाने वाली प्रजातियों का वितरण व उनसे सम्बन्धित अन्य लक्षणों को प्रदर्शित किया जाता है।

(स) भाषा मानचित्र (Language Maps) – इन मानचित्रों में क्षेत्र विशेष में बोली जाने वाली भाषाओं के क्षेत्रों को प्रदर्शित किया जाता है।

(द) राजनैतिक मानचित्र (Political Maps) – इन मानचित्रों में क्षेत्र विशेष की प्रशासनिक इकाइयों व उनके केन्द्रों को दर्शाया जाता है।

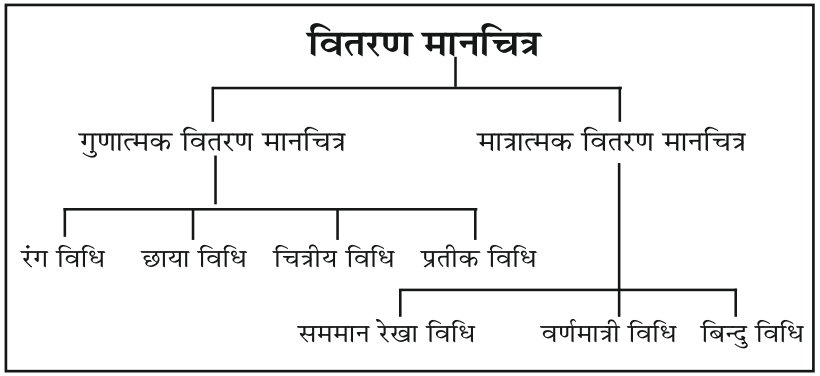
(य) आर्थिक मानचित्र (Economic Maps) – इन मानचित्रों में आर्थिक क्रिया-कलापों से सम्बन्धित तथ्यों को दर्शाया जाता है। इनमें प्राथमिक, द्वितीयक व तृतीयक व्यवसायों से सम्बन्धित सभी क्रिया-कलाप सम्मिलित किये जाते हैं।

3. सैनिक मानचित्र (Military Maps)

ये विशिष्ट प्रकार के मानचित्र हैं। ये केवल सेना के उपयोग को ध्यान में रखकर बनाए जाते हैं। ये मानचित्र उपयोग के अनुसार कई मापकों पर बनाये जाते हैं। उदाहरण के लिये 1:1000000 मापक पर बने मानचित्र विशिष्ट स्थलाकृतिक लक्षणों को दर्शाते हैं। इनका उपयोग सेना में सामान्य नियोजन हेतु किया जाता है। ऐसे ही 1:500000 मापक पर बने मानचित्र युद्ध में व्यूह रचना करने के काम आते हैं। ये मार्ग प्रदर्शन के काम भी आते हैं। इन मानचित्रों में उद्देश्य के अनुसार विशेष रूढ़ चिन्हों व संकेतों का प्रयोग किया जाता है।

वितरण विधियों के प्रदर्शन के आधार पर (According to Distribution Method)

भूगोल क्षेत्रीय भिन्नताओं का अध्ययन है। पृथ्वी तल पर भिन्नताएँ सर्वत्र विद्यमान हैं। ये भिन्नताएँ प्राकृतिक एवं सांस्कृतिक दोनों ही प्रकार के तथ्यों में दृष्टिगोचर होती हैं। इन भिन्नताओं को जिन मानचित्रों में प्रदर्शित किया जाता है उन्हें **वितरण मानचित्र** कहते हैं। एक वाक्य में कहना चाहें तो कह सकते हैं कि **पृथ्वी तल पर विद्यमान प्राकृतिक एवं सांस्कृतिक तथ्यों को प्रदर्शित करने वाले मानचित्रों को वितरण मानचित्र कहते हैं।**



मानचित्रों का वर्गीकरण कई आधारों पर किया गया है। इनमें प्रदर्शन विधि के आधार पर किए गए वर्गीकरण को प्रमुख स्थान प्राप्त है। इसका कारण यह है कि इन मानचित्रों को देखकर ही क्षेत्र में किसी तत्व के वितरण प्रतिरूप (Pattern), घनत्व (Density) व उसके प्रकीर्णन (Dispersion) को समझा जा सकता है। अपनी इस विशिष्टता के कारण इन मानचित्रों का बहुत महत्व है। वर्तमान में भूगोल ही नहीं कई अन्य विषयों में भी इन मानचित्रों का उपयोग बढ़ता जा रहा है।

वितरण मानचित्रों के प्रकार

पृथ्वी तल पर विद्यमान प्राकृतिक एवं सांस्कृतिक तत्वों को हम दो रूपों में प्रदर्शित कर सकते हैं गुणों के आधार पर एवं मात्रा के आधार पर। यदि

किसी मानचित्र में क्षेत्र का केवल गुणात्मक उच्चावच प्रदर्शित किया गया हो जैसे पर्वतीय क्षेत्र, पठारी क्षेत्र व मैदानी क्षेत्र आदि, तो उसे गुणात्मक मानचित्र कहते हैं। इसमें ऊँचाई की मात्रा प्रदर्शित नहीं की जाती है, केवल ऊँचाई के आधार पर क्षेत्र के गुण प्रदर्शित किये जाते हैं। अत: इसे **गुण प्रधान मानचित्र (Qualitative Map)** कहा जायेगा (चित्र संख्या 1.2)। लेकिन इसी क्षेत्र के एक मानचित्र में उच्चावच प्रदर्शन में पूरे क्षेत्र की ऊँचाइयों को संख्यात्मक रूप में प्रदर्शित किया गया हो, जिसमें ऊँचाई की मात्रा स्पष्ट हो रही हो तो ऐसे मानचित्र को **मात्रात्मक मानचित्र (Quantative Map)** कहा जाता है। इसे मानचित्र संख्या 1.8 में स्पष्ट किया गया है। प्रदर्शित तथ्यों के आधार पर वितरण मानचित्रों को दो वर्गों में रखा जा सकता है –

(क) गुणात्मक वितरण मानचित्र (Qualitative Distribution Maps)

(ख) मात्रात्मक वितरण मानचित्र (Quantitative Distribution Maps)

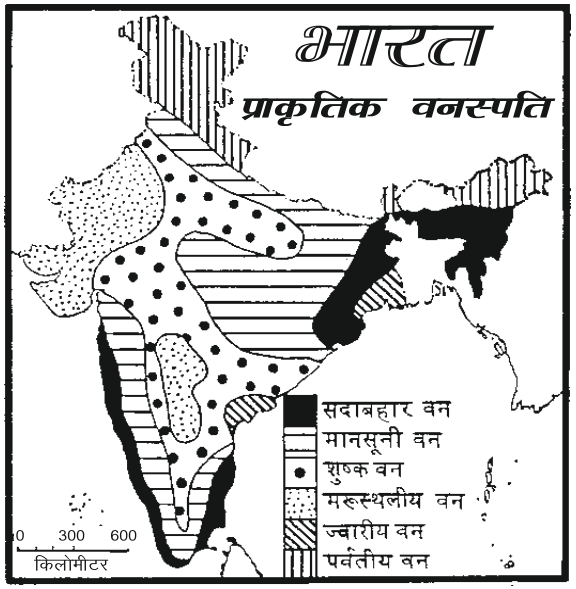
(क) गुणात्मक वितरण मानचित्र (Qualitative Distribution Maps)

गुणात्मक वितरण मानचित्र निम्नलिखित प्रमुख विधियों द्वारा बनाए जाते हैं –

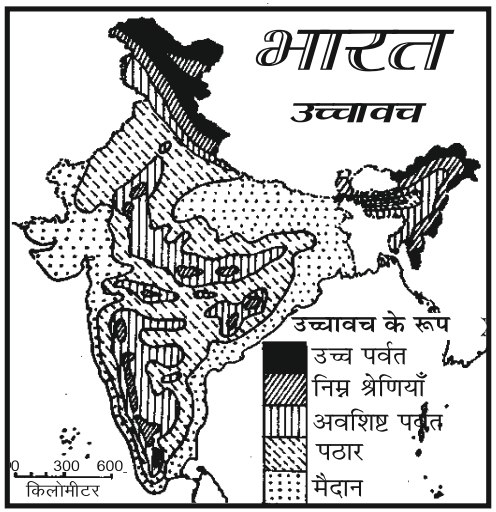
1. रंग विधि (Colour Method) – गुणात्मक वितरण दर्शाने के लिए यह बहुत ही सरल व आकर्षक विधि है। इस विधि में तथ्यों की भिन्नताओं को रंगों के द्वारा प्रदर्शित किया जाता है जैसे राजनैतिक प्रदेशों, प्राकृतिक प्रदेशों, जलवायु प्रदेशों आदि को विभिन्न रंगों से प्रदर्शित किया जाता है। वनों के प्रकारों, मिट्टी के प्रकारों, उच्चावच के प्रकारों व अन्य गुणात्मक प्रकारों को इस विधि से प्रदर्शित किया जाता है।

उच्चावच के गुण दर्शाने वाले मानचित्रों में सामान्यत: हिमाच्छादित पर्वतों के लिए सफेद, पर्वतों के लिए भूरा, पठारों के लिए पीला, मैदानों के लिए हल्का हरा व तटीय मैदानों के लिए गहरे हरे रंग का प्रयोग किया जाता है।

2. छाया विधि (Shading Method) – इस विधि में गुणात्मक वितरण को रंग विधि के समान ही दर्शाया जाता है लेकिन इनमें एक प्रमुख अन्तर होता है। रंग विधि में जहाँ विभिन्न रंगों का उपयोग होता है, वहाँ इसमें रंगों के स्थान पर विभिन्न तरह की छायाओं को बना कर गुणों की भिन्नताओं को दर्शाया जाता है। इस विधि में छायाओं को बनाते समय सामान्यत: किसी क्रम या अनुपात का उपयोग नहीं किया जाता है, जैसे – किसी क्षेत्र में प्राकृतिक वनस्पति का वितरण



चित्र 1.1– छाया विधि



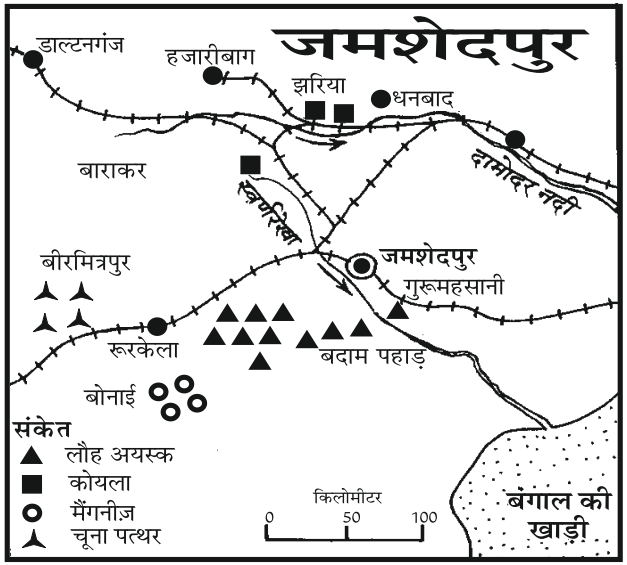
चित्र 1.2 – छाया विधि

दर्शाना है तो प्राकृतिक वनस्पति के किसी भी प्रकार को प्रदर्शित करने के लिए किसी भी तरह की छाया का उपयोग किया जा सकता है (चित्र संख्या 1.1)। किन्तु जिन गुणों में सापेक्षिकता निहित हो, उनके प्रदर्शन के लिए यदि छायाओं में क्रम रखा जाये तो ऐसे मानचित्र अधिक प्रभावी होते हैं। उदाहरण के लिए यदि उच्चावच प्रदर्शित करने हेतु पर्वतीय क्षेत्रों के लिए गहरी छाया, पठारी क्षेत्रों के लिए अपेक्षाकृत हल्की छाया, उच्च मैदानी क्षेत्रों के लिए और अधिक हल्की छाया तथा निम्न या तटीय मैदानों के लिए बिल्कुल हल्की छाया का उपयोग करना उपयुक्त रहता है (चित्र संख्या 1.2)।

3. चित्रीय विधि (Pictorial Method) – गुणात्मक वितरण मानचित्र बनाने की यह बहुत ही रोचक विधि है। इस विधि से सांस्कृतिक तथ्यों का प्रदर्शन ज्यादा किया जाता है, जैसे किसी स्थान की वेशभूषा, किसी क्षेत्र में बनाये जाने वाले मकानों के प्रकार, पर्यटन नगर व स्थल, ऐतिहासिक दुर्ग आदि। इस विधि के अनुसार मानचित्र बनाने हेतु किसी क्षेत्र या केन्द्र में जो सांस्कृतिक गुण हैं वहाँ उससे सम्बन्धित चित्र बना दिये जाते हैं, जैसे वेशभूषा बतानी हो तो उसके चित्र व दर्शनीय स्थल दर्शाने हों तो उनके चित्र बना दिये जाते हैं।

पर्यटन व्यवसाय के उत्तरोत्तर विकास के कारण इस विधि का उपयोग तेजी से बढ़ा है। रेल्वे स्टेशन, बस स्टैण्ड, पर्यटन स्थलों व रोड मैप एटलस आदि में इस विधि द्वारा बनाये गये मानचित्र प्राय: मिल जाते हैं।

4. प्रतीक विधि (Symbol Method) – इस विधि में प्रतीकों के माध्यम से वितरण को दर्शाया जाता है। हम जिस तथ्य को दर्शाना चाहते हैं उसके लिए प्रतीक या चिन्ह निश्चित कर लेते हैं। एक चिन्ह उसके आगे लिखित तथ्य का प्रतिनिधित्व करता है। उदाहरण के लिये किसी क्षेत्र में खनिजों का वितरण दर्शाना है तो प्रत्येक खनिज के लिए अलग-अलग प्रतीक निश्चित कर दिये जाते हैं। जिस बिन्दु पर जो प्रतीक बना है वह वहाँ उस खनिज के पाये जाने को प्रदर्शित करता है। इस विधि से यह स्पष्ट हो जाता है कि किन-किन क्षेत्रों में कौन-कौन से खनिज पाये जाते हैं, लेकिन उनका उत्पादन कितना होता है यह मात्रा स्पष्ट नहीं होती है। इसी तरह इस विधि द्वारा उद्योगों का वितरण, कृषि



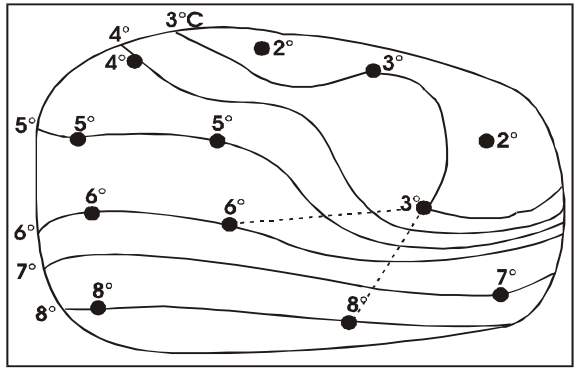
चित्र 1.3 – प्रतीक विधि

उपज का वितरण दर्शाया जा सकता है। इस विधि में सामान्यत: दो प्रकार के प्रतीक काम में लिए जाते हैं – (i) **ज्यामितीय प्रतीक (Geometrical Symbols)** व (ii) **मूलाक्षर प्रतीक (Literal Symbols)**। ज्यामितीय प्रतीक में वृत्त, वर्ग, आयत, त्रिभुज आदि बनाये जाते हैं। मूलाक्षर प्रतीक में जिस वस्तु का वितरण दर्शाया जाता है उसके नाम के प्रथम अक्षर को प्रतीक के रूप में माना जाता है। ज्यामितीय प्रतीक विधि द्वारा बनाये गये मानचित्र को चित्र संख्या 1.3 में दर्शाया गया है।

(ख) मात्रात्मक वितरण मानचित्र (Quantitative Distribution Maps)

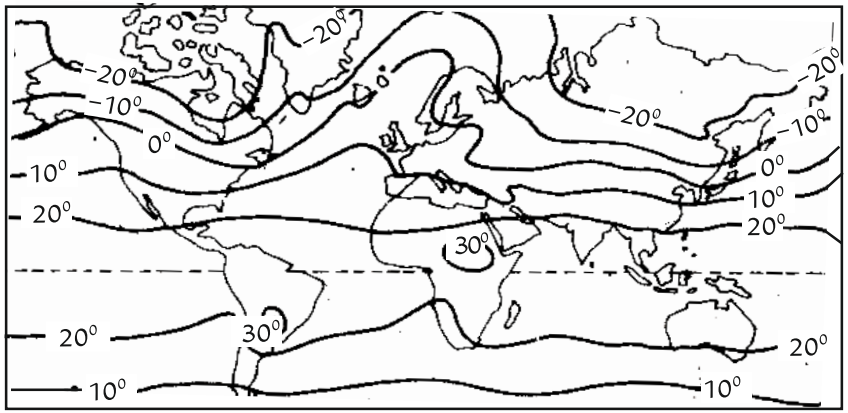
मात्रात्मक वितरण मानचित्र निम्नलिखित प्रमुख विधियों द्वारा बनाये जाते हैं –

1. सममान रेखा विधि (Isopleth Method) – सममान रेखा से तात्पर्य है समान मान वाली रेखा अर्थात मानचित्र पर ऐसी रेखा अंकित की जाती है जिस पर सभी स्थानों का मान समान हो। किसी क्षेत्र में किसी तत्व के वितरण की मात्रा अलग-अलग संख्याओं में हो सकती है। जैसे



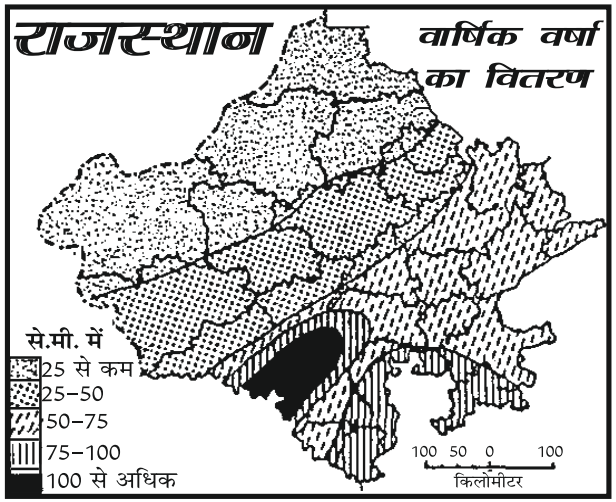
चित्र 1.4 – सममान रेखाएँ बनाने की विधि

चित्र संख्या 1.4 में तापमान का वितरण अलग-अलग बिन्दुओं पर दर्शाया गया है। इन स्थानिक तापमान बिन्दुओं के मध्य ही अन्तराल निश्चित करने के बाद अन्तर्वेशन विधि से समान ताप वाले स्थानों को मिलाने वाली रेखा बनाई जाती है। यह रेखा समताप रेखा कहलाती है (चित्र संख्या 1.4)। इसी तरह समदाब रेखा, समवर्षा रेखा आदि बनाई जा सकती है।

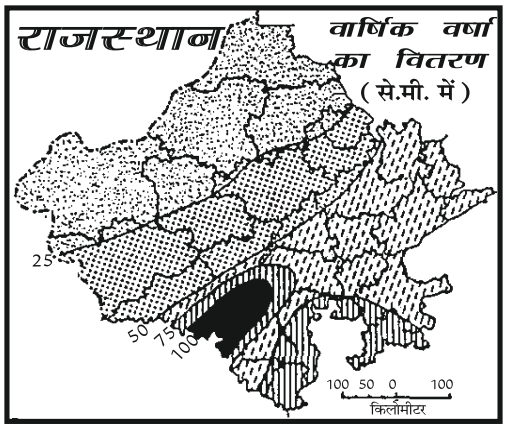


चित्र 1.5 – जनवरी माह की समताप रेखाऐं (सैल्शियस)

सममान रेखा विधि से अधिकांशतः प्राकृतिक तत्वों की मात्रा का वितरण दर्शाया जाता है विशेषकर जलवायु के तत्वों को, जैसे तापमान (चित्र संख्या 1.5), वायुदाब, वर्षा आदि। कई बार मानचित्र को आकर्षक बनाने के लिए सममान रेखाओं के मध्य छाया अथवा अलग-अलग रंगों का अंकन भी किया जाता है परन्तु इन छायाओं व रंगों के प्रदर्शन को संकेत द्वारा दर्शाना आवश्यक होता है (चित्र संख्या 1.6)। संकेत के स्थान पर सभी सममान रेखाओं पर उनका मान भी अंकित किया जा सकता है। इस अवस्था में संकेत



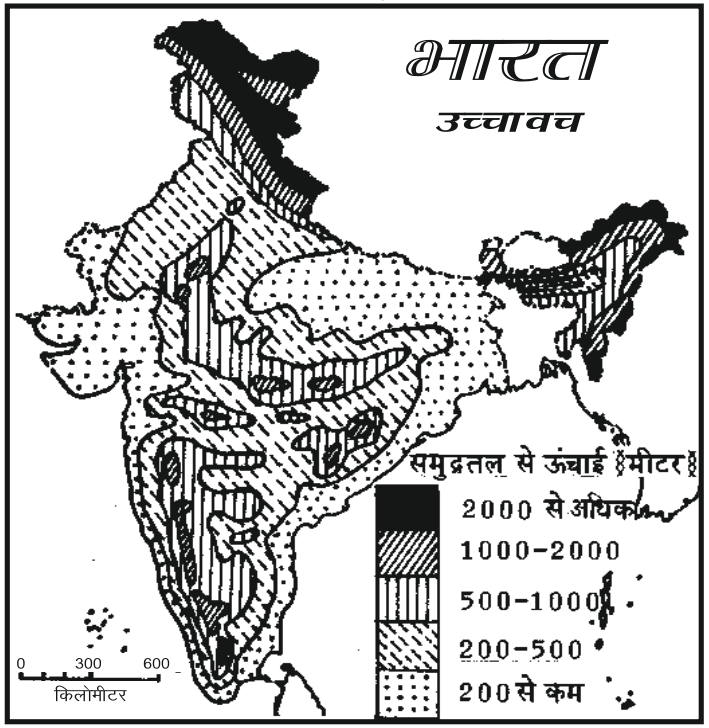
चित्र 1.6 – समवर्षा रेखाएँ



चित्र 1.7 – सममान रेखा विधि

देना आवश्यक नहीं है (चित्र संख्या 1.7)। चित्र संख्या 1.6 तथा 1.7 की तुलना करने पर यह तथ्य स्पष्ट हो जायेगा। इस विधि में मात्रा को संख्या के रूप में प्रदर्शित किया जाता है, घनत्व के रूप में नहीं।

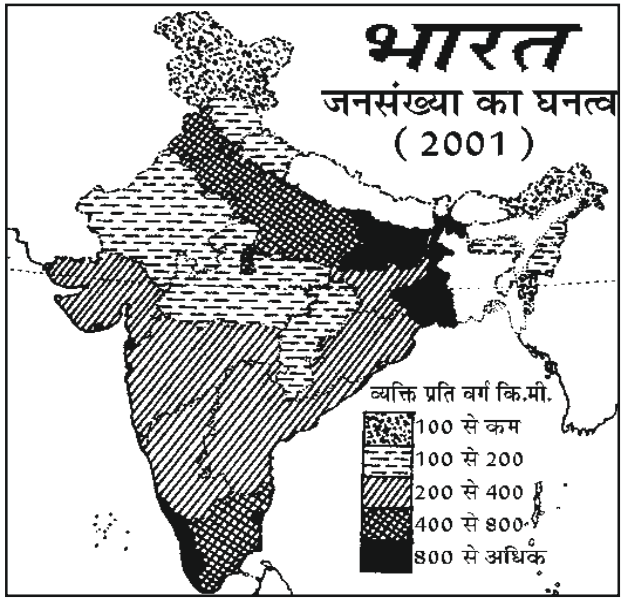
विशेष – गुणात्मक वितरण मानचित्र के विवरण में भी छाया विधि का उल्लेख किया गया है। उस उल्लेख में दिये गये चित्र संख्या 1.2 को देखिये



चित्र 1.8 – सममान रेखा विधि

तथा इसकी तुलना चित्र संख्या 1.8 से कीजिये। प्रदर्शित क्षेत्र (भारत), प्रदर्शित लक्षण (उच्चावच) तथा उस लक्षण की भिन्नताओं को दर्शाने की विधि (छाया विधि) दोनों मानचित्रों में समान हैं। किन्तु इन दोनों में एक आधारभूत एवं स्पष्ट अन्तर है वह यह है कि चित्र संख्या 1.2 में उच्चावच के **गुणात्मक लक्षण** तथा चित्र संख्या 1.8 में **मात्रात्मक लक्षण** दर्शाये गये हैं। इसलिये समान विधि का उपयोग होते हुए भी **चित्र संख्या 1.2 गुणात्मक मानचित्र** तथा **चित्र संख्या 1.8 मात्रात्मक मानचित्र** है। दोनों वर्गों के मानचित्रों में छाया अथवा रंग विधि का उपयोग किया जा सकता है।

2. वर्णमात्री विधि (Choropleth Method) – इस विधि में वितरण की मात्रा को प्राय: प्रशासनिक इकाई के घनत्व के रूप में प्रदर्शित किया जाता है। उदाहरणार्थ यदि जनसंख्या का वितरण दर्शाना है तो इसे प्रतिवर्ग कि.मी. घनत्व निकाल कर प्रदर्शित किया जाता है। किसी फसल का उत्पादन दर्शाना है तो प्रति हैक्टेयर उत्पादन निकाल कर उसकी मात्रा को प्रदर्शित किया जाता है।

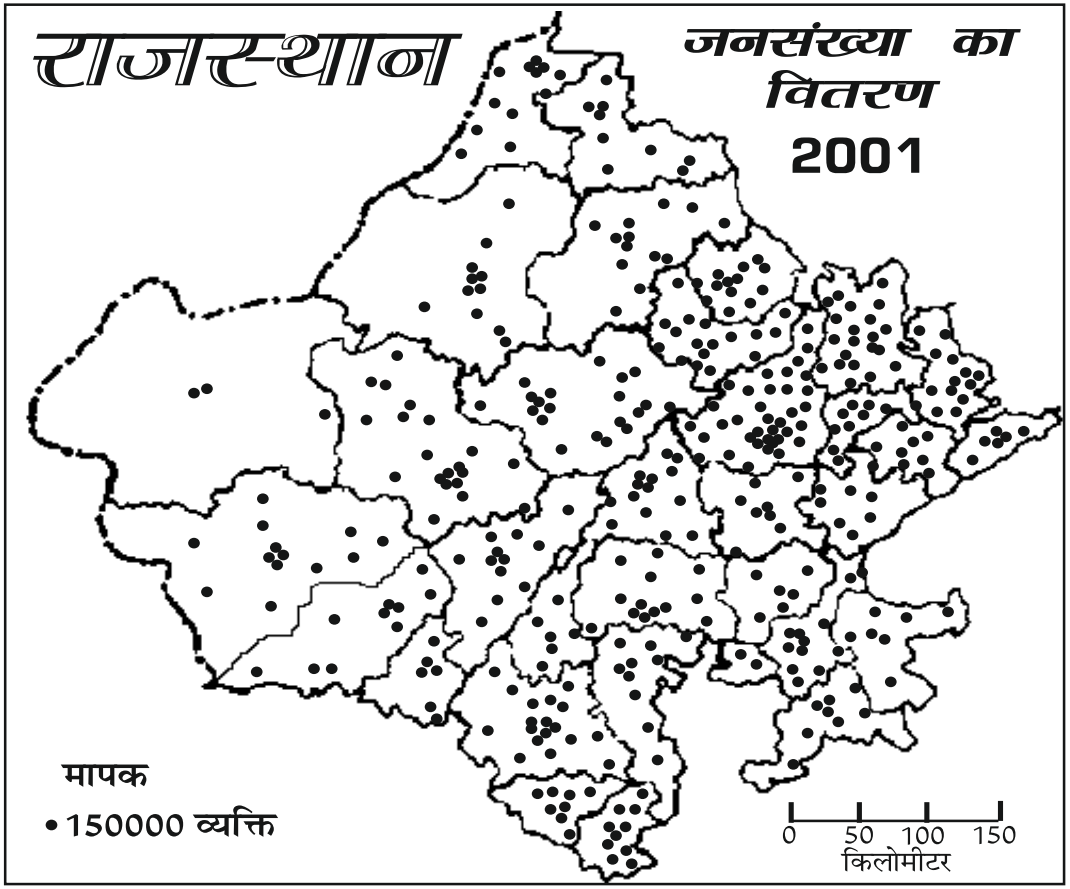


चित्र 1.9 – वर्णमात्री विधि

इस विधि में किसी प्रशासनिक इकाई के सम्पूर्ण औसत को प्रदर्शित किया जाता है। छायाओं के निर्धारण के समय इस बात का विशेष ध्यान रखा जाता है कि जैसे–जैसे घनत्व कम होता जाता है उसी अनुरूप छायाओं की गहनता भी कम होती जाती है। घनत्व एवं छाया के क्रम को संकेत में प्रदर्शित किया जाना आवश्यक है (चित्र संख्या 1.9)।

3. बिन्दु विधि (Dot Method) – इस विधि में किसी तथ्य का वितरण बिन्दुओं के द्वारा प्रदर्शित किया जाता है। जैसे – किसी क्षेत्र में जनसंख्या वितरण को इस विधि से प्रदर्शित करना है तो इसके लिए जनसंख्या सम्बन्धी आंकड़ों के विस्तार को देखा जाता है साथ ही मानचित्र के आकार को भी देखा जाता है। तद्नुरूप एक बिन्दु का मान निश्चित किया जाता है और अन्त में बिन्दुओं को मानचित्र में अंकित कर दिया जाता है।

बिन्दुओं का मान निश्चित करते समय यह ध्यान रखा जाना चाहिए कि बिन्दुओं की संख्या इतनी अधिक न हो कि मानचित्र पर बिन्दु परस्पर मिलकर धब्बों का रूप ले लें तथा इतनी कम भी न हो कि वितरण प्रतिरूप को पूर्णत: स्पष्ट न कर सकें।



चित्र 1.10 – बिन्दु विधि

ये मानचित्र देखने में सरल व आसान लगते हैं लेकिन इन्हें बनाते समय कुछ बातों का ध्यान रखा जाना चाहिए, जैसे – बिन्दुओं का आकार समान रखा जाये, बिन्दु आसानी से गिने जा सकें व सभी बिन्दु पूर्णत: गोल हों।

बिन्दु लगाते समय एक बात का विशेष ध्यान रखा जाना चाहिए कि बिन्दु ऐसे स्थानों पर नहीं लगाये जाएँ जहाँ वह वस्तु न हो, जैसे जनसंख्या वितरण हेतु बिन्दु लगाने हों तो पर्वतीय क्षेत्र, दलदली क्षेत्र, सघन वन क्षेत्र, जलीय क्षेत्र आदि स्थानों पर बिन्दु न लगाए जाएँ क्योंकि ये क्षेत्र जनसंख्या रहित होंगे। ऐसे क्षेत्रों को **नकारात्मक क्षेत्र (Negative Areas)** कहते हैं। इस विधि को चित्र संख्या 1.10 में स्पष्ट किया गया है।

अभ्यास

ग्लोब व मानचित्र में क्या अन्तर है?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

मापक के आधार पर मानचित्रों का वर्गीकरण प्रस्तुत कीजिये।

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

अभ्यास

सैनिक मानचित्रों पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिये।

.....

.....

.....

.....

.....

प्रदर्शित तथ्यों के आधार पर वितरण मानचित्रों को कितने वर्गों में रखा जा सकता है?

.....

.....

.....

मानचित्रों का क्या महत्व है? समझाइये।

.....

.....

.....

.....

.....

अभ्यास

सममान रेखा किसे कहते हैं? इस विधि द्वारा बनाये जाने वाले मानचित्रों पर संक्षिप्त टिप्पणी कीजिये।

अध्याय - 2

मापक
Scale

मापक का अर्थ व परिभाषा

पृथ्वी या उसके किसी विस्तृत क्षेत्र को उसी के बराबर आकार के कागज़ पर दिखाना सम्भव नहीं है। इतने बड़े कागज़ को बनाना तथा उपलब्ध कराना भी सम्भव नहीं है, यदि हो भी जाये तो उसे फैलाकर अध्ययन करना असम्भव होगा। विशाल क्षेत्र ही क्यों यदि हम अपने मकान का नक्शा भी प्लॉट जितने बड़े आकार का बनवाना चाहें तो यह न तो सम्भव होगा और न ही व्यावहारिक । अत: वास्तविक मापों को आवश्यकतानुसार छोटे आकार में दर्शाया जाता है किन्तु वास्तविक माप एवं प्रदर्शित माप में एक निश्चित अनुपात रखा जाता है यही अनुपात **मापक** कहलाता है। उदाहरण के लिये अजमेर व बीकानेर की वास्तविक दूरी 275 किलोमीटर को मानचित्र पर एक से.मी. द्वारा प्रदर्शित किया गया है, तो इनका अनुपात (1 से.मी. = 275 कि.मी.) मापक कहलाता है। यदि इन दोनों स्थानों के मध्य की दूरी को मानचित्र पर 11 से.मी. की दूरी से दिखाया गया हो तो मापक 1 से.मी.=25 कि.मी. (11 से.मी. = 275 कि.मी., 1 से.मी. 275/11 अर्थात 25 कि.मी.) होगा ।

उपर्युक्त दोनों उदाहरणों में प्रदर्शित दूरियाँ क्रमश: 1 से.मी. व 11 से.मी. हैं, जिनकी वास्तविक दूरी 275 कि.मी. है। इनका अुनपात **मापक** कहलाता है। अत: मापक की परिभाषा इस प्रकार दी जा सकती है - **वास्तविक व प्रदर्शित दूरियों के अनुपात को मापक कहते हैं (Scale is the ratio between the real and the represented distances)।**

मापक के रूप (Forms of Scale)

मापक को तीन रूपों में प्रदर्शित किया जाता है। इन्हें मापक प्रदर्शित करने की विधियाँ भी कहते हैं -

1. कथनात्मक या शाब्दिक मापक (Statement or Verbal Scale)
2. प्रदर्शक भिन्न, (प्र.भि.) या संख्यात्मक मापक (Representative Fraction, (R.F.) or Numerical Scale)
3. रेखात्मक या रैखिक मापक (Linear or Graphical Scale)

1. कथनात्मक मापक (Statement Scale)

''कथन अथवा शब्दों द्वारा व्यक्त मापक को **कथनात्मक** अथवा **शाब्दिक मापक** कहते हैं।'' यह ध्यान देने योग्य तथ्य है कि इन सभी उदाहरणों में मानचित्र पर प्रदर्शित दूरी 1 से.मी. व 1 इंच में है जबकि धरातल पर प्रदर्शित दूरी चाहे किसी भी इकाई में हो पूर्णांक में है। कथनात्मक मापक की अभिव्यक्ति का यह सुन्दर एवं ग्राह्य रूप है। मापनी के संख्या भिन्न में होने पर या, संख्या एक से अधिक होने पर कथनात्मक मापक की अभिव्यक्ति उतनी उपयुक्त व ग्राह्य नहीं रहती है।

तीन उदाहरणों की तुलना कीजिये-1 से.मी.=120 कि.मी., 1½ से.मी.=180 कि.मी. एवं 4 से.मी.=480 कि.मी.। ये तीनों मापक कथनात्मक मापक ही हैं, लेकिन प्रथम अभिव्यक्ति अधिक उपयुक्त एवं ग्राह्य है। यदि प्रदर्शित दूरी एक के स्थान पर किसी अन्य संख्या में दी हुई हो तो उसे एक में

निम्नानुसार परिवर्तित कर लेना चाहिये –

उदाहरण – 9 से.मी. = 225 किलोमीटर

∵ 9 से.मी. = 225 किलोमीटर

∴ 1 से.मी. = $\frac{225}{9}$ = 25 किलोमीटर

कथनात्मक मापक 1 से.मी. = 25 किलोमीटर

उदाहरण –

∵ 3½ से.मी. = 14 किलोमीटर

या $\frac{7}{2}$ से.मी. = 14 किलोमीटर

∴ 1 से.मी. = $\frac{14 \times 2}{7}$ = 4 किलोमीटर

कथनात्मक मापक 1 से.मी. = 4 किलोमीटर

उदाहरण – ∵ 2.3 से.मी. = 92 किलोमीटर

या $\frac{23}{10}$ से.मी. = 92 किलोमीटर

∴ 1 से.मी. = $\frac{92 \times 10}{23}$ = 40 किलोमीटर

कथनात्मक मापक 1 से.मी. = 40 किलोमीटर

कथनात्मक मापक की सहायता से मानचित्र पर दिये गये विभिन्न स्थानों के मध्य वास्तविक दूरियाँ भी ज्ञात की जा सकती हैं।

उदाहरण – कथनात्मक मापक 1. से.मी = 100 किलोमीटर पर बने राजस्थान के मानचित्र में अजमेर से जयपुर की दूरी 1.35 से.मी. से प्रदर्शित की गई है तो उन स्थानों की वास्तविक दूरी ज्ञात कीजिये ।

∵ 1. से.मी. = 100 कि.मी.

∴ 1.35 से.मी. = $\frac{100 \times 135}{100}$ = 135 किलोमीटर

अत: अजमेर से जयपुर की वास्तविक दूरी 135 किलोमीटर है।

कथनात्मक मापक के गुण –

1. इस मापक को आसानी से अभिव्यक्त किया जा सकता है।

2. यह एक प्रत्यक्ष अभिव्यक्ति है, क्योंकि इसे सीधे शब्दों के द्वारा अभिव्यक्त किया जाता है।

3. यह सर्वाधिक ग्राह्य (Comprehensible) है।

4. इसकी सहायता से मानचित्र के विभिन्न स्थानों के बीच की दूरियों की गणना सरलता से की जा सकती है।

कथनात्मक मापक के दोष

1. इसकी सहायता से मानचित्र के विभिन्न स्थानों के बीच की दूरी की गणना करने में समय लगता है।

2. अनेक देशों में प्रचलित मापन की इकाइयाँ भिन्न हैं, जैसे रूस में वर्स्टस (दूरी मापन की एक इकाई)। यदि कथनात्मक मापक इस इकाई में दिया हुआ हो तो हम उससे कुछ भी नहीं समझ पायेंगे। ऐसे ही हमारे यहाँ प्रचलित इकाई में दिये गये मापक से रूस में कुछ भी नहीं समझा जा सकेगा। इस मापक का उपयोग केवल उसी देश में हो सकता है जहाँ दी गई मापन की इकाई प्रचलित है।

3. मानचित्र का विवर्धन या लघुकरण (Enlargement & Reduction) कर देने पर यह मापक गलत हो जाता है।

2. प्रदर्शक भिन्न (R.F.)

इस मापक को भिन्न के रूप में प्रदर्शित किया जाता है, अत: इसे प्रदर्शक भिन्न कहते हैं। इसे सामान्यत: संक्षिप्त रूप में **प्र.भि.** लिखा जाता है। चूंकि इसकी अभिव्यक्ति में केवल अंकों का ही उपयोग होता है, इसलिये इसे संख्यात्मक मापक भी कहते हैं। उदाहरण के लिये –

(i) $\frac{1}{63360}$ या 1 : 63360 (ii) $\frac{1}{1000}$ या 1 : 1000 आदि।

प्रत्येक भिन्न के दो अंग होते हैं – ऊपर वाली संख्या को **अंश** (Numerator) तथा नीचे वाली संख्या को **हर** (Denominator) कहते हैं। इसमें अंश सदैव प्रदर्शित दूरी अर्थात मानचित्र की दूरी तथा हर वास्तविक दूरी अर्थात धरातलीय दूरी बताता है। यह मापक सदैव एक ही इकाई में **प्रदर्शित**

दूरी और वास्तविक दूरी का अनुपात होता है। इस मापक की कई विशेषताऐं हैं–

1. इसमें अंश सदैव 1 रहता है जो कि प्रदर्शित दूरी या मानचित्र की दूरी को बताता है।

2. इसमें हर कोई भी संख्या हो सकती है जो कि वास्तविक दूरी अथवा धरातलीय दूरी बताती है।

3. इस मापक को भिन्न अथवा अनुपात के रूप में अभिव्यक्त किया जाता है। इसमें कोई भी इकाई नहीं लिखी जाती है। इस कारण इसे किसी भी वांछित इकाई में परिवर्तित किया जा सकता है। लेकिन यह ध्यान रखना होता है कि अंश को जिस इकाई में माना जाता है, हर भी स्वत: उसी इकाई में होगा।

उदाहरण – मान लीजिये प्र.भि. = 1:100 है। यदि इसे मीट्रिक प्रणाली में परिवर्तित करना हो तो यह मापक 1 से.मी. = 100 से.मी. होगा। फिर वास्तविक दूरी अर्थात 100 से.मी. को मीटर में परिवर्तित कर लेंगे। यह मापक 1 से.मी. = 1 मीटर होगा। ऐसे ही यदि उक्त भिन्न को ब्रिटिश प्रणाली में परिवर्तित करना हो तो यह मापक 1" = 100" होगा, फिर 100" को वांछित इकाई या फुट में परिवर्तित कर सकते हैं। ऐसे ही अन्य देशवासी इसे अपनी इकाई में परिवर्तित कर सकते हैं। रूस में यह अनुपात 1 वर्स्टस=100 वर्स्टस, जापान में 1 सन = 100 सन हो जायेगा। इस कारण इस मापक का अन्तर्राष्ट्रीय महत्व है। अत: इसे **अन्तर्राष्ट्रीय मापक या प्राकृतिक मापक (International or Natural Scale)** भी कहते हैं।

उपर्युक्त दोनों मापकों के पारस्परिक परिवर्तन की आवश्यकता होती रहती है और इन्हें आसानी से एक दूसरे के रूप में बदला जा सकता है।

(अ) कथनात्मक मापक से प्र.भि. में रूपान्तरण (Conversion of Statement Scale into R.F.)

सर्वप्रथम कथनात्मक मापक के दोनों घटकों को समान इकाई में परिवर्तित कर लिया जाता है। दोनों घटकों के एक ही इकाई में आ जाने के कारण इकाई का नाम हटाया जा सकता है। इकाई हटा देने से प्राप्त भिन्न प्र.भि. में परिवर्तित हो जाती है।

उदाहरण – कथनात्मक मापक 1" = 400 गज को प्र.भि. में बदलिये।

इस उदाहरण में कथनात्मक मापक इंच व गजों में दिया हुआ है। दोनों घटकों को समान इकाई में परिवर्तित करने के लिये गजों को इंच में परिवर्तित करना होगा –

∵ 1 गज = 36"

∴ 400 गज = 36×400 = 14400"

इस प्रकार मौलिक मापक 1"= 14400" हो गया है। इसमें अब दोनों घटक समान इकाई अर्थात इंचों में हैं, अत: दोनों घटकों से इंच हटा देने पर अनुपात हो जायेगा –

प्र.भि. (R.F.) = 1 : 14400

उदाहरण – किसी मानचित्र पर दो स्थानों के बीच की दूरी 1½" है, जबकि उन स्थानों की वास्तविक दूरी 15 मील है। इस मानचित्र की प्र.भि. ज्ञात कीजिये।

इस उदाहरण में कथनात्मक मापक इंच व मील में दिया गया है। इसके बड़े घटक अर्थात मील को इंच में परिवर्तित करना होगा। यह प्रक्रिया निम्नानुसार करनी होगी – एक मील में 63360" होते हैं।

$\because \frac{3"}{2} = 15$ मील

$\therefore 1" = \frac{15 \times 2}{3} = 10$ मील

$\therefore 1" = 10 \times 63360 = 633600"$

$\therefore 1" = 633600"$

$\therefore$ **प्र. भि. (R.F.) = 1 : 633600**

उदाहरण – यदि कथनात्मक मापक 1 से.मी. = 300 मीटर हो तो प्र.भि. ज्ञात कीजिये।

इस उदाहरण में कथनात्मक मापक से.मी. व मीटर में दिया हुआ है, जो कि मैट्रिक प्रणाली की इकाइयाँ हैं।

अत: अब कथनात्मक मापक के बड़े घटक अर्थात मीटर को सेण्टीमीटर में बदलकर प्र.भि. निम्नानुसार ज्ञात करेंगे –

∵ 1 से.मी. = 300 मीटर

∴ 1 से.मी. = 300 × 100 से.मी.

∴ 1 से.मी. = 30000 से.मी.

∴ **प्र.भि. = 1 : 30,000**

उदाहरण – एक मानचित्र पर दो स्थानों के मध्य की दूरी 1.7 से.मी. है, जबकि उन स्थानों की वास्तविक दूरी 85 किलोमीटर है। प्र.भि. ज्ञात कीजिये।

इस उदाहरण में कथनात्मक मापक से.मी. व किलोमीटर में दिया गया है, अत: कि.मी. को से.मी. में बदलकर निम्नानुसार प्र.भि. ज्ञात करेंगे –

∵ $\frac{17}{10}$ से.मी. = 85 किलोमीटर

∴ 1 से.मी. = $\frac{85 \times 10}{17}$ किलोमीटर

∴ 1 से.मी. = 50 कि.मी.

∴ 1 से.मी. = 50 × 100,000 से.मी.

∴ **प्र. भि. = 1 : 5,000,000**

(ब) प्र.भि. से कथनात्मक मापक में रूपान्तरण (Conversion of R.F. into Statement Scale)

सर्वप्रथम प्र.भि. के दोनों घटकों अर्थात अंश व हर को वांछित इकाई के सबसे छोटे माप में मान लिया जाता है, जैसे कि ब्रिटिश प्रणाली में इंच व मैट्रिक प्रणाली में सेण्टीमीटर। इसमें ध्यान रखने योग्य बात यह है कि अंश व हर दोनों एक ही इकाई के माप में माने जाते हैं ।

उदाहरण – प्र.भि. 1 : 2700 से गज में पढ़ने के लिये कथनात्मक मापक ज्ञात कीजिये।

इस उदाहरण में प्र.भि. को पारम्परिक इकाई के कथनात्मक मापक में परिवर्तित करना है, जिसका सबसे छोटा माप इंच है। अत:

प्र.भि. ------- 1: 2700

∵ 1" = 2700"

∴ 1" = $\frac{2700}{36}$ गज

∴ 1" = 75 गज

अत: **कथनात्मक मापक – 1इंच = 75 गज ।**

उदाहरण – प्र. भि. 1 : 126720 से मील में पढ़ने के लिये कथनात्मक मापक ज्ञात कीजिये ।

इस उदाहरण में भी प्र.भि. को पारम्परिक इकाई के कथनात्मक मापक में परिवर्तित करना है, जिसका सबसे छोटा माप इंच है, अत:

प्र.भि. ..... 1 : 126720

∵ 1" = 126720"

∴ 1" = $\frac{126720}{63360}$ मील

∴ 1" = 2 मील

अत: **कथनात्मक मापक – 1इंच = 2 मील ।**

उदाहरण – प्र.भि. 1 : 50,000 से हैक्टोमीटर में पढ़ने के लिये कथनात्मक मापक ज्ञात कीजिये ।

इस उदाहरण में प्र.भि. को मैट्रिक इकाई के कथनात्मक मापक में परिवर्तित करना है। मापक के सन्दर्भ में इसका सबसे छोटा माप से.मी. माना जाता है, अत:

प्र.भि. ..... 1 : 50,000

∵ 1 से.मी. = 50,000 से.मी.

∴ 1 से.मी. = $\frac{50,000}{10000}$ हैक्टोमीटर

∴ 1 से.मी. = 5 हैक्टोमीटर

अत: **कथनात्मक मापक – 1 से.मी. = 5 हैक्टोमीटर।**

उदाहरण – प्र.भि. 1 : 50,000,000 को किलोमीटर के कथनात्मक मापक में परिवर्तित कीजिये।

इस उदाहरण में भी प्र. भि. को मैट्रिक इकाई के कथनात्मक मापक में परिवर्तित करना है, अत:

प्र.भि. ..... 1 : 50,000,000

∵ 1 से.मी. = 50,000,000 से.मी.

$$\therefore \text{ 1 से.मी. } = \frac{50,000,000}{100,000} \text{ किलोमीटर}$$

∴ 1 से.मी. = 500 किलोमीटर

अत: **कथनात्मक मापक – 1 से.मी. = 500 कि. मी.**

प्रदर्शक भिन्न मापक के गुण

1. भिन्न के रूप में इसको अभिव्यक्त करना बहुत आसान है।

2. यह एक इकाई रहित मापक है। इसे किसी भी वांछित इकाई में परिवर्तित किया जा सकता है। अत: इसका अन्तर्राष्ट्रीय महत्व है।

3. इसे मापक के अन्य रूपों में आसानी से परिवर्तित किया जा सकता है।

प्रदर्शक भिन्न मापक के दोष

1. मानचित्र का विवर्धन या लघुकरण कर देने पर मापक का यह रूप गलत हो जाता है।

2. इसे भिन्न के रूप में प्रदर्शित किये जाने के कारण प्रचलित इकाई में प्रत्यक्ष रूप से नहीं समझा जा सकता।

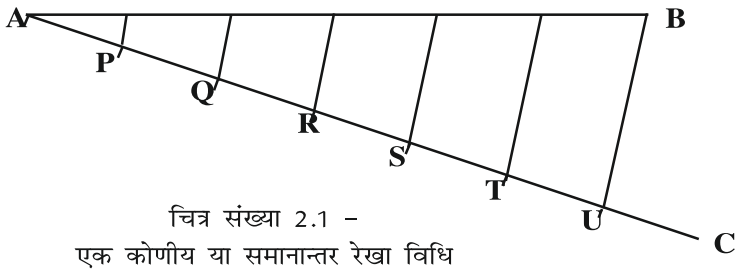
3. इसे समझने के लिये किसी इकाई के कथनात्मक मापक में परिवर्तित करना आवश्यक है, जिसमें समय लगता है।

3. रेखात्मक मापक (Linear Scale)

यह मापक सरल रेखा द्वारा या रेखात्मक रूप में दर्शाया जाता है, अत: इसे रेखात्मक मापक या सरल मापक (Simple Scale) कहते हैं। सामान्यत: इसे लगभग 6" या 15 सेण्टीमीटर लम्बी रेखा द्वारा प्रदर्शित किया जाता है, किन्तु आवश्यकता पड़ने पर इसे थोड़ा छोटा अथवा बड़ा भी बनाया जा सकता है।

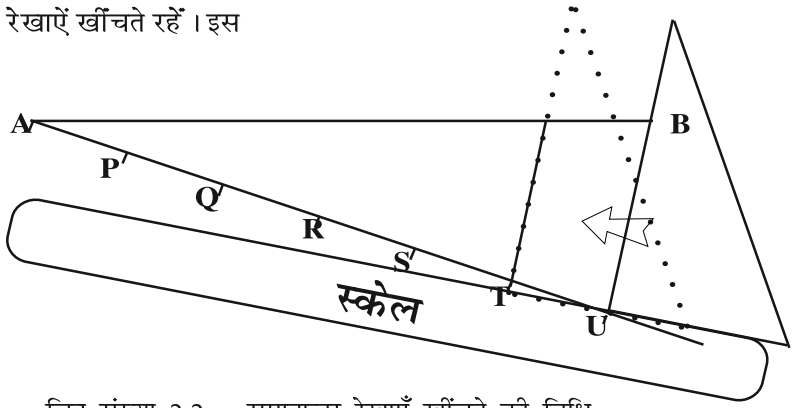
रेखात्मक मापक में रेखा को आवश्यकतानुसार कुछ भागों में विभाजित व उपविभाजित करना होता है। यह कार्य आसानी एवं शुद्धता से करने के लिये कई ज्यॉमितीय विधियाँ (Geometrical methods) हैं –

1. एक कोणीय या समानान्तर रेखा विधि (Single Angle or Parallel Line Method) – किसी भी लम्बाई की एक **A B** रेखा बनाइये। इस पर बिन्दु **A** से किसी भी न्यून कोण पर एक रेखा **A C** बनाइये। **A C** रेखा को समान लम्बाई के उतने ही भागों में विभक्त कर लीजिये जितने भागों में **A B** रेखा को विभाजित करना है। माना कि **A B** रेखा को 6 भागों में बांटना है तो **A C** रेखा पर 6 समान भाग अंकित कर लीजिये। अत: **A** से क्रमश: **P, Q, R, S, T** एवं **U** अंकित करके **U** को **B** से मिला दीजिये। अब **U B** के समानान्तर **T, S, R, Q** एवं **P** बिन्दुओं से **A B** तक रेखाऐं खींचिये। ये सभी रेखाऐं **A B** को 6 बराबर भागों में बाटेंगी जैसा कि चित्र संख्या 2.1 में दर्शाया गया है। समानान्तर रेखाऐं खींचने की विधि को चित्र संख्या 2.2 में दर्शाया गया है। **U B** के समानानतर रेखाऐं खींचने के लिये सैट–स्क्वैयर की समकोणीय भुजा **U B** पर रखें। सैट–स्क्वैयर के नीचे स्केल रखकर एक हाथ से उसे पकड़े रहें और दूसरे हाथ से सैट–स्क्वैयर को क्रमश: समानान्तर रेखाऐं खींचे जाने वाले बिन्दुओं तक स्केल के सहारे सरका कर



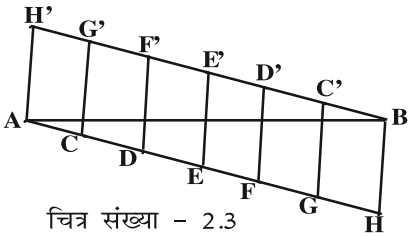
चित्र संख्या 2.1 –
एक कोणीय या समानान्तर रेखा विधि

रेखाऐं खींचते रहें । इस



चित्र संख्या 2.2 – समानान्तर रेखाएँ खींचने की विधि

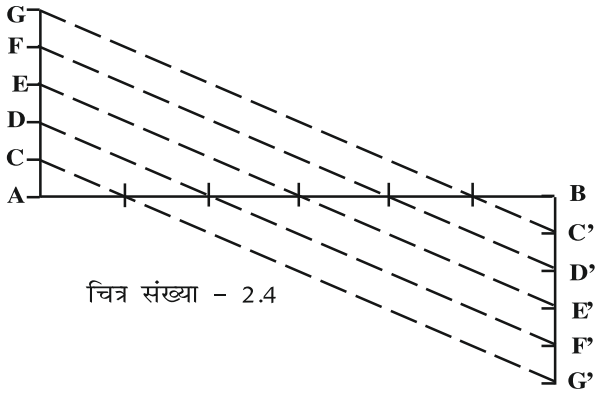
प्रकार ये समानान्तर रेखाऐं वांछित विभाजन कर देंगी । इस विधि में समकोणीय सैट–स्क्वैयर की आवश्यकता होती है ।



चित्र संख्या – 2.3

2. द्विकोणीय विधि – यदि समकोणीय सैट–स्क्वैयर नहीं हो लेकिन चांदा उपलब्ध हो तो इस विधि से दी गई रेखा का वांछित भागों में विभाजन विपरीत ओर समान डिग्री के कोण बनाते हुए रेखाऐं **A H** तथा **B H'** खींचें । इन रेखओं को 6–6 समान भागों में विभक्त करके उन पर क्रमशः **C, D, E, F, G, H** तथा **C ', D', E', F', G', H'** अंकित कीजिये । अब **AH', CG', DF', EE' FD', GC'** तथा **HB'** को मिलाने पर **AB** रेखा 6 बराबर भागों में विभक्त हो जायेगी, जैसा कि चित्र 2.3 में दर्शाया गया है ।

3. समकोण विधि – यदि सैटस्क्वैयर व चांदा दोनों ही उपलब्ध न हो तो यह विधि उपयोग में लाई जा सकती है । इसके अन्तर्गत सर्वप्रथम निर्धारित लम्बाई की रेखा **AB** बना लें । **A** तथा **B** पर विपरीत ओर समकोण



चित्र संख्या – 2.4

बनाती हुई रेखाऐं बनायें । इन लम्ब रेखाओं को एक भाग कम अर्थात 5 समान भागों में विभक्त करके क्रमशः **C, D, E, F, G** तथा **C', D', E', F', G'** लिखें । अब **GC', FD', EE', DF'** तथा **CG'** को मिलाऐं । **AB** रेखा 6 समान भागों में विभक्त हो जायेगी जैसा कि चित्र संख्या 2.4 में दर्शाया गया है ।

इन तीनों विधियों से **AB** रेखा को वांछित 6 भागों में बांटा गया है । ये सभी मुख्य भाग हैं । सरल मापक बनाने की प्रक्रिया में बायीं ओर से प्रथम भाग को उप–विभाजित करने की भी आवश्यकता होती है, इससे छोटी दूरियों को भी नापा जा सकता है । मुख्य भाग को वांछित उपभागों में विभक्त करने के लिये भी इन्हीं तीन में से किसी एक विधि का उपयोग किया जा सकता है ।

उदाहरण 1 – प्र.भि. 1 : 72 पर एक रेखात्मक मापक गज व फुट पढ़ने के लिये बनाइये ।

सर्वप्रथम प्र.भि. को कथनात्मक मापक में बदल लिया जाता है–

प्र.भि. ..... 1 : 72

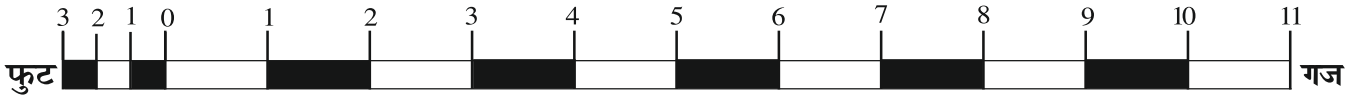
1" = 72"

1" = $\frac{72}{36}$ गज

1" = 2 गज **(कथनात्मक मापक)**

6" = 2 × 6 = 12 गज

प्र. भि. – 1 : 72

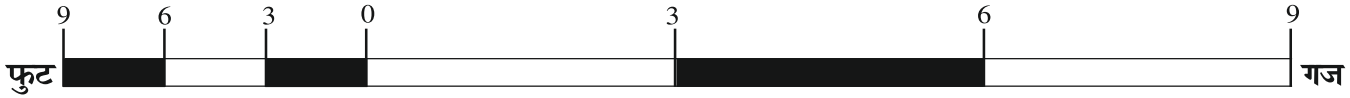


चित्र संख्या – 2.5

प्र. भि. – 1 : 72

चित्र संख्या – 2.6

प्र. भि. – 1 : 72



चित्र संख्या – 2.7

अब 6" की एक सरल रेखा खींचें जो 12 गज प्रदर्शित करेगी। इस रेखा को आप सुविधाजनक भागों में बांट सकते हैं। लेकिन विभाजन करते समय यह ध्यान रखना चाहिये कि प्रत्येक भाग की प्रदर्शित दूरी पूर्णांक में हो। जैसे, यदि हम इस रेखा को 8 भागों में बांटे तो प्रत्येक भाग (12 ÷ 8 =) 1½ गज प्रदर्शित करेगा। पूर्णांक में नहीं होने के कारण यह उपयुक्त विभाजन नहीं है। अत: हम इसको 12 भागों में बांट सकते हैं, तब प्रत्येक भाग (12 ÷ 12 =)1 गज की दूरी प्रदर्शित करेगा। अब 6" की एक रेखा बनाइये। किसी भी एक विधि की सहायता से इस रेखा को 12 समान भागों में विभाजित करें। बायें से प्रथम निशान पर 0 अंकित करेंगे। चूंकि प्रत्येक भाग 1 गज दर्शाता है, अत: प्रत्येक भाग पर क्रमश: 1, 2, 3, 4... लिखते जायेंगे। ये संख्याऐं गजों में हैं। अत: चित्र संख्या 2.5 में दर्शाये अनुसार अन्त में इकाई का नाम अर्थात गज लिख देंगे। अब प्रथम मुख्य भाग का उपविभाजन करना है। यह भाग 1 गज अथवा 3 फुट (1 गज में 3 फुट होते हैं) दर्शाता है, इसलिये इसे किसी भी विधि द्वारा तीन समान भागों में उपविभाजित कर लीजिये। प्रत्येक उपभाग (3 फुट ÷ 3 =) 1 फुट की दूरी दर्शायेगा। अत: 0 से बाईं ओर प्रत्येक उपभाग पर क्रमश: 1, 2 व 3 अंकित करके इकाई का नाम फुट लिख दीजिये। इस मापक के बीच में ऊपर की ओर इसकी प्र.भि. भी लिख दीजिये। इस प्रकार गज व फुट में दूरियाँ पढ़ने के लिये मापक तैयार हो जायेगा।

स्वाभाविक रूप से एक प्रश्न मस्तिष्क में उत्पन्न हो सकता है कि क्या रेखात्मक मापक के विभाजन का यही एक मात्र तरीका है? ऐसा नहीं है। इसी मापक को अन्य कई प्रकार से बनाया जा सकता है। हम 12 गज प्रदर्शित करने वाली रेखा को 6 भागों में भी बांट सकते हैं (चित्र संख्या 2.6)। ऐसा करने पर प्रत्येक मुख्य भाग (12 गज ÷ 6 =) 2 गज प्रदर्शित करेगा। अब प्रथम भाग को छोड़ते हुए अंकन क्रमश: 0, 2, 4, 6, ... गज के रूप में करेंगे। एक मुख्य भाग 2 गज का है जिसमें 6 फुट होते हैं। अब प्रथम मुख्य भाग को यदि 6 भागों में उपविभाजित करते हैं तो एक उपभाग (6 फुट ÷ 6 =) 1 फुट का होगा व उस पर बायीं ओर अंकन क्रमश: 1, 2, 3, 4, 5, 6 फुट होगा। इसे 3 भागों में उपविभाजित करने पर प्रत्येक उपभाग (6 फुट ÷ 3 =) 2 फुट का होगा। उस स्थिति में अंकन क्रमश: 2, 4, 6 फुट होगा जैसा कि चित्र संख्या 2.6 में दर्शाया गया है।

इसी मापक को एक अन्य तरीके से बनाने के क्रम में हम 12 गज प्रदर्शित करने वाली रेखा को 4 भागों में भी बांट सकते हैं (चित्र संख्या 2.7)। ऐसा करने पर प्रत्येक मुख्य भाग (12 गज ÷ 4 =) 3 गज प्रदर्शित करेगा। अब प्रथम भाग को छोड़ते हुए अंकन क्रमश: 0, 3, 6 व 9 गज के रूप में करेंगे। चूंकि एक मुख्य भाग 3 गज का है, अत: प्रथम मुख्य भाग को यदि 3 भागों में उपविभाजित करते हैं तो एक उपभाग (3 गज ÷ 3 =) एक गज का होगा। इसलिये उस पर शून्य से बायीं ओर अंकन क्रमश: 1, 2 व 3 गज करेंगे। इस प्रकार चित्र संख्या 2.7 के अनुरूप भी रेखात्मक मापक तैयार हो जायेगा।

उपर्युक्त विवरण से स्पष्ट है कि दिये हुए कथनात्मक मापक अथवा प्रदर्शक भिन्न पर अनेक प्रकार से रेखात्मक मापक बनाये जा सकते हैं।

उदाहरण 2 – प्र.भि. 1 : 63360 पर मील व फर्लांग में दूरियाँ पढ़ने के लिये सरल मापक बनाइये तथा उस पर 3 मील 5 फर्लांग की दूरी अंकित कीजिये।

प्र.भि. – 1 : 63360

$\because$ 1" = 63360"

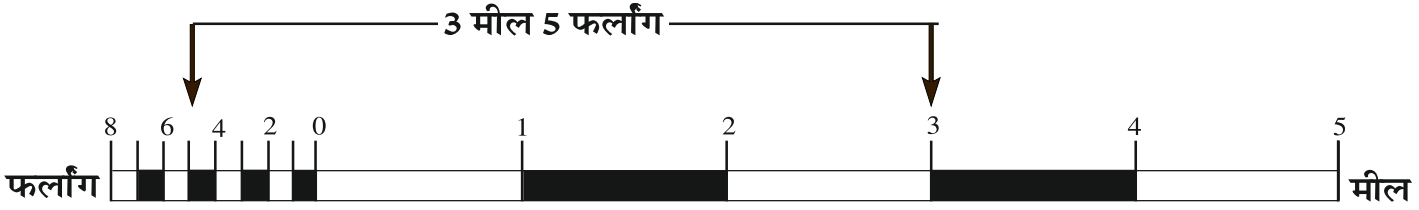
$\therefore$ 1" = $\frac{63360}{63360}$ मील

$\therefore$ 6" = $\frac{63360 \times 6}{63360}$ मील

$\therefore$ 6" = 6 मील **कथनात्मक मापक**

इसकी रचना के लिये 6" की रेखा खींचकर उसको 6 समान भागों में बांटिये (चित्र संख्या 2.8)। प्रत्येक भाग (6 मील ÷ 6 =) 1 मील प्रदर्शित करेगा। अतः पहले भाग को छोड़कर क्रमशः 0, 1, 2, 3, ... मील अंकित कीजिये। एक मील में 8 फर्लांग होते हैं, जिनके लिये प्रथम भाग को 8 भागों में उपविभाजित करने पर प्रत्येक उपभाग 1 फर्लांग प्रदर्शित करेगा। इन पर बायीं ओर क्रमशः 1 से 8 तक फर्लांग अंकित करेंगे। प्रश्न के अनुसार इस मापक पर 3 मील 5 फर्लांग की दूरी अंकित करनी है। इस हेतु 0 से दाहिनी ओर 3 मील वाले निशान तक तथा बायीं ओर 5 फर्लांग वाले निशान तक की दूरी तीर से बताकर यह दूरी अंकित करें ।

प्र. भि. – 1 : 63360



चित्र संख्या – 2.8

उदाहरण 3 – प्र.भि. 1 : 72 पर मीटर व डैसीमीटर में दूरियाँ पढ़ने के लिये साधारण मापक बनाइये।

प्र.भि. – 1 : 72

∵ 1 से.मी. = 72 से.मी.

∴ 1 से.मी. = $\frac{72}{100}$ मीटर

∴ 15 से.मी. = $\frac{72 \times 15}{100} = \frac{1080}{100} =$ 10.8 मीटर

∴ 15 से.मी = 10.8 मीटर

चूंकि 10.8 मीटर पूर्णांक नहीं है, इसे पूर्णांक में 10 मीटर मानकर इस दूरी के लिये मापक की रेखा की लम्बाई निकालनी पड़ेगी –

∵ $\frac{1080}{100}$ मीटर प्रदर्शित होता है 15 से.मी. द्वारा

∴ 1 मीटर प्रदर्शित होता है $\frac{15 \times 100}{1080}$ से.मी.

∴ 10 मीटर प्रदर्शित होता हैं $\frac{15 \times 100 \times 10}{1080}$ = 13.88 से.मी.

∴ 13.88 से.मी. = 10 मीटर **कथनात्मक मापक**

इस प्रकार कथनात्मक मापक 13.88 से.मी. = 10 मीटर के लिये मापक बनाना होगा। इसके लिये एक सरल रेखा 13.88 से.मी. लम्बी खींचकर उसे 5 भागों में बांटिये। इस विभाजन से प्रत्येक मुख्य भाग (10 मीटर ÷ 5 =) 2 मीटर की दूरी प्रदर्शित करेगा। पहले भाग को छोड़कर क्रमशः 0, 2, 4, 6 व 8 मीटर अंकित करें (चित्र संख्या 2.9)। एक मीटर में 10 डैसीमीटर होते हैं। पहले भाग, जो कि दो मीटर अर्थात 20 डैसीमीटर का है, को पाँच उपविभागों में बांटने पर प्रत्येक उपविभाग (20 डैसीमीटर ÷ 5 =) 4 डैसीमीटर प्रदर्शित करेगा। अतः शून्य से बायीं ओर क्रमशः 4, 8, 12, 16, ... 20 डैसीमीटर अंकित करेंगे।

प्र. भि. – 1 : 72

चित्र संख्या – 2.9

इसी कथनात्मक मापक 13.88 से.मी. = 10 मीटर के लिये अन्य विधि से भी मापक बनाया जा सकता है। एक सरल रेखा 13.88 से.मी. लम्बी खींचकर 10 भागों में बांटिये। प्रत्येक मुख्य भाग 1 मीटर प्रदर्शित करेगा। पहले भाग को छोड़कर क्रमशः 0, 1, 2, 3, ... 9 मीटर अंकित करें (चित्र संख्या 2.10)। एक मीटर में 10 डैसीमीटर होते हैं। पहले भाग को 5 उपविभागों में बांटने पर प्रत्येक उपविभाग (10 डैसीमीटर ÷ 5 =) 2 डैसीमीटर प्रदर्शित करेगा। अतः शून्य से बायीं ओर क्रमशः 2, 4, 6, 8, 10 डैसीमीटर अंकित करेंगे। इससे यह स्पष्ट हो गया होगा कि किसी भी दिये हुए कथनात्मक मापक पर अनेक प्रकार से रेखात्मक मापक बनाये जा सकते हैं।

प्र. भि. – 1 : 72

चित्र संख्या – 2.10

उदाहरण 4 – प्र.भि. 1 : 40,000 के लिये एक रेखात्मक मापक बनाकर उस पर किलोमीटर व हैक्टोमीटर की दूरियाँ प्रदर्शित कीजिये।

प्र.भि. – 1 : 40,000

∵ 1 से.मी. = 40,000

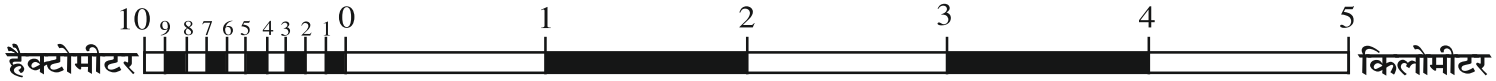
∴ 1 से.मी. = $\frac{40000}{100000}$ कि.मी.

∴ 15 से.मी. = $\frac{40000 \times 15}{100000}$ कि.मी.

∴ 15 से.मी = 6 कि.मी.

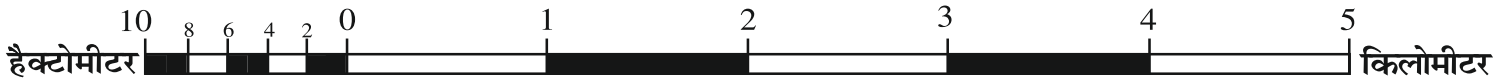
इस प्रकार प्र.भि. 1 : 40,000 पर मापक बनाने के लिये कथनात्मक मापक 15 से.मी. = 6 किलोमीटर प्राप्त हुआ है। इस कथनात्मक मापक पर एक रेखात्मक मापक बनाना है। इस हेतु एक सरल रेखा 15 से.मी. लम्बी खींचकर उसे 6 भागों में बांटिये। ये विभाजन करने पर प्रत्येक मुख्य भाग (6 किलोमीटर ÷ 6 =) 1 किलोमीटर की दूरी प्रदर्शित करेगा। अब पहले भाग को छोड़कर क्रमशः 0, 1, 2, 3, 4 व 5 किलोमीटर अंकित करेंगे (चित्र संख्या 2.11)। एक किलोमीटर में दस हैक्टोमीटर होते हैं। पहला भाग, जो कि एक किलोमीटर की दूरी प्रदर्शित करता है, को दस उपविभागों में बांटने पर प्रत्येक उपविभाग (10 हैक्टोमीटर ÷ 10 =) 1 हैक्टोमीटर की दूरी प्रदर्शित करेगा। इसलिये शून्य से बायीं ओर क्रमशः एक से दस अंकित करके इकाई का नाम अर्थात हैक्टोमीटर लिखना चाहिये। इस प्रकार चित्र संख्या 2.11 के अनुरूप रेखात्मक मापक तैयार हो जायेगा। इसी मापक में यदि हम पहले भाग, जो कि एक किलोमीटर की दूरी प्रदर्शित करता है, को पांच उपविभागों में बांटें तो प्रत्येक उपविभाग (10 हैक्टोमीटर ÷ 5=) 2 हैक्टोमीटर की दूरी प्रदर्शित करेगा। इस स्थिति में शून्य से बायीं ओर क्रमशः 2, 4, 6, 8 व 10 हैक्टोमीटर अंकित करेंगे। इस प्रकार चित्र संख्या 2.12 के अनुरूप रेखात्मक मापक तैयार हो जायेगा।

प्र. भि. – 1 : 40,000



चित्र संख्या – 2.11

प्र. भि. – 1 : 40,000



चित्र संख्या – 2.12

उदाहरण 5 – एक मानचित्र पर दो स्थानों के बीच की दूरी 5 से.मी. है, जबकि उनके बीच की वास्तविक दूरी 2.5 किलोमीटर है। इसके लिये प्र.भि. ज्ञात कीजिये तथा उस पर एक उपयुक्त रेखात्मक मापक बनाइये।

प्रदर्शक भिन्न ज्ञात करने की प्रक्रिया

∵ 5 से.मी. प्रदर्शित करते हैं = 2½ किलोमीटर

∴ 1 से.मी. प्रदर्शित करेगा = $\frac{5}{2} \times \frac{1}{5} = \frac{1}{2}$ कि.मी.

∴ 1 से.मी. प्रदर्शित करेगा = $\frac{1}{2} \times 100{,}000$ से.मी.

$\therefore$ 1 से.मी प्रदर्शित करेगा = 50,000 से.मी.

$\therefore$ **प्र.भि. = 1 : 50,000**

रेखात्मक मापक बनाने की प्रक्रिया –

प्र.भि. – 1 : 50,000

$\because$ 1 से.मी. = 50,000

$\therefore$ 1 से.मी. = $\frac{50000}{100000}$ कि.मी.

$\therefore$ 15 से.मी. = $\frac{50000 \times 15}{100000} = \frac{75}{10} = 7.5$ कि.मी.

$\therefore$ 15 से.मी = 7.5 कि.मी.

चूंकि यह पूर्णांक नहीं है, अत: पूर्णांक 7 कि.मी. मानते हुए उसको प्रदर्शित करने वाली रेखा की लम्बाई ज्ञात करनी होगी ।

$\because$ $\frac{15}{2}$ कि.मी. प्रदर्शित होते हैं 15 से.मी. द्वारा

$\therefore$ 1 कि.मी. प्रदर्शित होगा $\frac{15 \times 2}{15}$ से.मी.

$\therefore$ 7 कि.मी. प्रदर्शित होंगे $\frac{15 \times 2 \times 7}{15}$ से.मी.

कथनात्मक मापक – 14 से.मी. = 7 कि.मी.

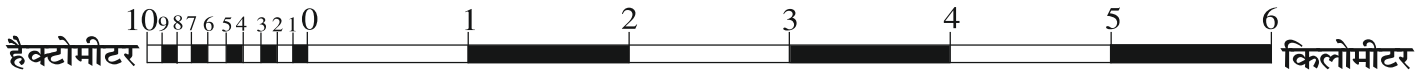
एक सरल रेखा 14 से.मी. लम्बी खींचकर उसे 7 भागों में बांटने से प्रत्येक भाग 1 कि.मी. की दूरी प्रदर्शित करेगा (चित्र संख्या 2.13) । प्रथम भाग को छोड़कर क्रमश: 0, 1, 2, 3, ... किलोमीटर दाहिनी ओर अंकित करें । एक मुख्य भाग 1 कि.मी. प्रदर्शित करता है, जिसमें 10 हैक्टोमीटर होते हैं । इसे 5 उपभागों में बांटने पर प्रत्येक उपभाग (10 हैक्टोमीटर ÷ 5 =) 2 हैक्टोमीटर प्रदर्शित करेगा। अत: बायीं ओर क्रमश: 2, 4, 6, 8, 10 हैक्टोमीटर अंकित करेंगे। इस प्रकार चित्र संख्या 2.13 के अनुरूप मापक तैयार हो जायेगा।

प्र. भि. – 1 : 50,000

चित्र संख्या – 2.13

इसी कथनात्मक मापक पर अन्य प्रकार से भी रैखिक मापक बनाया जा सकता है। उदाहरण के लिये 14 से.मी. लम्बी एक सरल रेखा खींचकर उसे सात भागों में बांटने से प्रत्येक मुख्य भाग (7 कि.मी. ÷ 7 =) एक किलोमीटर की दूरी प्रदर्शित करेगा। इसके लिये ऊपर दर्शाये अनुसार अंकन कर लें। उसके पश्चात प्रथम भाग को दस उपभागों में विभाजित करलें। इससे प्रत्येक उपभाग (10 हैक्टोमीटर ÷ 10 =) एक हैक्टोमीटर प्रदर्शित करेगा। अत: शून्य से बायीं ओर क्रमश: एक से दस हैक्टोमीटर अंकित करें। इस प्रकार चित्र संख्या 2.14 के अनुरूप रेखात्मक मापक तैयार हो जायेगा।

प्र. भि. – 1 : 50,000



चित्र संख्या – 2.14

उदाहरण 5 – कथनात्मक मापक 5½ ” = 55 मील के लिये एक रेखात्मक मापक बनाइये जिस पर किलोमीटर में दूरियाँ पढ़ी जा सकें ।

इस उदाहरण में कथनात्मक मापक मील में दिया हुआ है, जबकि रेखात्मक मापक किलोमीटर पढ़ने के लिये बनाना है। इसके लिये पहले कथनात्मक मापक को प्र.भि. में परिवर्तित करके निम्नानुसार कथनात्मक मापक किलोमीटर में निकाल लेना चाहिये –

$\because$ 5½ ” = 55 मील

$\therefore$ 1” = $\frac{55 \times 5}{11}$ मील

$\therefore$ 1” = 10 मील

$\therefore$ 1” = 10 × 63360”

$\therefore$ 1” = 633600”

प्र.भि. = 1 : 633600

अब इससे किलोमीटर में कथनात्मक मापक प्राप्त करने के लिये –

$\because$ 1 से.मी. = 633600 से.मी.

$\therefore$ 1 से.मी. = $\frac{633600}{100,000}$ कि.मी.

$\therefore$ 15 से.मी. = $\frac{633600 \times 15}{100,000}$ = **95.04 कि.मी.**

कथनात्मक मापक $\therefore$ 15 से.मी. = 95.04 कि.मी.

चूंकि 95.04 कि.मी. पूर्णांक नहीं है, अत: निकटतम पूर्णांक 100 कि.मी. मानते हुए इसे प्रदर्शित करने वाली रेखा की लम्बाई निकालनी चाहिये –

$\because$ 95.04 कि.मी. प्रदर्शित होते हैं 15 से.मी. द्वारा

$\therefore$ 1 कि.मी. प्रदर्शित होता है $\frac{15 \times 100}{9504}$ से.मी. के द्वारा

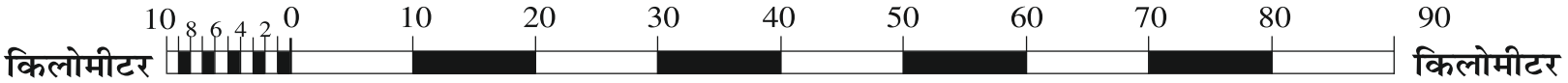
$\therefore$ 100 कि.मी. प्रदर्शित होते हैं $\frac{15 \times 100 \times 100}{9504}$ से.मी. के द्वारा $= \frac{150000}{9504}$ से.मी. $= 15.78$ से.मी.

$\therefore$ 100 कि.मी. प्रदर्शित होते हैं 15.78 से.मी. के द्वारा

अत: पूर्णांक में कथनात्मक मापक 15.78 से.मी. = 100 कि.मी.

अत: 15.78 से.मी लम्बी सरल रेखा खींचकर उसे दस समान भागों में विभाजित कीजिये। इस विभाजन से प्रत्येक भाग (100 किलोमीटर ÷ 10 =) दस किलोमीटर की दूरी प्रदर्शित करेगा। अब प्रथम भाग को छोड़कर क्रमश: 0, 10, 20, 30, ... 90 किलोमीटर दाहिनी ओर अंकित करें। प्रथम भाग को दस उपभागों में बांटने पर प्रत्येक उपभाग (10 किलोमीटर ÷ 10 =) एक किलोमीटर की दूरी प्रदर्शित करेगा। अत: शून्य से बायीं ओर क्रमश: एक से दस किलोमीटर अंकित करेंगे। इस प्रकार चित्र संख्या 2.15 के अनुरूप मापक तैयार हो जायेगा।

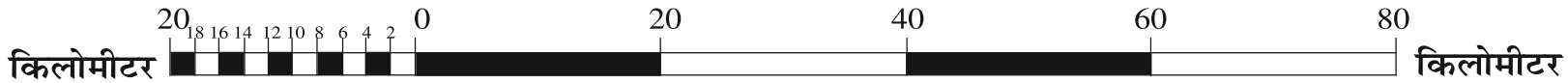
प्र. भि. – 1 : 633600



चित्र संख्या – 2.15

इसी कथनात्मक मापक पर अन्य कई प्रकार से भी रेखात्मक मापक बनाये जा सकते हैं। एक अन्य रूप में 15.78 से.मी. लम्बी सरल रेखा खींचकर उसे पांच भागों मे विभाजित किया जा सकता है। इस विभाजन से प्रत्येक भाग (100 कि.मी.÷ 5=) 20 कि.मी. प्रदर्शित करेगा। अत: प्रथम भाग को छोड़कर क्रमश: 0, 20, 40 .... कि.मी. दाहिनी ओर अंकित करें। प्रथम भाग को 10 उप भागों में बांटने पर प्रत्येक उप भाग (20 कि.मी. ÷ 10 =) 2 कि.मी. प्रदर्शित करेगा। अत: बायीं ओर क्रमश: 2, 4, 6, 8, 10, 12.... कि. मी. अंकित करेंगे। इस प्रकार चित्र संख्या 2.16 के अनुरूप रेखात्मक मापक तैयार हो जायेगा।

प्र. भि. – 1 : 633600



चित्र संख्या – 2.16

रेखात्मक मापक के गुण

1. इससे मानचित्र अधिक उपयोगी बनता है ।

2. रेखात्मक मापक की सहायता से मानचित्र के विभिन्न स्थानों के बीच की वास्तविक दूरी बिना गणितीय अवकलन के ज्ञात की जा सकती है । मानचित्र पर दो स्थानों को जोड़ने वाले मार्ग पर परकार से दूरी नापकर, लचीले तार या धागे को उस मार्ग के अनुरूप बिछाकर अथवा कागज़ पर उन स्थानों के बीच की दूरी अंकित करके उसे रेखात्मक मापक पर फैलाकर वास्तविक दूरी ज्ञात कर सकते हैं ।

3. इसका सबसे बड़ा गुण यह है कि मानचित्र के वृहतकरण या लघुकरण से इसकी शुद्धता पर कोई फर्क नहीं पड़ता, क्योंकि रेखात्मक मापक भी मानचित्र के साथ-साथ छोटा या बड़ा हो जाता है ।

रेखात्मक मापक के दोष

1. रेखात्मक मापक को बनाने में काफी समय लगता है ।

2. रेखात्मक मापक में माप की जो इकाई नामांकित की जाती है वह केवल उसी देश में समझी जा सकती है जहाँ वह प्रचलित है । अत: अन्य देशों में मापक का यह रूप ग्राह्य नहीं होता।

सामान्यत: मानचित्र पर मापक को तीन रूपों में लिखा जाता है । भारतीय सर्वेक्षण विभाग द्वारा प्रकाशित स्थलाकृतिक पत्रकों तथा सभी प्रकार के मानचित्रों पर मापक तीनों रूपों में दिया जाता है । यद्यपि तीनों रूपों में मापक को लिखने का कोई निश्चित क्रम नहीं होता, तथापि बीच में रेखात्मक मापक, उसके ऊपर प्रदर्शक भिन्न (प्र.भि.) एवं उसके नीचे कथनात्मक मापक दिया जाना अधिक प्रचलित है ।

मापक का अर्थ

मानचित्र पर किन्हीं दो स्थानों के बीच की दूरी एवं धरातल पर उन्हीं दो स्थानों के बीच की दूरी के अनुपात को मापक कहते हैं। इसे हम निम्नलिखित रूप में भी समझ सकते हैं –

$$\text{मापक (Scale)} = \frac{\text{मानचित्र पर दूरी (Map Distance)}}{\text{धरातल पर दूरी (Ground Distance)}}$$

उदाहरण के लिए मान लीजिये हमारे सामने अजमेर जिले का मानचित्र है। इस मानचित्र में अजमेर व ब्यावर के मध्य की दूरी 1 से.मी. है, जबकि धरातल पर अजमेर व ब्यावर के मध्य 50 कि.मी. की दूरी है। यदि इनकी दूरियों के अनुपात को देखा जाये तो वह होगा –

$\frac{\text{मानचित्र पर दूरी 1 से.मी.}}{\text{धरातल पर दूरी 50 कि.मी.}}$ अतः अनुपात 1 से.मी. = 50 कि.मी.

यही अनुपात इस मानचित्र का मापक होगा। संक्षेप में हम कह सकते हैं कि प्रदर्शित दूरी एवं वास्तविक दूरी का अनुपात ही मापक है। **(Scale is the ratio between the represented distance and the real distance).**

1. कथनात्मक मापक (Statement Scale) – इस विधि में मानचित्र की दूरी एवं धरातल की दूरी के अनुपात को कथन अथवा शब्दों के रूप में प्रदर्शित किया जाता है, इसमें मानचित्र की दूरी व धरातल की दूरी अलग–अलग माप इकाईयों में होती है। जैसे 1 से.मी. = 1 किलोमीटर, 1 से.मी. = 10 किलोमीटर, 1 से.मी. = 1 मीटर, 1 से.मी. = 10 मीटर तथा 1 इंच = 1 मील, 1 इंच = 10 मील, 1 इंच = 1 गज, 1 इंच = 10 गज आदि।

2. प्रदर्शक भिन्न मापक (Representative Fraction or R.F.) – कथनात्मक मापक में जो मापक के उदाहरण दिये गये हैं उन्हें यदि प्रदर्शक भिन्न के रूप में लिखना चाहें तो वे इस प्रकार होंगे आवश्यकतानुसार इसमें मानचित्र को दूरी व धरातल की दूरी एक ही माप इकाई में मानी जाती है जैसे सेमी. में या ईंच में। प्र.भि. 1 : 100000, प्र.भि. 1 : 1000000, प्र.भि. 1 : 100, प्र.भि. 1 : 1000 तथा प्र.भि. 1 : 63360, प्र.भि. 1 : 633600, प्र.भि. 1 : 36, प्र.भि. 1 : 360

3. रैखिक या रेखात्मक मापक (Linear Scale) – इस विधि में मानचित्र की दूरियों को सरल रेखा द्वारा प्रदर्शित किया जाता है। इस मापक के निर्माण में निश्चित विधि अपनाई जाती है जिसमें प्रदर्शक भिन्न के अनुसार रेखा की लम्बाई व अन्य निश्चित नियमों व विधियों के अनुसार रैखिक मापक की रचना की जाती है।

रैखिक मापक अनेक उद्देश्यों की पूर्ति के लिए बनाये जाते हैं। इनके भिन्न–भिन्न उपयोग होते हैं। इस आधार पर रैखिक मापक अनेक प्रकार के होते हैं। यहाँ हम इनके तीन प्रमुख प्रकारों के बारे में जानेंगे। ये हैं –

1. साधारण मापक (Simple Scale)
2. तुलनात्मक मापक (Comparative Scale)
3. कर्णवत् मापक (Diagonal Scale)

मापकों की रचना में काम आने वाली दूरी मापन की

कुछ महत्वपूर्ण सारणियाँ

ब्रिटिश माप प्रणाली

सारणी - 1

12 इंच	=	1 फुट
3 फुट	=	1 गज
220 गज	=	1 फर्लांग
8 फर्लांग	=	1 मील
2 मील	=	1 कोस

मीट्रिक माप प्रणाली

सारणी - 3

10 मिलीमीटर	=	1 सेण्टीमीटर
10 सेण्टीमीटर	=	1 डैसीमीटर
10 डैसीमीटर	=	1 मीटर
10 मीटर	=	1 डेकामीटर
10 डेकामीटर	=	1 हैक्टोमीटर
10 हैक्टोमीटर	=	1 किलोमीटर
10 किलोमीटर	=	1 मीरियामीटर

सारणी - 2

इकाईयाँ	मील	फर्लांग	गज	फीट	इंच
1 मील	1	8	1760	5280	63360
1 फर्लांग	-	1	220	660	7920
1 गज	-	-	1	3	36
1 फीट	-	-	-	1	12
1 इंच	-	-	-	-	1

सारणी - 4

इकाईयाँ	हैक्टोमीटर	डेकामीटर	मीटर	डैसीमीटर	सेण्टीमीटर
1 किलोमीटर	10	100	1000	10000	100000
1 हैक्टोमीटर	1	10	100	1000	10000
1 डेकामीटर	-	1	10	100	1000
1 मीटर	-	-	1	10	100
1 डैसीमीटर	-	-	-	1	10
1 सेण्टीमीटर	-	-	-	-	1

नोट :- मापकों की रचना में काम आने वाली दूरी मापन की सभी सारणियों को कंठस्थ कर बिना देखे लिखने का अभ्यास करें।

तुलनात्मक मापक (Comparative Scale)

जिस आलेखी मापक में एक ही प्रदर्शक भिन्न पर दो या दो से अधिक रैखिक मापक बनाये जाते हैं, दोनों रैखिक मापकों के शून्य एक सीध में लम्बवत होते हैं व जिनमें अलग-अलग माप प्रणालियों में दूरी प्रदर्शित की जाती है उसे तुलनात्मक मापक कहते हैं।

तुलनात्मक मापक में दूरी प्रदर्शित करने के लिए हमारे देश में सामान्यत: दो ही माप प्रणालियाँ काम में ली जाती हैं। एक ब्रिटिश माप प्रणाली जिसके अन्तर्गत मील, फर्लांग, गज, फुट व इंच आदि इकाईयों में दूरी मापी जाती है। द्वितीय है मैट्रिक माप प्रणाली जिसके अन्तर्गत किलोमीटर, हैक्टोमीटर, डेकामीटर, मीटर, डेसीमीटर व सेन्टीमीटर आदि इकाइयों में दूरी मापी जाती है। ब्रिटिश माप प्रणाली को अंग्रेजी माप प्रणाली भी कहा जाता है। मैट्रिक माप प्रणाली को फ्रेंच माप प्रणाली भी कहा जाता है।

तुलनात्मक मापनी द्वारा दो माप प्रणालियों का तुलनात्मक अध्ययन प्रस्तुत किया जाता है। आवश्यक हो तो समय एवं दूरी की तुलना के लिए भी तुलनात्मक मापक बनाया जा सकता है।

तुलनात्मक मापक की विशेषताएँ

1. तुलनात्मक मापक एक ही प्रदर्शक भिन्न पर बनाये जाते हैं।
2. तुलनात्मक मापक में दो साधारण मापक बनाये जाते हैं।
3. दोनों साधारण मापकों में अलग-अलग माप प्रणाली की इकाइयों द्वारा दूरी का प्रदर्शन किया जाता है।
4. अलग-अलग माप प्रणालियों में दूरी प्रदर्शित करने वाले दोनों साधारण मापकों में शून्य का अंकन एक सीध में अथवा लम्बवत किया जाता है। ऐसा करने से तुलना करने में आसानी रहती है।

तुलनात्मक मापक की रचना दो चरणों में की जाती है –

प्रथम चरण – प्रथम चरण में मापक की रचना हेतु गणन कार्य किया जाता है। तुलनात्मक मापक में चूंकि दो माप प्रणालियों की तुलना की जाती है अत: सर्वप्रथम दी गई प्रदर्शक भिन्न के अनुसार दोनों प्रणालियों के अनुसार बनाये जाने वाले दो रेखीय मापकों की लम्बाई ज्ञात की जाती है।

ब्रिटिश माप प्रणाली के लिए सामान्यत: 6 इंच की रेखा एवं मैट्रिक माप प्रणाली के लिए 15 से.मी. की रेखा को आधार माना जाता है।

प्रदर्शक भिन्न के अनुसार यदि मापक पर प्रदर्शित की जाने वाली दूरी पूर्णांक तथा समविभाजक नहीं है तो समविभाजक संख्या का निर्धारण कर उस संख्या के अनुसार मापक के लिए रेखा की लम्बाई ज्ञात की जाती है।

द्वितीय चरण – द्वितीय चरण में मापक की रचना की जाती है। प्रथम चरण का गणन कार्य होने के बाद दोनों सरल मापकों को तुलनात्मक मापक के रूप में बनाया जाता है। इसमें ध्यान यह रखा जाता है कि दोनों सरल मापक एक दूसरे के समानान्तर बनाए जाएँ तथा दोनों ही मापकों में शून्य का अंकन लम्बवत किया जाना चाहिए ताकि दोनों मापकों का तुलनात्मक स्वरूप स्पष्टत: ज्ञात हो सके।

उदाहरण 1 – प्रदर्शक भिन्न 1 : 50000 पर एक तुलनात्मक मापक बनाइये जिस पर किलोमीटर व हैक्टोमीटर तथा मील व फर्लांग इकाइयों में दूरियाँ प्रदर्शित की जा सके।

प्रथम चरण – गणन कार्य

किलोमीटर व हैक्टोमीटर प्रदर्शित करने हेतु गणन कार्य

प्रदर्शक भिन्न 1 : 50000 अथवा 1 से.मी. = 50000 से.मी.

∵ 1 से.मी. प्रदर्शित करता है 50000 से.मी.

∴ 15 से.मी. प्रदर्शित करेंगे 50000×15 से.मी. 750000 से.मी.

चूंकि इस मापक में माप की बड़ी इकाई किलोमीटर है अत: हम इन से.मी. के किलोमीटर बनाऐंगे।

∴ 15 से.मी. = $\frac{750000}{100000}$ किलोमीटर

∴ **15 से.मी. = 7.5 किलोमीटर (कथनात्मक मापक)**

चूंकि इस कथनात्मक मापक में 7.5 किलोमीटर पूर्णांक नहीं है तथा समविभाजक भी नहीं हैं इसलिए समविभाजक संख्या 8 किलोमीटर मानते हुए इस दूरी को प्रदर्शित करने के लिए रेखा की लम्बाई ज्ञात की जायेगी –

∵ 7.5 किलोमीटर प्रदर्शित होते हैं 15 से.मी. की रेखा द्वारा

∴ 1 कि.मी. प्रदर्शित होता है = $\frac{15}{7.5}$ से.मी. द्वारा

∴ 8 कि.मी. प्रदर्शित होंगे = $\frac{15}{7.5} \times 8$ से.मी. द्वारा

∴ 8 कि.मी. प्रदर्शित होंगे 16 से.मी. की रेखा से

अत: **16 से.मी. = 8 कि.मी. (कथनात्मक मापक)**

मील व फर्लांग प्रदर्शित करने हेतु गणन कार्य –

प्रदर्शक भिन्न 1 : 50000 अथवा 1 इंच = 50000 इंच

∵ 1 इंच प्रदर्शित करता है 50000 इंच

∴ 6 इंच प्रदर्शित करेंगे 50000×6 = 300000 इंच

चूंकि इस मापक में माप की बड़ी इकाई मील है अत: हम इन इंचों के मील बनाऐंगे।

∴ 6 इंच = $\frac{300000}{63360}$ मील

∴ **6 इंच = 4.7 मील (कथनात्मक मापक)**

चूंकि इस कथनात्मक मापक में 4.7 मील पूर्णांक नहीं है तथा समविभाजक भी नहीं हैं इसलिए समविभाजक संख्या 5 मील मानते हुए इस दूरी को प्रदर्शित करने के लिए रेखा की लम्बाई ज्ञात की जायेगी –

∵ 4.7 मील प्रदर्शित होते हैं 6 इंच की रेखा द्वारा

∴ 1 मील प्रदर्शित होता है = $\frac{6}{4.7}$ इंच से

∴ 5 मील प्रदर्शित होंगे = $\frac{6}{4.7} \times 5 = 6.38$ मील

∴ 5 मील प्रदर्शित होंगे 6.38 इंच की रेखा से

अत: **6.38 इंच = 5 मील (कथनात्मक मापक)**

यहां हमारा प्रथम चरण का कार्य पूर्ण होता है। इस चरण में हमने गणन कार्य पूर्ण कर लिया है। इस गणन कार्य से हमें दो कथनात्मक मापक प्राप्त हुए हैं। एक 16 से.मी. = 8 कि.मी. व दूसरा 6.38 इंच = 5 मील। अब द्वितीय चरण के कार्य में तुलनात्मक मापक की रचना की जायेगी जो निम्नानुसार है –

द्वितीय चरण – तुलनात्मक मापक की रचना

1. सबसे पहले प्रथम कथनात्मक मापक के अनुसार साधारण मापक की रचना की जायेगी। प्रथम कथनात्मक मापक 16 से.मी. = 8 किलोमीटर है। 16 से.मी. की एक सीधी रेखा खींचिये व इतनी ही लम्बी दूसरी रेखा खींचकर चित्र संख्या 2.17 के अनुसार इसे एक चौड़ी पट्टी का रूप दीजिये। (इस पट्टी की चौड़ाई 0.3 से.मी. से 0.5 से.मी. तक रखी जा सकती है।)

चित्र संख्या 2.17

2. चूंकि 16 से.मी. की रेखा 8 किलोमीटर की दूरी प्रदर्शित करती है अत: इस रेखा के चित्र संख्या 2.18 के अनुसार हम 2–2 से.मी. के 8 भाग कर देंगे। यह प्रत्येक भाग एक–एक किलोमीटर की दूरी को प्रदर्शित करता है। यह विभाजन मापक पर मुख्य विभाजन कहलाता है। इन विभाजनों में हम मापक की बड़ी इकाई (किलोमीटर) को प्रदर्शित करते हैं।

चित्र संख्या 2.18

3. हमें हैक्टोमीटर भी प्रदर्शित करने हैं अत: मुख्य विभाजनों के बाईं ओर के प्रथम विभाजन को चित्र संख्या 2.19 के अनुसार उप–विभाजित कीजिये (नियमानुसार प्रत्येक मापक में बाईं ओर के प्रथम मुख्य विभाजन को ही उपविभाजित किया जाता है)। बाईं ओर का मुख्य विभाजन चूंकि 1 किलोमीटर का है (1 किलोमीटर में 10 हैक्टोमीटर होते हैं) अत: हम इसके 10 उपविभाजन करेंगे। प्रत्येक उपविभाजन 1 हैक्टोमीटर का होगा।

चित्र संख्या 2.19

4. अन्त में चित्र संख्या 2.20 के अनुसार मापक पर अंकन कार्य किया जाता है। सर्वप्रथम बाईं ओर के उपविभाजनों को छोड़कर शून्य अंकित कीजिये तथा इसके आगे दाईं ओर बढ़ते हुए क्रमश: 1, 2, 3 ..... आदि लिखते हुए अन्त में 7 लिख दीजिये व इसके आगे किलोमीटर लिख दीजिये क्योंकि यह दूरियाँ किलोमीटर में हैं। अब बाईं ओर जो उपविभाजन किए गए हैं उनमें शून्य से बाईं ओर बढ़ते हुए क्रमश: 1.... 2.... 3.... आदि लिखते हुए अन्त में 10 लिखिये व हैक्टोमीटर लिख दीजिये क्योंकि ये दूरियाँ हैक्टोमीटर में हैं।

चित्र संख्या 2.20

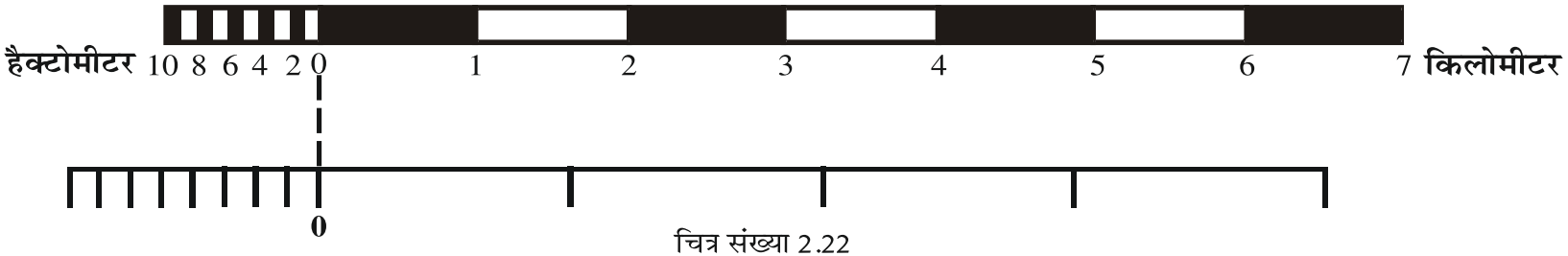
इस प्रकार प्रथम कथनात्मक मापक के अनुसार साधारण मापक की रचना का कार्य पूर्ण होता है। इस मापक में हमने किलोमीटर एवं हैक्टोमीटर में दूरियों को प्रदर्शित किया है (अर्थात हमने मीट्रिक प्रणाली की मापों के अनुसार साधारण मापक बनाया है)। अब हमें द्वितीय कथनात्मक मापक के अनुसार भी एक साधारण मापक बनाना है। द्वितीय कथनात्मक मापक में दूरियाँ इंच एवं मील में दी गई हैं। द्वितीय कथनात्मक मापक है 6.38 इंच = 5 मील, इसमें हमें मील एवं फर्लांग प्रदर्शित करने हैं (अर्थात हमें ब्रिटिश प्रणाली की मापों के अनुसार साधारण मापक बनाना है)। यहाँ मुख्य तथ्य यह है कि हमें इन दोनों प्रणालियों का तुलनात्मक रूप प्रस्तुत करना है ताकि तुलनात्मक मापक बन सके, इसके लिए यह आवश्यक है कि दोनों साधारण मापकों में जो शून्य का अंकन है वह एक दूसरे के ऊपर अर्थात लम्बवत हो, ऐसा होने पर ही दोनों मापकों का तुलनात्मक रूप प्रस्तुत किया जा सकता है।

यह कार्य कठिन प्रतीत होता है लेकिन इसे आसानी से किया जा सकता है। इस कार्य को निम्नलिखित क्रम से आसानी से किया जा सकता है –

1. चूंकि हमें दोनों साधारण मापकों के शून्य को एक सीध में अथवा लम्बवत रखना है अत: इसके लिए हम द्वितीय साधारण मापक के विभाजनों को पहले एक रफ कागज पर बनाऐंगे। इसके लिये चित्र संख्या 2.21 के अनुसार रफ कागज पर सबसे पहले 6.38 इंच की एक सीधी रेखा खींचिये। यह रेखा 5 मील की दूरी प्रदर्शित करती है अब इस रेखा को 5 बराबर भागों में विभक्त कीजिये। इस विभाजन के अनुसार प्रत्येक भाग 1 मील की दूरी को प्रदर्शित करता है। ये पाँचों भाग मापक के मुख्य विभाजन हैं। यहाँ हमें मील के साथ फर्लांग भी प्रदर्शित करने हैं, अत: बाईं ओर के प्रथम मुख्य भाग को उपविभाजित कीजिये, चूंकि 1 मील में 8 फर्लांग होते हैं अत: इस भाग को हम 8 उपविभागों में विभाजित कर देंगे। जिस बिन्दु से दाईं ओर मुख्य विभाजन शुरू होते हैं व बाईं ओर उपविभाजन शुरू होते हैं वहाँ शून्य का अंकन कर देंगे।

चित्र संख्या 2.21 – रफ कागज़ पर किया जाने वाला विभाजन

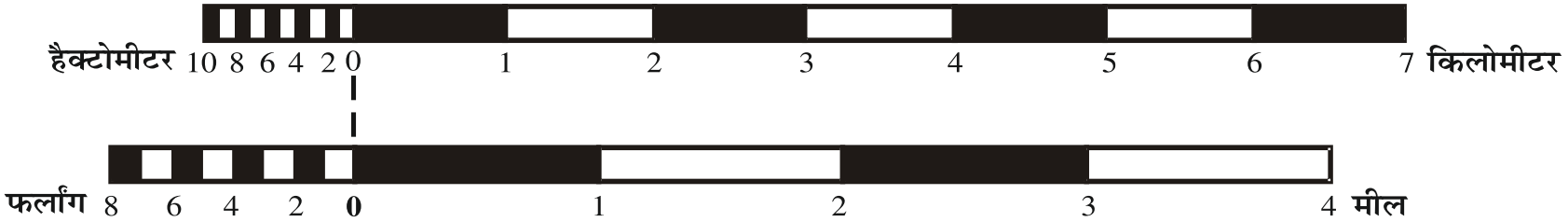
2. जिस रफ कागज पर द्वितीय साधारण मापक के लिए जो आधार रेखा उपविभाजनों एवं मुख्य विभाजनों के साथ बनाई गई है इसे उस स्थान से मोड़ लीजिये। अब प्रथम कथनात्मक मापक के अनुसार जो साधारण मापक बना हुआ है उसके सामानान्तर कुछ निचाई पर इस कागज पर अंकित दूरियों को इस तरह अंकित कीजिये कि दोनों मापकों के शून्य एक सीध में अथवा लम्बवत स्थिति में आ जायें, जैसा कि चित्र संख्या 2.22 में प्रदर्शित किया गया है।



चित्र संख्या 2.22

3. इन चिन्हों के आधार पर द्वितीय साधारण मापक की रचना आसानी से की जा सकती है। इसके लिये चित्र संख्या 2.23 के अनुसार इन सभी चिन्हों को एक सीधी रेखा से मिला दीजिये। जितनी चौड़ाई प्रथम मापक की रखी है उतनी ही चौड़ाई इस मापक की भी रख लीजिये व उसी अनुरूप इसे भी बना लीजिये। इस मापक को पूर्व में अंकित चिन्हों के अनुसार मुख्य विभाजनों व उपविभाजनों में विभक्त कर दीजिये। शून्य से दाईं ओर बढ़ते हुए 1–2–3 तथा 4 लिखकर मील अंकित कर दीजिये तथा बाईं ओर के उपविभाजनों पर 1–2–3 से लगाकर 8 तक की संख्या लिख कर फर्लांग लिख दीजिये व मापक पर प्रदर्शक भिन्न का अंकन भी कीजिये।

प्रदर्शक भिन्न – 1 : 50,000



चित्र संख्या 2.23

4. अन्त में प्रथम मापक व द्वितीय मापक के शून्य को मिलाते हुए एक लम्बवत रेखा खींच दीजिये। यह क्रिया करते ही तुलनात्मक मापक बनकर तैयार हो जाता है।

उदाहरण 2 – प्रदर्शक भिन्न 1 : 30 पर एक तुलनात्मक मापक की रचना कीजिये जिस पर मीटर व डेसीमीटर तथा गज व फुट इकाइयों में दूरियाँ प्रदर्शित की गई हों।

प्रथम चरण – गणन कार्य

मीटर व डेसीमीटर प्रदर्शित करने हेतु गणन कार्य

प्रदर्शक भिन्न 1 : 30 अथवा 1 से.मी. = 30 से.मी.

∵ 1 से.मी. प्रदर्शित करता है 30 से.मी.

∴ 15 से.मी. प्रदर्शित करेंगे $30 \times 15 = 450$ से.मी.

चूंकि इस मापक में माप की बड़ी इकाई मीटर है अत: हम इन से.मी. के मीटर बनाऐंगे।

∴ 15 से.मी. $= \frac{450}{100}$ मीटर

∴ **15 से.मी. = 4.5 मीटर (कथनात्मक मापक)**

चूंकि इस कथनात्मक मापक में 4.5 मीटर पूर्णांक नहीं है तथा सम विभाजक भी नहीं हैं इसलिए समविभाजक संख्या 5 मीटर मानते हुए इस दूरी को प्रदर्शित करने के लिए रेखा की लम्बाई ज्ञात की जायेगी –

∵ 4.5 मीटर प्रदर्शित होते हैं 15 से.मी. की रेखा द्वारा

∴ 1 मीटर प्रदर्शित होता है $= \frac{15}{4.5}$ से.मी. से

∴ 5 मीटर प्रदर्शित होंगे $= \frac{15}{4.5} \times 5$ से.मी. द्वारा

∴ 5 मीटर प्रदर्शित होंगे 16.66 से.मी. की रेखा द्वारा

अत: **16.66 से.मी. = 5 कि.मी. (कथनात्मक मापक)**

गज व फुट प्रदर्शित करने हेतु गणन कार्य –

प्रदर्शक भिन्न 1 : 30 अथवा 1 इंच = 30 इंच

∵ 1 इंच प्रदर्शित करता है 30 इंच

∴ 6 इंच प्रदर्शित करेंगे 30×6 = 180 इंच

चूंकि इस मापक में माप की बड़ी इकाई गज है अत: हम इन इंचों के गज बनाऐंगे।

∴ 6 इंच $= \frac{180}{36}$ गज

∴ **6 इंच = 5 गज (कथनात्मक मापक)**

यहां हमारा प्रथम चरण का कार्य पूर्ण होता है। इस चरण में हमने गणन कार्य पूर्ण कर लिया है। इस गणन कार्य से हमें दो कथनात्मक मापक प्राप्त हुए हैं। प्रथम 16.66 से.मी. = 5 मीटर व द्वितीय 6 इंच = 5 गज।

द्वितीय चरण – तुलनात्मक मापक की रचना

अब द्वितीय चरण के कार्य में तुलनात्मक मापक की रचना की जायेगी जो निम्नानुसार है –

तुलनात्मक मापक की रचना को उदाहरण 1 में बहुत विस्तार से व क्रमबद्ध विधि से समझाया जा चुका है। अत: यहाँ पर हम मापक की रचना विधि को संक्षेप में समझेंगे ताकि हम तुलनात्मक मापक को बनाने में और निपुण हो सकें।

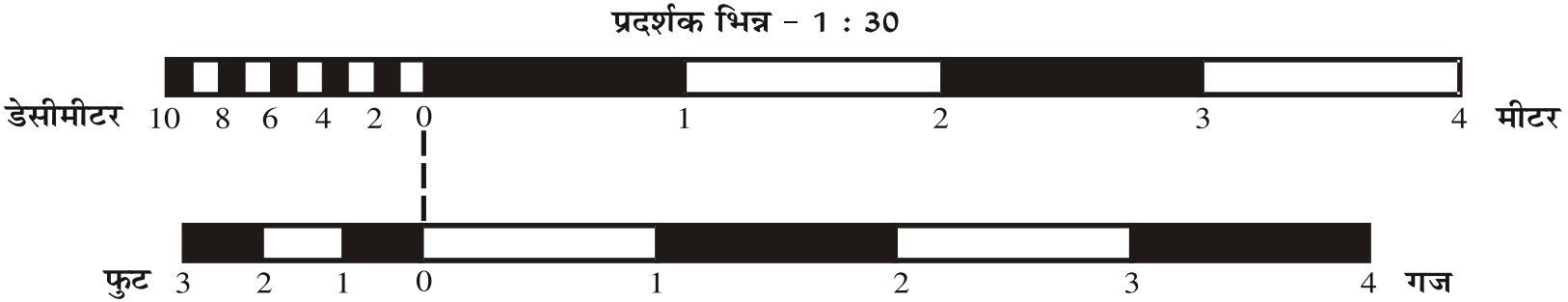
सबसे पहले प्रथम कथनात्मक मापक के अनुसार साधारण मापक की रचना करेंगे। इसके लिये 16.66 से.मी. की रेखा खींचिये। इस रेखा को 5 बराबर भागों में विभाजित कीजिये। इस विभाजन के बाद प्रत्येक मुख्य भाग 1 मीटर की दूरी का बना है। अब बाईं ओर के प्रथम मुख्य भाग को 10 भागों में उपविभाजित कीजिये। यह इसलिये कि 1 मीटर में 10 डेसी मीटर होते हैं। इन 10 उपविभाजित भागों में प्रत्येक भाग 1 डेसी मीटर की दूरी प्रदर्शित करता है। अब प्रथम साधारण मापक पर दूरियों को प्रदर्शित करने के लिये अंकन कार्य करेंगे। सर्वप्रथम मुख्य विभाजनों एवं उपविभाजनों को विभाजित करने वाले बिन्दु पर शून्य अंकित कीजिये। इस शून्य से दाईं ओर बढ़ते हुए मुख्य विभाजनों पर क्रमश: 1, 2, 3 व 4 लिखकर मीटर लिखिये। इसके बाद शून्य से बाईं ओर बढ़ते हुए प्रत्येक उपविभाजन पर क्रमश: 1, 2, 3 लिखते हुए अन्त में 10 लिखिये व डेसी मीटर लिख दीजिये।

अब द्वितीय साधारण मापक की रचना करते हुए दोनों मापकों को तुलनात्मक मापक का रूप देना है। इसके लिये यह तथ्य अवश्य ध्यान में रखना होगा कि प्रथम साधारण मापक एवं द्वितीय साधारण मापक के शून्य एक सीध में अथवा लम्बवत स्थिति में होने चाहिये। इस क्रिया के लिये जो विधि है उसे उदाहरण 1 में विस्तार से समझाया जा चुका है।

द्वितीय कथनात्मक मापक के लिये 6 इंच की रेखा खींचिये व इसे 5 बराबर–बराबर भागों में विभाजित कीजिये। विभाजन के बाद प्रत्येक मुख्य भाग 1 गज की दूरी प्रदर्शित करेगा। बाईं ओर के प्रथम मुख्य विभाजन को 3 भागों में विभाजित कीजिये। ऐसा इसलिये कि 1 गज में 3 फीट होते हैं। इन तीन उपविभाजित भागों में प्रत्येक भाग 1 फुट की दूरी को प्रदर्शित करेगा।

द्वितीय साधारण मापक पर दूरियों को प्रदर्शित करने के लिये अंकन कार्य कीजिये। सर्वप्रथम मुख्य विभाजनों एवं उपविभाजनों को विभाजित करने वाले बिन्दु पर शून्य का अंकन कीजिये। इस शून्य से दाईं ओर बढ़ते हुए क्रमश: 1, 2, 3 व 4 लिखकर गज लिखिये। इसके बाद शून्य से बाईं ओर बढ़ते हुए क्रमश: 1, 2 व 3 लिखकर फुट लिखिये तथा मापक पर प्रदर्शक भिन्न भी अंकित कीजिये।

अन्त में प्रथम साधारण मापक व द्वितीय साधारण मापक के शून्य को मिलाते हुए एक लम्बवत रेखा खींचिये। यह क्रिया पूर्ण होते ही दोनों साधारण मापक तुलनात्मक मापक का रूप ले लेंगे। इसे चित्र संख्या 2.24 में दर्शाया गया है।



चित्र संख्या 2.24

विकर्ण मापक / कर्णवत् मापक (Diagonal Scale)

साधारण मापक में माप की कोई सी भी दो इकाइयाँ पढ़ी जा सकती हैं जैसे - मील व फर्लांग, गज व फुट, किलोमीटर व हैक्टोमीटर, मीटर व डेसीमीटर आदि। तुलनात्मक मापक में माप की किन्हीं भी दो प्रणालियों की तुलना की जा सकती है, जैसे ब्रिटिश माप प्रणाली के माप की इकाइयाँ व मीट्रिक माप प्रणाली की इकाइयाँ। यदि माप की तीन इकाइयों को (जैसे - किलोमीटर, हैक्टोमीटर व डेकामीटर अथवा मील, फर्लांग व गज) किसी मापक पर पढ़ना हो तो उसके लिए कर्णवत् मापक बनाया जाता है। **जिस मापक पर माप की तीन इकाईयों को प्रदर्शित किया जाता है उस मापक को कर्णवत मापक कहते हैं। इसमें तीसरी इकाई कर्ण पर पढ़ी जाती है।**

कर्णवत् मापक की विशेषताएँ

1. कर्णवत् मापक वह मापक है जिसमें माप की तीन इकाइयों को एक साथ पढ़ा जा सकता है या प्रदर्शित किया जा सकता है, जैसे - मील, फर्लांग व गज या किलोमीटर, हैक्टोमीटर व डेकामीटर। यदि अपेक्षाकृत छोटी इकाइयाँ पढ़ना चाहें तो गज, फुट व इंच या मीटर, डेसीमीटर व सेण्टीमीटर। (कर्णवत मापक में तीन विभाजनों व तीन इकाइयों के प्रदर्शन को चित्र संख्या 2.25 में दर्शाया गया है)।

2. कर्णवत् मापक में एक और विशेष बात यह है कि यदि हम चाहें तो इस पर मापक के 100वें भाग को भी प्रदर्शित कर सकते हैं।

3. कर्णवत् मापक में माप की तीसरी इकाई को कर्ण पर पढ़ा जाता है। इस मापक पर कर्ण बने होने तथा उन पर दूरियाँ पढ़े जाने के कारण इसे कर्णवत् मापक कहते हैं।

तृतीय विभाजन – लम्ब में
माप की तृतीय इकाई का अंकन
(सबसे छोटी इकाई)
(i) इंच
(ii) सेण्टीमीटर
(iii) गज
(iv)डैकामीटर

उपविभाजन अथवा द्वितीय विभाजन 0
माप की द्वितीय इकाई का अंकन (बड़ी से छोटी इकाई)
(i) फुट
(ii) डेसीमीटर
(iii) फर्लांग
(iv) हैक्टोमीटर

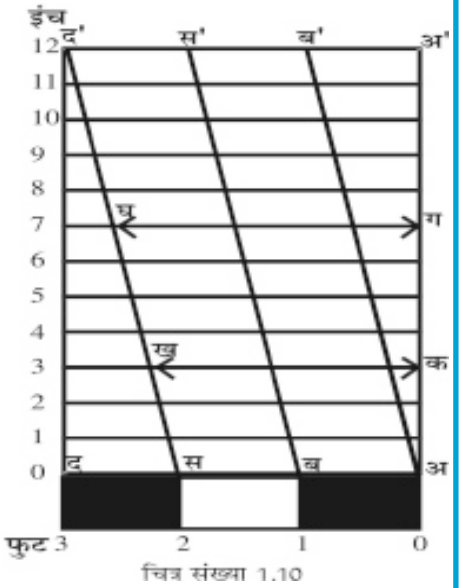
मुख्य विभाजन अथवा प्राथमिक विभाजन
माप की प्रथम इकाई का अंकन (बड़ी इकाई)
(i) गज
(ii) मीटर
(iii) मील
(iv) किलोमीटर

चित्र संख्या 2.25 – कर्णवत मापक पर किये जाने वाले विभाजनों व माप की इकाइयों का प्रदर्शन

कर्ण बनाने की विधि व उसका उपयोग

तीसरी इकाई पढ़ने के लिये उपविभाजनों पर कर्ण डाले जाते हैं। कर्ण डालने की विधि को चित्र संख्या 2.26 द्वारा समझाया गया है। चित्र में मापक के मुख्य विभाजन 1–1 गज के हैं व उपविभाजन 1–1 फुट के हैं। यह विभाजन **अ ब**, **ब स** एवं **स द** के द्वारा दर्शाये गये हैं। एक फुट में 12 इंच होते हैं अत: इन उपविभाजनों की दूरी को 12 भागों में विभाजित किया जाता है। इसके लिये **द** से **द'** तक एक लम्ब डालिये व इस लम्ब को शोभनीय व सुविधाजनक दृष्टि से 12 भागों में विभाजित कीजिये। प्रत्येक विभाजित भाग 1–1 इंच का होगा। जो लम्ब **द** से **द'** तक डाला गया है वैसा ही लम्ब **अ** से **अ'** पर भी डालिये। अब **द'** व **अ'** को क्षितिजीय रेखा से मिला दीजिये व ऐसी ही क्षितिजीय रेखाओं से सभी 12 विभाजित भागों को मिला दीजिये। **अ' द'** रेखा को **अ' ब'**, **ब' स'** एवं **स' द'** के रूप में विभाजित कीजिये। ये विभाजित भाग मापक के नीचे विभाजित उपभागों के बराबर होंगे। अब **अ ब'**, **ब स'** एवं **स द'** को मिलाते हुए कर्ण डालिये। ये तीनों कर्ण 0 इंच से प्रारम्भ होकर 12 इंच की रेखा तक डाले गये हैं और ये 0 से 12 इंच तक की दूरी को दर्शा रहे हैं।

इंचों की दूरियाँ इन कर्णों पर ही पढ़ी जाती हैं। जैसे **अ ब'** पर डाला गया कर्ण 0 से ऊपर की ओर बढ़ते हुए क्रमश: 1... 2... 3... इंच व अन्त में 12 इंच की दूरी को दर्शा रहा है। 12 इंच होते ही कर्ण 1 फुट के उपविभाजन पर समाप्त हो रहा है। चित्र में **क** एवं **ख** के मध्य की दूरी 2 फीट 3 इंच तथा **ग** एवं **घ** के मध्य की दूरी 2 फीट 7 इंच प्रदर्शित हो रही है।



चित्र संख्या 1.10

नोट – यहाँ यह जान लेना आवश्यक है कि एक उपविभाजन में जितनी दूरी को दर्शाया गया है। उतनी ही दूरी को लम्ब पर विभाजित कर दर्शाया जाता है। यहाँ उपविभाजन 1 फुट का है व 1 फुट में 12 इंच होते हैं अत: लम्ब पर 12 विभाजन किये गये हैं। यदि उपविभाजन 1 फर्लांग का होता तो 220 गज की दूरी को लम्ब पर विभाजित किया जाता (क्योंकि 1 फर्लांग में 220 गज होते हैं)। यदि उपविभाजन 1 हैक्टोमीटर का होता तो लम्ब पर 10 डैकामीटर की दूरी को विभाजित किया जाता (क्योंकि 1 हैक्टोमीटर में 10 डैकामीटर होते हैं)। यही तथ्य सभी परिस्थितियों में रहता है। आवश्यकतानुसार लम्ब पर विभाजनों की दूरियों को कम व ज्यादा भी किया जा सकता है।

उदाहरण 3 – प्रदर्शक भिन्न 1 : 36 पर एक कर्णवत् मापक बनाइये जिस पर गज, फुट व इंच पढ़े जा सकें। इस पर 3 गज 2 फीट व 4 इंच की दूरी पढ़कर बताइये।

कर्णवत् मापक बनाने का कार्य तीन चरणों में पूर्ण होता है।

प्रथम चरण – इसमें गणन कार्य पूर्ण किया जाता है।

द्वितीय चरण – इसमें गणन कार्य के अनुसार पहले साधारण मापक की रचना की जाती है।

तृतीय चरण – साधारण मापक पर कर्णवत् मापक बनाया जाता है।

प्रथम चरण – गणन कार्य

प्रदर्शक भिन्न 1 : 36 अथवा 1 इंच = 36 इंच

∵ 1 इंच प्रदर्शित करता है 36 इंच को

∴ 6 इंच प्रदर्शित करेंगे 36×6 = 216 इंच

कर्णवत मापक में हमें गज, फुट व इंच पढ़ने हैं। यहाँ गज सबसे बड़ी इकाई है अत: हम इन इंचों के गज बनाऐंगे।

∴ 6 इंच $= \frac{216}{36}$ गज

∴ 6 इंच = 6 गज **(कथनात्मक मापक)**

6 गज ऐसी संख्या है जिसका विभाजन कई तरह से किया जा सकता है। यह पूर्णांक भी है अत: गणन कार्य यहीं समाप्त किया जाता है।

द्वितीय चरण – साधारण मापक की रचना

सर्वप्रथम 6 इंच की एक सरल रेखा खींचिये व इसे चौड़ी पट्टी का रूप दीजिये। इस सरल रेखा को 6 बराबर मुख्य भागों में विभाजित कीजिये। यहाँ प्रत्येक मुख्य भाग 1 इंच की लम्बाई का है व 1 गज की दूरी को प्रदर्शित करता है। अब बाईं ओर के प्रथम मुख्य विभाजन को छोड़कर मापक पर नीचे 0 (शून्य) का अंकन कीजिये व दाईं ओर बढ़ते हुए क्रमश: 1–2–3–4 व 5 लिखकर गज लिखिये। इस तरह मापक पर गज की दूरी प्रदर्शित की जायेगी।

इसके बाद फुट की दूरी प्रदर्शित करने के लिए बांई ओर का जो प्रथम विभाजन है, इसे तीन भागों में विभाजित कीजिये। (तीन भागों में इसलिए विभाजित करेंगे क्यों कि यह विभाजन 1 गज का है व एक गज में तीन फीट होते हैं) और 0 (शून्य) से बांई ओर बढ़ते हुए क्रमश: 1–2 व 3 लिखकर फीट अंकित कीजिये। इसे चित्र संख्या 2.27 में प्रदर्शित किया गया है। इस तरह द्वितीय चरण में साधारण मापक की रचना की जा चुकी है।

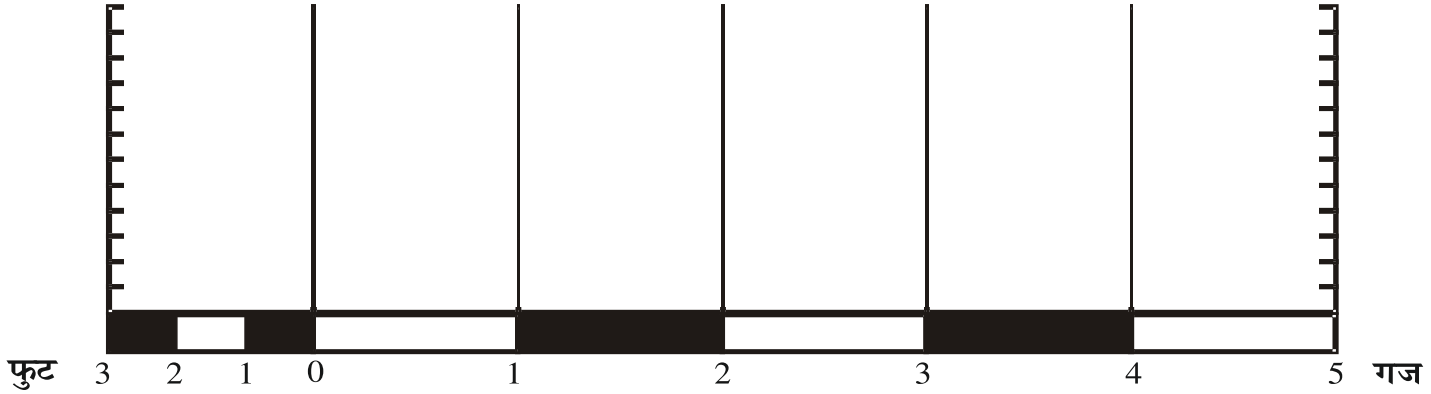
चित्र संख्या 2.27

तृतीय चरण – साधारण मापक को कर्णवत मापक में परिवर्तित करना

इस चरण में तृतीय विभाजन करते हुए माप की तृतीय इकाई को प्रदर्शित किया जाता है। यह कार्य कर्ण रेखाओं की सहायता से किया जाता है।

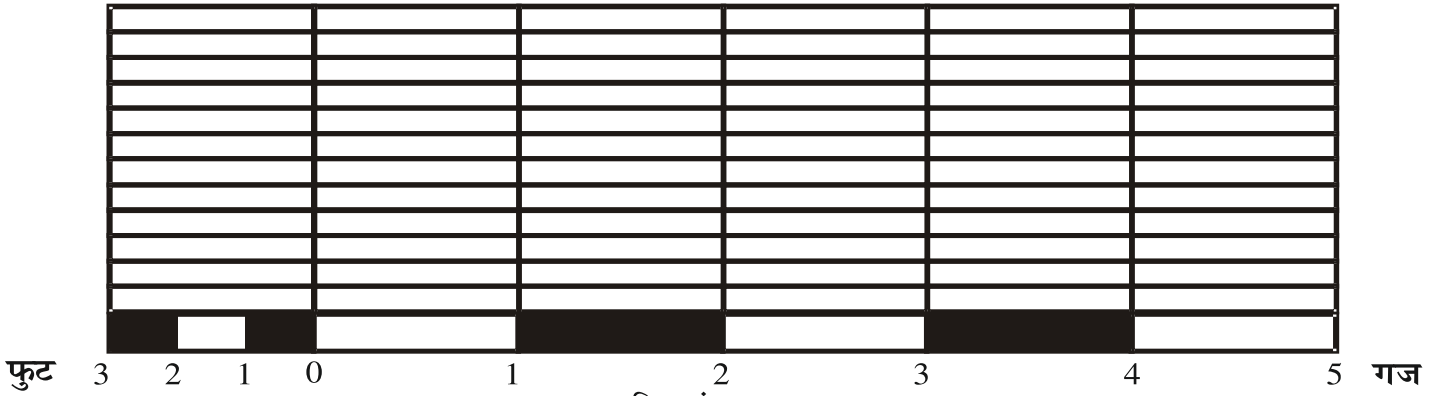
हम साधारण मापक बना चुके हैं। इसमें मुख्य विभाजन एक गज तथा उपविभाजन एक फुट की दूरी को प्रदर्शित कर रहे हैं। अब हमें तृतीय इकाई इंचों को प्रदर्शित करने के लिए कर्ण बनाने हैं। यह कार्य निम्नलिखित क्रम से पूर्ण किया जा सकता है –

1. सर्वप्रथम साधारण मापक के दोनों छोरों पर लम्ब डालिये व इन लम्बों को 12 बराबर भागों में विभाजित कीजिये। ऐसा इसलिये कि प्रत्येक उपविभाजन 1 फुट का है व 1 फुट में 12 इंच होते हैं इसके साथ ही प्रत्येक मुख्य विभाजन के ऊपर भी इतनी ही लम्बाई के लम्ब डालिये। जैसा कि चित्र संख्या 2.28 में दर्शाया गया है।



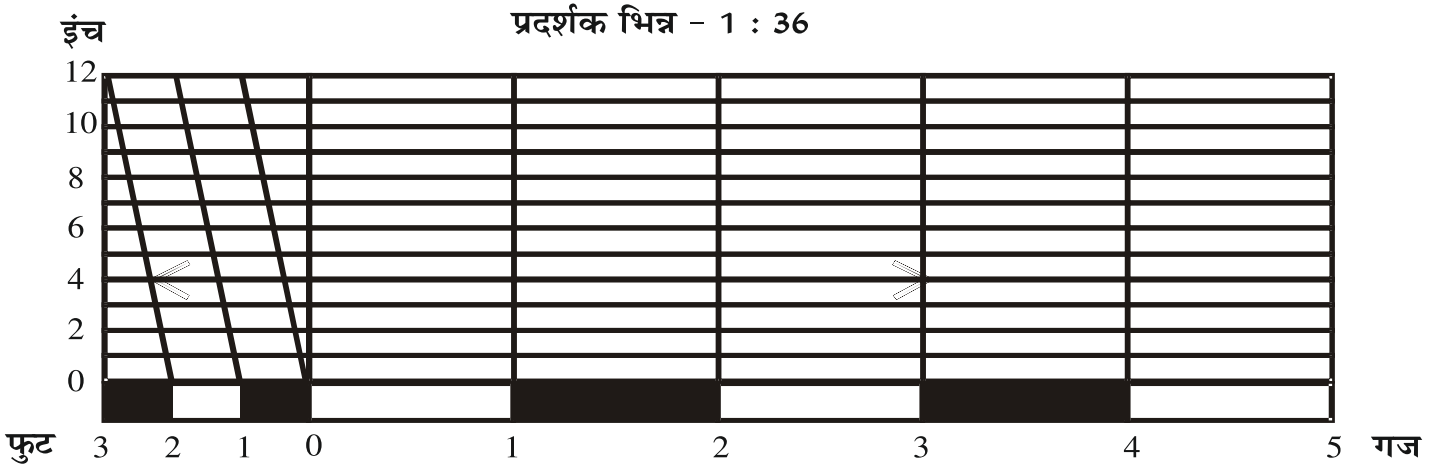
चित्र संख्या 2.28

2. इसके बाद प्रथम लम्ब रेखा व अंतिम लम्ब रेखा के विभाजन बिन्दुओं को क्षितिजीय रेखाओं द्वारा मिला दीजिये। जैसा कि चित्र संख्या 2.29 में दर्शाया गया है।



चित्र संख्या 2.29

3. अंत में कर्ण डालने का कार्य किया जाता है। कर्ण उपविभाजनों के ऊपर डाले जाते हैं। कर्ण डालने का सदैव एक ही तरीका रहता है। कर्ण एक उपविभाजन के प्रारम्भ से डालना शुरू किया जाता है व अगले उपविभाजन के प्रारम्भ तक ऊपर की ओर डाला जाता है। जितने उपविभाजन होते हैं उतने ही कर्ण डाले जाते है। इस उदाहरण में 1–1 फुट के तीन उपविभाजन हैं। अत: 0 से 1 फीट तक, 1 फीट से 2 फीट तक तथा 2 फीट से 3 फीट तक की दूरी को मिलाते हुए तीन कर्ण डाले गए हैं। जैसा कि चित्र संख्या 2.30 में प्रदर्शित किया गया है।



चित्र संख्या 2.30

अब कर्णवत् मापक बनकर तैयार है लेकिन एक प्रमुख कार्य बाकी है, वह है मापक पर अंकन कार्य। इसमें मापक पर प्रदर्शित दूरियों की विभिन्न इकाइयों को उचित स्थान पर लिखा जाता है। पहले प्रथम विभाजनों की दूरियाँ फिर द्वितीय विभाजनों अर्थात उपविभाजनों की दूरियाँ व क्षितिजीय रेखाओं पर तृतीय विभाजन की दूरियाँ लिखी जाती है। इस उदाहरण में प्रथम विभाजन पर गज, द्वितीय विभाजन पर फुट व तृतीय विभाजन पर इंच लिखे गए हैं। अंत में मापक के ऊपर इसकी प्रदर्शक भिन्न को लिखा जाता है। इस उदाहरण में प्रदर्शक भिन्न 1:36 है अत: इसका अंकन किया गया है।

कर्णवत् मापक में दूरी प्रदर्शन अथवा दूरी पढ़ने की विधि

हमने कर्णवत् मापक बनाना तो सीख लिया है लेकिन इस मापक पर दूरियाँ कैसे पढ़ी जाती हैं? यह भी हमें जान लेना चाहिये। (कर्णवत् मापक में चूंकि हम तीन इकाइयों को प्रदर्शित करने के लिए मापक बनाते हैं अत: इसमें तीनों इकाइयों में दूरी पढ़ना आना चाहिये।) जैसे प्रदर्शक भिन्न 1:36 पर बने कर्णवत् मापक पर हमें 3 गज, 2 फीट व 4 इंच पढ़ने को कहा गया है। अब हमें मापक पर यह दूरी पढ़कर प्रदर्शित करनी है। इसके लिए सर्वप्रथम हम 0 (शून्य) से दांई ओर मुख्य विभाजनों में 3 गज की दूरी लेंगे, फिर 2 फीट के लिए उपविभाजनों में 0 (शून्य) से बांई ओर 2 फीट की दूरी लेंगे व 4 इंच पढ़ने के लिए 2 फीट की माप पर जो कर्ण ऊपर की ओर खींचा गया है उस कर्ण से ऊपर की ओर क्रमश: बढ़ते जायेंगे व जहाँ कर्ण 4 इंच की क्षितिजीय रेखा पर से गुजरेगा वहाँ चार इंच की दूरी होगी। अब 4 इंच की क्षितिजीय रेखा पर कर्ण के स्थान से 3 गज की दूरी प्रदर्शित करने वाले लम्ब तक क्रॉस अथवा तीर का निशान लगा देंगे। यह दूरी मापक पर 3 गज 2 फीट व 4 इंच की होगी, जैसा कि चित्र संख्या 1.14 में दर्शाया गया है। इसी तरह मापक पर अन्य दूरियाँ भी पढ़ी जा सकती हैं, जैसे – 4 गज, 1 फीट व 8 इंच तथा 2 गज, 2 फीट व 2 इंच आदि।

उदाहरण 4– प्रदर्शक भिन्न 1 : 20000 के आधार पर एक कर्णवत् मापक की रचना कीजिये जिस पर किलोमीटर, हैक्टोमीटर व डैकामीटर पढ़े जा सकें व इसमें 2 किलोमीटर, 5 हैक्टोमीटर व 4 डैकामीटर की दूरी को प्रदर्शित कीजिये।

प्रथम चरण – गणन कार्य

प्रदर्शक भिन्न 1 : 20000 अथवा 1 से.मी = 20000 से.मी.

∵ 1 से.मी. प्रदर्शित करता है 20000 से.मी. को

∴ 15 से.मी. प्रदर्शित करेंगे 20000×15 = 300000 से.मी.

कर्णवत मापक में हमें किलोमीटर, हैक्टोमीटर व डैकामीटर पढ़ने हैं। यहाँ माप की सबसे बड़ी इकाई किलोमीटर है अत: हम इन से.मी. के किलोमीटर बनाऐंगे।

$$\therefore \quad 15 \text{ से.मी.} = \frac{300000}{100000} \text{ किलोमीटर}$$

∴ 15 से.मी. = 3 किलोमीटर **(कथनात्मक मापक)**

3 किलोमीटर ऐसी संख्या है जिसका अंकन मापक पर सरलता से किया जा सकता है अत: इसे पूर्णांक मानते हुए गणन कार्य यहीं समाप्त किया जाता है।

द्वितीय चरण – साधारण मापक की रचना

गणन कार्य से हमें कथनात्मक मापक 15 से.मी. = 3 किलोमीटर ज्ञात हुआ है। अत: 15 से.मी. की एक सीधी रेखा खींचिये व इसे चौड़ी पट्टी का रूप दीजिये। इस रेखा को 3 बराबर भागों में विभाजित कीजिये। इनमें प्रत्येक भाग 1 किलोमीटर की दूरी को प्रदर्शित करेगा। बाईं ओर के प्रथम मुख्य भाग को 10 भागों में उपविभाजित कीजिये। यह प्रत्येक उपविभाजित भाग 1 हैक्टोमीटर की दूरी को प्रदर्शित करेगा। ऐसा इसलिये कि 1 किलोमीटर में 10 हैक्टोमीटर होते हैं। यहाँ हमारा साधारण मापक की रचना का कार्य पूर्ण होता है (जैसा कि चित्र संख्या 2.31 में दर्शाया गया है)। इसमें प्रथम इकाई व द्वितीय इकाई की मापों को प्रदर्शित किया गया है। मापक में तृतीय इकाई के प्रदर्शन के लिये इस साधारण मापक को कर्णवत मापक का रूप दिया जाना है।

चित्र संख्या 2.31 – कर्णवत मापक के लिये साधारण मापक की रचना

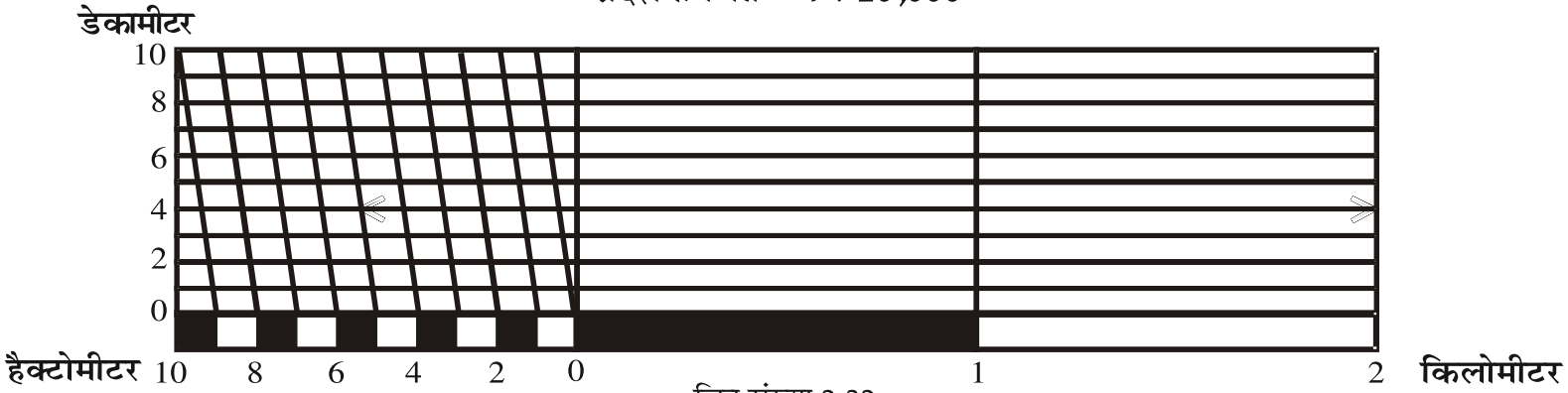
तृतीय चरण – साधारण मापक को कर्णवत मापक में परिवर्तित करना

साधारण मापक में हम दूरी पढ़ने के लिये दो इकाईयों को प्रदर्शित कर चुके हैं। इसमें मुख्य विभाजन किलोमीटर एवं उपविभाजन हैक्टोमीटर में दूरी प्रदर्शित कर रहे हैं। चूंकि कर्णवत मापक में तीसरी इकाई में भी दूरी प्रदर्शित की जाती है अत: इस तीसरी इकाई के लिये इस मापक पर कर्ण डाले जायेंगे। इसके लिये सर्वप्रथम साधारण मापक के दोनों सिरों पर लम्ब डालिये व इन लम्बों को उचित एवं शोभनीय दूरी में विभाजित कीजिये। इस मापक में उपविभाजन 1–1 हैक्टोमीटर के हैं और 1 हैक्टोमीटर में 10 डैकामीटर होते हैं अत: डैकामीटर पढ़ने के लिये अब लम्बों को 10 भागों में विभाजित कीजिये। विभाजन के पश्चात् दोनों लम्बों पर जो विभाजित दूरी है उसे मिलाते हुए क्षैतिजिय रेखाएँ खींचिये। अब बचे हुए मुख्य विभाजनों एवं उपविभाजनों पर भी लम्ब डालिये। अन्त में कर्ण डालने का कार्य शेष है। कर्ण डालने का सदैव एक ही तरीका रहता है। इसमें एक उपविभाजन के मूल से व अगले उपविभाजन के मूल तक ऊपर की ओर कर्ण डाला जाता है। जितने उपविभाजन होते हैं उतने ही कर्ण डाले जाते हैं। इस उदाहरण में 1–

1 हैक्टोमीटर के 10 उपविभाजन है। अत: 0 से 1 हैक्टोमीटर तक, 1 हैक्टोमीटर से 2 हैक्टोमीटर तक तथा 2 हैक्टोमीटर से 3 हैक्टोमीटर तक एवं इसी तरह आगे बढ़ते हुए 9 हैक्टोमीटर से 10 हैक्टोमीटर तक 10 कर्ण डालिये। जैसा कि चित्र संख्या 2.32 में प्रदर्शित किया गया है।

अब कर्णवत् मापक बनकर तैयार है लेकिन एक प्रमुख कार्य बाकी है, वह है मापक पर अंकन कार्य। इस कार्य में मापक पर प्रदर्शित दूरियों की विभिन्न इकाइयों को उचित स्थान पर लिखा जाता है। पहले प्रथम विभाजनों की दूरियाँ फिर द्वितीय विभाजनों अर्थात उपविभाजनों की दूरियाँ व क्षितिजीय रेखाओं पर तृतीय विभाजन की दूरियाँ लिखी जाती है। इस उदाहरण में प्रथम विभाजन पर किलोमीटर, द्वितीय विभाजन पर हैक्टोमीटर व तृतीय विभाजन पर डैकामीटर लिखिये। अंत में मापक के ऊपर इसकी प्रदर्शक भिन्न को लिखा जाता है।

प्रदर्शक भिन्न – 1 : 20,000



चित्र संख्या 2.32

अभ्यास

मापक किसे कहते हैं एवं मापक कितने रूपों में प्रदर्शित किये जा सकते हैं?

.....

.....

.....

यदि किसी मानचित्र पर A तथा B स्थानों की दूरी 5 से.मी. है जबकि इनकी वास्तविक दूरी 50 किलोमीटर है, तो उस मानचित्र का कथनात्मक मापक क्या होगा ?

.....

.....

.....

.....

कथनात्मक मापक 1 से.मी. = 100 किलोमीटर पर बने मानचित्र में दो स्थानों के बीच की दूरी 6.5 से.मी. हो तो उन स्थानों के बीच की वास्तविक दूरी ज्ञात कीजिए ।

.....

.....

.....

अभ्यास

प्रदर्शक भिन्न मापक की परिभाषा दीजिये। इसमें अंश व हर क्या प्रदर्शित करते हैं?

.....

.....

.....

.....

प्रदर्शक भिन्न को संख्यात्मक मापक व अन्तर्राष्ट्रीय मापक क्यों कहते हैं ?

.....

.....

.....

कथनात्मक मापक 1 से.मी. = 4.5 कि.मी. को प्रदर्शक भिन्न में बदलिये।

.....

.....

.....

.....

अभ्यास

एक 10 से.मी. की सरल रेखा को एक कोणीय विधि द्वारा 6 भागों में समविभाजित कीजिये।

प्र.भि. 1:100000 पर एक रेखात्मक मापक कि.मी. व हैक्टोमीटर में दूरियाँ पढ़ने के लिये बनाइये।

अभ्यास

प्र.भि. 1:60 पर एक रेखात्मक मापक मीटर व डेसीमीटर में दूरियाँ पढ़ने के लिए बनाइये ।

प्र.भि. 1:50 पर एक रेखात्मक मापक मीटर व डैसीमीटर में दूरियाँ पढ़ने के लिये बनाइये। इस पर 3 मीटर 6 डैसीमीटर की दूरी अंकित कीजिए।

अभ्यास

प्र.भि. 1:150000 पर एक रेखात्मक मापक की रचना कीजिये जिस पर एक किलोमीटर की न्यूनतम दूरी पढ़ी जा सके।

प्र.भि. 1: 316800 पर एक रेखात्मक मापक बनाइये जिस पर 1 मील की न्यूनतम दूरी पढ़ी जा सके।

अभ्यास

प्रदर्शक भिन्न 1:60 पर कर्णवत मापक की रचना कीजिये तथा मापक पर 3 मीटर, 4 डेसीमीटर व 4 से.मी. की दूरी पढ़कर अंकित कीजिये।

प्रदर्शक भिन्न 1:40,000 पर कर्णवत मापक की रचना कीजिये तथा मापक पर 4 किलोमीटर, 2 हैक्टोमीटर व 4 डेकामीटर पढ़कर अंकित कीजिये।

अध्याय - 3

प्रक्षेप
PROJECTIONS

पृथ्वी की आकृति गोलाकार है। पृथ्वी की इस गोलाभ आकृति (Spheroidal Shape) के कारण इसके सम्पूर्ण भूभाग अथवा उसके किसी बड़े अथवा छोटे भूभाग को पूर्ण शुद्धता के साथ समतल कागज़ पर प्रदर्शित नहीं किया जा सकता। मानचित्र बनाने में सबसे बड़ी कठिनाई गोलाभ आकृति को समतल कागज़ पर सही-सही प्रदर्शित करना है। इस कार्य के लिए प्रक्षेपों की आवश्यकता होती है।

पृथ्वी के गोलाभ अथवा उसके किसी भाग के अक्षांश व देशान्तर रेखाओं के जाल का समतल कागज़ पर निरूपण प्रक्षेप कहलाता है (Presentation of the graticule of latitudes & longitudes of the spheroidal earth on a flat sheet of paper is called Projection)। अत: प्रक्षेपों के बारे में अध्ययन करने से पहले अक्षांश व देशान्तर के बारे में जानना आवश्यक है।

प्रक्षेप से आशय किसी फिल्म, किसी कागज़ या किसी गोले पर बनी आकृतियों को प्रकाश की सहायता से किसी परदे, दीवार अथवा कागज़ पर प्रदर्शित करना है। जैसे थियेटर में प्लास्टिक रील पर बनी आकृतियों को प्रोजेक्टर से परदे पर प्रक्षेपित किया जाता है, जिस तरह स्लाइड्स पर बनी आकृतियों व तस्वीरों को प्रकाश की सहायता से परदे अथवा दीवारों पर प्रक्षेपित किया जाता है, उसी तरह प्रक्षेप बनाने के लिए यह कल्पना की जाती है कि ग्लोब पर जो अक्षांश व देशान्तर रेखाओं की स्थिति है उसे प्रकाश की सहायता से कागज़ पर प्रक्षेपित करना। इस प्रक्रिया से अक्षांश व देशान्तर रेखाओं का जो जाल कागज़ पर बनता है उसे प्रक्षेप कहा जाता है।

ग्लोब पर बने अक्षांश व देशान्तर रेखाओं के जाल को समतल कागज़ पर प्रदर्शित करने में किसी न किसी प्रकार की विकृति आ जाती है। यह विकृतियाँ मुख्यत: तीन प्रकार की हो सकती हैं -

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

(ii) **आकृति (Shape)** - यदि किसी विधि के द्वारा दिशा शुद्ध रखने का प्रयास किया जाता है, तो आकार में विकृति आ जाती है।

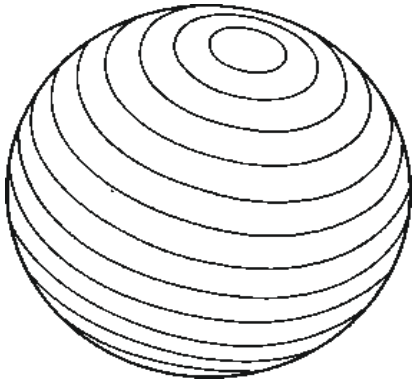
(iii) **क्षेत्रफल (Area)** - यदि किसी विधि द्वारा प्रक्षेप में दिशा व आकार में से कोई एक गुण बनाए रखा जाता है तो क्षेत्रफल अशुद्ध हो जाता है।

किसी भी प्रक्षेप में ये तीनों गुण एक साथ सुरक्षित नहीं रखे जा सकते हैं। किसी प्रक्षेप में उद्देश्य के अनुसार एक गुण सुरक्षित रखने पर अन्य दो विकृतियाँ उत्पन्न हो जाती हैं। कुछ प्रक्षेपों में उपरोक्त में से दो गुण भी सुरक्षित रखे जा सकते हैं।

पृथ्वी के परिभ्रमण अथवा घूर्णन (Rotation) के कारण इसके अक्ष (Axis) पर दो स्थाई बिन्दु – **उत्तरी ध्रुव (North Pole)** तथा **दक्षिणी ध्रुव (South Pole)** का स्वत: निर्धारण हो जाने से अक्षांश व देशान्तर रेखाओं की कल्पना करना आसान हो गया। दोनों ध्रुवों के ठीक मध्य में एक रेखा की कल्पना की गई जो **भूमध्य रेखा** अथवा **विषुवत रेखा (Equator)** कहलाती है। इसे 0° अक्षांश का मान दिया गया।

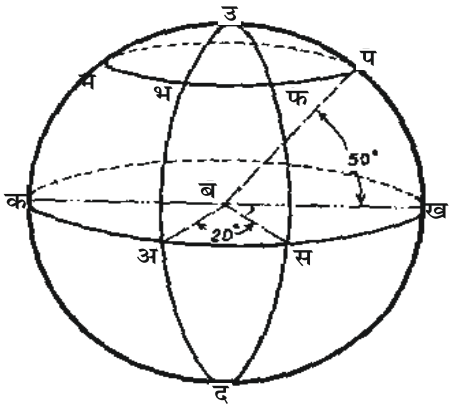
अक्षांश रेखाऐं (Latitudes)

अक्षांश रेखाऐं भूमध्य रेखा के समानान्तर खींचे हुए वृत्त होते हैं (चित्र संख्या 3.1)। चित्र संख्या 3.2 देखिये जिसमें **क अ स ख** भूमध्य रेखा है एवं इसके पृष्ठ में बनी खण्डित रेखा सहित भूमध्यरेखीय तल बना है। इसी चित्र में **प फ भ म** एक अन्य वृत्त है। यदि कोण **प ब ख** 50° का है तो यह रेखा 50° की अक्षांश रेखा है। चूंकि यह रेखा



चित्र 3.1 – अक्षांश रेखाऐं

भूमध्य रेखा से उत्तर की ओर है, अत: इसे 50° उत्तरी अक्षांश रेखा कहते हैं। इस रेखा पर स्थित **प** बिन्दु भूमध्य रेखा से 50° उत्तर में स्थित है। इस विधि से विभिन्न स्थानों का अक्षांशीय निर्धारण किया जाता है। चूंकि भूमध्य रेखा से उत्तरी या दक्षिणी ध्रुव तक जाने में पृथ्वी की



चित्र 3.2 – अक्षांश रेखाओं का निर्धारण

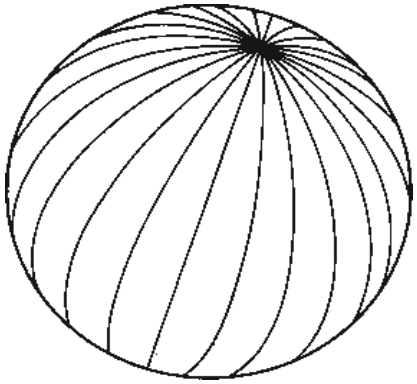
परिधि का एक चौथाई भाग (360 ÷ 4 =) अर्थात 90° कोणात्मक अंश (Angular Degrees) पर जाना होता है, अत: उत्तरी व दक्षिणी ध्रुवों का मान क्रमश: 90° उत्तर एवं 90° दक्षिण निर्धारित किया गया। इस प्रकार उत्तरी ध्रुव से दक्षिणी ध्रुव तक 90+90 अर्थात कुल 180 अक्षांश तथा भूमध्य रेखा का मान मिलाकर कुल 181 अक्षांश होते हैं। ग्लोब पर इनको भूमध्य रेखा के समानान्तर रेखाऐं खींचकर दर्शाया जाता है तथा उत्तर में 90° उत्तरी अक्षांश (उत्तरी ध्रुव) तथा दक्षिण में 90° दक्षिणी अक्षांश (दक्षिणी ध्रुव) तक का क्रम दिया जाता है। वस्तुत: **अक्षांश किसी भी स्थान की भूमध्यरेखीय तल (Equatorial Plane) से उत्तर या दक्षिण में कोणात्मक दूरी को इंगित करते हैं।**

अक्षांश रेखाओं की विशेषताएँ

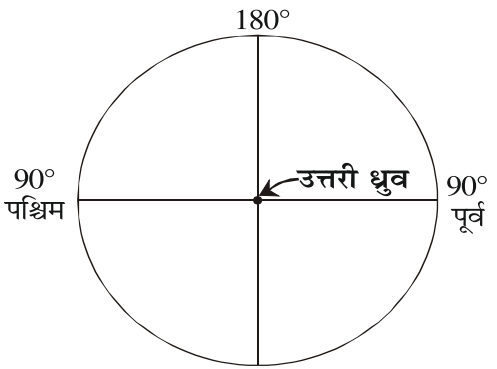
1. सभी अक्षांश रेखाऐं एक दूसरे के समानान्तर खींचे हुए पूर्ण वृत्त के रूप में होती हैं। अत: इन्हें **Parallels** भी कहा जाता है।
2. सभी अक्षांश रेखाऐं ग्लोब पर शुद्ध पूर्व–पश्चिम (True East-West) दिशा में खींची हुई होती हैं।
3. सभी अक्षांश रेखाओं में केवल भूमध्य रेखा ही वृहत वृत्त (Great Circle) होती है।
4. भूमध्य रेखा एवं ध्रुवों को छोड़कर शेष सभी अक्षांश रेखाऐं लघु वृत्त होती हैं।
5. भूमध्य रेखा के दोनों ओर अक्षांशीय वृत्त छोटे होते जाते हैं।
6. उत्तरी व दक्षिणी ध्रुव बिन्दु मात्र होते हैं।
7. अक्षांश रेखाओं का अधिकतम मान 90° उत्तर अथवा 90° दक्षिण तक होता है।
8. सभी अक्षांश रेखाऐं समान दूरी (1° के अन्तराल पर लगभग 111 कि.मी.) पर खींची जाती हैं।
9. 1° के अन्तराल पर कुल 181 अक्षांश (90+90 = 180 + भूमध्य रेखा = 181) होते हैं।

देशान्तर रेखाऐं (Longitudes)

देशान्तर रेखाऐं दोनों ध्रुवों को मिलाते हुए उत्तर–दक्षिण दिशा में खींची जाती हैं जैसा कि चित्र संख्या 3.3 में दर्शाया गया है। अक्षांश रेखाओं की भांति देशान्तर रेखाऐं भी विभिन्न स्थानों की कोणीय दूरी को ही इंगित करती हैं परन्तु यह कोणीय दूरी प्रधान देशान्तर रेखा से मानी जाती है। ग्लोब पर उत्तर–दक्षिण दिशा में खींची हुई विभिन्न रेखाओं में प्रथम अथवा **सन्दर्भ रेखा (Reference Line)** का निर्धारण सम्भव नहीं है। अत: इंग्लैण्ड में लन्दन के निकट **ग्रीनविच (Greenwich)** नामक स्थान में स्थित रॉयल वेधशाला (Royal Observatory) से गुजरती हुई रेखा को प्रारम्भिक सन्दर्भ रेखा मान लिया गया है। इसे 0° मान दिया गया है। यह **ग्रीनविच अथवा प्रधान देशान्तर रेखा** के नाम से भी जानी जाती है। एक देशान्तर रेखा पर स्थित सभी स्थानों पर एक ही समय मध्याह्न होता है, अत: देशान्तर रेखाओं को **मध्याह्न रेखाऐं (Meridians)** भी कहा जाता है। ग्रीनविच रेखा **प्रधान मध्याह्न रेखा (Prime Meridian)** कहलाती है। चित्र संख्या 3.2 देखिये इसमें **क अ स ख** भूमध्य रेखा के रूप में एक पूर्ण वृत्त है जिसे 360° में विभाजित किया जा सकता है। इस चित्र में **ब** पृथ्वी का केन्द्र है। मान लीजिए कोण **अ ब स** 20° का है तथा **उ स द** प्रधान देशान्तर रेखा अथवा 0° की देशान्तर रेखा है तो **उ अ द** रेखा 20° पश्चिमी देशान्तर रेखा है, क्योंकि यह रेखा **उ स द** से 20° पश्चिम में स्थित है। इस प्रकार **देशान्तर किसी स्थान का प्रधान देशान्तर रेखा से भूमध्यरेखीय तल पर बना कोणीय चाप है।** इसी प्रकार 1° के अन्तराल से 360 देशान्तर रेखाऐं खींची जा सकती हैं। प्रत्येक रेखा ध्रुवों पर समाप्त होने वाली अर्द्धवृत्त (Half Circle) होगी। इनमें से ग्रीनविच से होकर गुजरने वाली रेखा 0° की मान ली गई है तथा इसके ठीक विपरीत का अर्द्धवृत्त स्वत: 180° का होगा जैसा कि चित्र संख्या 3.4 में दर्शाया गया है। अन्य देशान्तर रेखाओं का मान प्रधान देशान्तर रेखा से पूर्व व पश्चिम दिशा में क्रमश: 180° तक निर्धारित किया जाता है। दोनों दिशाओं में मान बढ़ते–बढ़ते 180° तक जाते हैं जो एक ही रेखा है।



चित्र 3.3 – देशान्तर रेखाऐं



चित्र – 3.4

देशान्तर रेखाओं की विशेषताएँ

1. सभी देशान्तर रेखाऐं शुद्ध उत्तर–दक्षिण (True North-South) दिशा में खींची जाती हैं।
2. सभी देशान्तर रेखाऐं अर्द्धवृत्त होती हैं।
3. एक अर्द्धवृत्त के विपरीत ओर की देशान्तर रेखा मिलकर पूर्ण वृहत वृत्त (Great Circle) बनाती है। इस प्रकार सभी देशान्तर रेखाऐं वृहत वृत्त का अर्द्ध भाग होती हैं।
4. भूमध्य रेखा पर देशान्तर रेखाओं के मध्य दूरी सर्वाधिक (1° के अन्तराल पर लगभग 111.32 कि.मी.) होती है।
5. चूंकि ध्रुवों पर सभी देशान्तर रेखाऐं मिल जाती हैं, अत: देशान्तर रेखाओं के मध्य की दूरी भूमध्य रेखा से ध्रुवों की ओर घटती जाती है।
6. सभी देशान्तर रेखाऐं ध्रुवों को छोड़कर प्रत्येक स्थान पर अक्षांश रेखाओं को समकोण पर काटती हैं।
7. इनका अधिकतम मान 180° तक होता है।
8. 1° के क्रमिक अन्तराल से कुल 360 देशान्तर होते हैं।

प्रक्षेपों का वर्गीकरण
(Classification of Projections)

प्रक्षेपों को कई आधारों पर वर्गीकृत किया जा सकता है। यहाँ केवल तीन आधारों पर प्रक्षेपों का वर्गीकरण किया गया है –

(1) प्रकाश के आधार पर (According to use of light)

(2) रचना विधि के आधार पर (According to method of construction)

(3) गुण के आधार पर (According to merit)

(1) प्रकाश के आधार पर (According to use of light)-

प्रकाश के आधार पर प्रक्षेपों को दो भागों में वर्गीकृत किया जाता है –

(i) सन्दर्श प्रक्षेप (Perspective Projection) – प्रकाश की सहायता से बनाये जाने वाले प्रक्षेपों को सन्दर्श प्रक्षेप कहते हैं। इन प्रक्षेपों को ग्लोब पर बने अक्षांश व देशान्तर रेखाओं के जाल पर किसी निश्चित स्थान से प्रकाश डालने पर, समतल कागज़ पर अक्षांश व देशान्तर रेखाओं की पड़ने वाली छायाओं के अनुसार बनाया जाता है। प्रक्षेपों के लिये प्रकाश किरणें तीन स्थानों से आने की कल्पना की जाती है। इन प्रक्षेपों की रचना आलेखी विधि से की जाती है, अत: इन्हें आलेखी विधि से बनाये जाने वाले प्रक्षेप भी कहते हैं।

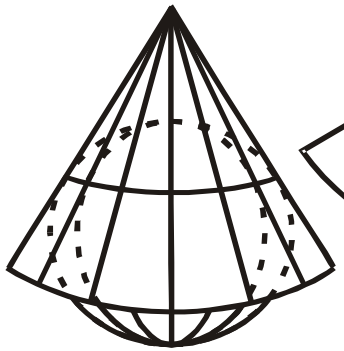
(ii) असन्दर्श प्रक्षेप (Non-perspective Projection) – गणितीय विधियों के द्वारा बनाये गये प्रक्षेपों को असन्दर्श प्रक्षेप कहते हैं। इन प्रक्षेपों में गणितीय विधि का चुनाव प्रक्षेप के उद्देश्य पर निर्भर करता है। शुद्ध दिशा, शुद्ध आकृति अथवा शुद्ध क्षेत्रफल प्रक्षेपों की रचना के लिये भिन्न-भिन्न गणितीय विधियाँ काम में ली जाती हैं।

(2) रचना विधि के आधार पर (According to method of construction) -

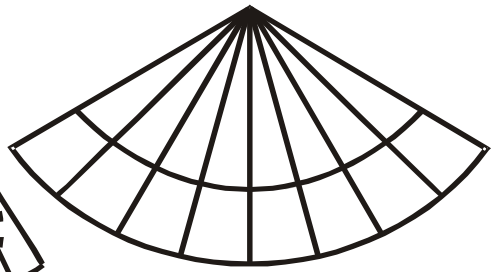
रचना विधि के अनुसार प्रक्षेपों को चार वर्गों में बांटा जा सकता है –

(i) शंक्वाकार प्रक्षेप (Conical Projections)– इस प्रक्षेप की रचना के लिए समतल कागज़ को शंकु के आकार में बनाकर ग्लोब पर रख दिया जाता है। कागज़ का यह शंकु ग्लोब पर जिस अक्षांश रेखा को स्पर्श करता है उसे प्रधान अक्षांश रेखा माना जाता है। शंकु का शीर्ष ठीक ध्रुव के ऊपर रहता है।

ग्लोब पर अंकित अक्षांश व देशान्तर रेखाओं को कागज़ के शंकु पर प्रक्षेपित किया जाता है। अब कागज के शंकु को समतल रूप में फैला लिया जाता है। कागज़ को फैलाने पर इस पर बने रेखा जाल को **शंक्वाकार प्रक्षेप** कहते हैं। इसे क्रमश: चित्र संख्या 3.5 व 3.6 में स्पष्ट किया गया है।



चित्र संख्या 3.5 – ग्लोब पर कागज़ का शंकु एवं प्रक्षेपण विधि



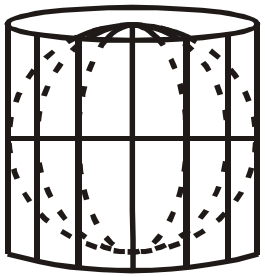
चित्र संख्या 3.6 – शंक्वाकार प्रक्षेप

इस विधि में कागज को शंकु के आकार में ग्लोब पर रखा जाता है, इसलिए इसे शंक्वाकार प्रक्षेप कहते हैं।

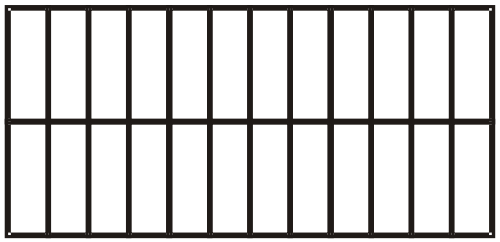
(ii) बेलनाकार प्रक्षेप (Cylindrical Projections)– इस प्रक्षेप की रचना के लिए समतल कागज को बेलन के आकार में ग्लोब पर चारों ओर लपेट दिया जाता है। सामान्यत: यह बेलन ग्लोब पर भू-मध्य रेखा को स्पर्श करता है।

ग्लोब पर अंकित अक्षांश व देशान्तर रेखाओं को कागज़ के बने बेलन पर प्रक्षेपित किया जाता है। अब कागज़ के बेलन को समतल फैला लिया जाता

है। कागज़ को फैलाने पर इस पर बने रेखा जाल को **बेलनाकार प्रक्षेप** कहते हैं। इसे क्रमशः चित्र संख्या 3.7 व 3.8 में स्पष्ट किया गया है।



चित्र संख्या 3.7– ग्लोब पर कागज़ का बेलन एवं प्रक्षेपण विधि

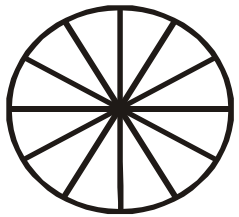


चित्र संख्या 3.8 – बेलनाकार प्रक्षेप

इस विधि में कागज़ को बेलन के आकार में ग्लोब पर चारों ओर लपेटा जाता है इसलिए इसे बेलनाकार प्रक्षेप कहते हैं।

(iii) शिरोबिन्दु या खमध्य प्रक्षेप (Zenithal Projections)– इस प्रक्षेप की रचना के लिए समतल कागज़ को ग्लोब के किसी भी एक बिन्दु पर स्पर्श करते हुए रख दिया जाता है। यह समतल कागज़ ध्रुव, भूमध्य रेखा अथवा इन दोनों के मध्य स्थित किसी भी बिन्दु पर ग्लोब को स्पर्श करते हुए रखा जा सकता है।

चित्र संख्या 3.9– ग्लोब पर समतल कागज़ एवं प्रक्षेपण विधि



चित्र संख्या 3.10 – शिरोबिन्दु प्रक्षेप

ग्लोब के किसी एक बिन्दु पर स्पर्श करती हुई समतल सतह पर प्रक्षेपित अक्षांश व देशान्तर रेखा जाल को **शिरोबिन्दु या खमध्य प्रक्षेप** कहते हैं। इसे क्रमशः चित्र संख्या 3.9 व 3.10 में दर्शाया गया है।

खमध्य प्रक्षेप के लिये जिस बिन्दु अथवा स्थान पर समतल कागज़ ग्लोब को स्पर्श करता है उसे **प्रक्षेप-केन्द्र (Centre of Projection)** कहा जाता है एवं जिस स्थान अथवा बिन्दु से प्रकाश आने की कल्पना की जाती है उसे **उत्पत्ति बिन्दु (Point of Origin)** कहा जाता है।

इन प्रक्षेपों में प्रक्षेप का तल अथवा समतल कागज़ भूमध्य रेखा, ध्रुव एवं इन दोनों के मध्य किसी भी बिन्दु पर ग्लोब को स्पर्श करते हुए रखा जा सकता है। प्रकाश किरणें तीन स्थानों से आ सकती हैं – ग्लोब के केन्द्र से, प्रक्षेपण तल के विपरीत बिन्दु से एवं अनन्त से। प्रत्येक दशा में प्रक्षेप केन्द्र, ग्लोब का केन्द्र एवं प्रकाश का केन्द्र तीनों एक सीधी रेखा में ही होते हैं।

प्रक्षेप केन्द्र अथवा प्रक्षेपण-तल की स्थिति के अनुसार खमध्य प्रक्षेपों के प्रकार –

प्रक्षेपण तल की स्थिति के अनुसार खमध्य प्रक्षेपों के तीन वर्ग होते हैं–

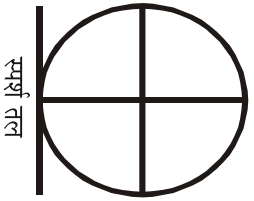
(अ) ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप (Polar Zenithal Projection) – इन प्रक्षेपों में प्रक्षेपण तल अथवा समतल कागज़ ग्लोब को ध्रुव पर स्पर्श करता है। जैसा कि चित्र संख्या 3.11 में दर्शाया गया है।

(ब) भूमध्यरेखीय खमध्य प्रक्षेप (Equatorial Zenithal Projection) – इन प्रक्षेपों में प्रक्षेपण तल अथवा समतल कागज़ ग्लोब पर भूमध्य रेखा पर स्पर्श करता है। जैसा कि चित्र संख्या 3.12 में दर्शाया गया है।

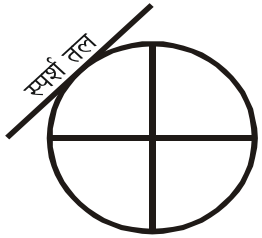
(स) तिर्यक खमध्य प्रक्षेप (Oblique Zenithal Projection) – इन प्रक्षेपों में प्रक्षेपण-तल अथवा समतल कागज़ ग्लोब पर ध्रुव एवं भूमध्य रेखा के मध्य स्थित किसी भी बिन्दु पर स्पर्श करता है। जैसा कि चित्र संख्या 3.13 में दर्शाया गया है।

खमध्य प्रक्षेप की रचना में स्पर्श तल की विभिन्न स्थितियाँ

चित्र संख्या 3.11 – ध्रुवीय स्थिति



चित्र संख्या 3.12 – भूमध्यरेखीय स्थिति

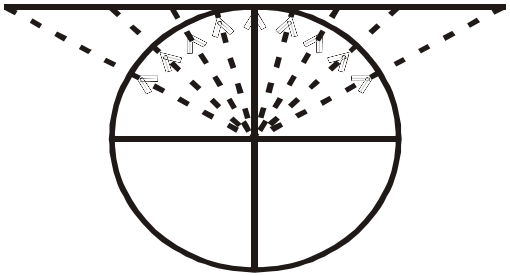


चित्र संख्या 3.13 – तिर्यक स्थिति

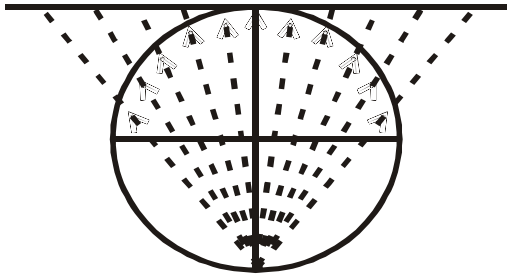
प्रकाश स्रोत की स्थिति के अनुसार खमध्य प्रक्षेपों के प्रकार –

प्रकाश स्रोत की स्थिति के अनुसार खमध्य प्रक्षेपों के तीन वर्ग होते हैं–

(अ) केन्द्रक प्रक्षेप (Gnomonic Projection) – जिन प्रक्षेपों की रचना में प्रकाश स्रोत की स्थिति ग्लोब के केन्द्र पर मानी जाती है उन्हें केन्द्रक प्रक्षेप कहते हैं। इसे चित्र संख्या 3.14 में दर्शाया गया है।



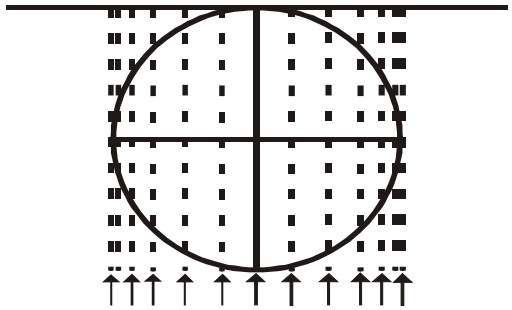
चित्र संख्या 3.14 – प्रकाश स्रोत ग्लोब के केन्द्र पर



चित्र संख्या 3.16 – प्रकाश स्रोत प्रक्षेपण तल के विपरीत बिन्दु पर

(ब) त्रिविम प्रक्षेप (Stereographic Projection) – जिन प्रक्षेपों में प्रकाश स्रोत की स्थिति ग्लोब पर प्रक्षेपण तल के विपरीत बिन्दु पर होती है उन्हें त्रिविम प्रक्षेप कहते हैं। इसे चित्र संख्या 3.16 में दर्शाया गया है।

(स) लम्बकोणीय प्रक्षेप (Orthographic Projection) – जिन प्रक्षेपों में प्रकाश स्रोत की स्थिति अनन्त दूरी पर स्थित होती है उन्हें लम्बकोणीय प्रक्षेप कहते हैं। इनमें प्रकाश किरणें अनन्त दूरी से आने के कारण सरल व समानान्तर रेखाओं के रूप में मानी जाती हैं। इसे चित्र संख्या 3.17 में दर्शाया गया है।



चित्र संख्या 3.17 – प्रकाश स्रोत अनन्त में

(iv) रूढ़ प्रक्षेप (Conventional Projections)– किन्हीं निश्चित उद्देश्यों की प्राप्ति हेतु इच्छानुसार निर्धारित किये गये सिद्धान्तों पर बनाये गये प्रक्षेप को रूढ़ प्रक्षेप कहते हैं। प्रक्षेप शब्द का सामान्यत: जो अर्थ निकलता है तथा प्रक्षेप बनाने के लिये अक्षांश व देशान्तर रेखाओं के जाल को प्रक्षेपित करने की जो प्रक्रिया रहती है वह इन प्रक्षेपों से स्पष्ट नहीं होती है।

रूढ़ प्रक्षेपों की आकृति विभिन्न स्वनिर्धारित सिद्धान्तों के द्वारा इतनी संशोधित व परिवर्तित हो जाती है कि इन प्रक्षेपों को ऊपर उल्लेखित किसी भी वर्ग में शामिल नहीं किया जा सकता है।

इस वर्ग के कुछ प्रक्षेप बहुत उपयोगी होते हैं। विशेषकर वे प्रक्षेप जिन पर विश्व मानचित्र बनाया जा सकता है।

(3) गुण के आधार पर (According to merit) –

गुण के आधार पर प्रक्षेपों को तीन वर्गों में रखा जा सकता है –

(i) शुद्ध आकृति प्रक्षेप (Orthomorphic Projections)– किसी क्षेत्र की जो आकृति ग्लोब पर है ओर वही आकृति समान रूप से किसी प्रक्षेप पर बनती है तो वह प्रक्षेप **शुद्ध आकृति प्रक्षेप** कहा जाता है।

(ii) समक्षेत्रफल प्रक्षेप (Homolographic Projections)– किसी प्रक्षेप पर दो अक्षांश व दो देशान्तर रेखाओं के मध्य स्थित क्षेत्र तथा ग्लोब पर उन्हीं अक्षांशों व देशान्तरों के मध्य वाले क्षेत्र का क्षेत्रफल समान हो तो ऐसे प्रक्षेप को **समक्षेत्रफल प्रक्षेप** कहते हैं।

(iii) शुद्ध दिशा प्रक्षेप (Azimuthal Projections)– यदि किसी प्रक्षेप पर दो बिन्दुओं को मिलाने वाली सरल रेखा की दिशा ग्लोब पर उन्हीं दो स्थानों को मिलाने वाले वृहत् वृत्त के समान हो तो ऐसे प्रक्षेप को **शुद्ध दिशा प्रक्षेप** कहते हैं।

प्रक्षेप सम्बन्धी कुछ आवश्यक तथ्य

प्रक्षेपों की रचना करने से पूर्व कुछ प्रमुख तथ्यों को जान लेना आवश्यक है। ये सभी तथ्य प्रक्षेपों की रचना में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं –

1. मापक (Scale) – किसी भी प्रक्षेप की रचना में मापक सबसे महत्वपूर्ण तथ्य है, कारण प्रत्येक प्रक्षेप की रचना का आधार एक वृत्त होता है। यह वृत्त पृथ्वी का प्रतिरूप होता है। यदि हम पृथ्वी के वास्तविक आकार के अनुरूप एक वृत्त बनाना चाहे तो उसका वास्तविक अर्द्धव्यास 250,699,680 इंच अथवा 636,775,000 सेण्टीमीटर होगा क्योंकि यही पृथ्वी का वास्तविक अर्द्धव्यास है। पृथ्वी के वास्तविक अर्द्धव्यास के अनुसार जो वृत्त बनेगा उसके आधार पर प्रक्षेप की रचना असम्भव कार्य है। अत: प्रक्षेप की रचना के लिये मापक के अनुसार पृथ्वी के घटाये गये वृत्त को आधार मानकर प्रक्षेप की रचना की जाती है। गणन कार्य की सरलता के लिए पृथ्वी का वास्तविक अर्द्धव्यास 250,000,000 इंच अथवा 640,000,000 सेण्टीमीटर माना जाता है।

किसी भी प्रक्षेप की रचना के लिए सर्वप्रथम पृथ्वी के वृत्त का अर्द्धव्यास निम्नलिखित सूत्र के अनुसार ज्ञात किया जाता है –

$$\text{वृत्त का अर्द्धव्यास} = \frac{\text{पृथ्वी का वास्तविक अर्द्धव्यास}}{\text{दिये गये मापक का हर}}$$

इसे निम्नलिखित उदाहरण द्वारा आसानी से समझा जा सकता है –

उदाहरण – यदि प्रदर्शक भिन्न 1 : 200,000,000 है, तो घटाये गये वृत्त का अर्द्धव्यास कितना होगा –

$$\text{वृत्त का अर्द्धव्यास (इंच में)} = \frac{250,000,000}{200,000,000}$$

$$\mathbf{r} = \mathbf{1.25 \text{ इंच}}$$

$$\text{वृत्त का अर्द्धव्यास (से.मी. में)} = \frac{640,000,000}{200,000,000}$$

$$\mathbf{r} = \mathbf{3.2 \text{ सेण्टीमीटर}}$$

2. अक्षांश व देशान्तर रेखाओं का अन्तर (Interval of the latitudes and longitudes) – प्रत्येक प्रक्षेप पर अक्षांश व देशान्तर रेखाओं का जाल बना रहता है। इस जाल में अक्षांश व देशान्तर रेखाओं का अन्तर समान रहता है। प्रक्षेपों में यह अन्तर सामान्यत: 10°, 15° व 30° रहता है। यह अन्तर आवश्यकतानुसार परिवर्तित भी किया जा सकता है।

3. विस्तार (Extent) – प्रत्येक प्रक्षेप किसी न किसी भू-भाग को प्रदर्शित करने के लिए बनाया जाता है। अत: प्रक्षेपों की रचना के समय यह ध्यान रखा जाना चाहिए कि प्रक्षेप का विस्तार कितना दिया गया है। प्रक्षेप की रचना दिये गये विस्तार के अनुसार ही की जानी चाहिए।

कुछ प्रक्षेपों की रचना (Construction of Some Projections)

हम प्रक्षेपों का अर्थ, आवश्यकता, वर्गीकरण व उनकी रचना के लिए कुछ आवश्यक तथ्यों का अध्ययन कर चुके हैं। अब हम कुछ प्रक्षेपों की रचना करना या उन्हें बनाना सीखेंगे। यह कार्य हम तीन चरणों में करेंगे –

प्रथम चरण : गणन कार्य – मापक के अनुसार घटाये गये वृत्त का अर्द्धव्यास ज्ञात करेंगे।

द्वितीय चरण : आधार चित्र की रचना – प्रक्षेप के लिये आधार चित्र बनायेंगे।

तृतीय चरण : प्रक्षेप की रचना – आधार चित्र के आधार पर प्रक्षेप की रचना करेंगे।

एक प्रधान अक्षांशीय शंक्वाकार प्रक्षेप
(Conical Projection with One Standard Parallel)

उदाहरण – प्रदर्शक भिन्न 1 : 120,000,000 पर एक प्रधान अक्षांशीय शंक्वाकार प्रक्षेप बनाइये। अक्षांश व देशान्तर रेखाओं का अन्तर 15° रखिये। प्रक्षेप में प्रधान अक्षांश 45° उत्तरी अक्षांश है। प्रक्षेप का विस्तार 75° पूर्वी देशान्तर से 75° पश्चिमी देशान्तर तक तथा 0° उत्तरी अक्षांश से 90° उत्तरी अक्षांश तक है।

प्रथम चरण : गणन कार्य

प्रक्षेप बनाने के लिए सबसे पहले हम मापक के अनुसार पृथ्वी के घटाये गये वृत्त का अर्द्धव्यास ज्ञात करेंगे।

$$\text{घटाये गए वृत्त का अर्द्धव्यास } r = \frac{\text{पृथ्वी का वास्तविक अर्द्धव्यास}}{\text{दिये गये मापक का हर}}$$

$$r = \frac{640,000,000}{120,000,000}$$

$$r = \mathbf{5.33 \text{ से.मी.}}$$

द्वितीय चरण : प्रक्षेप के लिये आधार चित्र बनाना

पृथ्वी के घटाये गए वृत्त का अर्द्धव्यास ज्ञात कर लेने पर अब हम निम्नलिखित क्रम से प्रक्षेप की रचना हेतु आधार चित्र तैयार करेंगे –

1. सर्वप्रथम चित्र संख्या 3.18 के अनुसार 5.33 से.मी. अर्द्धव्यास लेकर **प** केन्द्र से एक अर्द्धवृत्त **अ द ब** खींचिये।

2. प्रधान अक्षांश के लिए **प** को केन्द्र मानकर **प द** रेखा पर 45° का कोण **च प द** बनाइये। अब **च** बिन्दु पर 90° का कोण लेते हुए ऊपर की ओर एक लम्ब **च छ** डालिये। इस लम्ब को **अ ब** रेखा को आगे बढ़ाते हुए काटिये यह बिन्दु **छ** होगा। यहाँ **च छ** रेखा अर्द्धवृत्त **अ द ब** पर एक स्पर्श रेखा (Tangent) है।

3. 15° अन्तराल के लिए **प** को केन्द्र मानकर 15° का कोण **फ प द** बनाइये। अब परकार (Compass) पर **द फ** दूरी लेकर **प** को केन्द्र मानकर एक वृत्तांश **य र** खींचिये। यह वृत्तांश **प च** रेखा को **ख** बिन्दु पर काट रहा है। अब **ख** बिन्दु से **प द** के समानान्तर **क ख** रेखा खींचिये। यह **क ख** दूरी प्रधान अक्षांश रेखा पर देशान्तरों की दूरी होगी।

उपरोक्त आधार चित्र के अनुसार अब प्रक्षेप की रचना की जायेगी। प्रक्षेप की रचना का कार्य निम्नलिखित क्रम से किया जायेगा।

तृतीय चरण : प्रक्षेप की रचना

आधार चित्र का उपयोग करते हुए प्रक्षेप की रचना निम्नानुसार की जायेगी –

1. प्रक्षेप बनाने के लिये चित्र संख्या 3.19 के अनुसार एक लम्बवत रेखा **छ प** खींचिये। यह रेखा प्रक्षेप पर केन्द्रीय मध्याह्न रेखा होगी।

2. **छ च** दूरी लेते हुए लम्बवत रेखा के **छ** केन्द्र से नीचे की ओर एक चाप खींचिये। यह चाप प्रक्षेप पर 45° की प्रधान अक्षांश रेखा को प्रदर्शित करता है।

3. अन्य अक्षांश वृत्त बनाने के लिये **द फ** दूरी लेकर लम्बवत रेखा पर बनी प्रधान अक्षांश रेखा से ऊपर की ओर क्रमशः 60° व 75° अक्षांश के तथा उससे नीचे की ओर क्रमशः 30°, 15° व 0° अक्षांश के चिन्ह लगाइये।

4. **छ** को केन्द्र मानकर इन निशानों पर विभिन्न अक्षांश रेखाओं के लिये चाप बनाइये।

5. देशान्तर रेखाएँ बनाने के लिये **क ख** दूरी लेकर केन्द्रीय मध्याह्न रेखा के दोनों ओर प्रधान अक्षांश रेखा पर दोनों ओर क्रमशः पाँच-पाँच निशान लगाइये। ये निशान क्रमशः 15°, 30°, 45°, 60° व 75° पश्चिमी देशान्तर एवं 15°, 30°, 45°, 60° व 75° पूर्वी देशान्तर रेखा को बनाने का आधार बनेंगे। इन सभी निशानों को **छ** को केन्द्र मानते हुए क्रमशः सीधी रेखा से मिलाते हुए 0° अक्षांश वृत्त तक रेखाएँ खींचिये।

एक प्रधान अक्षांशीय शंक्वाकार प्रक्षेप तैयार है। अंत में प्रक्षेप पर अक्षांश व देशान्तर रेखाओं के मान, प्रधान मध्यान्ह रेखा, दिशाएँ, ध्रुव व अन्य महत्वपूर्ण तथ्य उपयुक्त स्थानों पर अंकित कीजिये।

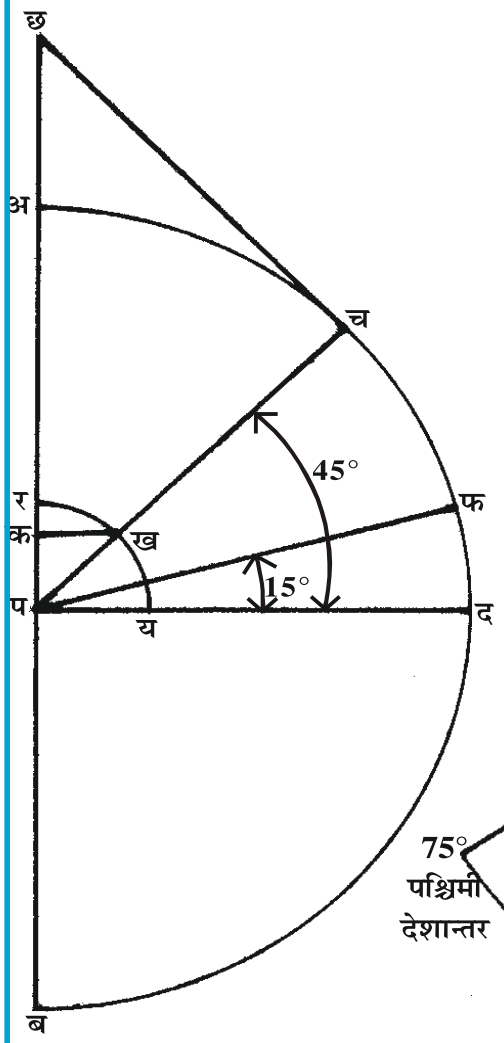
एक प्रधान अक्षांशीय शंक्वाकार प्रक्षेप

Conical Projection with One Standard Parallel

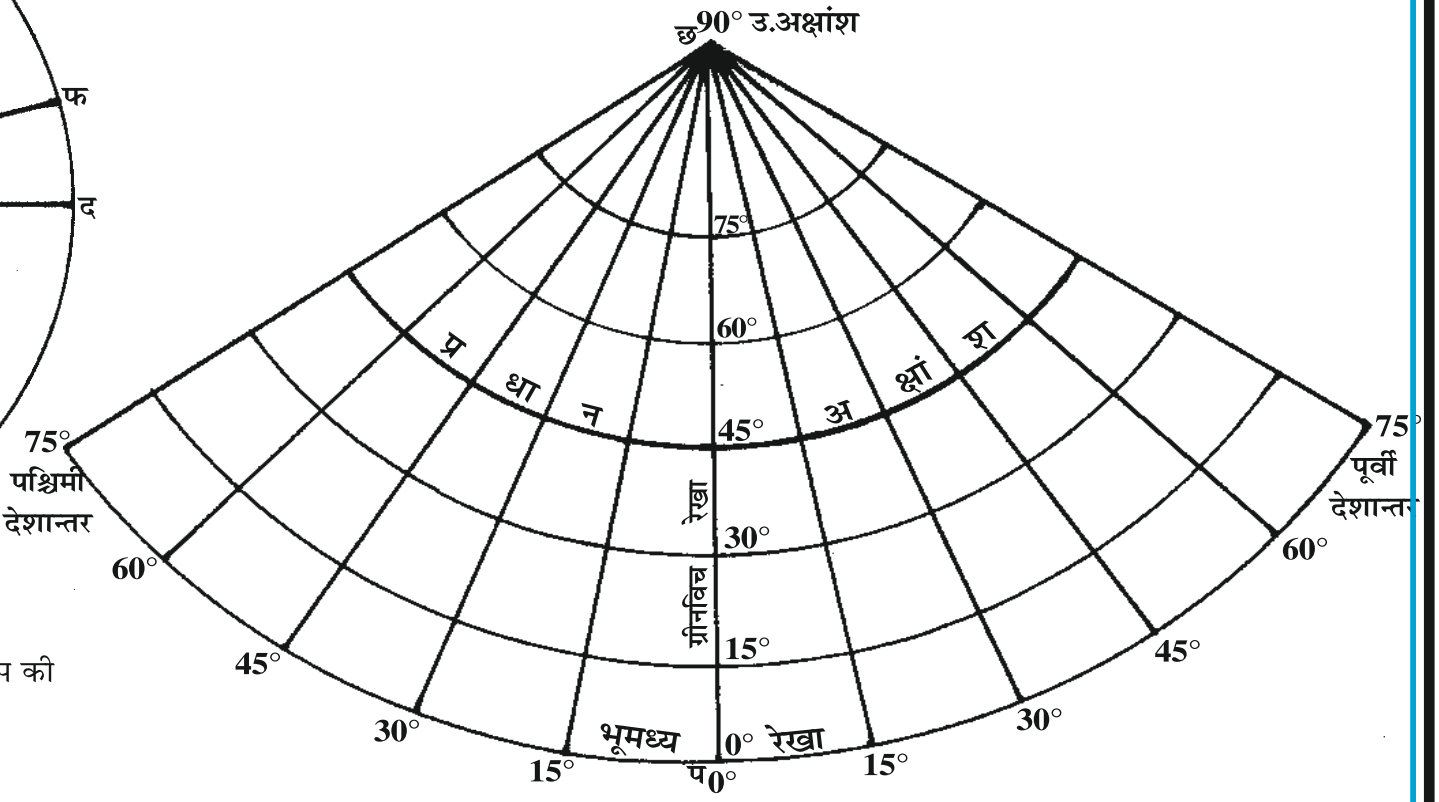
प्रदर्शक भिन्न 1 : 120,000,000

अन्तराल – 15°

प्रधान अक्षांश 45° उत्तरी अक्षांश



चित्र संख्या 3.18 – शंक्वाकार प्रक्षेप की रचना हेतु आधार चित्र



चित्र संख्या 3.19 – एक प्रधान अक्षांशीय शंक्वाकार प्रक्षेप

पहचान –

1. अक्षांश वृत्त शंकु के शीर्ष को केन्द्र मानकर खींचे जाते हैं।

2. अक्षांश वृत्त चाप के रूप में होते हैं व इनके बीच की दूरी समान होती है।

3. देशान्तर रेखाएँ सीधी रेखा के रूप में होती हैं। ये सभी रेखाएँ शंकु के शीर्ष पर मिल जाती हैं।

4. ध्रुव से भूमध्य रेखा की ओर देशान्तर रेखाओं की दूरी बढ़ती जाती है।

5. अक्षांश वृत्तों पर देशान्तर रेखाओं की दूरी समान रहती है।

6. अक्षांश वृत्त व देशान्तर रेखाएँ एक दूसरे को समकोण पर काटती हैं।

गुण

1. प्रधान अक्षांश रेखा पर मापक शुद्ध रहता है।

2. देशान्तर रेखाओं पर भी मापक शुद्ध रहता है।

3. प्रधान अक्षांश रेखा के दोनों ओर एक संकरी पेटी में आकृति व क्षेत्रफल शुद्ध रहते हैं। जैसे-जैसे इससे दूरी बढ़ती जाती है अशुद्धता भी बढ़ती जाती है।

4. इस प्रक्षेप पर केवल एक गोलार्द्ध के किसी क्षेत्र विशेष का मानचित्र बनाया जा सकता है।

दोष

1. इस प्रक्षेप पर सम्पूर्ण विश्व का मानचित्र एक साथ नहीं बनाया जा सकता। केवल एक ही गोलार्द्ध का मानचित्र बनाया जा सकता है।

2. प्रधान अक्षांश के अतिरिक्त अन्य अक्षांशों पर मापक अशुद्ध होता जाता है।

उपयोग

जिन क्षेत्रों का अक्षांशीय व देशान्तरीय विस्तार कम होता है व जो मध्य अक्षांशों में स्थित होते हैं उनके लिए यह प्रक्षेप उपयोगी है।

बेलनाकार समक्षेत्रफल प्रक्षेप
(Cylindrical Equal Area Projection)

यह एक शुद्ध क्षेत्रफल प्रक्षेप है। इसका कारण यह है कि ग्लोब पर किहीं दो अक्षांशों व देशान्तरों के मध्य स्थित क्षेत्र का क्षेत्रफल प्रक्षेप पर उन्हीं दो अक्षांश एवं देशान्तर रेखाओं के मध्य स्थित क्षेत्र के बराबर होता है। क्षेत्रफल को शुद्ध बनाये रखने के लिये इस प्रक्षेप में अक्षांश रेखाओं की परस्पर दूरी भूमध्य रेखा से ध्रुवों की ओर उसी अनुपात में घटती है, जिस अनुपात में देशान्तर रेखाओं की पारस्परिक दूरी बढ़ती है। इस प्रक्षेप की रचना सर्वप्रथम **लैम्बर्ट** ने सुझाई थी, अत: इस प्रक्षेप को **लैम्बर्ट का बेलनाकार समक्षेत्रफल प्रक्षेप** भी कहते हैं।

सैद्धान्तिक रूप से इस प्रक्षेप की रचना में प्रकाश के स्रोत को अनन्त दूरी पर माना जाता है अत: प्रकाश किरणें समानान्तर रेखाओं के रूप में आती हैं। इस प्रक्षेप की रचना विधि को निम्नलिखित उदाहरण द्वारा स्पष्ट समझा जा सकता है –

उदाहरण – प्रदर्शक भिन्न 1 : 320,000,000 के अनुसार विश्व के लिये एक बेलनाकार समक्षेत्रफल प्रक्षेप की रचना कीजिये। प्रक्षेप पर अक्षांश व देशान्तर रेखाओं का अन्तराल 30° रखिये।

प्रथम चरण : गणन कार्य

$$\text{पृथ्वी के घटाये गये वृत्त का अर्द्धव्यास} = \frac{640{,}000{,}000}{320{,}000{,}000}$$

$$\mathbf{r = 2.0}\ \textbf{से.मी.}$$

इस प्रक्षेप में ऐसी कल्पना की जाती है कि कागज़ को बेलनाकार रूप में लाकर पृथ्वी के घटाये गये वृत्त के चारों ओर लपेटा जाता है। अत: पृथ्वी के घटाये गये वृत्त की जितनी परिधि होती है उसके बराबर ही भू-मध्य रेखा की लम्बाई होती है। अत: हम वृत्त की परिधि ज्ञात करेंगे।

भूमध्य रेखा की लम्बाई अथवा वृत्त की परिधि $= 2\pi r$

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

$$= \frac{88}{7} \text{ से.मी.}$$

भूमध्य रेखा की लम्बाई = **12.57 से.मी.**

भूमध्य रेखा पर देशान्तरों की दूरी निम्नलिखित सूत्र के द्वारा ज्ञात की जाती है –

$$\text{वृत्त की परिधि} \times \frac{\text{अन्तराल}}{360^\circ}$$

$$= 12.57 \times \frac{30}{360} \text{ से.मी.}$$

भूमध्य रेखा पर देशान्तर रेखाओं की दूरी = **1.04 से.मी.**

द्वितीय चरण : प्रक्षेप के लिये आधार चित्र

सर्वप्रथम हम प्रक्षेप की रचना हेतु आधार चित्र बनायेंगे। यह प्रक्रिया निम्नलिखित क्रम से पूर्ण की जायेगी –

1. कागज़ पर बायीं ओर केन्द्र **प** लेकर 2 से.मी. अर्द्धव्यास की दूरी लेकर एक वृत्त खींचिये।

2. वृत्त में चित्र संख्या 3.20 के अनुसार **अ ब** एवं **स द** रेखाएँ खींचिये। **अ ब** रेखा ध्रुवीय व्यास एवं **स द** रेखा विषुवत रेखीय व्यास को प्रदर्शित कर रही हैं।

3. **प द** रेखा को आधार मानते हुए **प** केन्द्र से वृत्त के दाहिने ओर के अर्द्धवृत्त पर दोनों ओर 30°–30° के अन्तराल को लेकर क्रमशः 30° एवं 60° के कोण उत्तर व दक्षिण की ओर बनाइये व इन्हें **प** केन्द्र से वृत्त की परिधि तक खींचिये। **प द** रेखा के उत्तर की ओर ये कोण क्रमशः **क प द** एवं **ख प द** होंगे एवं दक्षिण की ओर क्रमशः **ग प द** एवं **घ प द** होंगे।

4. वृत्त की परिधि पर स्थित **द** केन्द्र को छूते हुए **अ ब** रेखा के समानान्तर एक लम्ब रेखा खींचिये व इस लम्ब रेखा पर **क**, **ख** एवं **अ** तथा **ग**, **घ** एवं **ब** बिन्दुओं से **प द** रेखा के समानान्तर प्रकाश किरणे डालिये।

तृतीय चरण : प्रक्षेप की रचना

आधार चित्र का उपयोग करते हुए प्रक्षेप की रचना निम्नानुसार की जायेगी–

1. चित्र संख्या 3.20 के अनुसार **स द** रेखा को वृत्त के दाहिने ओर लम्बा बढ़ाइये। यह लम्बाई **द** बिन्दु से आगे की ओर 12.57 से.मी. होनी चाहिये क्योंकि यह वृत्त की परिधि है। यह रेखा प्रक्षेप पर भूमध्य रेखा को प्रदर्शित कर रही है। अब इस रेखा के दोनों सिरों पर **अ ब** रेखा के समानान्तर खड़ी रेखाएँ खींचिये। अन्य अक्षांश रेखाओं के लिए वृत्त की परिधि पर जहाँ उत्तर की ओर **क ख अ** तथा दक्षिण की ओर **ग ध ब** बिन्दु हैं वहाँ से भूमध्य रेखा के समानान्तर रेखाएँ खींचिये। जो अक्षांश रेखा जिस अन्तराल कोण से खींची जायेगी उसका मान भी वही होगा।

2. देशान्तर रेखाओं के लिए हमने गणन क्रिया द्वारा दूरी ज्ञात कर ली है जो 1.04 से.मी. है। यह दूरी लेकर भूमध्य रेखा को 24 बराबर–बराबर भागों में विभाजित कीजिये। इन विभाजित चिन्हों पर **अ ब** के समानान्तर लम्ब रेखाएँ खींचिये। इन सभी रेखाओं के मध्य की रेखा 0° ग्रीनविच रेखा होगी।

3. अंत में चित्र 3.20 के अनुसार प्रक्षेप पर अक्षांश व देशान्तर रेखाओं का मान लिखा जाता है। अन्य महत्वपूर्ण सूचनाएँ भी लिख दी जाती हैं व प्रक्षेप को पूर्ण किया जाता है।

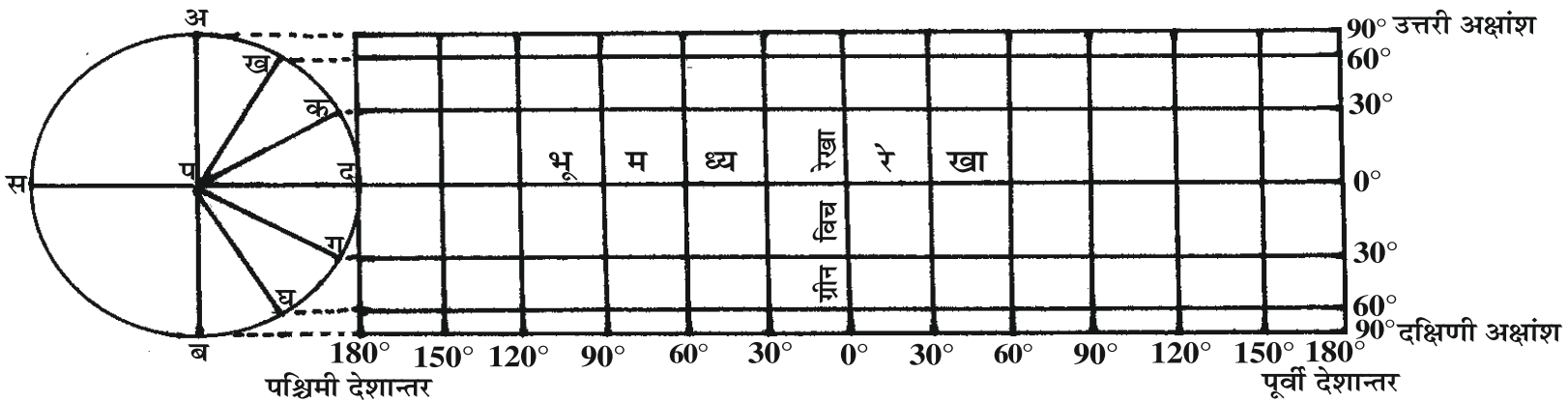
पहचान

1. इस प्रक्षेप पर सभी अक्षांश वृत्त सीधी व सरल रेखा के रूप में दिखाई देते हैं व इस प्रक्षेप में प्रत्येक अक्षांश रेखा की लम्बाई भूमध्य रेखा के बराबर होती है।

2. अक्षांश रेखाओं के मध्य की दूरी भूमध्य रेखा से ध्रुवों की ओर क्रमशः कम होती जाती है।

बेलनाकार समक्षेत्रफल प्रक्षेप
Cylindrical Equal Area Projection

प्रदर्शक भिन्न 1 : 320,000,000 अन्तराल – 15°



चित्र संख्या 3.20 – समक्षेत्रफल बेलनाकार प्रक्षेप

3. सभी देशान्तर रेखाएँ सीधी, समान लम्बाई की व समानान्तर दूरी पर होती हैं।

4. अक्षांश व देशान्तर रेखाएँ एक दूसरे को समकोण पर काटती हैं।

5. ध्रुव एक बिन्दु के रूप में ग्लोब पर होते हैं तथा इस प्रक्षेप में भूमध्य रेखा की लम्बाई के बराबर की रेखा से प्रदर्शित किए जाते हैं।

गुण

1. मापक के अनुसार भूमध्य रेखा अपनी वास्तविक लम्बाई के बराबर होती है, अत: भूमध्य रेखा पर मापनी शुद्ध होती है।

2. यह एक शुद्ध क्षेत्रफल प्रक्षेप है।

दोष

1. सभी अक्षांश रेखाएँ भूमध्य रेखा के बराबर लम्बी होती हैं अत: इन पर मापनी अशुद्ध होती है।

2. सभी देशान्तर रेखाएँ अपनी वास्तविक लम्बाई से छोटी होती हैं, अत: इन पर भी मापक अशुद्ध होता है।

3. इस प्रक्षेप में आकृति व दिशा दोनों अशुद्ध होती हैं।

उपयोग

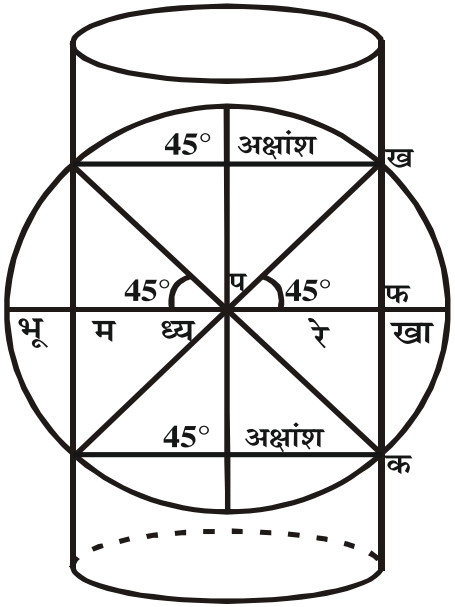
1. इस प्रक्षेप पर पूर्व में संसार के वितरण मानचित्र बनाये जाते रहे हैं।

2. भूमध्य रेखीय क्षेत्रों में उत्पादित होने वाली वस्तुओं के वितरण को दर्शाने के लिये यह प्रक्षेप विशेष रूप से उपयोगी है।

गॉल प्रक्षेप
(Gall's Projection)

गॉल प्रक्षेप संशोधित बेलनाकार प्रक्षेप है। इस प्रक्षेप की रचना दो कल्पनाओं पर आधारित है। एक कल्पना यह है कि कागज का बेलन 45° उत्तरी अक्षांश व 45° दक्षिणी अक्षांश रेखा को छूते हुए रखा गया है (जैसा कि चित्र संख्या 3.21 में दर्शाया गया है), तथा दूसरी कल्पना यह है कि प्रकाश स्त्रोत ग्लोब के भूमध्य रेखीय व्यास के विपरीत सिरे पर है। इन कल्पनाओं के अनुसार अक्षांश वृत्तों को बेलन पर प्रक्षेपित किया जाता है।

इस प्रक्षेप में एक तथ्य महत्वपूर्ण है, और वह यह है कि इस प्रक्षेप में बेलन 45° अक्षांश रेखाओं को छूते हुए लपेटा जाता है अत: वृत्त की परिधि अथवा भूमध्य रेखा की लम्बाई ज्ञात करने के लिए अर्द्धव्यास की लम्बाई वृत्त के केन्द्र से 45° अक्षांश पर बेलन की स्थिति तक नाप कर निकाली जाती है। इसे चित्र 3.21 के अनुसार समझा जा सकता है। चित्र में मापनी के अनुसार पृथ्वी का घटाया गया वृत्त बना दिया गया है। इस वृत्त में केन्द्र **प** से उत्तरी व दक्षिणी दोनों गोलार्द्धों में 45° अक्षांश की कोणात्मक स्थिति वृत्त की परिधि पर अंकित की गई है जो **क** व **ख** बिन्दु पर है। अब **क** व **ख** को स्पर्श करते हुए कागज के बेलन को रखा गया है। अर्द्धव्यास की लम्बाई को



चित्र संख्या 3.21 – गॉल प्रक्षेप के लिये कागज़ के बेलन की स्थिति

प से **फ** बिन्दु तक की दूरी को नाप कर ज्ञात किया जाता है। इसी अर्द्धव्यास के अनुसार भूमध्य रेखा की लम्बाई ज्ञात की जाती है। गॉल प्रक्षेप की रचना को निम्नलिखित उदाहरण द्वारा समझा जा सकता है।

उदाहरण – विश्व का मानचित्र बनाने के लिये प्रदर्शक भिन्न 1:200,000,000 पर गॉल प्रक्षेप की रचना कीजिये। प्रक्षेप पर अक्षांश व देशान्तर रेखाओं का अन्तराल 15° है।

प्रथम चरण : गणन कार्य

$$\text{पृथ्वी के लघुकृत गोले का अर्द्धव्यास} = \frac{\text{पृथ्वी का वास्तविक अर्द्धव्यास}}{\text{दिये गये मापक का हर}}$$

$$\text{पृथ्वी के लघुकृत गोले का अर्द्धव्यास} = \frac{640,000,000}{200,000,000}$$

$$\mathbf{r} = \mathbf{3.2 \text{ सेण्टीमीटर}}$$

द्वितीय चरण : आधार चित्र की रचना

1. चित्र संख्या 3.22 के अनुसार 3.2 सेण्टीमीटर अर्द्धव्यास लेकर कागज के दाहिने ओर एक वृत्त खींचिये। वृत्त में **अ ब** तथा **स द** रेखाएँ क्रमश: ध्रुवीय एवं भूमध्य रेखीय व्यास हैं। **प** बिन्दु वृत्त का केन्द्र है।

2. **प द** रेखा को आधार मानते हुए **प** केन्द्र से रेखा के दोनों तरफ 15° के अन्तराल पर कोण बनाइये। ये कोण दोनों ओर क्रमश: 15°, 30°, 45°, 60° एवं 75° के बनेंगे। 90° उत्तरी ध्रुव व 90° दक्षिणी ध्रुव पहले ही बन चुके हैं। अब इन कोणों की तरफ वृत्त के केन्द्र **प** से वृत्त की परिधि तक सीधी रेखाएँ खींचिये। ये कोण रेखाएँ वृत्त की परिधि को **प द** रेखा के ऊपर की ओर **क ख ग घ ङ** तथा **अ** बिन्दुओं पर एवं **प द** रेखा के नीचे की ओर **च छ ज झ ञ** तथा **ब** बिन्दुओं पर काटती हैं।

3. वृत्त की परिधि पर दोनों ओर बने हुए 45° कोण की रेखाओं के प्रतिच्छेदन बिन्दुओं अर्थात **ग** एवं **ज** से होकर गुजरने वाली **अ' ब'** सीधी रेखा खींचिये। यह रेखा **प द** रेखा को **फ** बिन्दु पर काटती है। **प** एवं **फ** बिन्दुओं के

बीच की दूरी ही 45° अक्षांश वृत्त का अर्द्धव्यास है। इस दूरी के आधार पर ही 45° अक्षांश वृत्त की परिधि अथवा उसकी लम्बाई ज्ञात की जायेगी। नापने पर यह दूरी 2.26 सेण्टीमीटर आ रही है। इसका अर्थ है 45° अक्षांश रेखा के वृत्त का अर्द्धव्यास (अर्थात r) 2.26 सेण्टीमीटर है। अत: अब 45° अक्षांश वृत्त की परिधि ज्ञात की जायेगी। यही लम्बाई प्रक्षेप पर सभी अक्षांश रेखाओं की लम्बाई होती है।

45° अक्षांश वृत्त की परिधि अथवा लम्बाई = $2 \pi R$

$$= 2 \times \frac{22}{7} \times 2.26 \quad \text{सेण्टीमीटर}$$

45° अक्षांश वृत्त की परिधि अथवा लम्बाई = 14.2 सेण्टीमीटर

तृतीय चरण : प्रक्षेप की रचना

आधार चित्र का उपयोग करते हुए प्रक्षेप की रचना निम्नानुसार की जायेगी –

1. चित्र संख्या 3.23 के अनुसार भूमध्य रेखा को बनाने के लिए **स प फ** रेखा के **फ** बिन्दु से इस रेखा को आगे बढ़ाइये तथा **फ** बिन्दु से इस रेखा पर 14.2 सेण्टीमीटर की दूरी **फ फ'** काटिये। प्रक्षेप पर **फ फ'** रेखा भूमध्य रेखा को प्रकट करेगी तथा अन्य सभी अक्षांश रेखाओं की लम्बाई इसी रेखा के बराबर होगी। **ग** तथा **ज** बिन्दुओं से **फ फ'** के बराबर समानान्तर रेखाएँ खींचिये। ये रेखाएँ प्रक्षेप में क्रमश: 45° उत्तर तथा 45° दक्षिण अक्षांश रेखाएँ होंगी।

2. अन्य अक्षांश रेखाएँ खींचने के लिए **स** बिन्दु से वृत्त की परिधि पर स्थित **क ख ग घ ङ** तथा **अ** साथ ही **च छ ज झ ञ** तथा **ब** बिन्दुओं को मिलाते हुए **अ' ब'** सीधी रेखा तक प्रकाश किरणें डालिये। ये प्रकाश किरणे **अ' ब'** सीधी रेखा को क्रमश: **क' ख' ग' घ' ङ' अ'** तथा **च' छ' ज' झ' ञ'** एवं **ब'** बिन्दुओं पर काटती हैं। इन बिन्दुओं से भूमध्य रेखा एवं 45° अक्षांश रेखाओं के समानान्तर उतनी ही लम्बाई की अन्य अक्षांश रेखाएँ खींचिये।

क' ख' ग' घ' ङ' एवं **अ'** बिन्दु से खींची गई रेखाएँ क्रमश: 15°, 30°, 45°, 60°, 75° तथा 90° उत्तरी अक्षांश एवं **च' छ' ज' झ' ञ'** एवं **ब'** बिन्दु से खींची गई रेखाएँ क्रमश: 15°, 30°, 45°, 60°, 75° तथा 90° दक्षिणी अक्षांश रेखाएँ होंगी।

3. देशान्तर रेखाएँ बनाने के लिए **फ फ'** रेखा की लम्बाई अर्थात भूमध्य रेखा की लम्बाई को 24 बराबर–बराबर भागों में विभक्त कीजिये। इस प्रक्षेप में यह लम्बाई 14.2 सेण्टीमीटर है। इस लम्बाई में यदि 24 का भाग दिया जाये तो भागफल 0.59 से.मी. आयेगा। अब 0.59 सेण्टीमीटर की दूरी लेकर **फ' फ'** रेखा को 24 भागों में विभाजित कीजिये तथा इन विभाजक बिन्दुओं पर **अ' ब'** के समानान्तर लम्ब डालिये। इन देशान्तर रेखाओं के मध्य की रेखा 0° ग्रीनविच रेखा होगी व इसके दोनों ओर 15° के अन्तर पर अन्य देशान्तर रेखाएँ क्रमश: पश्चिम व पूर्व की ओर होंगी।

4. अंत में प्रक्षेप पर भूमध्य रेखा, ग्रीनविच रेखा व अक्षांश व देशान्तर रेखाओं के मान, दिशाएँ व अन्य आवश्यक तथ्यों का अंकन कर प्रक्षेप की रचना को पूर्ण कीजिये।

पहचान

1. अक्षांश रेखाएँ सरल व समान लम्बाई की होती हैं। ध्रुवों की ओर जाने पर इनकी दूरी बढ़ती जाती है।

2. सभी अक्षांश रेखाओं की लम्बाई 45° अक्षांश रेखा के बराबर होती है।

3. देशान्तर रेखाएँ सरल व समानान्तर दूरी पर होती हैं।

4. अक्षांश व देशान्तर रेखाएँ एक दूसरे को समकोण पर काटती हैं।

गुण

1. 45° उत्तरी एवं दक्षिणी अक्षांश रेखाओं पर मापनी शुद्ध रहती है।

2. इस प्रक्षेप में दो मानक अक्षांश रेखाएँ होती हैं एक 45° उत्तरी अक्षांश व दूसरी 45° दक्षिणी अक्षांश, अत: इस प्रक्षेप में आकृति व क्षेत्रफल की विकृति अपेक्षाकृत कम आती है।

3. गॉल प्रक्षेप विश्व के सामान्य मानचित्रों के लिए उपयोगी है।

दोष

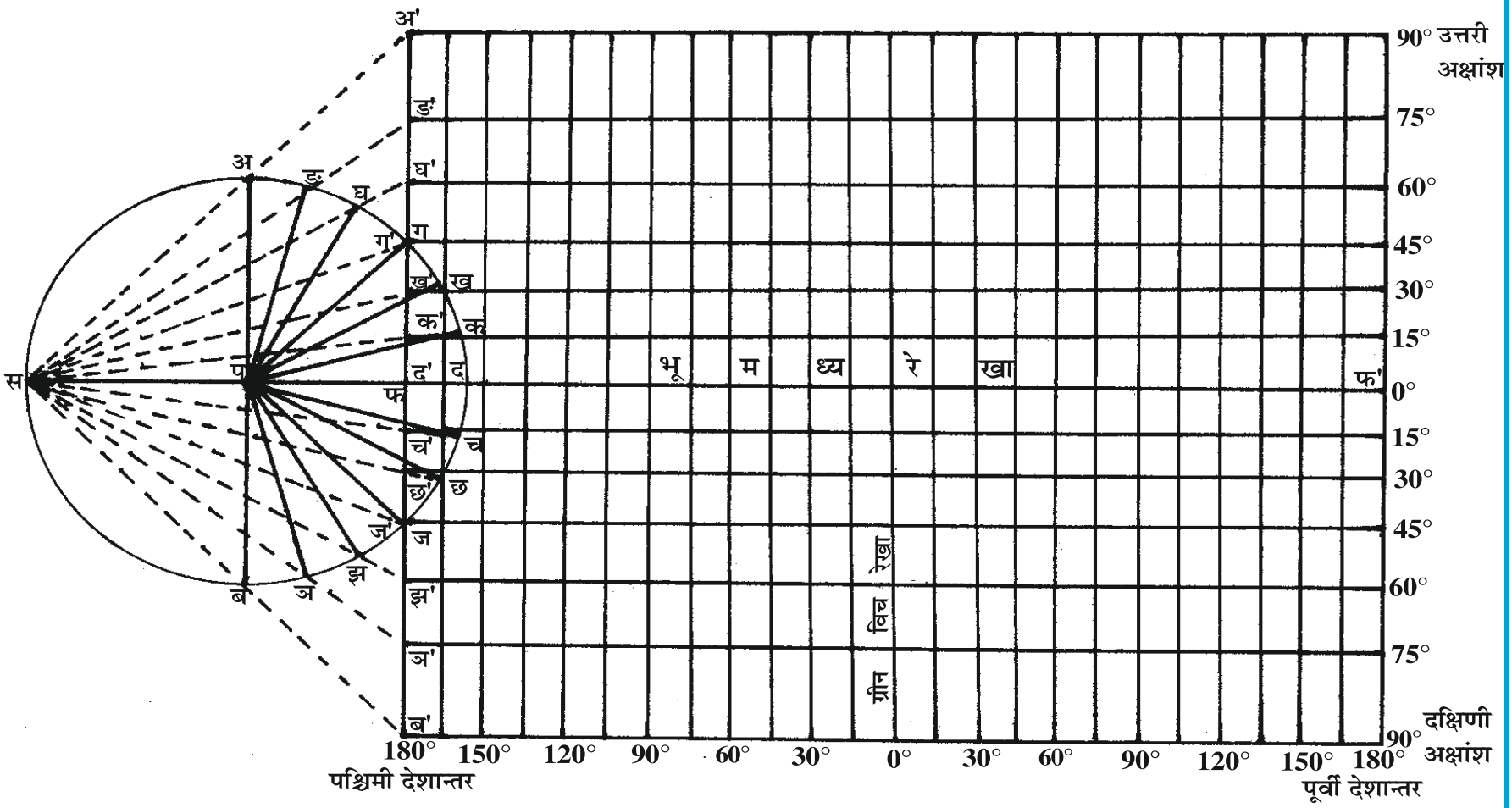
1. यह प्रक्षेप मध्य दशाओं वाला है। इस प्रक्षेप में क्षेत्रफल, आकृति व दिशा तीनों ही अशुद्ध होते हैं। किन्तु यह विकृति अपेक्षाकृत कम होती है।

उपयोग

1. विश्व के मानचित्रों की रचना के लिये इस प्रक्षेप का उपयोग किया जाता है।

गॉल प्रक्षेप
Gall's Projection

प्रदर्शक भिन्न 1 : 200,000,000 अन्तराल – 15°



चित्र संख्या 3.23 – गॉल प्रक्षेप की रचना

केन्द्रक ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप
(Gnomonic Polar Zenithal Projection)

यह एक संदर्श प्रक्षेप है। इस प्रक्षेप में अक्षांश व देशान्तर रेखाओं के जाल को दो कल्पनाओं के आधार पर प्रक्षेपित किया जाता है। प्रथम कल्पना यह है कि समतल कागज ग्लोब पर ध्रुव (जो कि एक बिन्दु के रूप में है) पर स्पर्श करते हुए रखा गया है। द्वितीय कल्पना यह है कि प्रकाश स्त्रोत ग्लोब का केन्द्र है अर्थात प्रकाश-किरणें ग्लोब के केन्द्र से आ रहीं हैं। इस प्रक्षेप की रचना बहुत सरल है। प्रक्षेप की रचना को निम्नलिखत उदाहरण से समझा जा सकता है –

उदाहरण – प्रदर्शक भिन्न 1 : 300,000,000 पर उत्तरी गोलार्द्ध के लिये केन्द्रक ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप की रचना कीजिये। प्रक्षेप के लिये अक्षांश व देशान्तर रेखाओं का अन्तराल 15° का रखिये।

प्रथम चरण : गणन कार्य

पृथ्वी के घटाये गये वृत्त का अर्द्धव्यास $= \frac{640,000,000}{300,000,000}$

$r = 2.13$

द्वितीय चरण : प्रक्षेप हेतु आधार चित्र की रचना

चित्र संख्या 3.24 के अनुसार आधार चित्र की रचना कीजिये।

1. सर्वप्रथम कागज पर बांयी ओर के कोने में एक लम्बवत रेखा खींचिये। पृथ्वी के घटाये गये वृत्त के अर्द्धव्यास की दूरी 2.13 सेण्टीमीटर लेकर इस लम्बवत रेखा पर **प** को केन्द्र मानकर एक अर्द्धवृत्त खींचिये। अर्द्धवृत्त लम्बवत रेखा को अ ब बिन्दुओं पर काटता है। **अ** उत्तरी ध्रुव एवं **ब** दक्षिणी ध्रुव हैं। **अ** एवं **ब** की दूरी पृथ्वी का ध्रुवीय व्यास है। **प** बिन्दु पृथ्वी का केन्द्र हैं। **प** द रेखा 0° अक्षांश रेखा है एवं वृत्त का अर्द्धव्यास प्रदर्शित करती है।

2. प्रक्षेप में अन्तराल 15° का रखा गया है अत: **प द** रेखा को आधार मानते हुए **प** केन्द्र से रेखा के ऊपर की ओर 15° के अन्तर से कोण डालिये। ये कोण वृत्त के **प** केन्द्र से क्रमश: **क ख ग घ ङ** एवं **अ** बिन्दुओं तक सरल रेखाओं के रूप में खींचे गये हैं। ये बिन्दु वृत्त पर क्रमश: 15°, 30°, 45°, 60°, 75° तथा 90° उत्तरी अक्षांशीय वृत्त हैं। **द** बिन्दु 0° अक्षांश वृत्त है।

3. प्रक्षेप बनाने के लिये यह कल्पना की गई है कि समतल कागज उत्तरी ध्रुव को स्पर्श करते हुए उत्तरी ध्रुव के ऊपर रखा गया है अत: इसे स्पष्ट करने के लिए **अ** केन्द्र अर्थात उत्तरी ध्रुव पर **प द** रेखा के समानान्तर **अ आ** रेखा खींचिये।

4. प्रक्षेप बनाने के लिए यह कल्पना भी की गई है कि प्रकाश ग्लोब के केन्द्र से आ रहा है। अत: प्रकाश किरणें समस्त कोणों के लिए खींची गई सरल रेखाओं के अनुरूप ही होंगी। ये प्रकाश किरणें अक्षांश वृत्तों की छायाओं को समतल कागज पर क्रमश: **क' ख' ग' घ' ङ'** एवं **अ'** बिन्दु पर प्रक्षेपित करेंगी। **द** बिन्दु अर्थात 0° अक्षांश प्रक्षेपित नहीं होगा क्योंकि **प द** रेखा पर केन्द्र से आने वाली प्रकाश किरणें कागज के समानान्तर हैं।

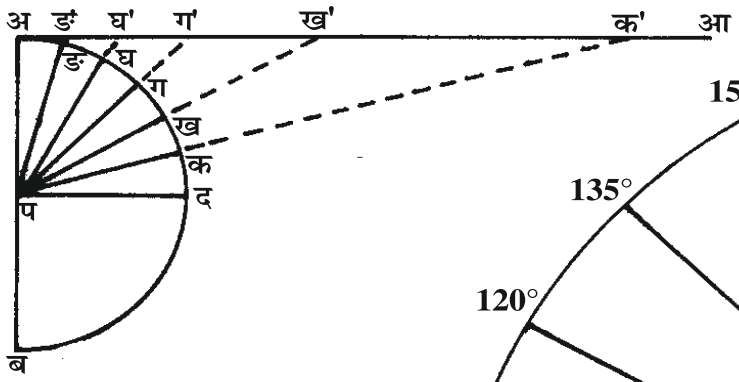
तृतीय चरण : प्रक्षेप की रचना

आधार चित्र का उपयोग करते हुए प्रक्षेप की रचना निम्नानुसार की जायेगी –

1. सर्वप्रथम कागज पर एक लम्बवत रेखा खींचिये। रेखा के मध्य में **अ** केन्द्र निश्चित कीजिये। यह **अ** केन्द्र प्रक्षेप पर उत्तरी ध्रुव है। अब चित्र संख्या 3.24 के **अ** केन्द्र से **अ क', अ ख', अ ग', अ घ'** एवं **अ ङ'** अर्द्धव्यास की दूरी लेकर चित्र संख्या 3.25 के अनुसार **अ** केन्द्र से पूर्ण वृत्त खींचिये। ये वृत्त प्रक्षेप पर क्रमश: 15°, 30°, 45°, 60° एवं 75° अक्षांश वृत्त हैं। **अ** केन्द्र 90° उत्तरी ध्रुव है।

2. देशान्तर रेखाएँ खींचने के लिए पूर्व में खींची गई लम्बवत रेखा को आधार मानिये। **अ** केन्द्र के ऊपर की रेखा 180° देशान्तर रेखा है। **अ** केन्द्र के नीचे वाली खड़ी रेखा 0° ग्रीनविच रेखा है। अब **अ** को केन्द्र मानते हुए 0° ग्रीनविच रेखा के दोनों ओर अर्थात पूर्व व पश्चिम की ओर 15°-15° के अन्तर से 180° देशान्तर तक कोण डालिये। अब इन कोणों को आधार मानते हुए **अ** केन्द्र से अंतिम वृत्त तक सरल रेखाएँ खींचिये। ये रेखाएँ प्रक्षेप पर देशान्तर रेखाएँ होंगी।

3. अंत में प्रक्षेप पर अक्षांश एवं देशान्तर रेखाओं के मान अंकित कीजिये। अन्य महत्वपूर्ण तथ्य जैसे – भूमध्य रेखा, ग्रीनविच रेखा, उत्तरी ध्रुव, देशान्तर रेखाओं की दिशाएँ आदि भी अंकित कीजिये।



चित्र संख्या 3.24 – केन्द्रक ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप की रचना हेतु आधार चित्र

केन्द्रक ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप

(Gnomonic Polar Zenithal Projection)

प्रदर्शक भिन्न 1 : 300,000,000 **अन्तराल – 15°**

चित्र संख्या 3.25 – उत्तरी गोलार्द्ध के लिये केन्द्रक ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप की रचना

पहचान

1. अक्षांश रेखाएँ ध्रुव को केन्द्र मानकर खींचे गये वृत्त हैं।

2. ध्रुव से बाहर की ओर अक्षांश रेखाओं के बीच की दूरी बढ़ती जाती है।

3. इस प्रक्षेप में 0° अक्षांश अथवा भू-मध्य रेखा को कभी भी प्रदर्शित नहीं किया जा सकता है।

4. देशान्तर रेखाएँ ध्रुव से चारों ओर समान कोणीय अन्तराल से खींची गई सरल रेखाएँ होती हैं। सभी देशान्तर रेखाएँ ध्रुव पर मिल जाती हैं। ध्रुव से बाहर की ओर इनकी दूरी बढ़ती जाती है।

5. अक्षांश रेखाएँ व देशान्तर रेखाएँ एक दूसरे को समकोण पर काटती हैं।

गुण

1. ध्रुव से 30° अक्षांश तक आकृति शुद्ध रहती है।

2. ध्रुव से चारों ओर को दिशा शुद्ध रहती है।

3. इस प्रक्षेप पर बने मानचित्र में कोई भी खींची हुई सरल रेखा किसी वृहत् वृत्त का एक भाग होती हैं।

दोष

1. इस प्रक्षेप में 0° अक्षांश अर्थात भूमध्य रेखा को प्रदर्शित नहीं किया जा सकता।

2. इस प्रक्षेप में एक ही गोलार्द्ध के सम्पूर्ण भाग को प्रदर्शित नहीं किया जा सकता।

3. जैसे-जैसे ध्रुव से बाहर की ओर जाते हैं मापनी में लगातार वृद्धि होती जाती है व क्षेत्रफल अशुद्ध होता जाता है।

उपयोग

1. इस प्रक्षेप पर सामान्यत: आर्कटिक क्षेत्रों के नौ संचालन मानचित्र बनाये जाते रहे हैं।

त्रिविम ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप
(Stereographic Polar Zenithal Projection)

यह भी एक संदर्श प्रक्षेप है। इसमें दो कल्पना की गई हैं। एक कल्पना यह है कि समतल कागज अथवा प्रक्षेपण तल ध्रुव पर रखा गया है। दूसरी कल्पना यह है कि प्रकाश स्त्रोत अर्थात प्रकाश की किरणें दूसरे ध्रुव से आ रही हैं। इन दो कल्पनाओं के आधार पर इस प्रक्षेप की रचना की जाती है एवं अक्षांश वृत्तों एवं देशान्तर रेखाओं का जाल बनाया जाता है। इस प्रक्षेप की रचना भी बहुत सरल है।

उदाहरण – प्रदर्शक भिन्न 1 : 200,000,000 के अनुसार उत्तरी गोलार्द्ध के लिये एक त्रिविम ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप की रचना कीजिये। अक्षांश व देशान्तर रेखाओं का अन्तराल 15° है।

प्रथम चरण : गणन कार्य

पृथ्वी के घटाये गये वृत्त का अर्द्धव्यास $= \frac{640,000,000}{200,000,000}$

r = 3.2 सेण्टीमीटर

द्वितीय चरण : प्रक्षेप बनाने हेतु आधार चित्र की रचना

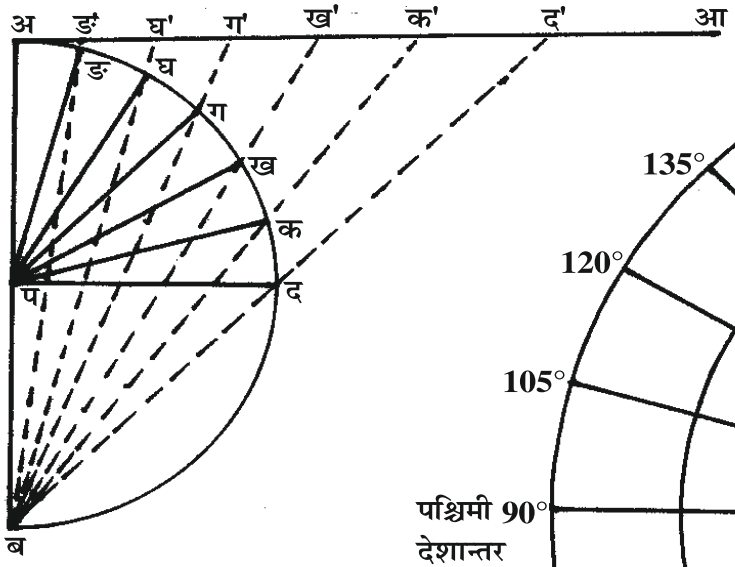
चित्र संख्या 3.26 के अनुसार आधार चित्र की रचना कीजिये।

1. सर्वप्रथम कागज पर बांयी ओर के कोने में एक लम्बवत रेखा खींचिये। पृथ्वी के घटाये गये वृत्त के अर्द्धव्यास की दूरी 3.2 सेण्टीमीटर लेकर इस लम्बवत रेखा पर **प** को केन्द्र मानकर एक अर्द्धवृत्त खींचिये। अर्द्धवृत्त लम्बवत रेखा को **अ** एवं **ब** पर काटेगा। **अ** एवं **ब** की दूरी पृथ्वी का ध्रुवीय व्यास है। **अ** एवं **ब** क्रमश: उत्तरी व दक्षिणी ध्रुव हैं। **प** पृथ्वी का केन्द्र हैं। **प द** रेखा 0° अक्षांश रेखा है एवं वृत्त का अर्द्धव्यास प्रदर्शित करती है।

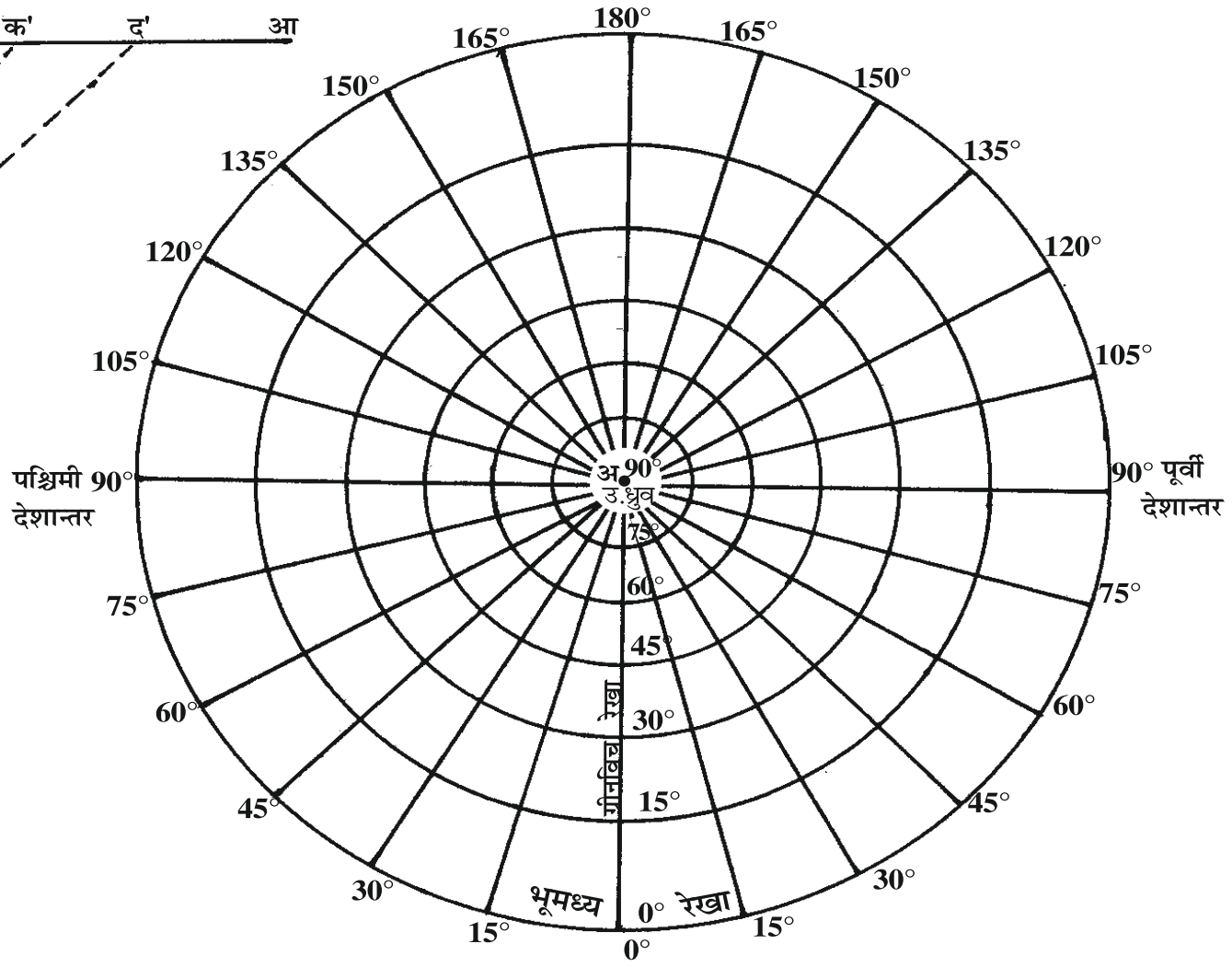
2. प्रक्षेप में अन्तराल 15° का रखा गया है अत: **प द** रेखा को आधार मानते हुए **प** केन्द्र से रेखा के ऊपर की ओर अर्थात उत्तरी गोलार्द्ध में 15° के

त्रिविम ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप
Stereographic Polar Zenithal Projection

प्रदर्शक भिन्न 1 : 200,000,000 अन्तराल – 15°



चित्र संख्या 3.26 –
त्रिविम ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप
की रचना हेतु आधार चित्र



चित्र संख्या 3.27 – उत्तरी गोलार्द्ध के लिये त्रिविम ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप की रचना

अन्तर से कोण डालिये। ये कोण वृत्त के **प** केन्द्र से क्रमशः **क ख ग घ ङ** एवं **अ** बिन्दुओं तक एक सरल रेखा के रूप में खींचे गये हैं। ये कोण अथवा बिन्दु वृत्त पर क्रमशः 15°, 30°, 45°, 60°, 75° तथा 90° उत्तरी अक्षांशीय वृत्त हैं। **द** 0° अक्षांश है।

3. इस प्रक्षेप में यह कल्पना की गई है कि कागज ध्रुव को स्पर्श करते हुए उत्तरी ध्रुव के ऊपर रखा गया है अतः इसे स्पष्ट करने के लिए **अ** अर्थात उत्तरी ध्रुव पर **प द** रेखा के समानान्तर **अ आ** रेखा खींचिये।

4. प्रक्षेप बनाने के लिए यह कल्पना की गई है कि प्रकाश ग्लोब के विपरीत केन्द्र से अर्थात दक्षिणी ध्रुव से आ रहा है। अतः **ब** केन्द्र से प्रकाश किरणें डाली जायेंगी। (ये प्रकाश किरणें विभिन्न अक्षांश वृत्तों को कागज पर **अ आ** रेखा पर प्रक्षेपित करेंगी) अतः **ब** केन्द्र से **द क ख ग घ ङ** एवं **अ** को मिलाते हुए प्रकाश किरणें खींचिये। ये किरणें आगे जाकर कागज पर क्रमशः **द' क' ख' ग' घ' ङ'** एवं **अ'** को स्पर्श करेंगी। ये बिन्दु क्रमशः 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 75° एवं 90° उत्तरी अक्षांश वृत्तों के अर्द्धव्यास हैं।

तृतीय चरण : प्रक्षेप की रचना

आधार चित्र का उपयोग करते हुए निम्नानुसार प्रक्षेप की रचना की जायेगी –

1. सर्वप्रथम कागज पर एक लम्बवत रेखा खींचिये। रेखा के मध्य में **अ** केन्द्र निश्चित कीजिये। यह **अ** केन्द्र प्रक्षेप पर उत्तरी ध्रुव है। अब चित्र संख्या 3.26 के **अ** केन्द्र से **अ द', अ क', अ ख', अ ग', अ घ'** एवं **अ ङ'** अर्द्धव्यास की दूरी लेकर चित्र संख्या 2.21 के **अ** केन्द्र से पूर्ण वृत्त खींचिये। ये वृत्त प्रक्षेप पर क्रमशः 0°, 15°, 30°, 45°, 60° एवं 75° उत्तरी अक्षांश वृत्त हैं। **अ** केन्द्र 90° उत्तरी अक्षांश उत्तरी ध्रुव है।

2. देशान्तर रेखाएँ खींचने के लिए पूर्व में खींची गई लम्बवत रेखा को आधार मानिये। **अ** केन्द्र के ऊपर की रेखा 180° देशान्तर रेखा है। **अ** केन्द्र के नीचे वाली लम्बवत रेखा 0° ग्रीनविच रेखा है। अब **अ** को केन्द्र मानते हुए 0° ग्रीनविच रेखा के दोनों ओर अर्थात पूर्व एवं पश्चिम की ओर 15°-15° के अन्तर से 180° तक कोण डालिये। इन कोणों के आधार पर **अ** केन्द्र से अंतिम वृत्त तक सरल रेखाएँ खींचिये। ये सरल रेखाएँ प्रक्षेप पर देशान्तर रेखाएँ हैं।

3. अंत में प्रक्षेप पर अक्षांश व देशान्तर रेखाओं के मान व अन्य आवश्यक सूचनाएँ चित्र संख्या 3.27 के अनुसार अंकित कीजिये।

पहचान

1. इस प्रक्षेप में अक्षांश रेखाएँ ध्रुव को केन्द्र मानकर खींचे गये संकेन्द्र वृत्त होती है।

2. ध्रुव से बाहर की ओर अक्षांश रेखाओं के बीच की दूरी बढ़ती जाती है।

3. देशान्तर रेखाएँ ध्रुव से चारों ओर समान कोणीय अन्तराल से खींची गई सरल रेखाएँ होती हैं। सभी देशान्तर रेखाएँ ध्रुव पर मिल जाती हैं। ध्रुव से बाहर की ओर इनकी दूरी बढ़ती जाती है।

4. अक्षांश रेखाएँ व देशान्तर रेखाएँ एक दूसरे को समकोण पर काटती हैं।

5. इस प्रक्षेप में भूमध्य रेखा की ध्रुव से दूरी लघुकृत पृथ्वी के वृत्त के व्यास के बराबर होती है।

गुण

1. इस प्रक्षेप पर उत्तरी अथवा दक्षिणी किसी एक गोलार्द्ध को पूर्णतः प्रदर्शित किया जा सकता है।

2. ध्रुव से भूमध्य रेखा की ओर अक्षांश रेखाओं की लम्बाइयों में जिस तेजी से वृद्धि होती है, उसी अनुपात में भूमध्य रेखा की ओर देशान्तर रेखाओं की दूरियाँ बढ़ती हैं। फलस्वरूप यह एक यथाकृतिक प्रक्षेप बन गया है।

3. प्रक्षेप केन्द्र से सभी ओर दिशा शुद्ध रहती है।

दोष

1. इस प्रक्षेप में क्षेत्रफल शुद्ध नहीं होता है।

उपयोग

1. समस्त पृथ्वी को दो गोलार्द्धों में प्रदर्शित करने के लिये इस प्रक्षेप का उपयोग होता है।

2. अलग–अलग महाद्वीपों के मानचित्रों की रचना के लिये सामान्यतः इसका उपयोग किया जाता है।

लम्बकोणीय ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप
(Orthographic Polar Zenithal Projection)

लम्बकोणीय ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप भी दो कल्पनाओं पर आधारित है। एक कल्पना यह है कि समतल कागज ध्रुव पर रखा गया है। दूसरी कल्पना यह है कि प्रकाश स्त्रोत अनन्त (infinite) दूरी पर स्थित है। प्रकाश स्त्रोत के अनन्त दूरी पर स्थित होने के कारण ग्लोब पर प्रकाश किरणें लम्बवत (vertical) आ रही हैं। इस प्रक्षेप की रचना को निम्नलिखित उदाहरण द्वारा समझा जा सकता है।

उदाहरण – प्रदर्शक भिन्न 1 : 100,000,000 पर उत्तरी गोलार्द्ध के लिये एक लम्बकोणीय ध्रुवीय शिरोबिन्दु प्रक्षेप की रचना कीजिये। प्रक्षेप पर अक्षांश व देशान्तर रेखाओं का अन्तराल 15° है।

प्रथम चरण : गणन कार्य

पृथ्वी के घटाये गये वृत्त का अर्द्धव्यास $= \frac{640,000,000}{100,000,000}$

r = 6.4 सेण्टीमीटर

द्वितीय चरण : प्रक्षेप बनाने हेतु आधार चित्र की रचना

चित्र संख्या 3.28 के अनुसार आधार चित्र की रचना कीजिये।

1. सर्वप्रथम कागज पर बांयी ओर कोने में एक लम्बवत रेखा खींचिये। पृथ्वी के घटाये गये वृत्त के अर्द्धव्यास की दूरी 6.4 सेण्टीमीटर लेकर इस लम्बवत रेखा पर **प** को केन्द्र मानकर एक अर्द्धवृत्त खींचिये। अर्द्धवृत्त लम्बवत रेखा को **अ** एवं **ब** पर काटेगा। **अ** उत्तरी ध्रुव एवं **ब** दक्षिणी ध्रुव हैं। **अ** एवं **ब** बिन्दुओं की दूरी पृथ्वी का ध्रुवीय व्यास है। **प** पृथ्वी का केन्द्र हैं। **प द** रेखा 0° अक्षांश रेखा है एवं वृत्त का अर्द्धव्यास प्रदर्शित करती है।

2. प्रक्षेप में अन्तराल 15° का रखा गया है अत: **प द** रेखा को आधार मानते हुए **प** केन्द्र से **प द** रेखा के ऊपर की ओर अर्थात उत्तरी गोलार्द्ध में 15° के अन्तर से कोण बनाइये। इन कोणों को वृत्त के **प** केन्द्र से क्रमश: **क ख ग घ ङ** एवं **अ** तक सरल रेखाओं के रूप में खींचीये। ये कोण अथवा बिन्दु वृत्त पर क्रमश: 15°, 30°, 45°, 60°, 75° तथा 90° उत्तरी अक्षांशीय वृत्त हैं। **प** 0° अक्षांश है।

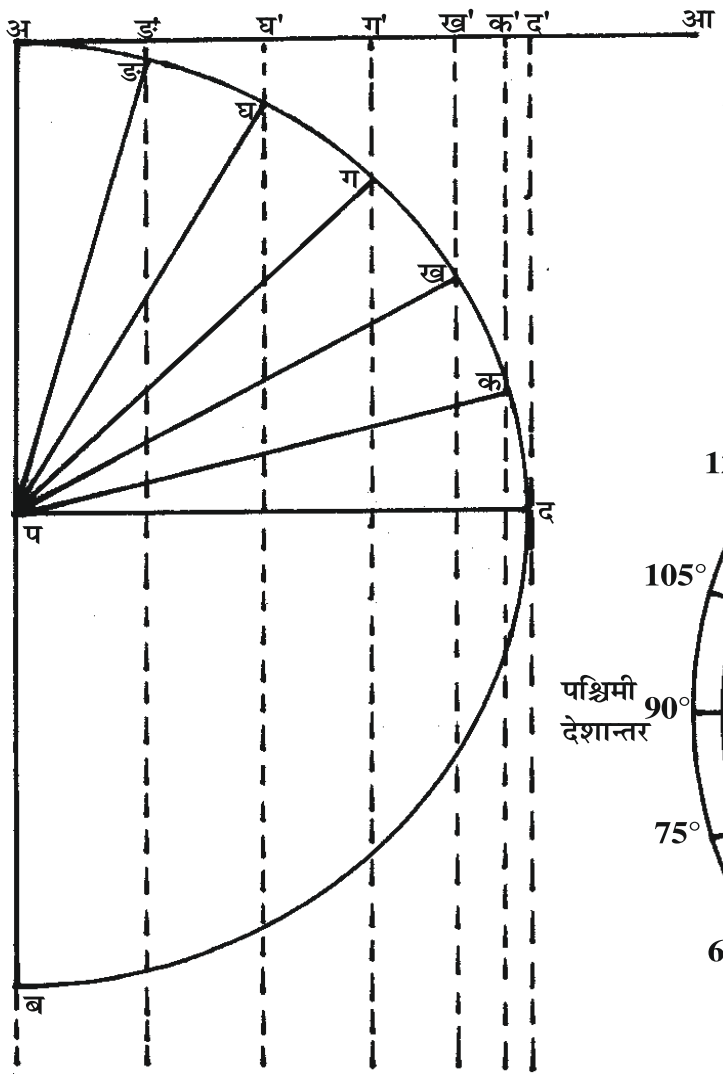
3. प्रक्षेप बनाने के लिये यह कल्पना की गई है कि समतल कागज ध्रुव को स्पर्श करते हुए उत्तरी ध्रुव के ऊपर रखा गया है इसे स्पष्ट करने के लिए **अ** अर्थात उत्तरी ध्रुव पर **प द** रेखा के समानान्तर **अ आ** रेखा खींचिये।

4. प्रक्षेप बनाने के लिए यह कल्पना भी की गई है कि प्रकाश ग्लोब पर विपरीत दिशा से अर्थात दक्षिणी गोलार्द्ध की ओर से अनन्त से आ रहा है। अनन्त से आने के कारण प्रकाश किरणें **अ ब** रेखा के समानान्तर सरल रेखाओं के रूप में आ रही हैं। (ये प्रकाश किरणें विभिन्न अक्षांश वृत्तों को कागज पर अर्थात **अ आ** रेखा पर प्रक्षेपित करेंगी।) अब दक्षिणी गोलार्द्ध की ओर से **अ ब** रेखा के समानान्तर (लम्ब के रूप में) **द क ख ग घ ङ** एवं **अ** की ओर प्रकाश किरणें खींचिये। ये किरणें आगे जाकर कागज़ पर **द' क' ख' ग' घ' ङ'** एवं **अ'** को स्पर्श करेंगी। ये बिन्दु क्रमश: 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 75° एवं 90° उत्तरी अक्षांश वृत्तों के अर्द्धव्यास हैं।

तृतीय चरण : प्रक्षेप की रचना

आधार चित्र का उपयोग करते हुए निम्नानुसार प्रक्षेप की रचना की जायेगी –

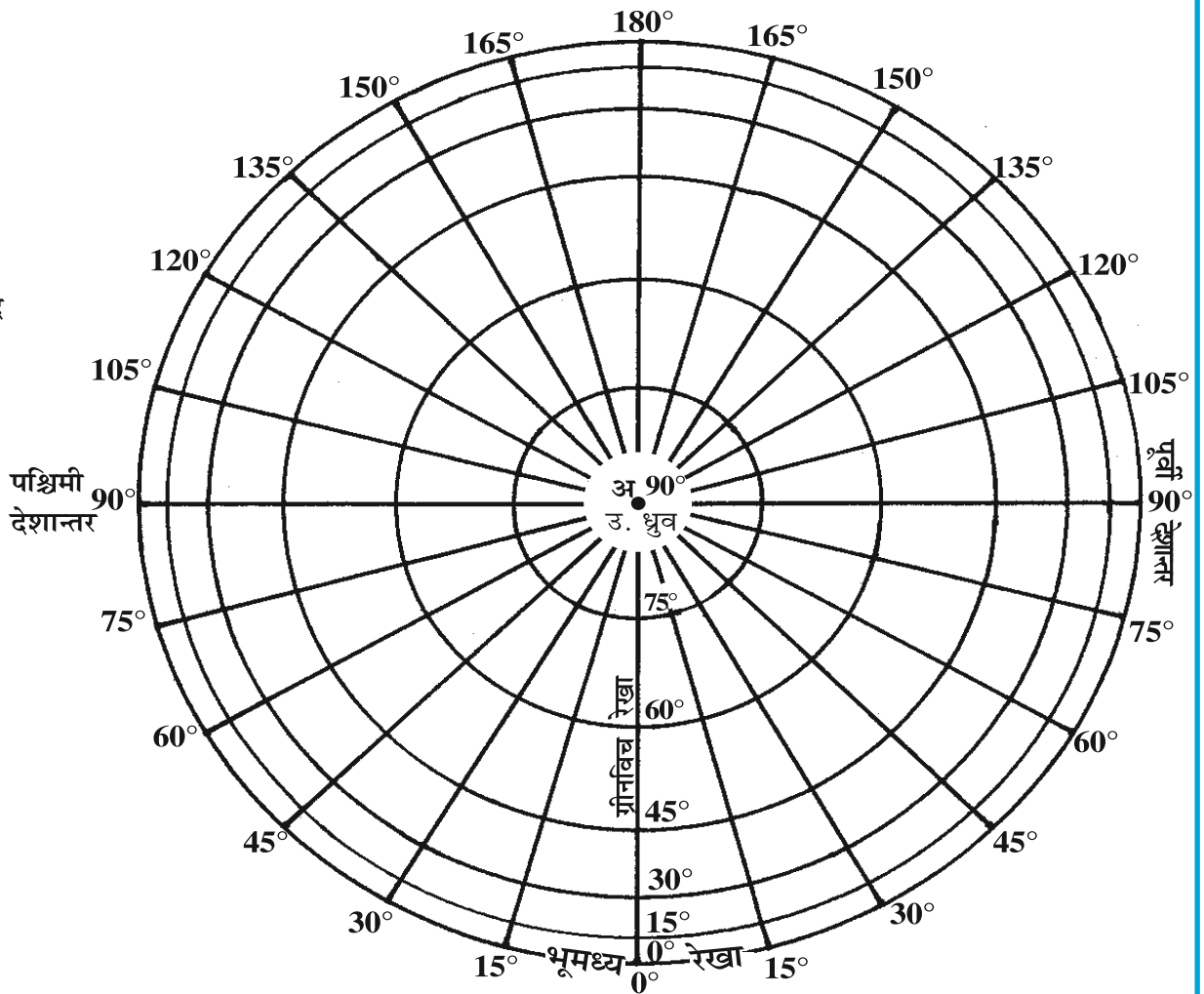
1. सर्वप्रथम कागज पर एक लम्बवत रेखा खींचिये। रेखा के मध्य में **अ** केन्द्र निश्चित कीजिये। अब चित्र संख्या 3.28 के **अ** केन्द्र से **अ द', अ क', अ ख', अ ग', अ घ'** एवं **अ ङ'** अर्द्धव्यास की दूरी लेकर चित्र संख्या 3.29 के



चित्र संख्या 3.28 –
लम्बकोणीय ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप की रचना हेतु आधार चित्र

लम्बकोणीय ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप
Orthographic Polar Zenithal Projection

प्रदर्शक भिन्न 1 : 100,000,000 अन्तराल – 15°



चित्र संख्या 3.29 – उत्तरी गोलार्द्ध के लिये लम्बकोणीय ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप की रचना

अ केन्द्र से पूर्ण वृत्त खींचिये। ये वृत्त प्रक्षेप पर क्रमशः 0°, 15°, 30°, 45°, 60° एवं 75° उत्तरी अक्षांश वृत्त हैं। **अ** केन्द्र 90° उत्तरी अक्षांश अर्थात उत्तरी ध्रुव है।

2. देशान्तर रेखाएँ खींचने के लिए पूर्व में खींची गई लम्बवत रेखा को आधार मानिये। **अ** केन्द्र के ऊपर की लम्बवत रेखा 180° देशान्तर रेखा है एवं **अ** केन्द्र के नीचे वाली लम्बवत रेखा 0° ग्रीनविच रेखा है। अब **अ** को केन्द्र मानते हुए 0° ग्रीनविच रेखा के दोनों ओर अर्थात पूर्व एवं पश्चिम की ओर 15°-15° के अन्तर से 180° तक कोण डालिये। इन कोणों के आधार पर **अ** केन्द्र से अंतिम वृत्त तक सरल रेखाएँ खींचिये। ये सरल रेखाएँ प्रक्षेप पर देशान्तर रेखाएँ हैं।

3. अंत में प्रक्षेप पर अक्षांश व देशान्तर रेखाओं के मान व अन्य आवश्यक सूचनाएँ चित्र संख्या 3.29 के अनुसार अंकित कीजिये।

पहचान

1. इस प्रक्षेप में अक्षांश रेखाएँ ध्रुव को केन्द्र मानकर खींचे गये संकेन्द्र वृत्त होते हैं।
2. ध्रुव से बाहर की ओर अक्षांश रेखाओं के मध्य की दूरी कम होती जाती है।
3. इस प्रक्षेप से एक ही गोलार्द्ध उत्तरी अथवा दक्षिणी को प्रदर्शित किया जा सकता है।
4. अक्षांश रेखाएँ व देशान्तर रेखाएँ एक दूसरे को समकोण पर काटती हैं।

गुण

1. इस प्रक्षेप में ध्रुव अथवा केन्द्र से बाहर की दिशा शुद्ध रहती है।
2. अक्षांश रेखाओं पर मापक शुद्ध होता है।

दोष

1. यह प्रक्षेप न तो शुद्ध आकार प्रक्षेप है न ही शुद्ध क्षेत्रफल प्रक्षेप।

उपयोग

1. खगोलीय मानचित्रों (Astronomical Maps) के लिये यह प्रक्षेप बहुत उपयोगी माना जाता है।
2. **आकाशीय गोले एवं आकाशीय पिण्डों (celestial bodies) की स्थिति को समझने के लिए नक्षत्र शास्त्री इन प्रक्षेप का विशेष उपयोग करते हैं।**

❑❑❑

अभ्यास

प्रक्षेप को परिभाषित कीजिये।

संदर्श प्रक्षेप किसे कहते हैं?

प्रक्षेप बनाने में किस प्रकार की तीन विकृतियाँ हो सकती हैं?

अभ्यास

प्रक्षेप बनाने के लिए कौन से तीन आवश्यक तथ्यों का ज्ञान होना चाहिये?

गुण के आधार पर प्रक्षेप कितने प्रकार के होते हैं?

पृथ्वी के घटाये गये वृत्त का अर्धव्यास ज्ञात करने का सूत्र लिखिये।

अभ्यास

एक प्रधान अक्षांशीय शंक्वाकार प्रक्षेप में कौन का अक्षांश प्रधान होता है व क्यों?

.....

.....

.....

.....

.....

बेलनाकार समक्षेत्रफल प्रक्षेपमें भूमध्य रेखा की लम्बाई ज्ञात करने का सूत्र लिखिये।

.....

.....

.....

.....

.....

बेलनाकार समक्षेत्रफल प्रक्षेप की पहचान बताइये।

.....

.....

.....

.....

.....

अभ्यास

बेलनाकार समक्षेत्रफल प्रक्षेप के गुण व दोष बताइये।

गॉल प्रक्षेप में अक्षांश रेखाओं की लम्बाई किस अक्षांश रेखा की लम्बाई के बराबर होती है व क्यों? चित्र सहित समझाइये।

बेलनाकार समक्षेत्रफल व गॉल प्रक्षेप के एक प्रमुख अन्तर का बताइये।

अभ्यास

केन्द्रक ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप में भू-मध्य रेखा क्यों नहीं दर्शाई जा सकती?

त्रिविम ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप के गुण व दोष बताइये।

लम्बकोणीय ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप किन मानचित्रों के लिये उपयोगी है?

अभ्यास

प्रदर्शक भिन्न 1:640,000,000 पर विश्व के लिये बेलनाकार समक्षेत्रफल प्रक्षेप की रचना कीजिये। प्रक्षेप पर अक्षांश व देशान्तर रेखाओं के जाल का अन्तराल 15^0 रखिये।

अभ्यास

प्रदर्शक भिन्न 1:125,000,000 पर एक प्रधान अक्षांशीय प्रक्षेप की रचना कीजिये। प्रक्षेप पर प्रधान अक्षांश 45^0 उत्तरी अक्षांश है व प्रक्षेप का विस्तार 75^0 पूर्वी देशान्तर से 75^0 पश्चिमी देशान्तर व 0^0 उत्तरी अक्षांश से 90^0 उत्तरी अक्षांश तक है। अक्षांश व देशान्तर रेखाओं का अन्तराल 15^0 रखिये।

अभ्यास

प्रदर्शक भिन्न 1:200,000,000 पर उत्तरी गोलार्द्ध के लिये त्रिविम ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप की रचना कीजिये। प्रक्षेप पर अक्षांश व देशान्तर रेखाओं का अन्तराल 15^0 रखिये। (अथवा आपको पढ़ाने वाले व्याख्याता द्वारा निर्धारित की गई प्रदर्शक भिन्न एवं अन्तराल पर प्रक्षेप की रचना कीजिये)।

अभ्यास

प्रदर्शक भिन्न 1:200,000,000 पर दक्षिणी गोलार्द्ध के लिये लम्बकोणीय ध्रुवीय खमध्य प्रक्षेप की रचना कीजिये। प्रक्षेप पर अक्षांश व देशान्तर रेखाओं का अन्तराल 15^0 रखिये। (अथवा आपको पढ़ाने वाले व्याख्याता द्वारा निर्धारित की गई प्रदर्शक भिन्न एवं अन्तराल पर प्रक्षेप की रचना कीजिये)।

अध्याय - 4

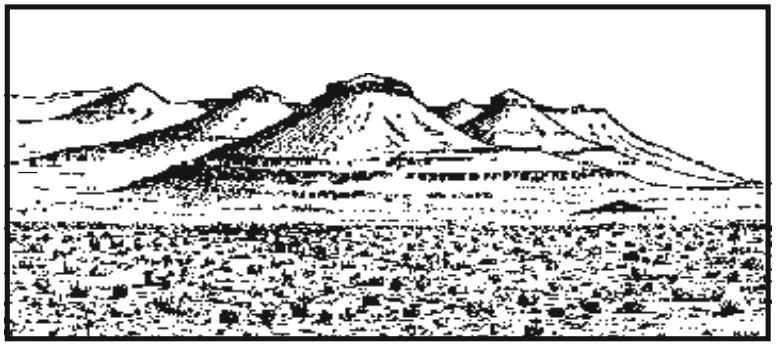
उच्चावच प्रदर्शन की विधियाँ
Methods of Representation of Relief

धरातल पर अनेकानेक स्थलाकृत्तियाँ पाई जाती हैं। धरातल पर सर्वत्र ढाल एक सा नहीं है । कहीं पर हिमालय जैसे ऊँचे-ऊँचे पर्वतों पर तीव्र ढाल तो कहीं गंगा-सतलज जैसे समतल मैदान हैं, कहीं गहरी घाटियों के खड़े एवं तीव्र ढाल तो कहीं ऊबड़-खाबड़ धरातल के असमान ढाल भूपटल की विशेषताऐं हैं । इन्हें मानचित्र पर प्रदर्शित करने की कई विधियाँ हैं । इनमें से कुछ विधियाँ गुणात्मक तथा कुछ अन्य विधियाँ मात्रात्मक हैं। इनकी अलग-अलग विशेषताएँ हैं।

उच्चावच प्रदर्शन हेतु प्रारम्भ में तकनीकी एवं गणितीय सुविधाओं के अभाव में **गुणात्मक विधियों** का उपयोग किया जाता था । मानचित्रण कला, तकनीकी ज्ञान एवं गणितीय सुविधाओं के विकास के साथ-साथ **मात्रात्मक विधियों** का विकास हुआ है । उच्चावच प्रदर्शन की विभिन्न विधियों का निम्नानुसार विकास के क्रम में वर्णन किया गया है ।

1. दृश्य विधि (Perspective Method)

यह एक कलात्मक विधि है। प्रारम्भ में स्थलाकृतियों एवं उच्चावच को प्रदर्शित करने के लिये ड्रॉइंग कौशल का उपयोग किया जाता है। कुशलता के अनुरूप ही ऐसा चित्र प्रभावी होता है। इस विधि में दृश्य प्रभाव का गुण होता है किन्तु किसी उच्चावच की वास्तविक ऊँचाई इस विधि से ज्ञात नहीं होती है। इस विधि को चित्र संख्या 4.1 में दर्शाया गया है ।



चित्र 4.1 - दृश्य विधि

2. रेखाच्छादन विधि
(Hachure Method)

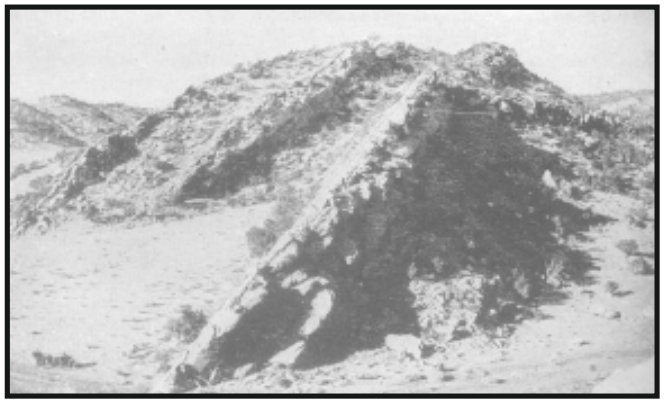
गुणात्मक विधियों में हैश्यूर विधि सरल और प्राथमिक विधि है। इस विधि में छोटी-छोटी रेखाओं के माध्यम से उच्चावच का प्रदर्शन किया जाता है । तीव्र ढाल के प्रदर्शन के लिये हैश्यूर रेखाऐं गहरी, मोटी एवं पास-पास खींची जाती हैं तथा धीमा ढाल प्रदर्शित

चित्र 4.2 - हैश्यूर विधि

करने के लिये इन्हें हल्का, पतला तथा दूर-दूर बनाया जाता है । समतल धरातल के प्रदर्शन हेतु इन्हें बहुत ही हल्का तथा बहुत दूर-दूर बनाया जाता है। अत्यन्त समतल धरातल के लिये छोटे-छोटे बिन्दुओं का उपयोग किया जाता है। जलीय क्षेत्रों को इस विधि में क्रमिक रेखाओं द्वारा दर्शाया जाता है। इस विधि को चित्र संख्या 4.2 में दर्शाया गया है । यह विधि भी दृश्य प्रभाव छोड़ती है, किन्तु इस विधि के द्वारा भी किसी स्थान की वास्तविक ऊँचाई ज्ञात नहीं हो पाती।

3. पर्वतीय छाया विधि (Hill Shading Method)

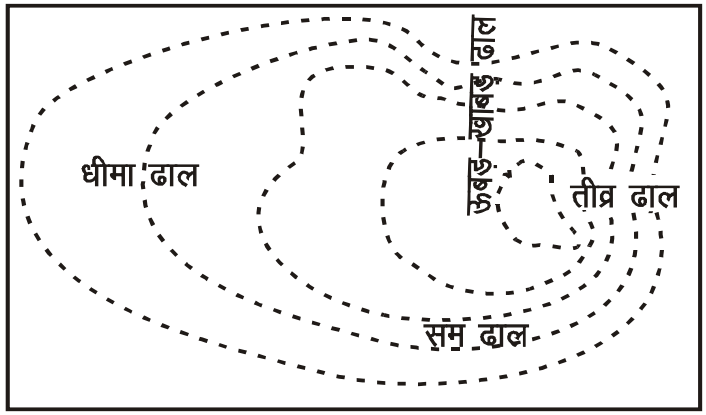
इसमें प्रकाश एवं उसकी दिशा महत्वपूर्ण पहलू है। क्योंकि इस विधि के अन्तर्गत उच्चावचों को इस प्रकार प्रदर्शित किया जाता है, जैसे कि उन पर प्रकाश ऊपर से अथवा तिरछा पड़ रहा हो। ऊपर से प्रकाश डालने पर उच्चावचों का प्रभाव अधिक स्पष्ट नहीं होता है अत: इस विधि में प्रकाश की किरणों को उच्चावचों पर तिरछा डाला जाता है। इन तिरछी प्रकाश की किरणों को यदि उत्तर-पश्चिमी दिशा से डाला जाये तो उच्चावचों का सर्वोत्तम दृश्य प्रभाव (Visual effect) पड़ता है। इस विधि से स्थलाकृतियों के उत्तरी-पश्चिमी ढाल प्रकाशित होने के कारण छाया विहीन प्रकट होते हैं जबकि इसके विपरीत ओर के ढालों पर गहरी छाया दिखाई देती है। यद्यपि इस विधि से स्थलाकृतियों का सुन्दर प्रदर्शन होता है, जैसा कि चित्र संख्या 4.3 में दिखाया गया है, तथापि इस विधि के द्वारा भी विभिन्न उच्चावचों की वास्तविक ऊँचाई ज्ञात नहीं हो पाती। इस विधि में स्थलकृतियों के गौण रूप एवं जलाशय अधिक स्पष्ट रूप से प्रदर्शित नहीं हो पाते ।



चित्र 4.3 - पर्वतीय छाया विधि

4. स्वरूप रेखा विधि (Form Lines Method)

यह एक गुणात्मक विधि है। विभिन्न प्रकार के ढाल इसकी सहायता से आसानी से प्रकट किये जा सकते हैं। इन्हें तीव्र ढाल प्रदर्शित करने के लिये पास-पास, धीमे ढाल के लिये दूर-दूर तथा सम ढाल के लिये समान दूरी पर खींचा जाता है। इन पर ऊँचाईयाँ नहीं लिखी जाती हैं, क्योंकि ये अनुमानित आधार पर बनाई जाती हैं। अत: इनसे भी किसी स्थान की वास्तविक ऊँचाई ज्ञात नहीं हाती है (चित्र संख्या 4.4)। स्वतंत्र रूप से अधिक उपयोगी न होने के कारण इसका उपयोग समोच्च रेखा विधि के साथ एक पूरक विधि के रूप में किया जाता है। जब दो समोच्च रेखाओं के मध्य स्थित कोई छोटा भूआकार अन्तराल की सीमा में नहीं आने के कारण प्रदर्शित नहीं हो पाता तो खण्डित रेखाओं द्वारा वहाँ के ढाल की अनुमानित प्रवृति को प्रदर्शित किया जाता है (चित्र संख्या 4.6)। अत: स्पष्ट है कि इस विधि का स्वतन्त्र रूप से कोई उपयोग न किया जा कर समोच्च रेखाओं के साथ एक पूरक विधि के रूप में



चित्र 4.4 - स्वरूप रेखा विधि

उपयोग किया जाता है ।

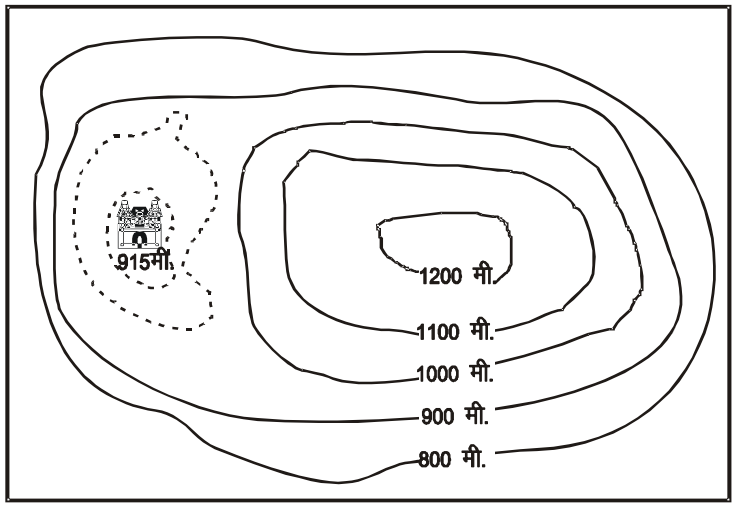
5. तल चिन्ह विधि (Bench Mark - B.M. Method)

विश्व के सभी देशों में प्रत्येक स्थान व भूस्वरूप की ऊँचाई किसी निर्धारित स्थान के औसत समुद्रतल से मापी जाती है। हमारे देश में तलेक्षण सर्वे चैन्नई के औसत समुद्रतल को आधार मानकर किया जाता है। हमारा देश एक विस्तृत देश है। कई उद्देश्यों से इसके विभिन्न भागों के तलेक्षण सर्वे की आवश्यकता पड़ती रहती है। हर बार तलेक्षण सर्वे चैन्नई के समुद्र तट से प्रारम्भ करके देश के आन्तरिक भाग तक जाना सम्भव नहीं है इसलिए देश के विभिन्न भागों में थोड़ी-थोड़ी दूरी पर औसत समुद्रतल से ज्ञात ऊँचाई के स्थाई चिन्ह स्थापित कर दिये जाते हैं। आपने रेल्वे प्लेटफॉर्म के दोनों सिरों पर उस स्टेशन के नाम के नीचे भी वहाँ की ऊँचाई लिखी हुई देखी होगी। सड़क तथा रेल्वे लाइनों के सहारे-सहारे भी अंकित ऊँचाई के पत्थर गाढ़े हुए मिलते हैं। इसी प्रकार के पत्थर वन क्षेत्रों, पर्वतीय क्षेत्रों आदि में भी मिलते हैं, इन्हें **तल चिन्ह** कहते हैं। इन पर उस स्थान की ऊँचाई के नीचे **MSL** लिखा होता है, जो कि **औसत समुद्र तल (Mean Sea level)** का प्रतीक होता है।

चित्र 4.5 – तल चिन्ह विधि

6. स्थानिक ऊँचाई विधि (Spot Height Method)

अनेक स्थितियों में दो समोच्च रेखाओं के मध्य अन्तराल की सीमाओं में नहीं आने के कारण कुछ महत्वपूर्ण स्थान प्रदर्शित होने से वंचित रह जाते हैं। ऐसे स्थानों की वास्तविक ऊँचाई तलेक्षण सर्वे के दौरान ज्ञात करके मानचित्र पर एक बिन्दु अथवा एक संकेत के रूप में अंकित करके लिख दी जाती है (चित्र संख्या 4.6)। इस विधि को **स्थानिक ऊँचाई विधि** कहते हैं। समोच्च रेखाओं वाले मानचित्र में ऐसी कई स्थानिक ऊँचाइयाँ मिलती हैं। तल चिन्ह एवं स्थानिक ऊँचाई विधियों में कई अन्तर हैं । पहला, तल चिन्ह औसत समुद्र तल से ज्ञात ऊँचाई के स्थाई बिन्दु होते हैं, जबकि स्थानिक ऊँचाइयाँ केवल मानचित्र पर ज्ञात ऊँचाई के अंकित बिन्दु होते हैं। दूसरा, तल चिन्ह धरातल पर स्थापित किये जाते हैं, जबकि स्थानिक ऊँचाई मानचित्र पर अंकित होती है। तीसरा, तल चिन्ह देश के विभिन्न भागों में आवश्यकता पड़ने पर औसत समुद्रतल से तलेक्षण सर्वे करने के उद्देश्य से स्थापित किये जाते हैं, जबकि स्थानिक ऊँचाइयाँ केवल महत्वपूर्ण स्थानों की वास्तविक ऊँचाइयों का मानचित्र पर प्रदर्शन मात्र है। स्थानिक ऊँचाई के अन्तर्गत धरातल के विशिष्ठ लक्ष्य (Objects) सम्मिलित किये जाते



चित्र 4.6 – स्थानिक ऊँचाई विधि

हैं, जबकि तल चिन्हों के लिये यह आवश्यक नहीं है।

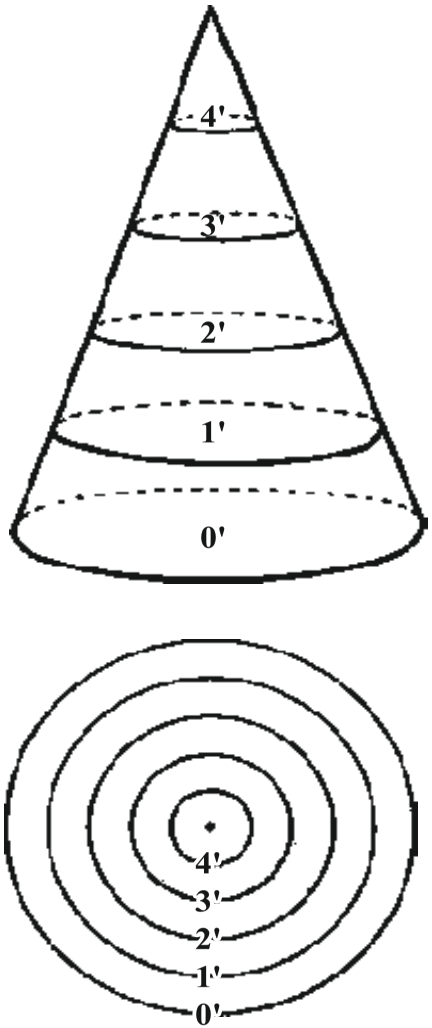
7. ब्लॉक चित्र विधि (Block Diagram Method)

यह एक त्रि-पार्श्व (Three Dimensional) चित्रात्मक विधि है। स्थलाकृत्तियों के तीनों पहलू – लम्बाई, चौड़ाई व ऊँचाई अथवा लम्बाई, चौड़ाई व गहराई प्रदर्शित होने के कारण यह विधि बहुत प्रभावशाली लगती है। भूआकृति विज्ञान शास्त्री (Geomorphologists) तो इस विधि के अन्तर्गत शैल संरचना (Rock structure) भी दर्शाते हैं, जिससे यह विधि न केवल प्रभावशाली बल्कि अधिक उपयोगी भी सिद्ध होती है।

8. समोच्च रेखा विधि (Contour Method)

यह एक मात्रात्मक विधि है। इस विधि के अन्तर्गत सर्वेक्षण द्वारा ज्ञात ऊँचाईयों को समोच्च रेखाओं द्वारा प्रदर्शित किया जाता है। **समोच्च रेखाऐं औसत समुद्र तल से समान ऊँचाई के स्थानों को मिलाने वाली रेखाऐं होती हैं।** समुद्रतल मौसम, पवनों के वेग, ज्वार-भाटा आदि के प्रभाव से काफी ऊँचा-नीचा होता रहता है। इसलिये समोच्च रेखाओं का अंकन **औसत** समुद्रतल को आधार मानकर किया जाता है। **भारत में चैन्नई के औसत समुद्रतल को तलीय सर्वेक्षण का आधार माना जाता है।**

समोच्च रेखाऐं समान मध्यान्तर पर खींची जाती हैं। इनका मान समान्यत: फुट अथवा मीटर में अंकित किया जाता है। समोच्च रेखाओं को बनाने की विधि का सरल प्रदर्शन चित्र संख्या 4.7 में किया गया है। इस चित्र में एक पहाड़ीनुमा आकृति रखी गई है। इस चित्र में पहाड़ी का आधार शून्य माना गया है, अत: पहाड़ी की आधार रेखा 0 फुट की समोच्च रेखा मानी जा सकती है। इस चित्र में एक फुट की ऊँचाई वाले सभी स्थानों को मिलाने वाली रेखा एक फुट की समोच्च रेखा होगी। इसी प्रकार एक-एक फुट की ऊँचाई बढ़ाकर क्रमश: दो, तीन, चार फुट आदि की समोच्च रेखाऐं बनती जायेंगी। इस उदाहरण से स्पष्ट है कि समोच्च रेखाओं का अन्तराल समान रहता है। इस उदाहरण में यह अन्तराल एक फुट रखा गया है। जी. फ्रैमलिन **(G. Fremlin)** ने एक मनुष्य के चहरे के प्लास्टर ऑफ पेरिस के मॉडल की समोच्च रेखाओं को बड़े ही रूचिकर ढंग से प्रस्तुत किया है, जिसे चित्र संख्या 4.8 में दर्शाया गया है। उपरोक्त विवरण से स्पष्ट है कि समोच्च रेखाओं की कई विशेषताऐं होती हैं -



चित्र 4.7 - समोच्च रेखाऐं बनाने की विधि

चित्र 4.8 -फ्रैमलिन द्वारा बनाये गये चेहरे की समोच्च रेखाऐं

1. समोच्च रेखाऐं औसत समुद्रतल से समान ऊँचाई के स्थानों को मिलाते हुए खींची जाती हैं ।

2. सभी समोच्च रेखाऐं समान मध्यान्तर पर खींची जाती हैं।

3. सभी समोच्च रेखाऐं पूर्ण रेखाऐं होती हैं। इन्हें मानचित्र पर कहीं भी अधूरा नहीं छोड़ा जाता है।

4. इनका अंकन एक निश्चित क्रम में किया जाता है। किसी समोच्च रेखा पर ऊपर, किसी पर नीचे तथा किसी पर बीच में लिखना अनुपयुक्त होता है।

5. परम्परागत रूप से प्रत्येक चौथी अथवा पांचवीं समोच्च रेखा गहरी बनाई जाती है। इससे इनका पठन आसान रहता है।

समोच्च रेखाओं के द्वारा उच्चावचों का प्रदर्शन बहुत आसान होता है। किसी भी स्थलाकृति को समोच्च रेखाओं के द्वारा प्रदर्शित करने से पहले इसके कुछ सैद्धान्तिक पहलुओं को समझ लेना चाहिये –

(i) ऊंचे उठे हुए स्थल रूपों की समोच्च रेखाओं का मान बाहर से अन्दर की ओर बढ़ता है। इसे आप चित्र संख्या 4.7 को देखकर समझ सकते हैं।

(ii) गर्तों की समोच्च रेखाओं का मान बाहर से अन्दर की ओर घटता है।

(iii) समोच्च रेखाऐं जितनी पास–पास होती हैं, उतना ही ढाल तीव्र होता है। इसके विपरीत ये जितनी दूर–दूर होती हैं, उतना ही ढाल धीमा होता है।

(iv) समतल धरातल के लिये समोच्च रेखाऐं काफी दूरी पर खींची जाती हैं।

(v) तीव्र ढाल के लिये समोच्च रेखाऐं काफी पास–पास खींची जाती हैं।

(vi) खड़े ढाल (Vertical slope) के लिये एक ही स्थान पर कई समोच्च रेखाऐं आपस में मिल जाती हैं।

(vii) असमान ढाल (Undulating slope) के लिये समोच्च रेखाऐं अनियमित ढंग से अर्थात कहीं दूर व कहीं पास–पास खींची जाती हैं।

(viii) समरूप ढाल (Uniform slope) के लिये समोच्च रेखाऐं समान दूरी पर खींची जाती हैं। यदि तीव्र समरूप ढाल (Steep uniform slope) दर्शाना हो तो समोच्च रेखाएँ समान दूरी पर पास–पास खींची जाती हैं। धीमे समरूप ढाल (Gentle uniform slope) के लिये समोच्च रेखाएँ समान दूरी पर दूर–दूर खींची जाती हैं।

(ix) सीढ़ीनुमा ढाल (Terraced slope) के लिये समोच्च रेखाएँ क्रम से दूर–दूर एवं पास–पास खींची जाती हैं।

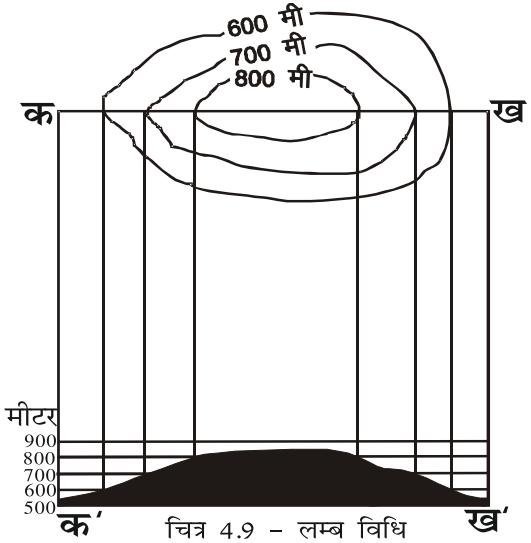
समोच्च रेखाओं द्वारा प्रमुख स्थलाकृत्तियों का प्रदर्शन

विभिन्न प्रकार के ढालों के सम्मिश्रण से अलग–अलग प्रकार की स्थलाकृत्तियाँ बनती हैं। इन ढालों को प्रदर्शित करने के लिए समोच्च रेखाओं के बीच की दूरी का निर्धारण उपरोक्त विशेषताओं के आधार पर रखने से सम्बन्धित स्थलाकृत्तियों का सही प्रदर्शन हो जाता है। यहाँ कुछ प्रमुख स्थलाकृत्तियों एवं उन पर पार्श्वचित्र (Cross Section) बनाने की विधियों को समझाया गया है, ताकि आप इनका उपयोग अध्याय 5 में स्थलाकृतिक पत्रकों (Topographical Sheets) के अध्ययन में भी कर सकें ।

समोच्च रेखाऐं व पार्श्वचित्र

समोच्च रेखाओं पर पार्श्वचित्र बनाने की कई विधियाँ हैं। इन्हें आवश्यकता एवं परिस्थितियों के अनुसार काम में लिया जा सकता है–

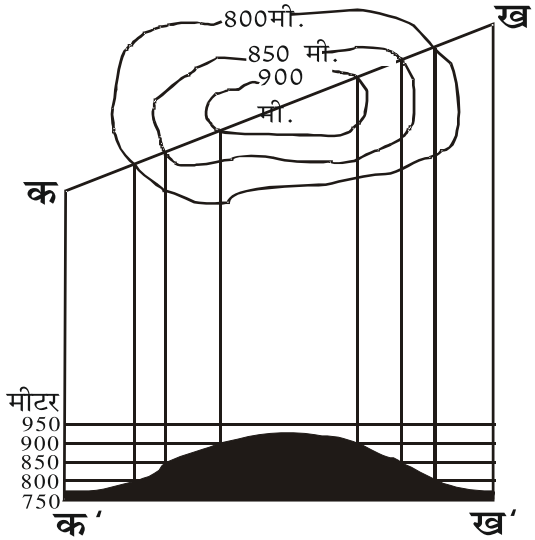
1. लम्ब विधि (Perpendicular Method) – यदि समोच्च रेखाओं पर पार्श्वचित्र खींचने वाली रेखा क्षितिजीय अवस्था में हो तो यह विधि उपयुक्त रहती है। चित्र संख्या 4.9 में एक पहाड़ी के समोच्च रेखाचित्र में यह पार्श्व रेखा क्षितिजीय अवस्था में है। पार्श्व रेखा **क ख** के नीचे उपयुक्त स्थान पर इसके बराबर एक रेखा **क' ख'** खींचकर उसे लम्ब द्वारा मिला दें। **क' ख'** रेखा के दोनों सिरों पर लम्बवत ऊँचाइयाँ दर्शाने हेतु मापक बनाना होता है। किन्तु इस मापक की लम्बाई क्षितिजीय रेखा के एक–तिहाई से अधिक न हो तो पार्श्वचित्र सुन्दर लगता है। कुल समोच्च रेखाओं की संख्या से एक मध्यान्तर वर्ग कम तथा एक मध्यान्तर वर्ग अधिक ऊँचाई के भी निशान इस लम्बवत मापक पर लगाये जाते हैं। समोच्च रेखाचित्र में ऊँचाइयाँ 600 मीटर से 800 मीटर दर्शाई गई हैं। अत: पार्श्वचित्र में लम्बवत मापक पर निशान



चित्र 4.9 – लम्ब विधि

500 मीटर से 900 मीटर तक लगाएंगे। इसके पश्चात **क ख** रेखा सभी समोच्च रेखाओं को जिन स्थानों पर काट रही है, उन सभी बिन्दुओं से नीचे की ओर लम्ब खींचेंगे। किन्तु ये सभी लम्ब मापक की सम्बन्धित रेखाओं तक खींचे जाते हैं। जहाँ ये लम्ब मापक की रेखाओं पर मिलते हैं, उन सभी बिन्दुओं को मिलाने से समोच्च रेखाओं पर खींची गई **क ख** रेखा पर पार्श्वचित्र तैयार हो जायेगा, जैसा कि चित्र संख्या 4.9 में दर्शाया गया है।

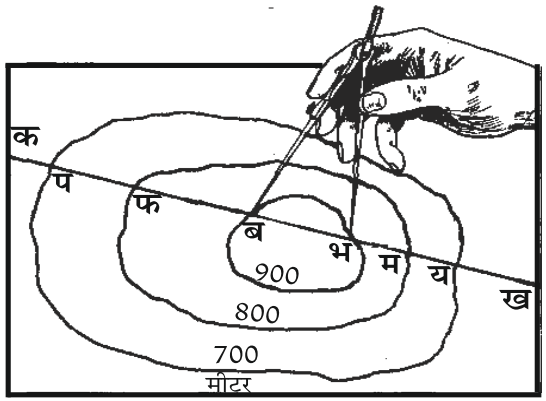
इस विधि से पार्श्वचित्र बनाना बहुत आसान है। इसमें समय भी बहुत कम लगता है किन्तु इस विधि में कुछ दोष भी हैं। लम्ब विधि द्वारा पार्श्वचित्र बनाने के लिए पार्श्व रेखा के नीचे रिक्त स्थान होना आवश्यक है। पार्श्व रेखा का क्षितिजीय अवस्था में होना भी आवश्यक है। इस रेखा के किसी अन्य स्थिति में अर्थात तिरछी अथवा मुड़ी हुई होने पर इस विधि से पार्श्वचित्र सही नहीं बनाया जा सकता। समान्यत: ऐसी स्थिति में कई बार तिरछी पार्श्व रेखा पर लम्ब विधि का गलत उपयोग किया जाता है, जो नहीं किया जाना चाहिए। चित्र संख्या 4.10 को देखिए, इसमें लम्ब विधि का गलत उपयोग किया गया है, क्योंकि पार्श्व रेखा **क ख** पर नीचे की ओर खींची गई रेखाऐं उस पर लम्ब नहीं है।



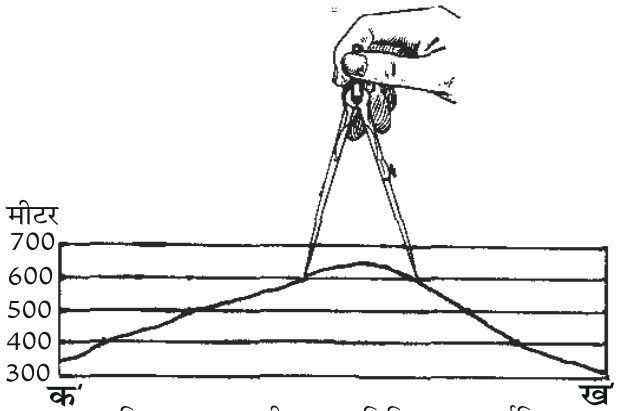
चित्र 4.10 – लम्ब विधि का गलत उपयोग

अत: पार्श्व रेखा के तिरछी अथवा घुमावदार होने पर लम्ब विधि द्वारा पार्श्व चित्र नहीं बनाया जा सकता। ऐसी स्थिति में दूसरी विधि का उपयोग किया जाता है।

2. दूरी मापन विधि (Distance Measurement Method) – इस विधि द्वारा पार्श्वचित्र बनाने के लिए पार्श्व रेखा के बराबर किसी भी उपयुक्त स्थान पर एक रेखा खींचकर प्रथम विधि के अनुसार ही उस पर लम्बवत मापक बना लेते हैं तथा लम्बवत मापक के प्रत्येक बिन्दु से **क' ख'** के समानान्तर रेखाऐं खींच लेते हैं। पार्श्व रेखा जिन-जिन स्थानों पर समोच्च रेखाओं को काटती है, उन दूरियों का मापन कर लिया जाता है। यह मापन पार्श्व रेखा पर एक सादे कागज़ को रखकर उस पर अंकित किया जा सकता है अथवा प्रत्येक कटान बिन्दु की दूरी परकार



चित्र 4.11 –तिरछी रेखा पर पार्श्व चित्र बनाना

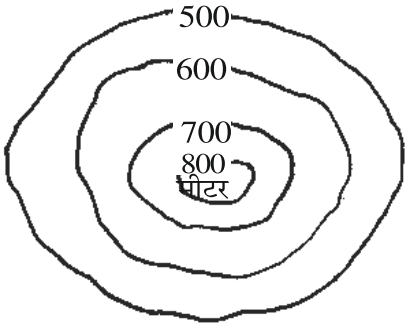


चित्र 4.12 –दूरी मापन विधि द्वारा पार्श्वचित्र

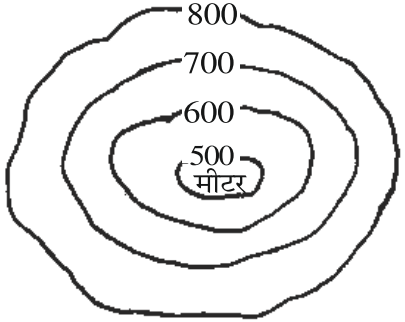
(Divider) से भी नापी जा सकती है। चित्र में दिये अनुसार ये दूरियाँ क्रमशः **क प, क फ, क ब, क भ, क म** तथा **क य** हैं। इन्हें नीचे लम्बवत मापक पर सम्बन्धित उँचाई वाली रेखाओं पर अंकित कर लिया जाता है। इन अंकित बिन्दुओं को साधारण वक्र रेखा से मिला कर उस क्षेत्र में काली अथवा अन्य कोई छाया भरी जा सकती है। इस प्रकार दूरी मापन विधि द्वारा पार्श्वचित्र तैयार हो जाता है। यद्यपि इस विधि में समय अधिक लगता है, परन्तु पार्श्वचित्र शुद्ध बनता है।

मुख्य स्थलाकृतियों की समोच्च रेखाऐं

शंकवाकार पहाड़ी एवं झील – पहाड़ी तथा गर्त दर्शाने के लिए समोच्च रेखाऐं गोलाकार आकृति में बनाई जाती हैं। किन्तु पहाड़ी के प्रदर्शन



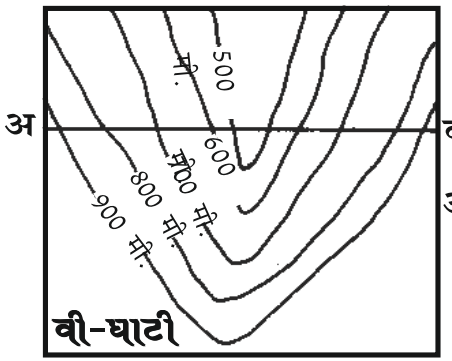
चित्र 4.13 – पहाड़ी की समोच्च रेखाऐं



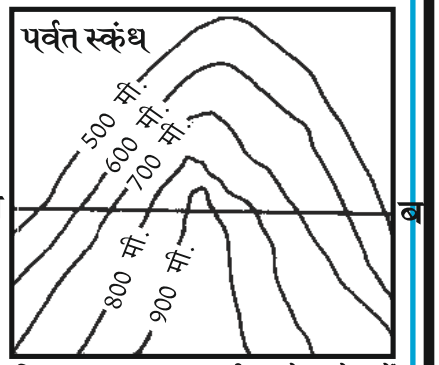
चित्र 4.14 – गर्त की समोच्च रेखाऐं

हेतु समोच्च रेखाओं का अंकन बाहर से भीतर की ओर बढ़ता जाता है तथा गर्त दर्शाने के लिए समोच्च रेखाओं का अंकन बाहर से भीतर की ओर कम होता जाता है। **चित्र संख्या 4.13 में पहाड़ी तथा 4.14 में गर्त की समोच्च रेखाऐं दर्शाई गई हैं। इन पर आप पार्श्वचित्र बनाकर देखें।**

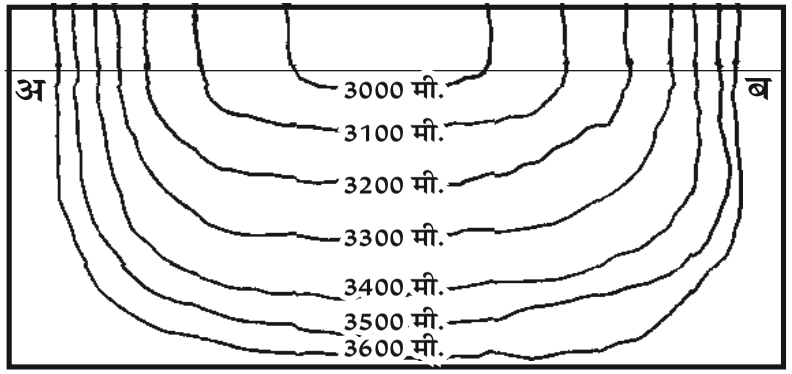
घाटी व स्कन्ध (Valley & Spur) – पहाड़ी व गर्त की समोच्च रेखाओं को ध्यान से देखने पर आप पायेंगे कि पहाड़ी की समोच्च रेखाओं में बाहर से भीतर की ओर ऊँचाई बढ़ती है तथा गर्त की समोच्च रेखाओं में बाहर से भीतर की ओर ऊँचाई घटती है। इसी प्रकार घाटी की समोच्च रेखाओं में ऊँचाई बाहर से भीतर की ओर घटेगी तथा स्कन्ध की समोच्च रेखाओं में ऊँचाई बाहर से भीतर की ओर बढ़ेगी। **इन्हें क्रमशः चित्र संख्या 4.15 व 4.16 में दर्शाया गया है, जिसमें दी गई अ ब पार्श्व रेखाओं पर आप पार्श्वचित्र**



चित्र 4.15 –वी–आकार की घाटी



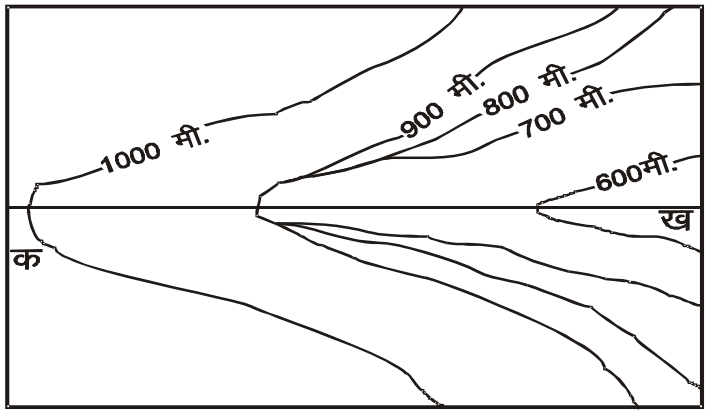
चित्र 4.16 –स्कन्ध की समोच्च रेखाऐं



चित्र 4.17 – यू आकार की घाटी की समोच्च रेखाऐं

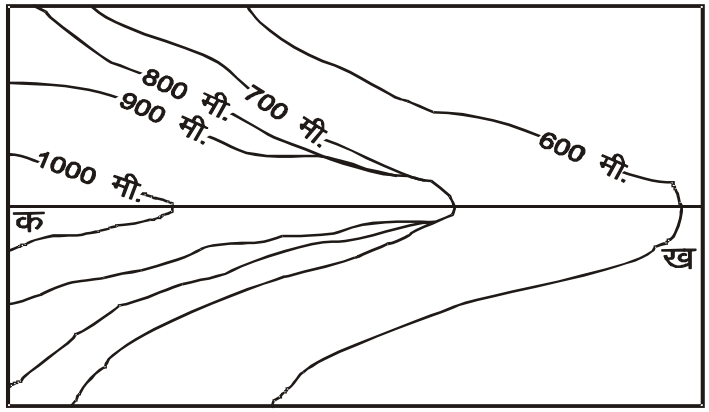
बनाकर देखिए। नदियों व हिमनदियों द्वारा घाटियाँ बनाई जाती हैं। नदियाँ **वी** आकार की तथा हिमनदियाँ **यू** आकार की घाटियाँ बनाती हैं। चित्र संख्या 4.15 में **वी** आकार की समोच्च रेखाऐं दर्शाई गई हैं। चित्र संख्या 4.17 में **यू** आकार की समोच्च रेखाऐं हैं। **यू** आकार की घाटी के दोनों पार्श्व नतोदर ढाल के होते हैं। अतः **यू** आकार की घाटी की समोच्च रेखाऐं उसके अनुरूप ही बनाई जानी चाहिए।

जल प्रपात व भृगु (Waterfall & Cliff) – यदि नदी घाटी के मार्ग में लम्बवत ढाल आ जाये तो उस स्थान पर स्वाभाविक रूप से नदी का जल



चित्र 4.18 – जलप्रपात की समोच्च रेखाऐं

गिरता है, जिसे **जलप्रपात** कहते हैं। स्कन्ध में इस प्रकार के लम्बवत ढाल को **भृगु** कहते हैं। जिस प्रकार घाटी व स्कन्ध की समोच्च रेखाओं में अंकन

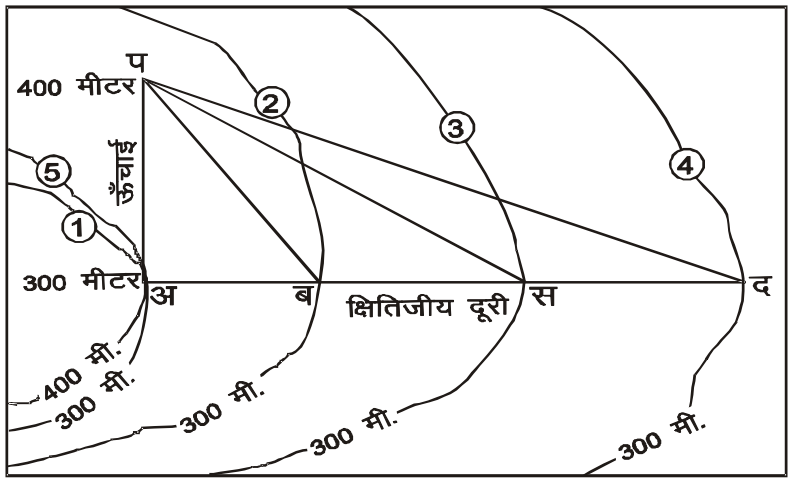


चित्र 4.19 – भृगु की समोच्च रेखाऐं

विपरीत होता है, उसी प्रकार जलप्रपात व भृगु के अंकन भी विपरीत होते हैं। लम्बवत ढाल दर्शाने के लिए कुछ समोच्च रेखाओं को मिला दिया जाता है। चित्र संख्या 4.18 व 4.19 में क्रमशः जलप्रपात एवं भृगु को दर्शाया गया है। **इन चित्रों में दी गई अ ब रेखाओं पर पार्श्व चित्र बनाकर देखिए।**

विभिन्न प्रकार के ढालों का प्रदर्शन

विभिन्न प्रकार के ढाल दर्शाने के लिये केवल समोच्च रेखाओं के बीच की दूरी का ध्यान रखना होता है। स्वाभाविक रूप से यह प्रश्न उत्पन्न हो सकता है कि समोच्च रेखाओं के बीच की दूरी विभिन्न प्रकार के ढालों का निर्धारण किस प्रकार करती है? इस सम्बन्ध को भलीभांति समझने के लिये चित्र संख्या 4.20 देखिये। पहले बताया जा चुका है कि एक मानचित्र में सभी समोच्च



चित्र 4.20 – समोच्च रेखाओं के मध्य दूरी व ढाल का सम्बन्ध

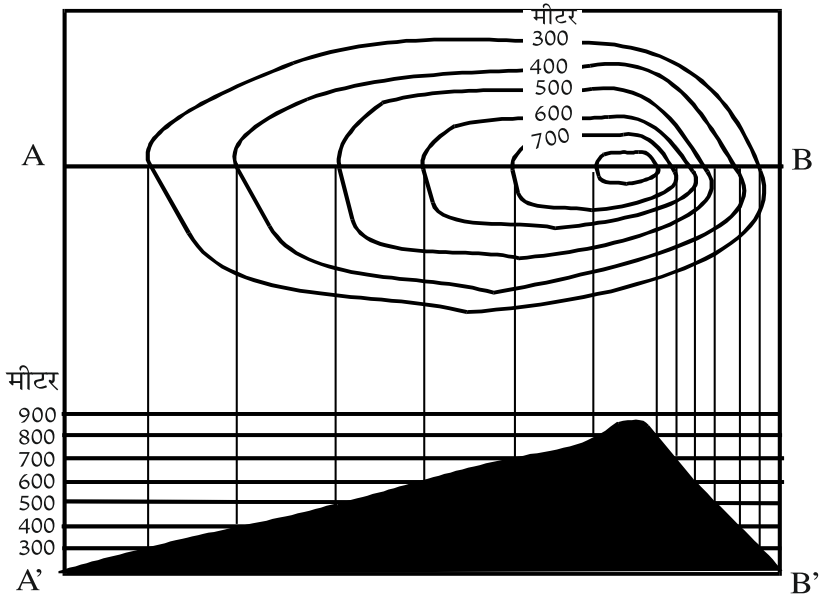
रेखाओं के मध्य ऊँचाई का अन्तराल/मध्यान्तर (Interval) समान रहता है। चित्र संख्या 4.20 में **अ द** रेखा पर क्षितिजीय दूरी, **प अ** रेखा पर ऊँचाई (अथवा समोच्च रेखाओं के मध्य अन्तराल – जो कि एक मानचित्र पर समान रहता है) तथा पांच समोच्च रेखाएँ (क्रम संख्या–1, 2, 3, 4 व 5) दर्शाई गई है। **अ** स्थान से 400 मीटर की एक समोच्च रेखा (क्रम संख्या–1) गुजर रही है तथा यदि **द**

स्थान से 300 मीटर की समोच्च रेखा (क्रम संख्या-4) गुजर रही हो तो **अ द** के मध्य ढाल **प द** होगा। आप इसकी 400 मीटर की समोच्च रेखा (क्रम संख्या-1) तथा **स** स्थान से गुजरने वाली समोच्च रेखा (क्रम संख्या-3) से कीजिये। इन दोनों रेखाओं के मध्य दूरी **अ द** से घटकर **अ स** रह गई है, अत: अब दोनों के मध्य ढाल **प स** हो गया है जो कि **प द** की अपेक्षा तीव्र है। इसी प्रकार यदि क्षितिजीय दूरी **अ स** से घटकर और कम - **अ ब** के बराबर हो जाये तो इन स्थानों के मध्य ढाल **अ द** तथा **अ स** की अपेक्षा और अधिक तीव्र हो जायेगा। यह क्षितिजीय दूरी कम होते-होते यदि समाप्त हो जाये अर्थात दोनों समोच्च रेखाएँ (क्रम संख्या- 1 व 5) मिल जाये तो ढाल **प अ** की भांति खड़ा/लम्बवत होगा।

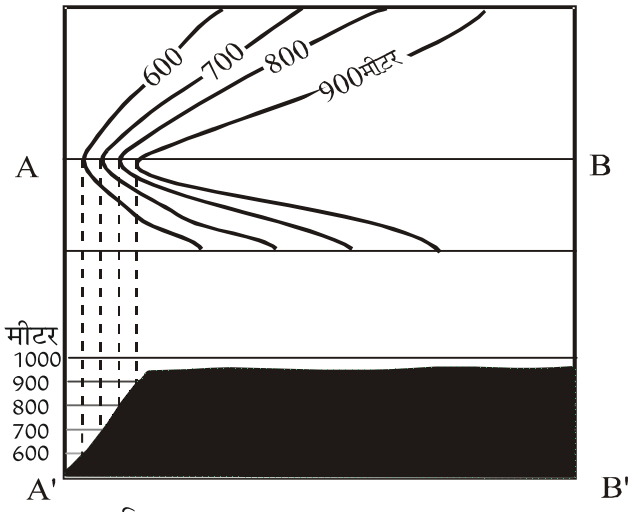
ढाल (Slopes)

धीमा व तीव्र ढाल (Gentle & Steep Slope) - धीमा ढाल प्रदर्शित करने के लिये समोच्च रेखाएँ दूर-दूर तथा तीव्र ढाल प्रदर्शित करने के लिये समोच्च रेखाएँ पास-पास खींची जाती हैं। चित्र संख्या 4.21 में एक ऐसी पहाड़ी की समोच्च रेखाएँ दर्शाई गई हैं जिसका पूर्वी ढाल तीव्र तथा पश्चिमी ढाल धीमा है।

कगार (Escarpment) - यदि ढाल अत्यन्त तीव्र हो तो उसे कगार कहते हैं। अत्यन्त तीव्र ढाल के लिये समोच्च रेखाएँ बहुत पास-पास खींची जाती हैं, जैसा कि चित्र संख्या 4.22 में दर्शाया गया है।

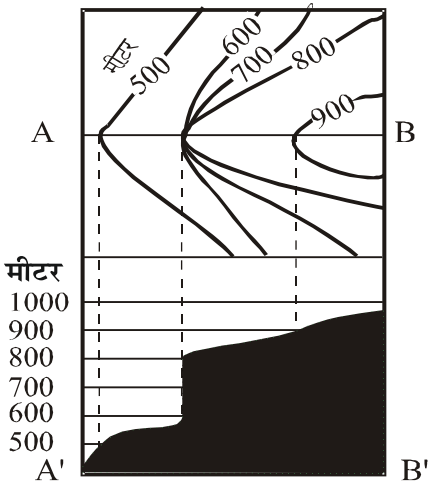


चित्र 4.21 - धीमा व तीव्र ढाल

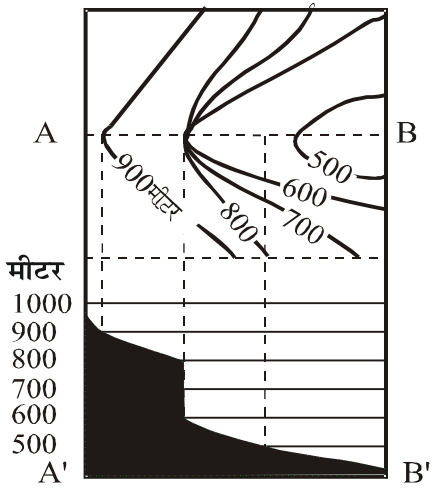


चित्र 4.22 - कगार (Escarpment)

खड़ा या लम्बवत ढाल (Vertical Slope) – धरातल पर कई स्थानों पर खड़े या लम्बवत ढाल देखने को मिलते हैं, जिनके कारण कई स्थलाकृतियाँ बनती हैं चित्र संख्या (4.23 तथा 4.24)।

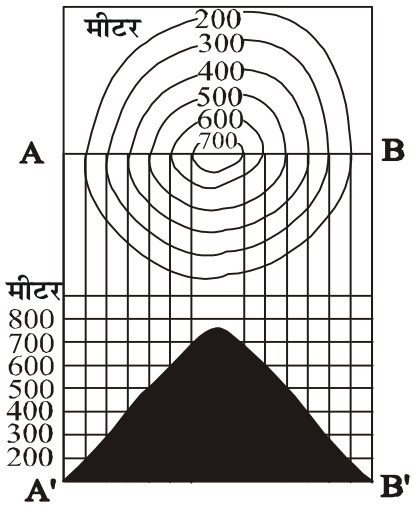


चित्र 4.23 – भृगु

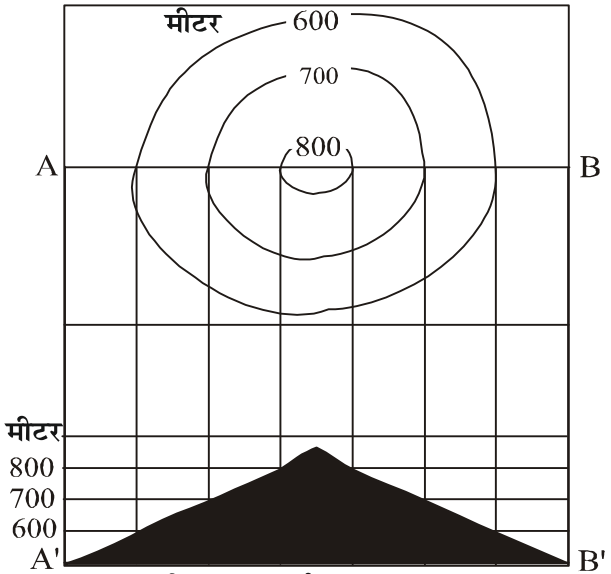


चित्र 4.24 – जल प्रपात

समान ढाल (Uniform Slope) – समरूप ढाल के लिये समोच्च रेखाएँ समान दूरी पर खींची जाती हैं। समरूप ढाल तीव्र व धीमा दोनों ही प्रकार का हो सकता है। तीव्र समरूप ढाल (Steep Uniform Slope) के लिये समोच्च रेखाएँ समान दूरी पर पास-पास तथा मन्द समरूप ढाल (Gentle Uniform Slope) के लिये समान दूरी पर दूर-दूर खींची जाती हैं, जैसा कि क्रमशः चित्र संख्या 4.25 व 4.26 में दर्शाया गया है।

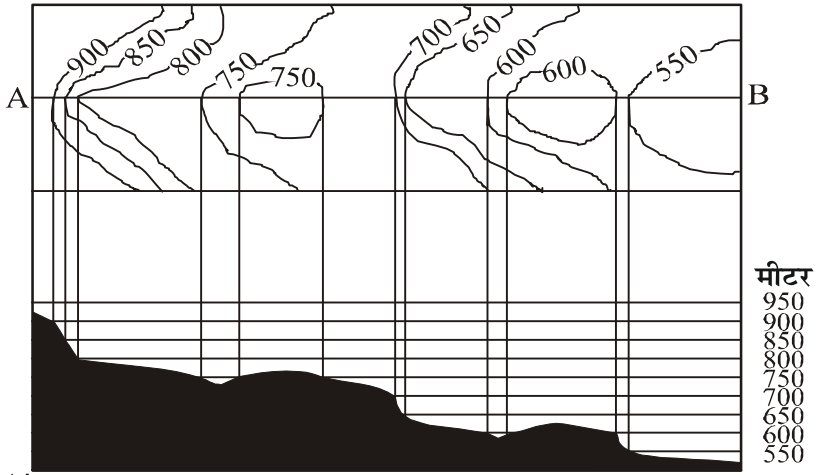


चित्र 4.25 – तीव्र समरूप ढाल



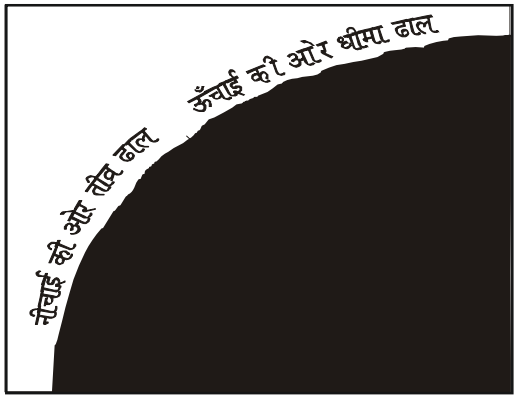
चित्र 4.26 – धीमा समरूप ढाल

असमान ढाल (Undulating Slope) – ऊबड़ खाबड़ ढाल दर्शाने के लिये समोच्च रेखाओं का कोई क्रम नहीं होता। पास-पास व दूर-दूर खींची हुई समोच्च रेखाओं का अस्तव्यस्त (Irregular) क्रम इस प्रकार के ढाल को दर्शाता है, जैसा कि चित्र संख्या 4.27 में दर्शाया गया है।

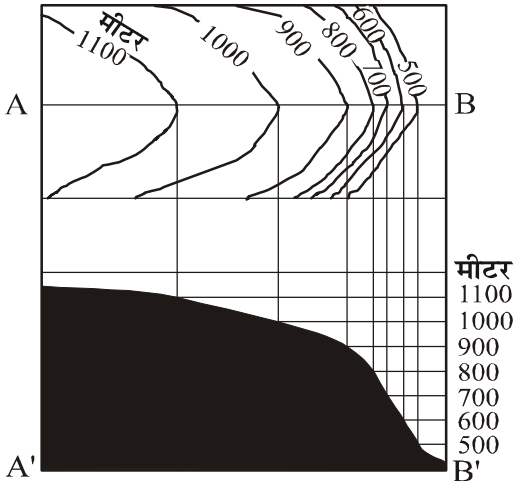


चित्र 4.27 – ऊबड़-खाबड़ ढाल

उन्नतोदर ढाल / उत्तल ढाल (Convex Slope) – यह ढाल दो प्रकार के ढालों का सम्मिश्रण है। उन्नतोदर ढाल में ऊँचाई की ओर ढाल धीमा तथा नीचाई की ओर ढाल तीव्र होता है (चित्र संख्या 4.29)। इसे समझ लेने पर उन्नतोदर ढाल आसानी से बनाया जा सकता है। ऊँचाई की ओर धीमे ढाल के लिये समोच्च रेखाएँ दूर-दूर तथा नीचाई वाली समोच्च रेखाएँ पास-पास बनाने से उन्नतोदर ढाल बन जाता है, जैसा कि चित्र संख्या 4.30 में दर्शाया गया है।

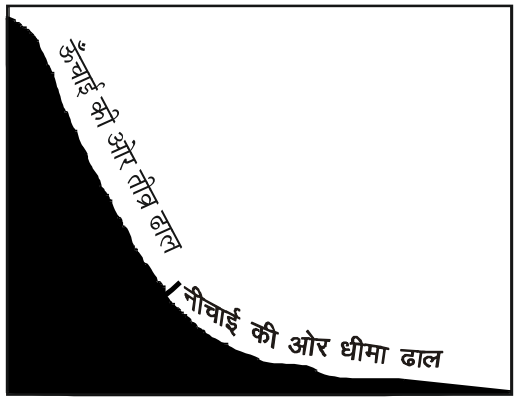


चित्र 4.29 – उन्नतोदर ढाल

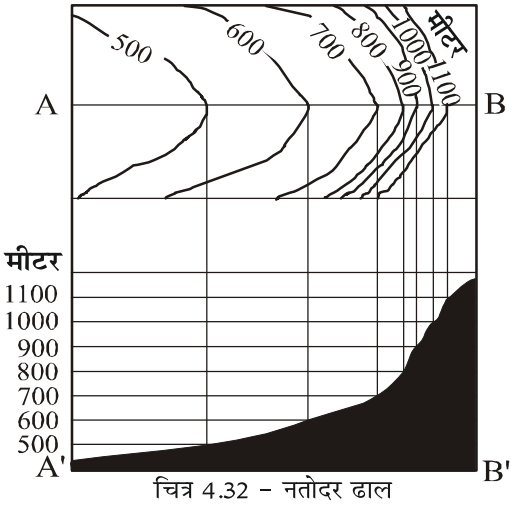


चित्र 4.30 – उन्नतोदर ढाल

नतोदर ढाल / अवतल ढाल (Concave Slope) – यह ढाल भी दो प्रकार के ढालों का सम्मिश्रण है। लेकिन उन्नतोदर ढाल की तुलना में इस सम्मिश्रण का क्रम विपरीत है। इसमें ऊँचाई की ओर ढाल तीव्र तथा नीचाई की ओर ढाल धीमा होता है, जैसा कि चित्र संख्या 4.31 में दर्शाया गया है। इस तथ्य को ध्यान में रखते हुए यदि ऊँचाई की ओर समोच्च रेखाएँ पास-पास तथा नीचाई की ओर समोच्च रेखाएँ दूर-दूर बनाई जायें तो नतोदर ढाल बन जाता है। इसे चित्र संख्या 4.32 में दर्शाया गया है।

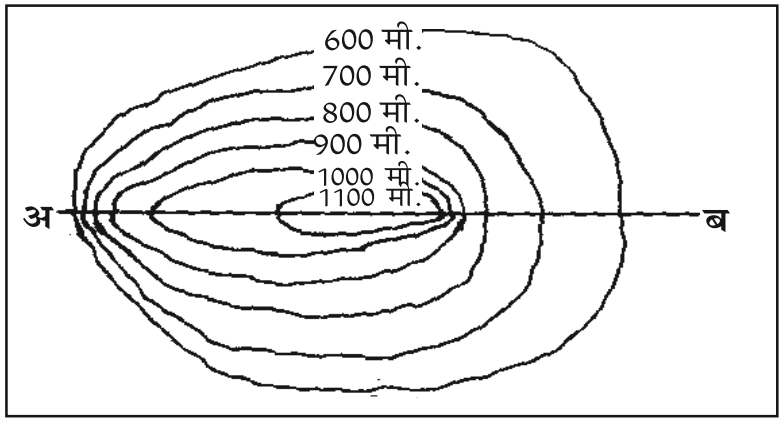


चित्र 4.31 – नतोदर ढाल



चित्र 4.32 – नतोदर ढाल

चूंकि आप ढाल के स्वरूपों के बारे में जान चुके हैं, इसलिए यदि आपको एक ऐसी पहाड़ी का समोच्च रेखाचित्र बनाने के लिए कहा जाये जिसका पूर्वी ढाल नतोदर तथा पश्चिमी ढाल उन्नतोदर हो तो आप उसे आसानी से बना सकते हैं। नतोदर ढाल में ऊँचाई की ओर ढाल तीव्र तथा नीचाई की ओर ढाल धीमा होता है जबकि उन्नतोदर में ढाल की प्रवृति इसके बिल्कुल विपरीत होती है। इनका ध्यान रखते हुए आप वांछित पहाड़ी की समोच्च रेखाऐं बनाऐंगे तो वे चित्र संख्या 4.33 के अनुसार बनेंगी। इस समोच्च रेखाचित्र में दी गई **अ ब** रेखा पर आप पार्श्वचित्र बनाकर देखिए।



चित्र 4.33 – पहाड़ी के उन्नतोदर तथा नतोदर ढाल

9. रंग विधि(Colour Method)

उच्चावच दिखाने की यह एक प्रभावशाली एवं मात्रात्मक विधि है। इस विधि के अन्तर्गत उच्चावचों को विभिन्न रंगों की सहायता से दर्शाया जाता है। अलग–अलग रंग विशिष्ट भूस्वरूप दर्शाने के लिये निर्धारित किये गये हैं। परम्परागत रूप से सफेद रंग हिमाच्छादित पर्वतीय ढालों, गहरा भूरा रंग उच्च पर्वतीय ढालों, हल्का भूरा रंग निम्न पर्वतीय ढालों तथा पठारों, पीला रंग उच्च मैदानों, हल्का हरा रंग मध्यम ऊँचे मैदानों, गहरा हरा रंग निम्न मैदानों, हल्का नीला रंग छिछले समुद्र, गहरा नीला रंग गहरे समुद्र के प्रदर्शन हेतु काम में लिया जाता हैं। इन रंगों को संकेत द्वारा विभिन्न ऊँचाईयों के साथ सम्बन्धित किया जाता है। यह विधि अधिकांशत: एटलसों तथा दीवारों पर टांगने वाले मानचित्रों में काम में ली जाती है। यह विधि आकर्षक और सुन्दर लगती है तथा इस विधि वाले मानचित्र को देखते ही उस क्षेत्र के उच्चावचों का दृश्य प्रभाव पड़ता है किन्तु इस विधि के द्वारा किसी स्थान विशेष की वास्तविक ऊँचाई ज्ञात नहीं होती तथा इस विधि में समय व पैसा अधिक व्यय होता है।

10. छाया विधि (Shading Method)

रंग विधि की भांति छाया विधि भी एक मात्रात्मक एवं प्रभावशाली विधि है। इसके अन्तर्गत विभिन्न उच्चावचों को अलग–अलग छाया चिन्हों द्वारा प्रदर्शित किया जाता है। विभिन्न ऊँचाइयों को क्रमिक छायाओं द्वारा दर्शाया जाता है अर्थात अधिक ऊँचे भागों को गहरे छाया चिन्हों द्वारा तथा घटती ऊँचाई के साथ–साथ क्रमश: कम गहरी छायाओं का उपयोग किया जाता है। इस विधि का सर्वाधिक उपयोग पुस्तकों में दिये जाने वाले स्थलाकृतिक मानचित्रों में किया जाता है। ऐसे मानचित्रों में छाया चिन्हों से सम्बन्धित ऊँचाइयों का विवरण संकेत द्वारा दिखाया जाता है। इस विधि में किसी स्थान विशेष की ऊँचाई ज्ञात नहीं हो सकती और न ही ढाल का स्वरूप ज्ञात होता है।

इस प्रकार उपरोक्त उच्चावच प्रदर्शित करने की विभिन्न विधियों के विवरण से स्पष्ट है कि सभी विधियों में अपने–अपने गुण–दोष हैं। अत: इनका उपयोग उद्देश्य की दृष्टि से उपयोगिता के अनुरूप किया जा सकता है। कुछ विधियाँ परस्पर पूरक हैं, अत: इनका सम्मिलित उपयोग अधिक श्रेयस्कर होता है। इसका सबसे अच्छा उदाहरण समोच्च रेखा विधि के साथ स्वरूप रेखा विधि एवं स्थानिक ऊँचाई विधि का संयुक्त उपयोग है।

अभ्यास

उच्चावच प्रदर्शित करने की विभिन्न विधियों के नाम लिखिए।

पार्श्वचित्र किसे कहते हैं? इसका क्या महत्व है?

हैश्यूर विधि पर संक्षिप्त टिप्पणी कीजिये।

अभ्यास

वी–आकार की घाटी का समोच्च रेखाचित्र बनाइए। इस पर एक क्षितिजीय रेखा खींचकर उस पर पार्श्वचित्र भी बनाइये।

स्कन्ध का समोच्च रेखाचित्र बनाइए। इस पर एक तिरछी रेखा खींचकर उस पर पार्श्वचित्र भी बनाइये।

अभ्यास

यू आकार की घाटी का समोच्च रेखाचित्र बनाकर उन पर पार्श्वचित्र भी बनाइए।

भृगु की समोच्च रेखाऐं बनाकर उन पर पार्श्वचित्र खींचिए।

अभ्यास

समोच्च रेखाओं द्वारा उन्नतोदर ढाल प्रदर्शित कीजिये व इसका पार्श्वचित्र भी बनाइये।

समोच्च रेखाओं द्वारा असमान ढाल प्रदर्शित कीजिये व इसका पार्श्वचित्र भी बनाइये।

अध्याय –5

स्थलाकृतिक मानचित्र
Topographical Maps

मानचित्र बनाने के लिये सर्वेक्षण (Surveying) किया जाता है। छोटे से क्षेत्र का मानचित्रण साधारण सर्वेक्षण द्वारा सम्भव हो जाता है, किन्तु बहुत बड़े क्षेत्र या पूरे देश के मानचित्रण के लिये भूगणितीय विधियों से सर्वेक्षण किया जाता है। ये मानचित्र वृहत मापक पर बनाये जाते हैं। भूगणितीय सर्वेक्षणों (Geodetic survey) पर आधारित वृहत मापक पर बनाये गये मानचित्र स्थलाकृतिक मानचित्र या स्थलाकृतिक पत्रक कहलाते हैं। वृहत मापक पर बनाये जाने के कारण इन मानचित्रों में धरातल के बहुत छोटे से भाग के विवरण भी विस्तार से प्रदर्शित होते हैं। इसलिए इन मानचित्रों में किसी देश के छोटे से छोटे क्षेत्र के विस्तृत प्रतिरूपों का प्रदर्शन किया जाता है। इन प्रतिरूपों में अधिकांशत: वे सभी पहलू सम्मिलित किये जाते हैं, जिन्हें हम वास्तव में धरातल पर देखते हैं। उदाहरण के लिये स्थलाकृतिक स्वरूप, अपवाह तन्त्र, प्राकृतिक वनस्पति, कुए, नहरें, ग्रामीण व नगरीय बस्तियाँ, विभिन्न धार्मिक पूजा स्थल, रेल्वे स्टेशन, बस स्टैण्ड, अस्पताल, किले, डाक बंगले, परिवहन के साधन, संचार के साधन आदि प्रमुख विवरण हैं। चूंकि इस प्रकार के मानचित्र विश्व के सभी देश अपने–अपने क्षेत्रों के लिये तैयार करते हैं, अत: विभिन्न विवरणों के लिए निश्चित संकेत चिह्न तय हैं। इन्हीं संकेत चिह्नों का उपयोग सभी देशों में स्थलाकृतिक मानचित्रों पर किया जाता है। इन संकेत चिह्नों को **रूढ़ चिह्न** (Conventional Signs or Symbols) कहते हैं। प्रत्येक स्थलाकृतिक पत्रक में नीचे दायीं व बायीं ओर इन रूढ़ चिह्नों का संकेत या निर्देशिका (Index/Legend) दी जाती है। स्थलाकृतिक मानचित्रों के सार्थक पठन के लिये इन रूढ़ चिह्नों में से कुछ अधिक प्रचलित रूढ़ चिह्नों को समझना व याद करना आवश्यक होता है।

स्थलाकृतिक मानचित्रों का महत्व

सूक्ष्म स्तर (Micro Level) पर किये जाने वाले किसी भी क्षेत्र के अध्ययन, शोध तथा नियोजन (Planning) में स्थलाकृतिक पत्रकों की आवश्यकता होती है अत: इन मानचित्रों का समाज के विभिन्न वर्गों के लिए काफी महत्व है, जैसे शोधकर्त्ता, नियोजक, सैन्य अधिकारी आदि। इन मानचित्रों में स्थलाकृतिक स्वरूपों का विस्तृत विवरण समोच्च रेखाओं के माध्यम से दिया जाता है, अत: इनके अध्ययन से प्राकृतिक स्वरूपों एवं ढाल के स्वरूपों की स्पष्ट एवं विस्तृत जानकारी सैन्य अधिकारियों को उपलब्ध हो जाती है। अत: सीमा क्षेत्रों के स्थलाकृतिक पत्रक सैन्य अधिकारियों के लिए विशेष महत्व रखते हैं।

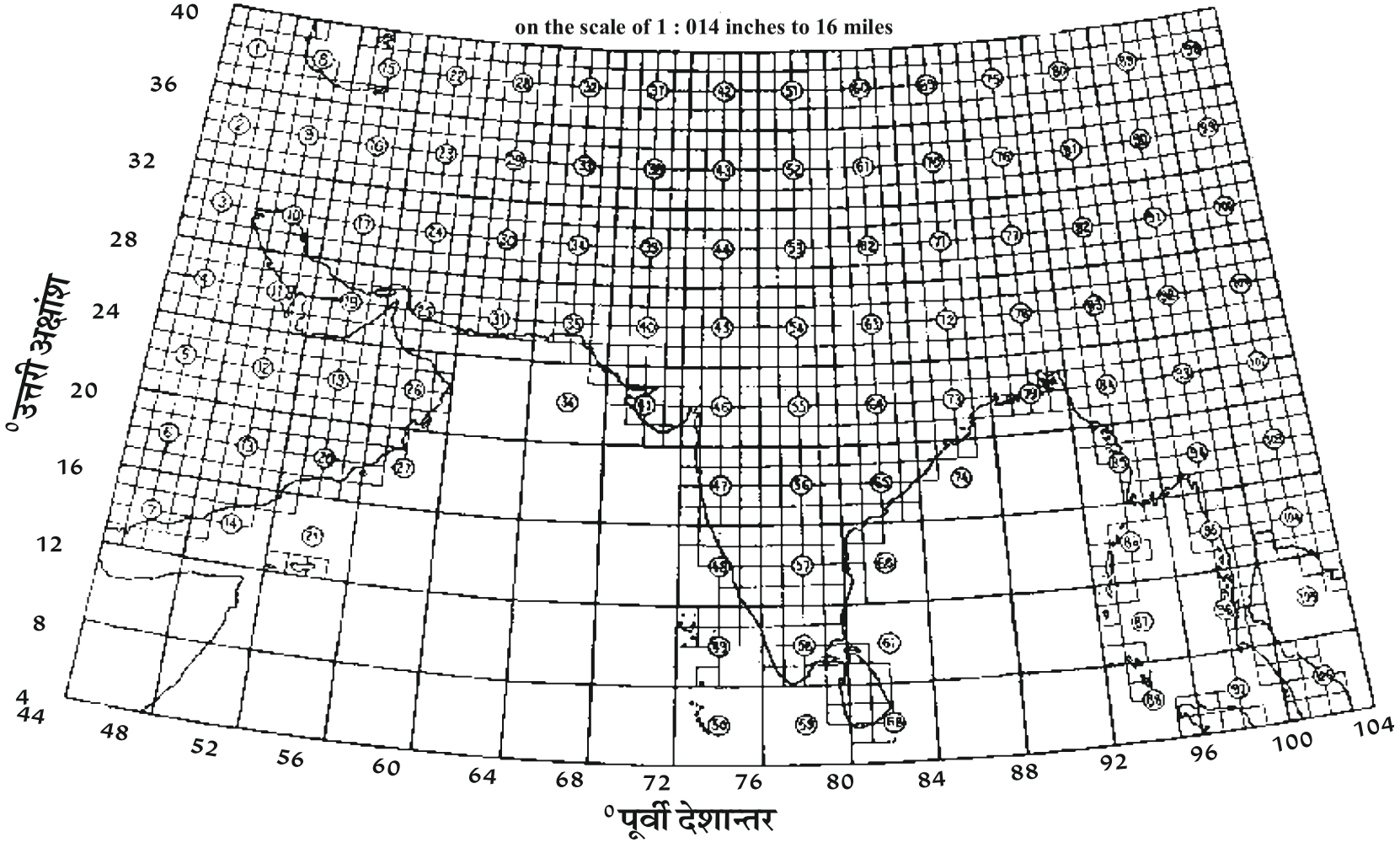
भारतीय सर्वेक्षण विभाग द्वारा स्थलाकृतिक मानचित्रण

भारतीय सर्वेक्षण विभाग, देहरादून भारत में स्थलाकृतिक सर्वेक्षण तथा मानचित्र तैयार करने का कार्य करता है। भारत में इस विभाग की स्थापना सन् 1767 में **मेजर जैम्स रैनेल (Major James Rennell)** नामक एक अंग्रेज़ सैनिक अधिकारी (सर्वेयर जनरल) के नेतृत्व में हुई थी। भारत में स्थलाकृतिक मानचित्र बनाने का कार्य रैनेल तथा उनके बाद के सभी अधिकारियों

ने त्रिकोणमितिय विधि (Triangualation Method) के आधार पर किया था।

भारतीय सर्वेक्षण विभाग के स्थलाकृतिक मानचित्र

भारतीय सर्वेक्षण विभाग कई श्रेणियों के मानचित्र प्रकाशित करता है। इस विभाग द्वारा प्रकाशित मानचित्रों को मोटे रूप से पाँच श्रृंखलाओं में विभाजित किया जाता है– 1. भारत तथा निकटवर्ती देशों की श्रृंखला, 2. अन्तर्राष्ट्रीय श्रृंखला, 3. विश्व के वायुमार्ग चार्टों की श्रृंखला, 4. राज्य मानचित्रों की श्रृंखला तथा 5. सामान्य मानचित्रों की



चित्र 5.1 – भारत तथा निकटवर्ती देशों की श्रृंखला

श्रृंखला। इस अध्याय में केवल प्रथम श्रृंखला एवं उसके अन्तर्गत बनाये गये स्थलाकृतिक पत्रकों का वर्णन ही सम्मिलित किया गया है।

भारत तथा निकटवर्ती देशों की श्रृंखला

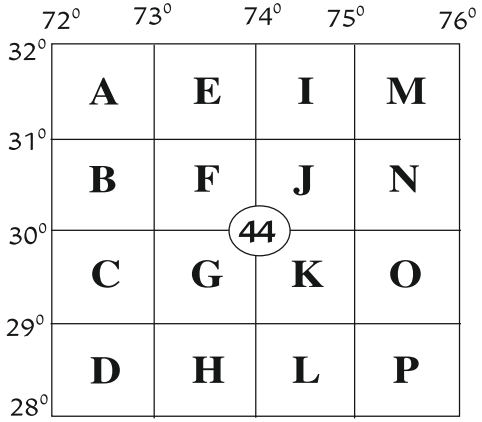
भारत तथा निकटवर्ती देशों की श्रृंखला (India & Adjacent Countries Series) के अन्तर्गत भारत एवं उसके आस-पास के देशों के मानचित्र **1 : 1,000,000** अथवा 1 मिलियन के मापक पर बनाये जाते हैं। इसलिए इन्हें **मिलियन शीट** (Million Sheet) भी कहा जाता है। इस श्रृंखला के प्रत्येक मानचित्र का विस्तार 4^0 अक्षांश व 4^0 देशान्तर पर होता है। इस पूरी श्रृंखला के अन्तर्गत 4^0 दक्षिणी अक्षांश से 40^0 उत्तरी अक्षांश तथा 44^0 पूर्वी देशान्तर से 104^0 पूर्वी देशान्तर तक का क्षेत्र सम्मिलित किया जाता है। अत: इस सम्पूर्ण क्षेत्र के अन्तर्गत मध्य-पूर्व के कई देश, अफ़ग़ानिस्तान, पाकिस्तान, भारत, श्रीलंका, नेपाल, भूटान, बांग्लादेश, म्यांमार, थाइलैण्ड, कम्बोडिया, वियतनाम तथा दक्षिणी रूस के कुछ देशों को सम्मिलित किया जाता है। इस सम्पूर्ण क्षेत्र को $4^0 \times 4^0$ के टुकड़ों में कुल 106 भागों में विभाजित किया गया है। इन सभी विभाजित क्षेत्रों की पहचान के लिए इन्हें 1 से 106 तक की संख्याओं का क्रमांक दिया गया है, जिन्हें **निर्देशक संख्या** (Index Number) कहा जाता है। इस श्रृंखला को चित्र संख्या 5.1 में दर्शाया गया है। कभी-कभी किसी भाग के मानचित्र का नामकरण निर्देशक संख्या के आधार पर न होकर उस मानचित्र के अन्तर्गत सम्मिलित प्रमुख शहर के नाम पर किया जाता है। यद्यपि भारतीय सर्वेक्षण विभाग ने इस श्रृंखला का प्रकाशन अब बन्द कर दिया है, तथापि इसके ही उपविभाजन के आधार पर भारत के विभिन्न क्षेत्रों के स्थलाकृतिक मानचित्र बनाये जाते हैं।

भारतीय स्थलाकृतिक पत्रकों का उपविभाजन

भारत तथा निकटवर्ती देशों की श्रृंखला के प्रत्येक मानचित्र को मिलियन शीट कहा जाता है, जिनकी पहचान निर्देशक संख्याओं के द्वारा होती है। प्रत्येक मिलियन शीट को निम्नानुसार विभाजित एवं उपविभाजित किया जाता है-

पत्रक का नाम	अक्षांशीय व देशान्तरीय विस्तार	मापक	समोच्च रेखाओं का अन्तराल
मिलियन शीट	$4^0 \times 4^0$	1 : 1000000	—
चौथाई इंची पत्रक Degree Sheet	$1^0 \times 1^0$	1 : 250000	100 मीटर
आधा इंची पत्रक Half Degree Sheet	$½^0 \times ½^0$	1 : 125000 or 1 : 100000	50 मीटर 40 मीटर
एक इंची पत्रक Quarter Degree Sheet	$¼^0 \times ¼^0$	1 : 50000	20 मीटर
1 : 25000 पत्रक Special Sheet	5' × 7½'	1 : 25000	10 मीटर
1 : 25000 पत्रक New Special Sheet	7½' × 7½'	1 : 25000	10 मीटर

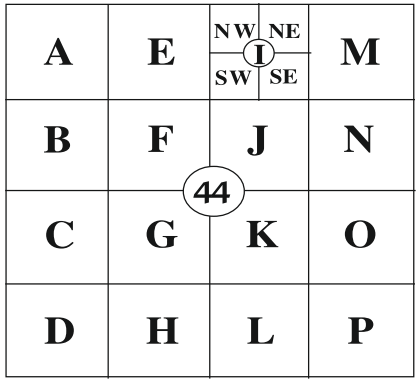
1. चौथाई ईंची पत्रक (Quarter Inch Sheet) या 1 : 250,000 - प्रत्येक मिलियन शीट को सोलह भागों में विभाजित किया जाता है। प्रत्येक भाग की पहचान के लिए इन्हें अंग्रेज़ी के **A** से **P** तक के अक्षरों में नामांकित किया जाता है। इन्हें निर्देशक अक्षर (Index Letters) कहते हैं। मिलियन शीट का विस्तार $4^0 \times 4^0$ क्षेत्र पर होता है, अत: इसे सोलह भागों में विभाजित करने पर प्रत्येक निर्देशक अक्षर वाले पत्रक का विस्तार $1^0 \times 1^0$ क्षेत्र पर हो



चित्र 5.2 - चौथाई इंची पत्रक

जाता है। इसलिए इन्हें **डिग्री शीट** (Degree Sheet) भी कहा जाता है। इसे चित्र संख्या 5.2 में दर्शाया गया है। ये पत्रक 1" = 4 मील के मापक पर बनाये जाते थे। इसलिए इन्हें **चौथाई इंची पत्रक** कहा जाता था। आजकल इन पत्रकों को दशमलव प्रणाली अपनाते हुए 1 : 250,000 के मापक पर बनाया जाता है। इसलिये इन पत्रकों को चौथाई इंची पत्रक के स्थान पर **1 : 250,000 पत्रक** के नाम से जाना जाता है। इन पत्रकों पर समोच्च रेखाओं का मध्यान्तर 100 मीटर रखा जाता है। इन पत्रकों का नामकरण निर्देशक संख्या तथा निर्देशक अक्षर को मिलाकर किया जाता है। उदाहरण के लिये **44 L, 54 K, 43 B** आदि।

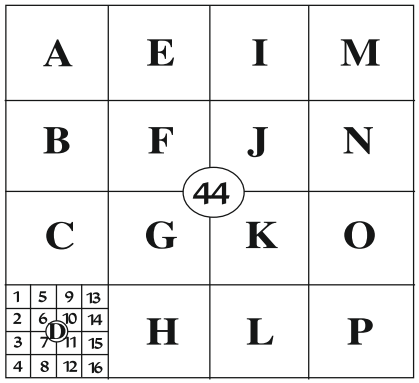
2. आधा इंची पत्रक (Half Inch Sheet) – प्रत्येक निर्देशक अक्षर वाले पत्रक को चार भागों में उपविभाजित किया जाता है। चूंकि निर्देशक अक्षर वाले पत्रक का विस्तर $1^0 \times 1^0$ क्षेत्र पर होता है, अत: इसको चार भागों में उपविभाजित करने पर प्रत्येक उपविभाग का विस्तार $\frac{1}{2}^0 \times \frac{1}{2}^0$ क्षेत्र पर हो जाता है। इसलिए इस पत्रक को **आधा डिग्री पत्रक** (Half Degree Sheet) भी कहते हैं। इन उपविभाजित पत्रकों की पहचान के लिए इनका नामकरण चतुर्थांशों की दिशा के आधार पर किया जाता है। उदाहरण के लिये **NE, NW, SW** तथा **SE**। इन्हें क्रमश: उत्तरी–पूर्वी, उत्तरी–पश्चिमी, दक्षिणी–पश्चिमी तथा दक्षिणी–पूर्वी दिशाओं वाले उपविभागों के लिए नामांकित किया जाता है, जैसा कि चित्र संख्या 5.3 में दर्शाया गया है। इन पत्रकों को 1" = 2 मील के मापक पर बनाया जाता था इसलिए इन्हें **आधा इंची पत्रक** भी कहते थे। दशमलव प्रणाली के अन्तर्गत अब इन पत्रकों को 1:100,000 के मापक पर बनाया जाता है।



चित्र 5.3 – आधा इंची पत्रक

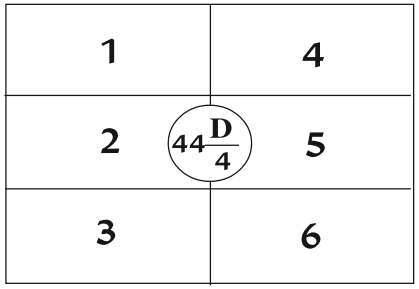
इसलिये इन पत्रकों को अब **1:100,000 पत्रक** के नाम से जाना जाता है। इन पत्रकों में समोच्च रेखाओं का मध्यान्तर 50 मीटर रखा जाता है। इन पत्रकों के पूर्ण नामकरण में निर्देशक संख्या, निर्देशक अक्षर तथा दिशा सूचक चतुर्थांश के नाम सम्मिलित किये जाते हैं, जैसे– **46J/NE, 53K/NW, 66B/SW** आदि। ये पत्रक पहले 1:125000 पर बनाये जाते थे। इन पत्रकों का प्रकाशन अब नहीं होता है।

3. एक इंची पत्रक (One Inch Sheet) – प्रत्येक आधा इंची पत्रक को चार उपविभागों में अथवा प्रत्येक निर्देशक अक्षर वाले पत्रक को सौलह भागों में उपविभाजित किया जाता है। इनमें से किसी भी प्रकार के उपविभाजन के फलस्वरूप उपविभाजित पत्रक का विस्तार $\frac{1}{4}^0 \times \frac{1}{4}^0$ क्षेत्र पर हो जाता है क्योंकि आधा इंची पत्रक $\frac{1}{2}^0 \times \frac{1}{2}^0$ पर तथा चौथाई इंची पत्रक $1^0 \times 1^0$ पर विस्तृत होता है। इसी कारण इन पत्रकों को **चौथाई डिग्री पत्रक** (Quarter Degree Sheet) भी कहा जाता है। डिग्री शीट के 16 उपविभाजनों को 1 से 16 तक की संख्या द्वारा प्रदर्शित किया जाता है। इस उपविभाजन को चित्र संख्या 5.4 में दर्शाया गया है। इनका मापक 1"= 1 मील होता था, अत: इन्हें **एक इंची पत्रक** कहा जाता था, किन्तु अब दशमलव प्रणाली के अन्तर्गत इन पत्रकों को 1:50,000 के मापक पर बनाया जाता है। इसलिये इन्हें अब **1:50,000 पत्रक** के नाम से जाना जाता है। इन पर समोच्च रेखाओं का मध्यान्तर 20 मीटर रखा जाता है। इन पत्रकों के पूर्ण नामकरण में निर्देशक संख्या, निर्देशक अक्षर तथा उपविभाजित संख्या के क्रमांक को सम्मिलित किया जाता है। उदाहरण के लिये **56D/12, 44P/16 आदि।**



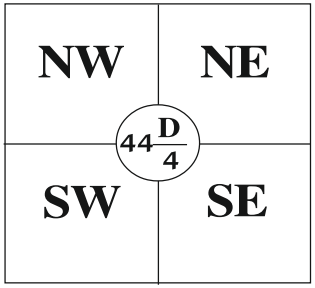
चित्र 5.4 – एक इंची पत्रक

4. 1:25,000 मापक पत्रक – प्रत्येक एक इंची पत्रक को 6 उपभागों में विभाजित किया जाता है। इनका विस्तार **5 मिनट अक्षांश** तथा **7.5 मिनट देशान्तर** के क्षेत्र पर होता है। इन पत्रकों को 1:25,000 मापक पर बनाया जाता है। इसलिये इन्हें **1:25,000 पत्रक** के नाम से जाना जाता है। इन पत्रकों का उपविभाजन चित्र संख्या 5.5 में दर्शाया गया है। इन पर समोच्च रेखाओं का मध्यान्तर 10 मीटर रखा जाता है। इन पत्रकों के पूर्ण नामकरण में निर्देशक संख्या, निर्देशक अक्षर, विभाजित संख्या तथा पुन: उपविभाजित संख्या को सम्मिलित किया जाता है। उदाहरण के लिए **45K/12/5, 44D/14/6** आदि।



चित्र 5.5 – 1:25,000 पत्रक

5. 1:25,000 मापक पत्रक – प्रत्येक एक इंची पत्रक को 4 उपभागों में विभाजित किया जाता है। इनका विस्तार **7.5 मिनट अक्षांश** तथा **7.5 मिनट देशान्तर** के क्षेत्र पर होता है। इन पत्रकों को 1:25,000 मापक पर बनाया जाता है। इसलिये इन्हें **1:25,000 पत्रक** के नाम से जाना जाता है। इन पत्रकों का उपविभाजन चित्र सं.5.5(अ) में दर्शाया गया है। इन पर समोच्च रेखाओं का मध्यान्तर 10 मीटर रखा जाता है। इन पत्रकों के पूर्ण नामकरण में निर्देशक संख्या, निर्देशक अक्षर, विभाजित संख्या तथा पुन: उपविभाजित संख्या को सम्मिलित किया जाता है। उदाहरण के लिए **45K/12/SW, 44D/14/NE** आदि।



चित्र 5.5(अ) – 1:25,000 पत्रक

स्थलाकृतिक पत्रक का अध्ययन

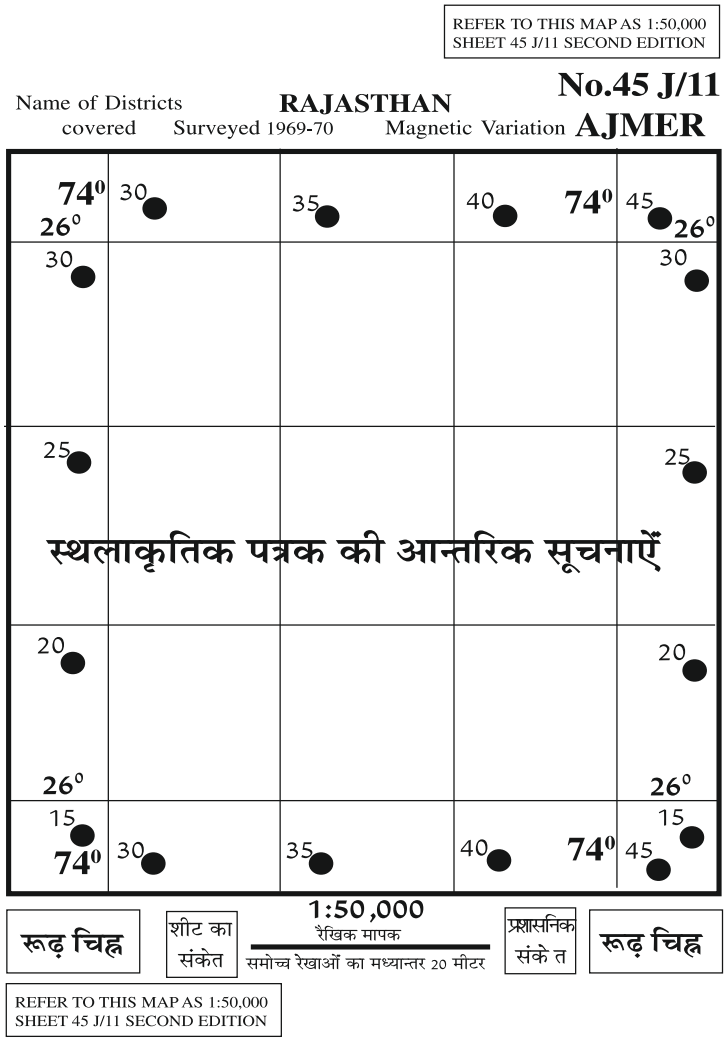
स्थलाकृतिक पत्रक का क्रमबद्ध अध्ययन करने के लिये विभिन्न शीर्षकों के अन्तर्गत वर्णन करना होता है। ये शीर्षक निम्नानुसार हैं–

1. प्रारम्भिक सूचनाएं (Preliminary Informations)

स्थलाकृतिक पत्रक की व्याख्या में कई प्रारम्भिक सूचनाओं को सम्मिलित करना आवश्यक होता है। इन्हें दो भागों में विभाजित किया जा सकता है–

(क) बाह्य सूचनाएं (Outer Informations) – जो तथ्य स्थलाकृतिक पत्रक की सीमा से बाहर की ओर दिये हुए होते हैं, उन्हें इस श्रेणी में रखा जाता है। कुछ सूचनाएं पत्रक के ऊपर की ओर दी हुई होती हैं। इनमें से सबसे प्रमुख उस पत्रक के नामकरण के निर्देशांक व निर्देश संख्या होती है, जो पत्रक के ऊपर दाहिने कोने पर दी हुई होती है। पत्रक के नामांकन के साथ ही प्रमुख शहर का नाम (यदि पत्रक के क्षेत्र में सम्मिलित हो), मापक तथा उस पत्रक का संस्करण आदि लिखा होता है। यहाँ से बायें हाथ की ओर क्रमश: सर्वेक्षण के समय चुम्बकीय उत्तर का विचलन, प्रशासनिक इकाई का नाम, सर्वेक्षण का वर्ष तथा पत्रक के अन्तर्गत आने वाले जिलों के नाम दिये होते हैं। पत्रक की सीमा से बाहर नीचे की ओर दोनों कोनों पर रूढ़ चिह्नों के संकेत दिये हुए होते हैं। बायें हाथ को दिये हुए रूढ़ चिह्नों के संकेत के नीचे उस पत्रक का नामकरण, मापक तथा संस्करण के विषय में लिखा होता है। यहाँ से दाहिने हाथ की ओर क्रमश: पत्रक के विभाजन की व्यवस्था, मापक, समोच्च रेखाओं का मध्यान्तर तथा प्रशासनिक इकाइयों के विभाजन का संकेत दिया हुआ होता है। इन सभी तथ्यों को साधारण रूप में एक रेखाचित्र संख्या 5.6 के द्वारा स्पष्ट किया गया है।

(ख) सीमावर्ती सूचनाऐं (Boundary Infromations) – कुछ सूचनाऐं पत्रक की सीमा पर दी हुई होती हैं। इनमें सबसे प्रमुख पत्रक का



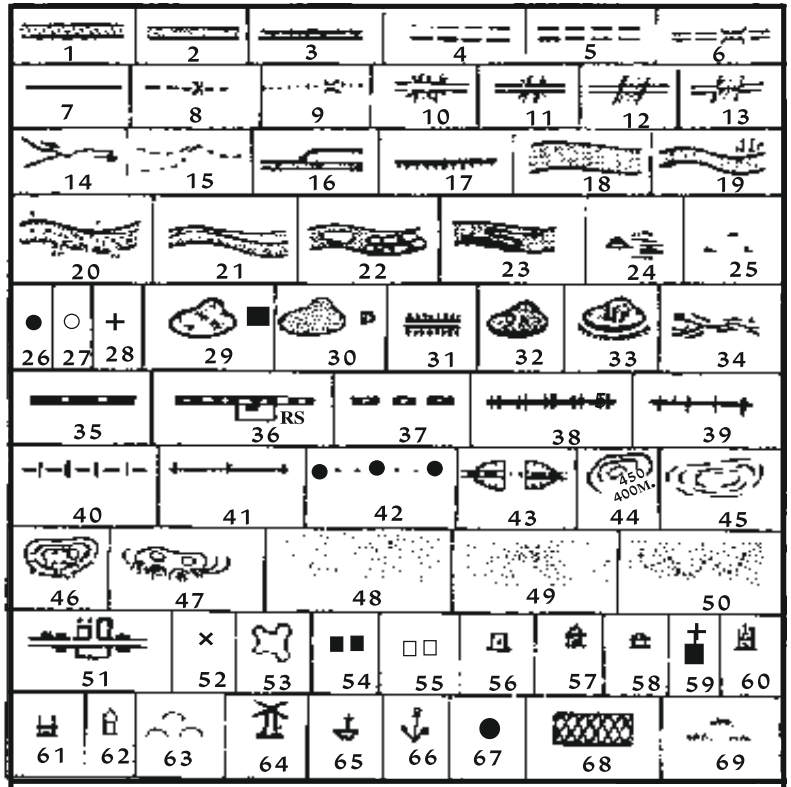
चित्र 5.6–स्थलाकृतिक पत्रक पर बाह्य सूचनाएँ

अक्षांशीय एवं देशान्तरीय विस्तार होता है। इसके आधार पर हमें पत्रक के अन्तर्गत सम्मिलित क्षेत्र की अंक्षाशीय व देशान्तरीय स्थिति एवं विस्तार का ज्ञान हो जाता है। पत्रक की सीमाओं पर चारों ओर उन प्रशासनिक इकाइयों का नाम भी लिखा हुआ होता है, जो पत्रक के अन्तर्गत सम्मिलित क्षेत्र को घेरे हुए हैं। पत्रक की सीमा पर आकर मिलने वाले सड़क व रेलमार्गों पर यह लिखा होता है कि वे मार्ग किन प्रधान नगरों से जुड़े हुए हैं।

2. आन्तरिक सूचनाएं (Inner Informations)

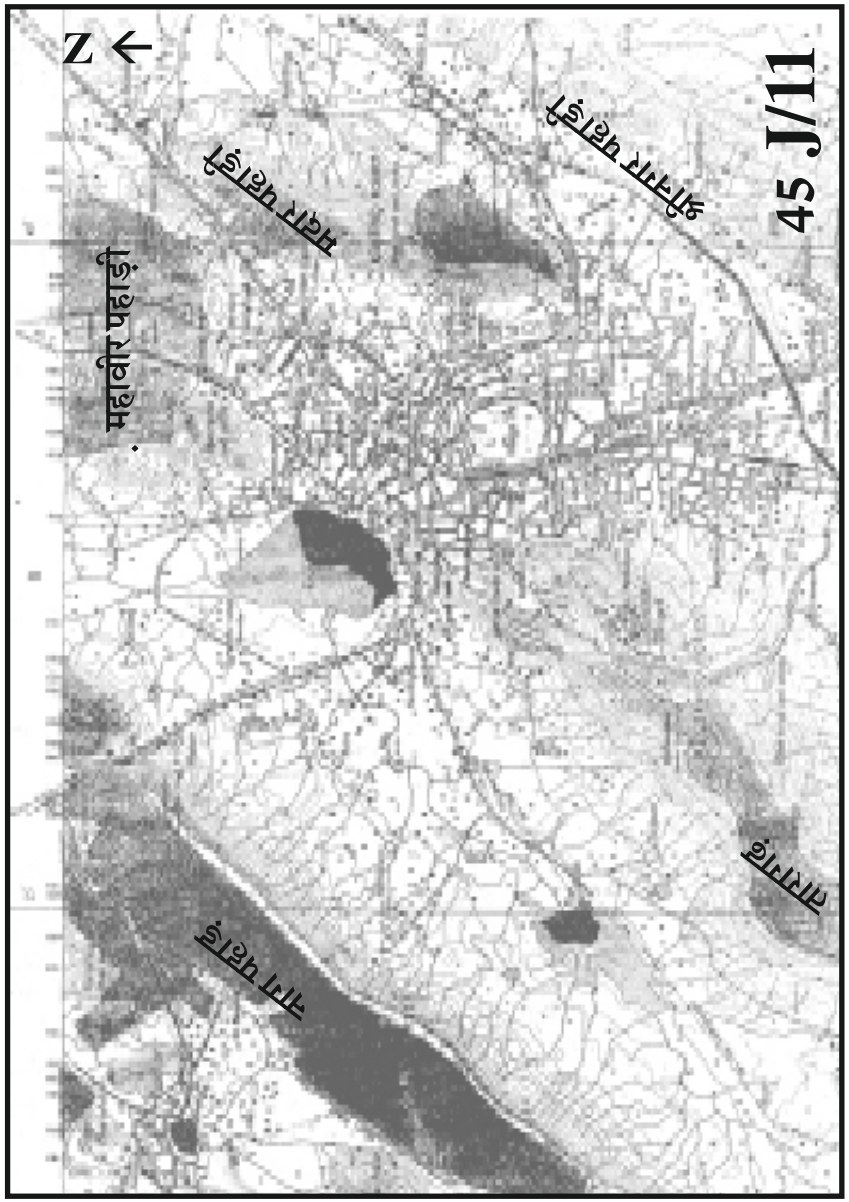
पत्रक की सीमाओं के भीतर इसके अन्तर्गत सम्मिलित क्षेत्र के तथ्यों का विस्तृत प्रतिरूपण होता है। इनमें सभी प्राकृतिक एवं सांस्कृतिक तथ्यों को सम्मिलित किया जाता है। इन तथ्यों का अध्ययन रूढ़ चिह्नों की साहयता से किया जाता है, जिन्हें चित्र 5.7 संख्या में दर्शाया गया है। तथ्यों का क्रम से अध्ययन निम्न शीर्षकों के अन्तर्गत किया जा सकता है–

(i) **उच्चावच (Relief)** – उच्चावचों को समझने के लिये समोच्च रेखाओं का अध्ययन करना चाहिए। समोच्च रेखाओं के माध्यम से उस क्षेत्र की स्थलाकृतिक विशेषताओं तथा ढाल के स्वरूपों की विस्तृत जानकारी प्राप्त हो जाती है। चित्र संख्या 5.8 में पत्रक क्रमांक **45 J/11** के एक भाग को दर्शाया गया है। इसका आप ध्यानपूर्वक अध्ययन कीजिए। इसको देखते ही हमें यह ज्ञात हो जाता है कि इस क्षेत्र में कई समानान्तर पर्वत श्रेणियाँ तथा उनके मध्य घाटियाँ विस्तृत हैं। यह भी स्पष्ट है कि इन पर्वत श्रेणियों तथा इनके मध्य विस्तृत घाटियों का विस्तार उत्तर–पूर्व से दक्षिणी–पश्चिमी दिशा की ओर है। उच्चावच की अन्य विशेषताओं, ढाल के स्वरूप तथा अध्याय 4 में पहाड़ियों, घाटियों, जलप्रपात, भृगु आदि भूस्वरूपों के समोच्च रेखाओं के रूप में प्रतिरूपण को ध्यान में रखते हुए इन भूस्वरूपों की आप पहचान कीजिए। वृहत भूआकृतियों के रूप में उत्तरी–पश्चिमी दिशा से प्रारम्भ करते हुए स्पष्ट है कि पुष्कर के उत्तर में डूंगरी पहाड़, दक्षिण–पूर्व में नाग पहाड़, फिर क्रमशः तारागढ़, महावीर



1 व 2. पक्की सड़कें महत्व के अनुसार, 3. पक्की सड़क व मील का पत्थर, 4 व 5. कच्ची सड़कें महत्व के अनुसार, 6. कच्ची सड़क पर पुल, 7. बैलगाड़ी मार्ग, 8. पगडंडी, 9. पगडंडी पर पुल, 10. पोतघाट (Pier) पुल, 11. पोतघाट रहित पुल, 12. कॉज़वे, 13. नौकाघाट (Ferry), 14.नदी, 15. सूखा नाला, 16. नहर, 17. पक्का बाँध, 18 व 19. सूखी नदी का चौड़ा व संकड़ा पाट, 20.ऊँचा सरिता तट, 21, चौड़े नदी पाट में संकीर्ण जल प्रवाह, 22. नदी में द्वीप, 23. ज्वारीय नदी, 24. दलदल, 25. सरकण्डा, 26 व 27. पक्का व कच्चा कुआ, 28. सोता, 29. जलयुक्त तालाब, 30. शुष्क तालाब, 31. तटबन्ध, 32. सड़क या रेल तट बन्ध, 33. तालाब तटबन्ध, 34.घर्षित भूमि, 35. ब्रॉडगेज, 36. मीटरगेज पर स्टेशन, 37. निर्माणाधीन रेलमार्ग, 38. दोहरी रेल लाइन, 39. मीटरगेज पर मील का पत्थर, 40. निमार्णाधीन मीटरगेज लाइन, 41. ट्रामवे, 42.टैलीग्राफ लाइन, 43. सुरंग, 44. समोच्च रेखाऐं, 45. फॉर्म लाइन, 46. चट्टानी ढाल, 47.भृगु, 48. बालुका मैदान, 49. स्थिर बालुका स्तूप, 50. गतिशील बालुका स्तूप, 51. गाँव, 52. उजड़ा हुआ गाँव, 53. किला, 54. स्थाई झोंपड़ियाँ, 55. अस्थाई झोंपड़ियाँ, 56. मीनार, 57. मन्दिर, 58.छतरी, 59. चर्च, 60. मस्ज़िद, 61. ईदगाह, 62. मकबरा, 63. कब्रिस्तान, 64. प्रकाश गृह, 65. प्रकाश पोत, 66. लंगरगाह 67. खान, 68. फलों के बागात, 69. घास के क्षेत्र ।

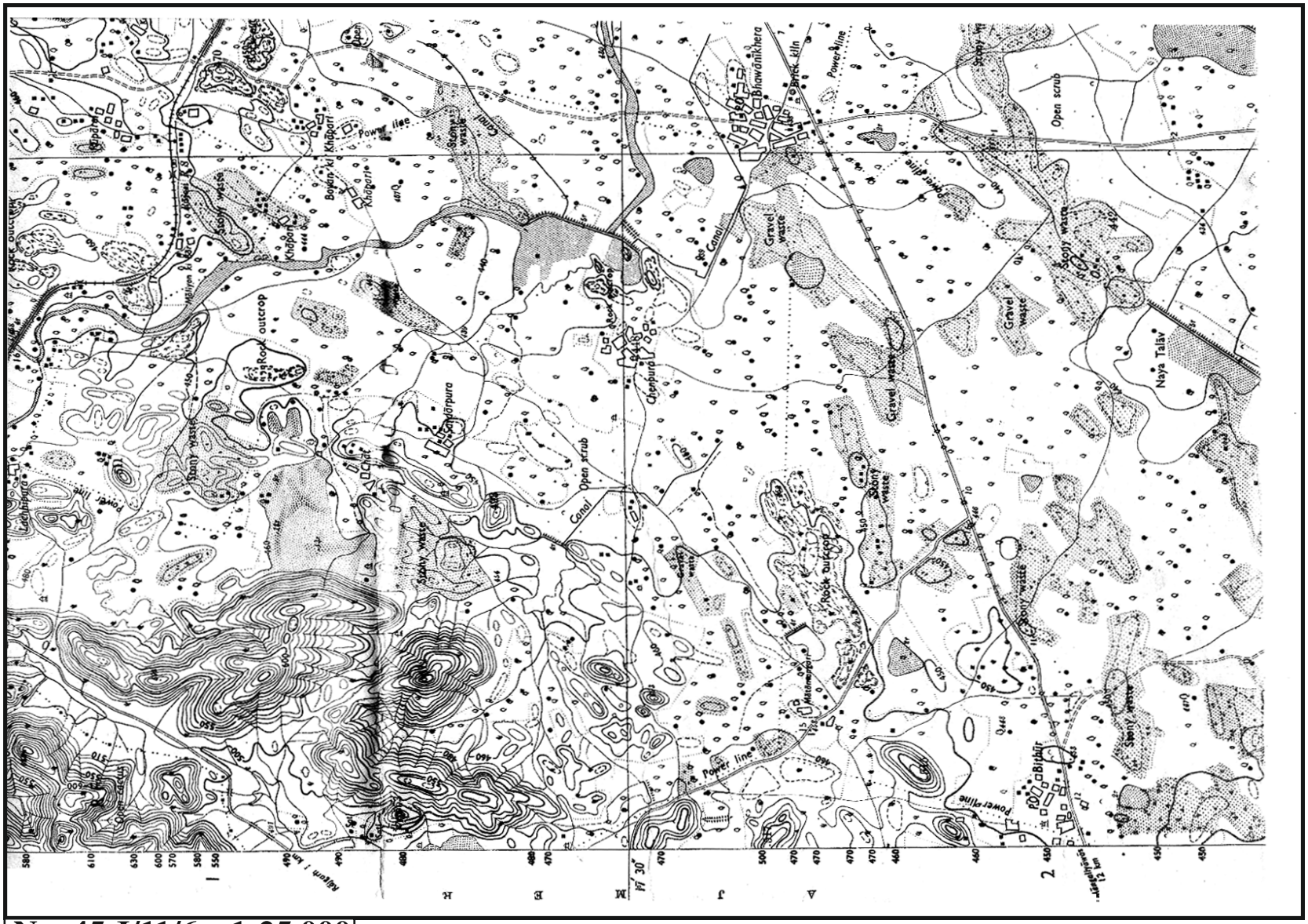
चित्र 5.7– प्रमुख रूढ़ चिह्न



चित्र 5.8–**45 J/11** स्थलाकृतिक पत्रक का एक भाग

No. 45 J/11/3 1:25,000
अजमेर जिला सर्वेक्षण वर्ष 1972–73
समोच्च रेखाओं का मध्यान्तर–10 मीटर

चित्र – 5.9



No. 45 J/11/6 1:25,000
अजमेर जिला सर्वेक्षण वर्ष 1972–73
समोच्च रेखाओं का मध्यान्तर–10 मीटर

चित्र – 5.10

पहाड़ी, मदार पहाड़ी, श्रीनगर पहाड़ी आदि विस्तृत हैं। आनासागर की ओर तारागढ़ पहाड़ी का ढाल धीमा है, क्योंकि उस ओर समोच्च रेखाऐं अपेक्षाकृत दूर-दूर हैं। इसके विपरीत नाग पहाड का ढाल पुष्कर की ओर तीव्र है क्योंकि उस ओर समोच्च रेखाऐं पास-पास हैं। फॉयसागर की ओर नाग पहाड़ का ढाल अपेक्षाकृत धीमा है। पत्रक के इस अंश में समोच्च रेखाओं के अध्ययन से विभिन्न प्रकार के ढालों का ज्ञान होता है। इसी प्रकार समोच्च रेखाओं के माध्यम से आप ढाल के अतिरिक्त अन्य स्थलाकृतियों का अध्ययन कर सकते हैं।

(ii) जलाशय व अपवाह (Water Bodies & Drainage) - पत्रक के दिये गये अंश में उत्तर-पश्चिम से क्रमशः पुष्कर, फॉयसागर, आनासागर, बीसलापाल आदि जलाशय स्पष्ट दिखाई देते हैं। आनासागर व फॉयसागर के कुछ भाग बिन्दुओं से एवं कुछ भाग काले रंग के दिखाई दे रहे हैं। बिन्दु वाले क्षेत्र जलाशय के शुष्क भाग को प्रकट करते हैं, जबकि काला रंग जलीय क्षेत्र को प्रकट करता है। स्थलाकृतिक पत्रक पर इसे नीले रंग से दर्शाया जाता है। चूंकि यह घाटी और श्रेणी क्षेत्र हैं, अतः इसमें जलप्रवाह भी स्पष्ट प्रतीत होता है। नागपहाड़ और तारागढ की पहाड़ियों से निकलते हुए कई छोटे-छोटे नाले दर्शाये गये हैं। इनमें से अधिकांश नाले इन पहाड़ियों का जल फॉयसागर में लाकर एकत्रित करते हैं। इस प्रकार यह फॉयसागर का जल प्राप्ति क्षेत्र (Catchment Area) है। फॉयसागर का अतिरिक्त जल पत्रक में दर्शाये अनुसार बानरी नाले के रूप में आनासागर में जाकर मिलता है। स्थानीय लोग इसे बांडी नदी कहते हैं। आनासागर का अतिरिक्त जल बीसलापाल में जाकर मिलता है। इसी प्रकार पत्रक के इस अंश में पहाड़ियों से अन्य कई नाले निकलते हुए दर्शाये गये हैं, जिनसे जल प्रवाह की दिशा ज्ञात होती है। इन नालों में छोटे-छोटे बिन्दु भरे हुए हैं, जो यह दर्शाते हैं कि सर्वेक्षण के समय इन नालों में जल प्रवाह नहीं था। इससे यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि ये मौसमी नाले (Seasonal Nallas) हैं।

यद्यपि पत्रक के इस अंश से अन्य कई पहलुओं का अध्ययन किया जा सकता है, तथापि इस अध्याय में अधिवासों का अध्ययन ही सम्मिलित किया गया है।

(iii) मानव अधिवास (Human Settlements) - पत्रक के इस अंश में देखने पर ज्ञात होता है कि इसमें मानवीय अधिवास का केन्द्र एवं सबसे बड़ा नगर अजमेर है, जो महावीर पहाड़ी, मदार पहाड़ी, श्रीनगर पहाड़ी तथा तारागढ़ पहाड़ी के मध्य स्थित घाटी में फैला हुआ है। इससे स्पष्ट है कि पहाड़ियों से घिरे होने के कारण अजमेर में मानवीय बसाव का प्रारूप घाटियों के विस्तार के अनुरूप रैखिक प्रवृति (Linear Pattern) के रूप में हुआ है। पत्रक के इस अंश में दूसरा सबसे बड़ा बसाव पुष्कर झील के चारों ओर दिखाई देता है। इसके अतिरिक्त अन्य कई छोटे-छोटे मानवीय बसाव काजीपुरा, हाथीखेड़ा, कोटड़ा, बोराज, रातीडांग, रसूलपुरा, मदारपुरा आदि हैं। इस पत्रक के अंश में मानवीय बस्तियों का बिखरा हुआ प्रारूप (Scattered Pattern) स्पष्ट रूप से देखने को मिलता है। ये बसाव अपने छोटे विस्तार के कारण यह प्रदर्शित करते हैं कि ये छोटे-छोटे गाँव हैं। इनमें से अधिकांश गाँव कच्ची एवं पक्की सड़कों द्वारा अजमेर से जुड़े हुए हैं। अजमेर से विभिन्न दिशाओं की ओर सड़क और रेलमार्ग निकलते हुए दिखाई देते हैं। एक सड़क अजमेर से पुष्कर को जोड़ती है। स्थलाकृतिक मानचित्र में ध्यान से देखने पर ज्ञात होगा कि यह सड़क नाग पहाड़ को पार करती है। जिस स्थान पर यह सड़क नाग पहाड़ को पार करती है, वहाँ उस श्रेणी की ऊँचाई न्यूनतम है। उस क्षेत्र की समोच्च रेखाओं के अध्ययन से यह स्पष्ट होता है कि वहाँ की स्थलाकृति काठीनुमा (Saddle-like) है। काठी तथा दर्रे में प्रमुख अन्तर यह है कि काठी निम्न श्रेणियों में मिलती है तथा इसका धंसान काफी चौड़ा होता है। इसके विपरीत दर्रे ऊँची श्रेणियों में पाये जाते हैं तथा उनका धंसान अपेक्षाकृत सकड़ा होता है। ये दोनों ही प्रकार के धंसान अर्थात दर्रे अथवा काठी पर्वतीय और ऊबड़-खाबड़ क्षेत्रों में आवागमन हेतु आसान मार्ग की सुविधा प्रदान करते हैं। इसीलिए अनेक पर्वतीय और ऊबड़-खाबड़ क्षेत्रों में सड़कें व रेलमार्ग दर्रों अथवा काठियों से होकर बनाये जाते हैं। आप इसकी पुष्टि हेतु पश्चिमी घाट से होकर पश्चिमी तट और पूर्वी तट के नगरों को मिलाने वाली रेल व सड़क मार्गों का अध्ययन भारत के प्राकृतिक मानचित्र में कीजिये।

❑❑❑

अभ्यास

स्थलाकृतिक पत्रक क्या होते हैं? इनमें रूढ़ चिह्नों का क्या महत्व है?

भारतीय सर्वेक्षण विभाग द्वारा प्रकाशित भारतीय स्थलाकृतिक पत्रकों का वर्गीकरण बताइये।

भारत व निकटवर्ती देशों की श्रृंखला का वर्णन कीजिये।

अभ्यास

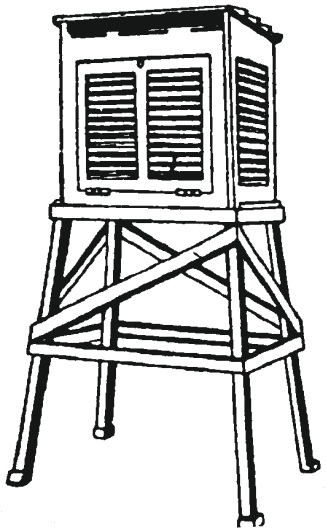
निर्देशांक 45 तथा 45 B वाले स्थलाकृतिक पत्रकों का रैखिक प्रदर्शन देते हुए उनकी सभी विशेषताओं को भी उस पर अंकित कीजिए।

निर्देशांक 45 B/NE तथा 45 B/12 वाले स्थलाकृतिक पत्रकों का रैखिक प्रदर्शन सहित उनकी सभी विशेषताओं का वर्णन कीजिए।

अध्याय - 6

ऋतु उपकरण एवं मौसम मानचित्र
Weather Instruments & Weather Maps

मौसम व जलवायु का हमारे दैनिक जीवन व आर्थिक क्रियाओं पर गहरा प्रभाव पड़ता है। वैसे भी ये सभी चेतन व जड़ पदार्थों को प्रभावित करते हैं। अत: मौसम के बारे में जानने की हमारी रूचि स्वाभाविक ही है। तापमान, वायुदाब, वायु की दिशा एवं गति, पवनें, आर्द्रता व वृष्टि मौसम के मुख्य तत्व हैं। मौसम के अवयवों की जानकारी एवं गणना करने हेतु कई प्रकार के ऋतु उपकरण काम में लिए जाते हैं। इन उपकरणों को खुली हवा में रखा जाता है। तापमापी यंत्रों को धूप में नहीं रखा जाता। ऊष्मा के विकिरण तथा धूप के प्रत्यक्ष प्रभाव से बचाने के लिए ऋतु उपकरणों को लकड़ी के जालीदार बक्से में रखा जाता है। इस बक्से को **स्टीवैन्सन स्क्रीन** कहते हैं। चित्र संख्या 6.1 में स्टीवैन्सन स्क्रीन को दर्शाया गया है। इसके दो लाभ है, प्रथम तो यह कि ऋतु उपकरण धूप के प्रत्यक्ष प्रभाव से बच जाते हैं तथा दूसरा यह कि उपकरण इसमें सुरक्षित रहते हैं। इसे सभी ऋतु पर्यवेक्षण केन्द्रों (Weather Observatories) में देखा जा सकता है।



चित्र 6.1- स्टीवैन्सन स्क्रीन

तापमान की इकाइयाँ

तापमान सामान्यत: दो इकाइयों में नापा जाता है- सैल्शियस तथा फारेनहाइट। सैल्शियस इकाई में मापक का विस्तार 0^0 से 100^0 तक होता है। फारेनहाइट इकाई में तापमान मापक का विस्तार 32^0 से 212^0 तक होता है। तापमान की दोनों प्रचलित इकाइयों को निम्न सूत्रों द्वारा एक दूसरे में परिवर्तित किया जा सकता है-

फारेनहाइट = $(C \times 1.8) + 32^0$

सैल्शियस = $(F-32^0) \div 1.8$

उपरोक्त सूत्रों के अतिरिक्त तापमान की दोनों इकाइयों को एक साधारण तथा प्रत्यक्ष विधि द्वारा भी परिवर्तित किया जा साकता है। यदि सैल्शियस डिग्रियों को फारेनहाइट में परिवर्तित करना हो तो उन्हें 1.8 से गुणा करके 32 जोड़ देना चाहिये। यदि फारेनहीट को सैल्शियस में परिवर्तित करना हो तो उसमें से 32 घटा कर 1.8 का भाग देना चाहिये। आप ऊपर दिये हुए सूत्रों का उपयोग करके तापमान की दोनों इकाइयों में पारस्परिक परिवर्तन का अभ्यास कीजिये। इस परिवर्तन के लिए साधारण विधि का भी उपयोग कीजिये।

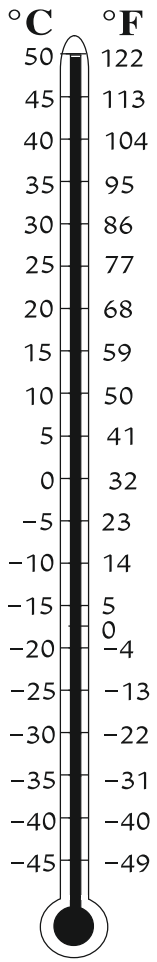
साधारण तापमापी
(Simple Thermometer)

यह काँच की एक नली का बना होता है जिस पर फारेनहाइट या सैल्शियस के मापक में डिग्रियाँ अंकित होती हैं। इस नली के एक ओर घुण्डी

होती है तथा दूसरी ओर का सिरा बन्द होता है। इस सिरे को बन्द करने के पहले नली की सारी हवा निकाल ली जाती है। घुण्डी में पारा भरा होता है। तापमान बढ़ने पर पारा गर्म होकर नली में ऊपर की ओर बढ़ता है तथा तापमान कम होने पर पारा नीचे की ओर गिरता है।

किसी समय विशेष के तापमान को नली में पारे की ऊँचाई के अनुसार अंकित मापक पर पढ़ लिया जाता है। प्रत्यक्ष ऊष्मा व धूप से बचाने के लिये इसे स्टीवैन्सन स्क्रीन में रखना चाहिये।

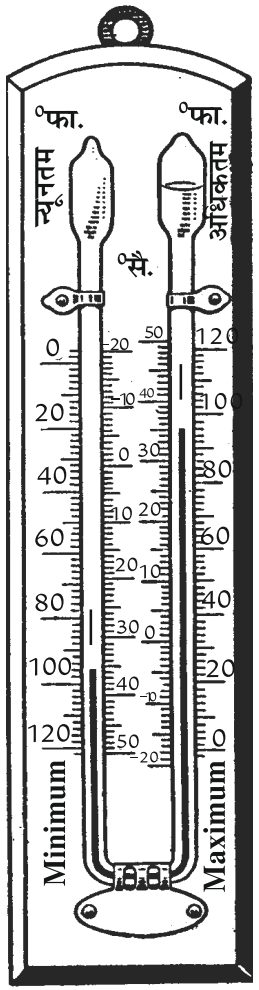
प्रत्यक्ष अनुभव से हम जानते हैं कि तापमान में निरन्तर उतार चढ़ाव होते रहते हैं। इसके अनुरूप साधारण तापमापी में भी पारा नीचे-ऊपर होता रहता है। किन्तु इससे हमें यह मालूम नहीं पड़ता कि तापमान अधिकतम कितना बढ़ा तथा न्यूनतम कितना घटा। इसके लिये यह आवश्यक है कि एक व्यक्ति हमेशा साधारण तापमापी के पास बैठा रहे, जो कि व्यावहारिक नहीं है। इस कारण साधारण तापमापी द्वारा किसी भी समय विशेष का तापमान ही ज्ञात होता है। साधारण तापमापी की इस कमी को अधिकतम-न्यूनतम तापमापी में दूर किया गया है।



चित्र 6.2- साधारण तापमापी

अधिकतम-न्यूनतम तापमापी
(Maximum-Minimum Thermometer)

इस तापमापी के द्वारा 24 घण्टों में हुए उच्चतम व न्यूनतम तापमान को पढ़ा जा सकता है। यह अंग्रेजी के यू आकार की कांच की नली का बना होता है। इसके दोनों सिरों पर घुण्डियाँ होती हैं, जिनमें एल्कोहॉल भरा होता है। यू आकार की नली में पारा भरा होता है। पारे के ऊपर दोनों नलियों में लोहे के एक-एक सूचक होते हैं। सूचक नली की भीतरी दीवारों से चिपके रहते हैं। ये अपने आप नीचे नहीं खिसक सकते। ये सभी अंग चित्र 6.3 में दिखाये गये हैं। जिस नली में मापक के अंक ऊपर से नीचे की ओर बढ़ते हैं, उनमें न्यूनतम तापमान पढ़ते हैं।



चित्र 6.3-उच्चतम न्यूनतम तापमापी

न्यूनतम तापमापी वाली नली की ओर एल्कोहॉल गर्मी पाकर फैलने से उसका दबाव पारे पर बढ़ता है। चूंकि इस नली में एल्कोहॉल के फैलने के लिये स्थान नहीं होता है, अतः पारा दूसरी ओर उच्चतम तापमापी वाली नली में ऊपर उठता है। इधर घुण्डी आधी खाली होने से फैलने के लिये स्थान होता है। पारे के धक्के से सूचक भी ऊपर उठता है। जितना तापमान बढ़ता है, सूचक उतना ही ऊपर धकेल दिया जाता है। तापमान कम होने पर पुनः पारा न्यूनतम तापमापी में ऊपर चढ़ कर सूचक को ऊपर धकेलता है। इस प्रकार प्रतिदिन उच्चतम व न्यूनतम तापमान ज्ञात करने के लिये सम्बन्धित भुजा में सूचकों के **निचले सिरों के समक्ष** लिखे मानों को पढ़ लेते हैं। ये तापमान प्रतिदिन निश्चित समय पर अंकित किये जाते हैं। अभिलेखन के बाद चुम्बक की सहायता से सूचकों को पारे के तल तक अगले पठन के लिए खिसका दिया जाता है।

साधारण तापमापी में केवल अभिलेखन के समय का तापमान ही ज्ञात हो सकता है जबकि उच्चतम न्यूनतम तापमापी में प्रतिदिन का उच्चतम-

न्यूनतम तापमान ज्ञात हो जाता है किन्तु उच्चतम व न्यूनतम तापमानों के मध्य हुए उतार-चढ़ाव का पता नहीं लगता है। इस कमी को तापलेखी पूरा करता है।

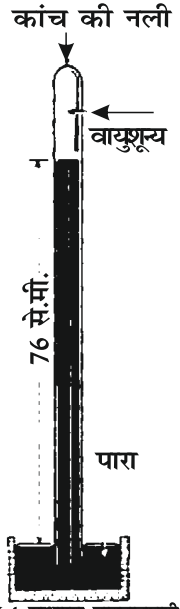
तापलेखी (Thermograph)

सभी तापमापक उपकरणों में यह सर्वाधिक उपयोगी है क्योंकि यह एक स्वत: एवं सतत् अभिलेखी यन्त्र है। इसमें एक घूमता हुआ बेलन होता है। इस बेलन पर एक ग्राफ कागज़ लिपटा रहता है। इस ग्राफ पर यन्त्र की लेखनी तापमान के निरन्तर उतार-चढ़ाव को अंकित करती रहती है। इसमें दो धातुओं से बनी हुई एक लचीली पट्टी होती है। तापमान में परिवर्तन होने पर ये धातुऐं असमान रूप से फैलती-सिकुड़ती रहती हैं। यह पट्टी लेखनी से जुड़ी रहती है। इस कारण धातु की पट्टी के सिकुड़ने या फैलने का अंकन लेखनी ग्राफ कागज़ पर **निरन्तर** करती रहती है। इस प्रकार यह उपकरण सबसे अधिक उपयोगी है क्योंकि इसके द्वारा (i) समय विशेष का तापमान ज्ञात हो जाता है, (ii) प्रतिदिन का उच्चतम व न्यूनतम तापमान ज्ञात हो जाता है तथा (iii) उच्चतम व न्यूनतम तापमानों के मध्य हुए उतार-चढ़ाव का निरन्तर अभिलेख भी प्राप्त हो जाता है।

वायुदाबमापी (Barometer)

साधारण वायुदाबमापी

टॉरीसैली ने सर्वप्रथम सन् 1643 में वायुदाब के सन्दर्भ में एक प्रयोग किया। यह प्रयोग आप भी कर सकते हैं। एक मीटर लम्बी काँच की ऐसी नली को पूरा पारे से भर दें जिसका एक मुँह खुला हो। इस नली के खुले मुँह पर अंगूठा लगाकर पारे भरी प्याली में उल्टा कर दें और फिर अंगूठा हटायें। आप देखेंगे कि उल्टा करने पर भी नली का पारा पूरा खाली नहीं हुआ है। नली में अब भी 76 से.मी. ऊँचाई तक पारा भरा है (चित्र 6.4)। ऐसा क्यों है? ऐसा इसलिये है कि प्याले में पारे के तल पर उस समय वायु का 76 से.मी. के बराबर दाब पड़ रहा है। इसी को वायुदाब कहते हैं।



चित्र 6.4-साधारण वायुदाबमापी

टॉरीसैली के इसी प्रयोग पर आधारित वायुदाबमापी का एक सुधरा हुआ रूप फोर्टिन का वायुदाबमापी यन्त्र है। वायुदाबमापी के लिये कांच की नली से बने इस यन्त्र में भी पारे का उपयोग किया जाता है। लम्बी, भारी व कांच की नली में द्रव के उपयोग के कारण इस उपकरण को इधर-उधर लाना ले जाना सम्भव नहीं है।

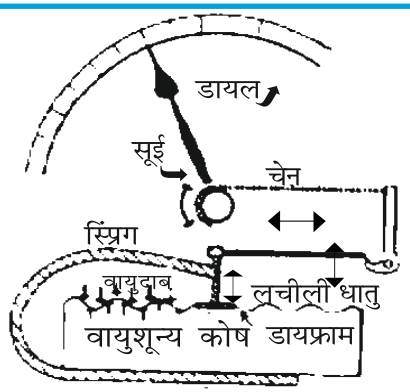
निर्द्रव वायुदाबमापी (Aneroid Barometer)

जिन वायुदाबमापियों में पारे का उपयोग होता है, उन्हें लाने ले जाने की परेशानी के कारण एक ऐसे यन्त्र की आवश्यकता महसूस होने लगी थी जिसे आसानी से एक स्थान से दूसरे स्थान को लाया ले जाया जा सके। यह आवश्यकता निर्द्रव वायुदाबमापी ने पूरी की। इसमें किसी भी प्रकार के द्रव का उपयोग नहीं किया जाता है, इसीलिये इसे **निर्द्रव वायुदाबमापी** कहा जाता है। इस वायुदाबमापी की आकृति गोल घड़ी के जैसी होती है जैसा कि चित्र संख्या 6.5 में दर्शाया गया है।

इसके डायल पर वायुदाब को इंच, सैण्टीमीटर और मिलीबार तीनों इकाइयों में अंकित किया जाता है। वायुदाब की मात्रा से सम्बन्धित विभिन्न मौसम सम्बन्धी परिस्थितियों का अंकन भी डायल पर किया हुआ होता है। वायुदाब की परिस्थितियों को एक सुई डायल पर इंगित करती है। इस

चित्र 6.5 -निर्द्रव वायुदाबमापी

यन्त्र के भीतर एक छोटा सा कोष होता है। इसे वायु शून्य (Vaccum) करके एक लचीली धातु के ढक्कन से बंद कर दिया जाता है। बाहर का वायुदाब इस लचीले ढक्कन को अपने दाब के अनुरूप दबाता रहता है (चित्र संख्या 6.6)। वायुदाब में वृद्धि होने पर यह लचीला ढक्कन नीचे की ओर दबता है तथा वायुदाब घटने पर यह ढक्कन पुन: ऊपर की ओर उठता है। इस लचीली चादर का सम्बन्ध एक उत्तोलक (lever) द्वारा डायल पर लगी सूई से होता है। इसीलिये यह सूई उस समय के वायुदाब को डायल पर दर्शाती है। इस प्रकार डायल पर अंकित इंच, सेंटीमीटर अथवा मिलीबार में वायुदाब पढ़कर उससे सम्बन्धित मौसम की परिस्थितियों की जानकारी हो जाती है। अलग-अलग वायुदाब से सम्बन्धित मौसम की विभिन्न परिस्थितियाँ – यथा आंधी-तूफान (Stormy), वर्षा (Rain), परिवर्तन (Change), साफ मौसम (Fair) तथा शुष्क मौसम (Very Dry) अंकित होती है।

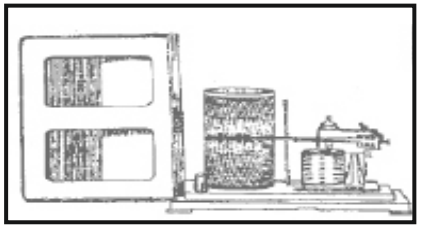


चित्र 6.6-निर्द्रव वायुदाबमापी की कार्य प्रणाली

निर्द्रव वायुदाबमापी छोटा, सुचालनीय (Easy to handle) एवं आसानी से लाने ले जाने योग्य यन्त्र है। किन्तु इसमें कुछ कमियाँ भी हैं। प्रथम, इसमें केवल अभिलेखन के समय का वायुदाब ही ज्ञात हो सकता है। द्वितीय, इसमें वायुदाब के न्यूनतम व अधिकतम उतार-चढ़ाव का पता नहीं लगता है। इस कमी को वायुदाब लेखी पूरी करता है।

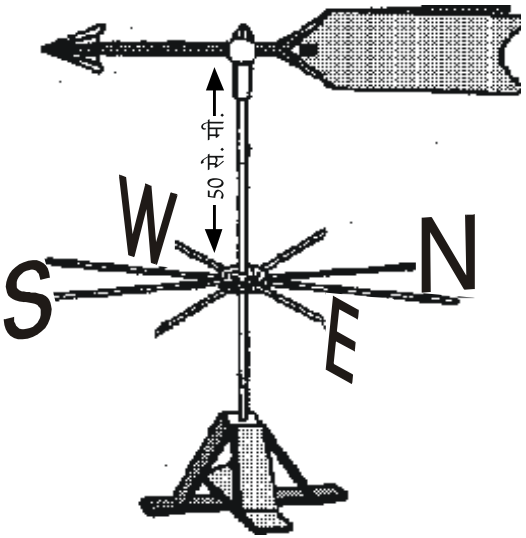
वायुदाब लेखी (Barograph)

यह एक स्वत: एवं सतत् अभिलेखी यन्त्र है। इसमें एक घूमते हुए बेलन पर ग्राफ कागज़ लिपता रहता है। इस ग्राफ कागज़ पर यन्त्र की लेखनी वायुदाब के उतार-चढ़ाव को अंकित करती रहती है। इसमें लचीली धातु के शीर्ष वाला कोष होता है जिससे लेखनी जुड़ी रहती है (चित्र संख्या 6.7)। लचीली धातु का ढक्कन वायुदाब में परिवर्तन के साथ ऊपर-नीचे होता रहता है। यह अभिलेखन इससे जुड़ी हुई लेखनी ग्राफ कागज पर निरन्तर करती रहती है। इस प्रकार सभी वायुदाबमापियों में यह उपकरण (चित्र संख्या 6.7) सबसे अधिक उपयोगी है, क्योंकि इसके द्वारा (i) समय विशेष का वायुदाब तो ज्ञात हो ही जाता है, साथ ही (ii) प्रतिदिन का अधिकतम व न्यूनतम वायुदाब का अभिलेखन उपलब्ध हो जाता है तथा (iii) अधिकतम व न्यूनतम वायुदाब के मध्य हुए उतार-चढ़ाव का अभिलेख भी प्राप्त हो जाता है।


चित्र 6.7- वायुदाब लेखी

वायु दिग्दर्शक यन्त्र (Wind Vane)

यह यन्त्र पवन की दिशा दर्शाता है। इसमें लगभग 75 सेंटीमीटर लम्बा एक तीर होता है जिसके पीछे पतली चादर की एक चौड़ी पूंछ लगी रहती है। इस यन्त्र में कई बार तीर के स्थान पर मुर्गा भी लगा दिया जाता है, जिसकी पूंछ भी तीर की भांति पतली चादर के चौड़े फैलाव से बनी होती है। इस चौड़े टुकड़े को वायु दिग्दर्शक यन्त्र की या मुर्गे की पूंछ (Tail) कहा जाता है। यह तीर या मुर्गा किसी लोहे की छड़ के शीर्ष पर एक बॉल बियरिंग युक्त सॉकेट में इस प्रकार लगा हुआ होता है कि हवा चलने पर यह आसानी से घूम सके। इस तीर या मुर्गे के 50 सेण्टीमीटर नीचे चार



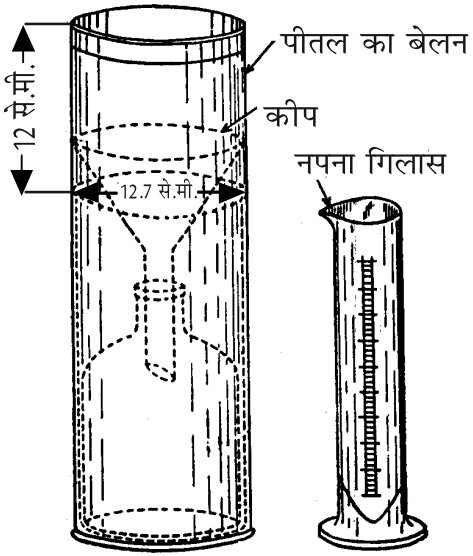
चित्र 6.8-वायुदिग्दर्शक यन्त्र

दिशाओं को बताने वाली छड़ें लगी होती हैं, जिन पर **E, W, N** व **S** धातु के अक्षर चारों दिशाओं के सूचक के रूप में लगे रहते हैं। इस यन्त्र को किसी भवन के ऊपर अथवा खुले मैदान में कम से कम 10 मीटर की ऊँचाई पर लगाया जाता है। इस ऊँचाई पर पवनों के मार्ग में समान्यत: कोई बाधा नहीं होने से वायु की दिशा का सही अभिलेखन किया जा सकता है। यन्त्र के तीर की नोक या मुर्गे की **चोंच वह दिशा बताती है जिस ओर से हवा चल रही है** एवं उसकी **पूंछ वह दिशा बताती है जिधर हवा जा रही है।** इस यन्त्र से पवनों की सही दिशा ज्ञात करने के लिय दिशा सूचक छड़ों को सही दिशा की ओर घुमा देना चाहिये क्योंकि कई बार दिशा सूचक छड़ें इधर-उधर घूम जाती है।

वर्षामापी (Rain Gauge)

साधारण वर्षामापी

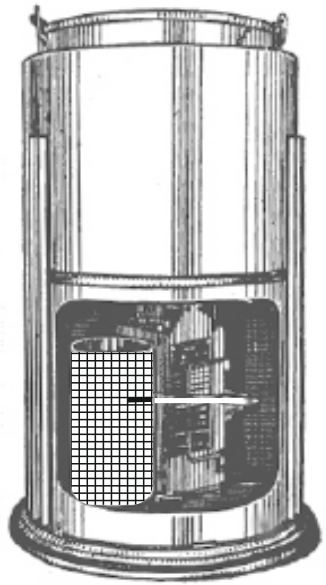
पीतल के बेलन के आकार में यह एक साधारण उपकरण होता है। इसके मुख पर एक कीप लगी होती है। यह कीप बेलन के मुँह से 12 सेंटीमीटर नीचे लगी रहती है। कीप का व्यास बेलन के मुँह के व्यास के बराबर होता है। यह व्यास सामान्यत: 12.7 सेंटीमीटर होता है। इस कीप के माध्यम से वर्षा का जल इसके अन्दर रखे हुए नपना गिलास या जार में एकत्रित होता रहता है। नपना गिलास पर मिलीमीटर में निशान अंकित होते हैं। इनके द्वारा इसमें प्राप्त जल से वर्षा की मात्रा का अभिलेखन किया जाता है। यह अभिलेखन अनुपात के आधार पर किया जाता है। इस यन्त्र में वर्षा का जल निर्बाध रूप से एकत्रित होता रहे, इसके लिये आवश्यक है कि इस यन्त्र को किसी खुले मैदान में अथवा छत पर रखा जाये। इसके आस-पास वृक्ष, दीवार, भवन या अन्य ऐसी कोई बाधा होने पर इसमें वर्षा का जल पूरी मात्रा में प्रवेश नहीं कर सकता अत: ऐसी स्थिति में वर्षा का अभिलेखन अशुद्ध होने की सम्भावना रहती है। छत पर या खुले क्षेत्र में रखने से इस अशुद्धि की सम्भावना समाप्त हो जाती है। इस यन्त्र से हर बार वर्षा होने पर उसकी मात्रा का अभिलेखन कर लिया जाता है। यदि वर्षा समाप्त हो जाने पर अभिलेखन न किया जाये तो पुन: होने वाली वर्षा का जल भी उसी में एकत्रित हो जाता है। ऐसी स्थिति में अलग-अलग बार हुई वर्षा का अभिलेखन सम्भव नहीं हो पाता है। इस यन्त्र में एक दोष यह भी है कि रात्रि में ऐसा होने पर बार-बार अभिलेखन सम्भव नहीं हो पाता, यद्यपि रात भर की कुल वर्षा की मात्रा का अभिलेखन तो हो जाता है। इन दोषों का निवारण वर्षालेखी में हो जाता है।



चित्र 6.9 - वर्षा मापी

वर्षालेखी

अन्य स्वलेखी यन्त्रों की भांति इसमें भी वर्षा की मात्रा का अभिलेखन स्वत: होता रहता है। इसमें एक ऐसी बाल्टी लगी रहती है, जिसमें दो कक्ष होते हैं। एक समय में वर्षा का जल एक ही कक्ष में एकत्रित होता है। इस कक्ष के पूरा भर जाने पर दूसरे कक्ष की कीप स्वत: वर्षा से एकत्रित होने वाले जल के सम्मुख आ जाती है। इस बाल्टी का सम्बन्ध एक स्वलेखनी से होता है जो घूमते हुए बेलन के कागज़ पर लगातार अभिलेखन करती रहती है। इससे वर्षा का निरन्तर अभिलेखन उपलब्ध हो जाता है।


चित्र 6.10-वर्षालेखी

मौसम मानचित्र

मौसम मानचित्र (Weather Maps)

अध्याय के शुरू में हम कई प्रकार के मौसम यंत्रों का अध्ययन कर चुके हैं। मोसम यंत्रों के द्वारा मौसम की दशा व दिशा को समझने में हमें सहायता मिलती है। इन यंत्रों के द्वारा मौसम के तत्वों–तापमान, वायुदाब, पवन की दिशा व गति, आर्द्रता, मेघों की स्थिति आदि की मात्रात्मक जानकारी प्राप्त होती है। यह जानकारी विभिन्न मौसम केन्द्रों से प्राप्त होती है व इन्हीं प्रेक्षणों के आधार पर मौसम मानचित्र बनाए जाते हैं।

भारतीय मौसम विभाग की स्थापना 1875 में की गई थी। वर्तमान में भारतीय मौसम विभाग का मुख्यालय दिल्ली में स्थित है।

मौसम मानचित्र तैयार करने के लिए वैधशालाओं से प्राप्त सूचनाओं को विश्व मौसम विज्ञान संगठन एवं राष्ट्रीय मौसम ब्यूरों द्वारा मानक बनाए गए मौसम प्रतीकों का प्रयोग करते हुए मौसम मानचित्र बनाए जाते हैं।

मौसम मानचित्रों का महत्व :

मौसम मानचित्रों की सहायता से किस क्षेत्र में मौसम की दशाएँ कैसी है, इसे जाना जा सकता है साथ ही उस क्षेत्र में मौसम कैसा रहेगा इसका पूर्वानुमान भी लागया जा सकता है। इस पूर्वानुमान से हम अपने क्रियाकलापों को निश्चित कर सकते है। नौसंचालन, वायुयान की उड़ान, पवन विक्षोभों से बदलने वाली मौसमी दशाओं के कारण किस हद तक प्रभावित हो सकती है इसका अनुमान लगाकर निर्णय लिए जा सकते है। कृषि के क्षेत्र में मौसम सम्बन्धी जानकारी बहुत महत्व रखती है। अनुकूल दशाओं में जहाँ कृषि क्षेत्र में लाभ होता है वहीं प्रतिकुल दशाओं में हानि होती है। क्रिकेट जैसा खेल भी मौसम से प्रभावित होता है। बाढ़ व अकाल की समस्या से बचने के लिए समय से पूर्व आवश्यक कदम उठाए जा सकते है।

मौसम प्रतीक (Weather Symbols) :

मौसम मानचित्र में मौसमी दशाओं को विभिन्न प्रकार के प्रतीकों के द्वारा प्रदर्शित किया जाता है। इन प्रतीकों का अध्ययन करने के बाद किसी क्षेत्र विशेष की मौसमी अवस्था का अनुमान लग जाता है व आगे होने वाले मौसमी पूर्वानुमान की घोषणा की जा सकती है। प्रमुख मौसम प्रतीकों को आगे दर्शाया गया है।

चित्र 6.11

मौसम मानचित्र का अध्ययन :

किसी भी मौसम मानचित्र का अध्ययन करने के लिए मौसम – प्रतीकों का ज्ञान होना अति आवश्यक है। मौसम प्रतीकों का सही ज्ञान नहीं होने पर मौसम मानचित्र का सही विश्लेषण नहीं हो सकता है तथा मौसम का पूर्वानुमान लगाने में भी त्रुटि रह सकती है।

मौसम मानचित्र का अध्ययन निम्नलिखित क्रमानुसार किया जा सकता है :–

1. **प्रारम्भिक सूचना :** सर्वप्रथम हम यह ज्ञात करते है कि जो मौसम मानचित्र हमारे सामने है वह किस क्षेत्र का है और उसमें प्रदर्शित मौसम दशाओं का प्रेक्षण किस दिनांक, दिवस तथा समय का है। भारतीय मौसम मानचित्र सामान्यत: प्रात: 8.30 एवं सायं की 5.30 बजे की मौसमी दशाओं को प्रदर्शित करते हैं।

2. **वायुमण्डलीय दाब की व्याख्या :** मौसम मानचित्र में समवायुदाब रेखाऐं अंकित रहती हैं। वायुदाब व रेखाओं को सामान्यत: 2 मिलीबार भार के अंतराल पर अंकित किया जाता है। प्रत्येक वायुदाब रेखा पर उसका मान अंकित होता है। मानचित्र पर अंकित वायुदाब रेखाओं के अध्ययन से चार तथ्यों की व्याख्या की जाती है। 1. उच्च वायुदाब के क्षेत्र कौन से हैं। 2. निम्न वायुदाब के क्षेत्र कौन से हैं। 3. समदाब रेखाओं की दिशा किस तरह की हैं। 4. दाब प्रवणता की स्थिति कैसी है।

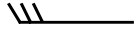
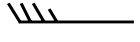
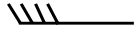
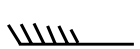
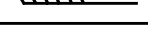
   उच्च दाब के क्षेत्र पर **H** एवं न्यून दाब के क्षेत्र पर **L** शब्द का अंकन होता है। वायु उच्च दाब से न्यून दाब की ओर चलती है, इन क्षेत्रों को देखकर वायु की दिशा व गति का अनुमान लगाया जा सकता है। यह अनुमान कितना सही होगा इसके लिए दाब प्रवणता को जाना जाता है। दाब प्रवणता मानचित्र पर समदाब रेखाओं के बीच की दूरी से ज्ञात की जाती है। जिन क्षेत्रों में समदाब रेखाऐं पास–पास होगी वहां दाब प्रवणता अधिक होगी। इसके विपरीत जहाँ समदाब रेखाऐं दूर–दूर होगी वहाँ दाब प्रवणता कम होगी। दाब प्रवणता जितनी अधिक होगी वायु का वेग उतना ही अधिक होगा।

3. **पवन की दिशा व वेग :** मौसम मानचित्र में पवन की दिशा व गति को प्रतीक से प्रदर्शित किया जाता है। यह प्रतीक तीर के समान आकृति वाला होता है। इस तीर का शैफ्ट वायु की दिशा को बतलाता है व शैफ्ट पर बनाई गई तिरछी रेखाओं के आधार पर वायु की गति का अनुमान लगाया जाता है। पवन की दिशा व वेग सम्बन्धी प्रतीक fp= I- 6-12 पर बने हुए है।

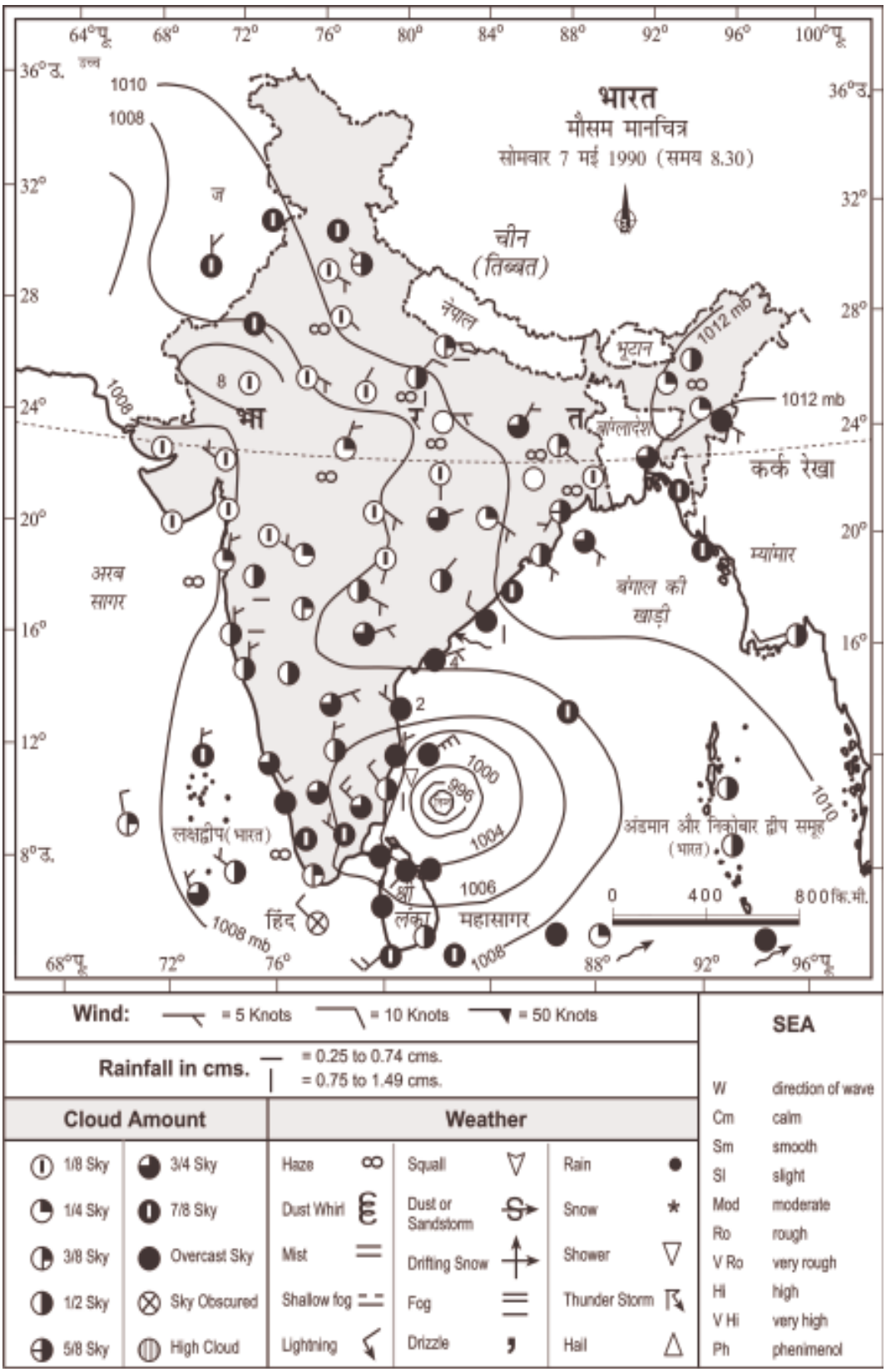
4. **आकाश की दशा :** आकाश की दशा का अनुमान लगाने के लिए मेघों की स्थिति कैसी है यह जानना आवश्यक है। इसके लिए मेघावरण को दर्शाने के लिए जिन प्रतीकों को मौसम मानचित्र पर बनाया गया है उनका अध्ययन किया जाता है। किस क्षेत्र में मेघावरण कैसा है? मेघों का प्रकार कैसा है? व इनसे मौसम सम्बन्धी कैसी स्थिति बन सकती है? इसका अनुमान भी लगाया जा सकता है। मेघों सम्बन्धी प्रतीक fp= I[;k 6-13 पर बने हुए है।

5. **वर्षण का प्रकार :** वायुमण्डल में उपस्थित आर्द्रता जब धरातल पर गिरती है तो उसे वर्षण कहते हैं। वर्षण के कई रूप एवं प्रकार होते हैं इन्हें विभिन्न प्रतीकों के द्वारा प्रदर्शित किया जाता है। इन प्रतीकों को fp= I- 6-11 पर प्रदर्शित किया गया है।

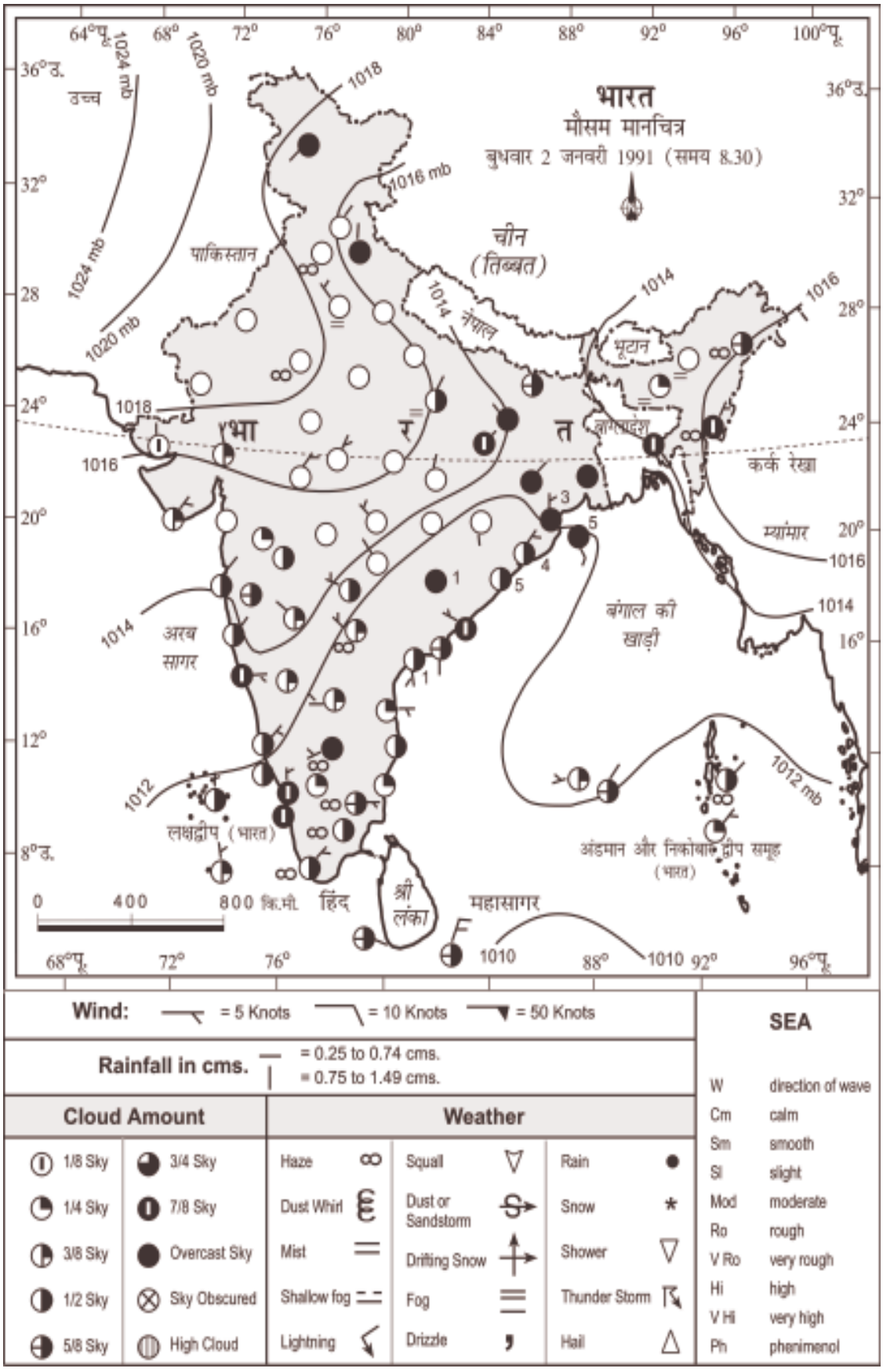
इन सब तथ्यों के अतिरिक्त समुन्द्र की दशा, तापमान का विचलन आदि का प्रदर्शन भी मौसम मानचित्रों में किया जाता है। मौसम मानचित्र के नीचे वायुदाब की दशाओं, तापमान के विचलन को ज्ञात करने के लिए सहायक मानचित्र बने रहते है।

व्यूफोर्ट संख्या	वायु	तीर	वायु की गति	वायु गति के ध्यानाकर्षक प्रभाव
0.	शांत वायु		0	शांत, धुएँ का ऊर्ध्वाधर उठना।
1.	मंद वायु		1–5	हवा की दिशा का ज्ञान, धुएँ के प्रवाह की दिशा से होना, परंतु वातादिक् सूचक द्वारा नहीं।
2.	मंद समीर		6–11	हवा के कारण वातादिक् सूचक, हिलना, हवा को चेहरे पर महसूस करना, पत्तों में सरसराहट।
3.	धीर समीर		12–19	पत्तों और फुनगियों में लगातार गति, हल्के झंडे फहराते हैं।
4.	अल्प बल समीर		20–28	धूल और कागजों को उड़ा देना, छोटी टहनियों का हिलना।
5.	सबल समीर		29–38	छोटे पेड़-पौधों का झूमना।
6.	प्रबल समीर		39–49	बड़ी टहनियों में गति, टेलीग्राफ़ के तारों में हलचल, छतरियों के प्रयोग में कठिनाई।
7.	अल्प बल झंझा		50–61	संपूर्ण वृक्षों में गति, पवन के विपरीत चलने की दिशा में असुविधा।
8.	सबल झंझा		62–74	छोटी टहनियों का टूटना, चलने में बाधा।
9.	प्रबल झंझा		75–88	कुछ मकान क्षतिग्रस्त होते हैं, चिमनी के सिरे तथा लटकती वस्तुएँ, जैसे दूकानों के बोर्ड गिर जाते हैं।
10.	पूर्ण झंझा		89–102	पेड़ों का जड़ों से उखड़ना, मकानों में काफी क्षति।
11.	तूफान		103–117	कभी-कभी आते हैं, बहुत अधिक क्षति।
12.	हरिकेन या प्रभंजन		118 से ऊपर	अत्यधिक विनाशकारी।

चित्र 6.12


भारत
मौसम मानचित्र
सोमवार 7 मई 1990 (समय 8.30)
चीन
(तिब्बत)
नेपाल
भूटान
बांग्लादेश
म्यांमार
कर्क रेखा
अरब
सागर
बंगाल की
खाड़ी
हिंद
महासागर
लक्षद्वीप (भारत)
अंडमान और निकोबार द्वीप समूह
(भारत)
1010
1008
1012 mb
1000
996
1004
1006
0 400 800 कि.मी.
Wind: = 5 Knots = 10 Knots = 50 Knots
Rainfall in cms. = 0.25 to 0.74 cms.
= 0.75 to 1.49 cms.
Cloud Amount
1/8 Sky
1/4 Sky
3/8 Sky
1/2 Sky
5/8 Sky
3/4 Sky
7/8 Sky
Overcast Sky
Sky Obscured
High Cloud
Weather
Haze
Dust Whirl
Mist
Shallow fog
Lightning
Squall
Dust or Sandstorm
Drifting Snow
Fog
Drizzle
Rain
Snow
Shower
Thunder Storm
Hail
SEA
W direction of wave
Cm calm
Sm smooth
Sl slight
Mod moderate
Ro rough
V Ro very rough
Hi high
V Hi very high
Ph phenimenol

चित्र 6.13



चित्र 6.14

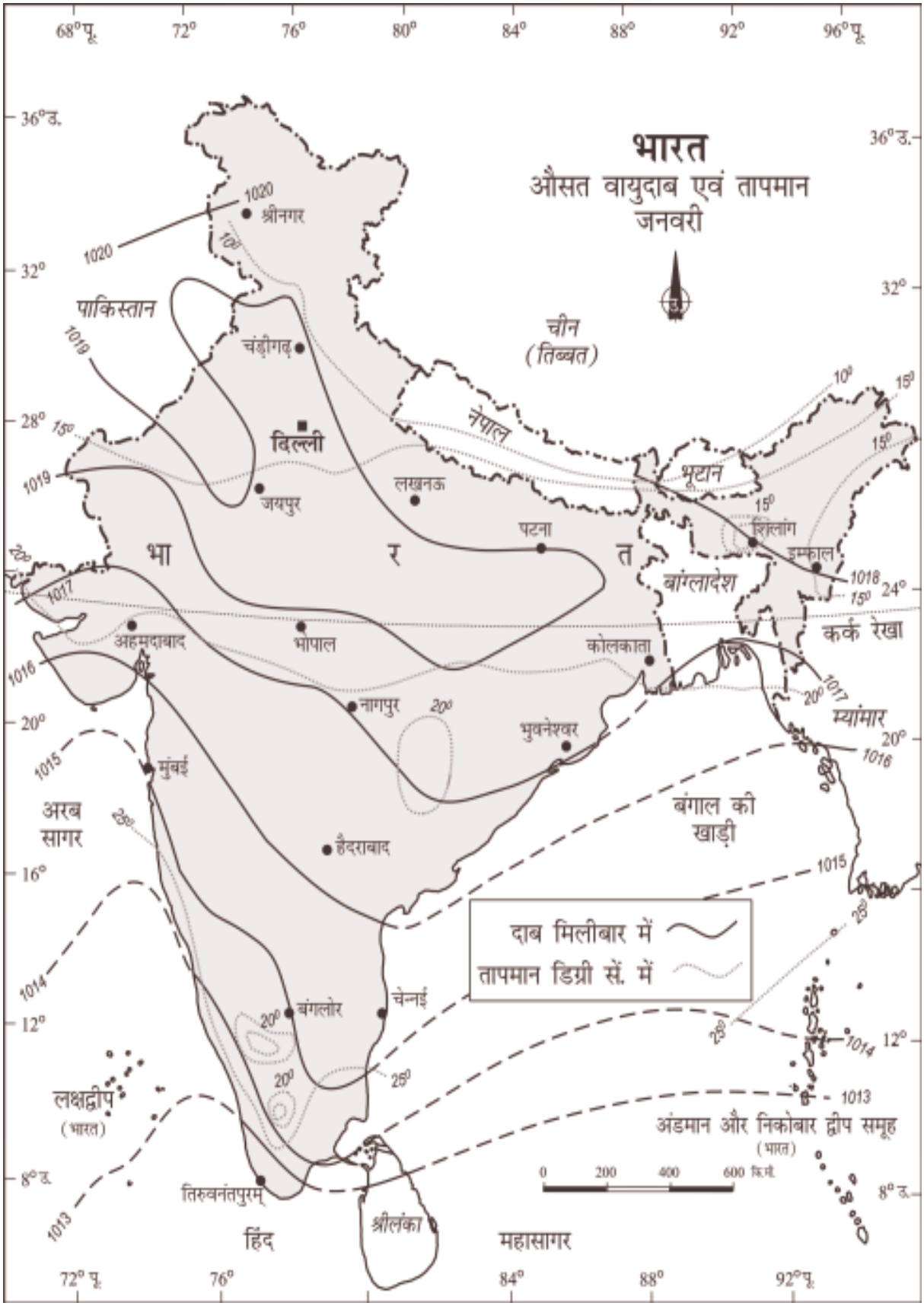
Wind: = 5 Knots = 10 Knots = 50 Knots

Rainfall in cms. = 0.25 to 0.74 cms. = 0.75 to 1.49 cms.

Cloud Amount		Weather		
1/8 Sky	3/4 Sky	Haze	Squall	Rain
1/4 Sky	7/8 Sky	Dust Whirl	Dust or Sandstorm	Snow
3/8 Sky	Overcast Sky	Mist	Drifting Snow	Shower
1/2 Sky	Sky Obscured	Shallow fog	Fog	Thunder Storm
5/8 Sky	High Cloud	Lightning	Drizzle	Hail

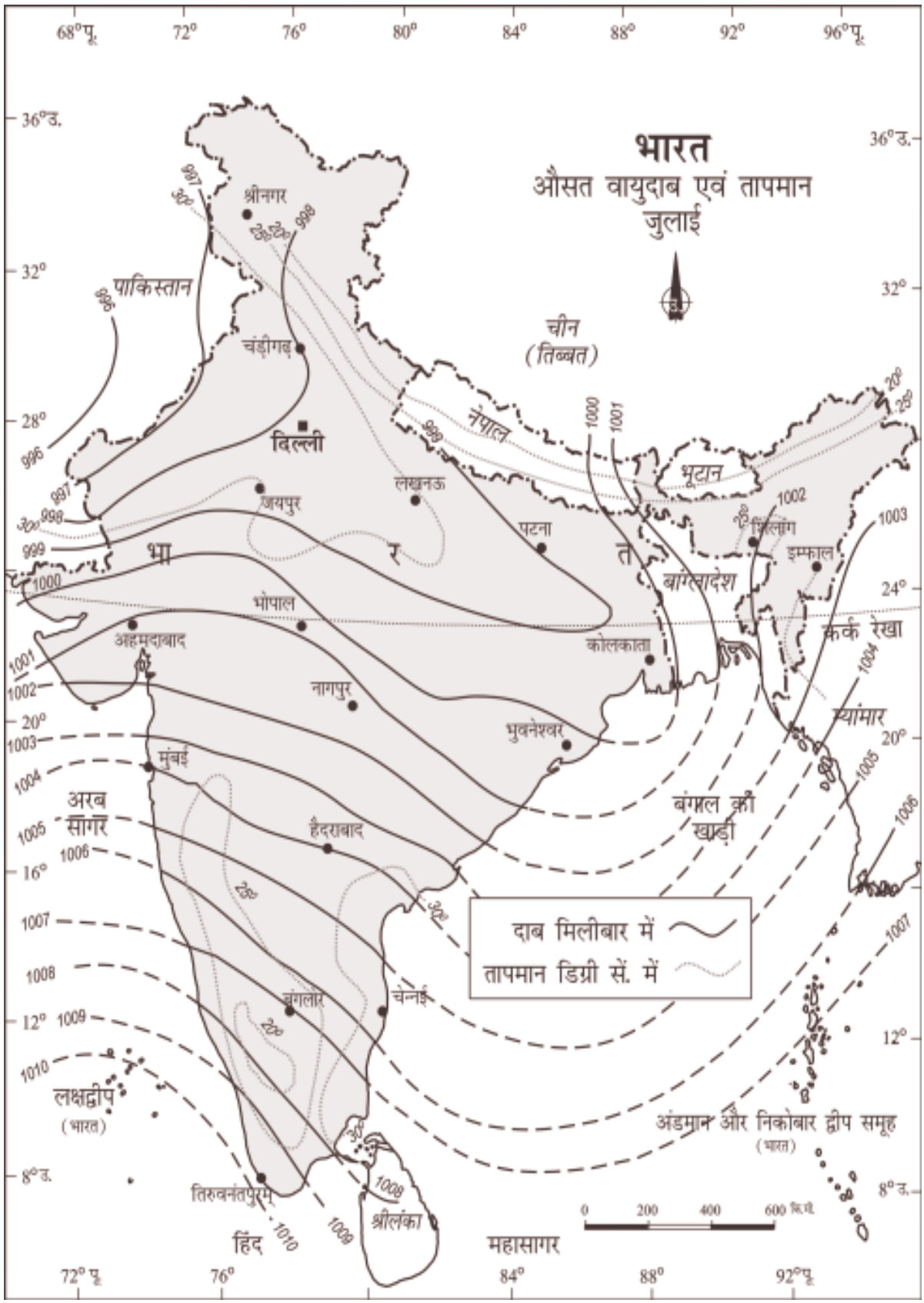
SEA

W	direction of wave
Cm	calm
Sm	smooth
Sl	slight
Mod	moderate
Ro	rough
V Ro	very rough
Hi	high
V Hi	very high
Ph	phenimenol



भारत
औसत वायुदाब एवं तापमान
जनवरी
पाकिस्तान
चीन
(तिब्बत)
नेपाल
भूटान
बांग्लादेश
म्यांमार
श्रीलंका
भा
र
त
श्रीनगर
चंडीगढ़
दिल्ली
जयपुर
लखनऊ
पटना
शिलांग
इम्फाल
अहमदाबाद
भोपाल
कोलकाता
नागपुर
भुवनेश्वर
मुंबई
हैदराबाद
बंगलोर
चेन्नई
तिरुवनंतपुरम्
कर्क रेखा
अरब
सागर
बंगाल की
खाड़ी
लक्षद्वीप
(भारत)
अंडमान और निकोबार द्वीप समूह
(भारत)
हिंद
महासागर
दाब मिलीबार में
तापमान डिग्री सें. में
0
200
400
600 कि.मी.
68° पू.
72°
76°
80°
84°
88°
92°
96° पू.
36° उ.
32°
28°
24°
20°
16°
12°
8° उ.
72° पू.
92° पू.
1020
1019
1018
1017
1016
1015
1014
1013

चित्र 6.15


भारत
औसत वायुदाब एवं तापमान
जुलाई
दाब मिलीबार में
तापमान डिग्री सें. में
पाकिस्तान
चीन
(तिब्बत)
नेपाल
भूटान
बांग्लादेश
श्रीलंका
श्रीनगर
चंडीगढ़
दिल्ली
जयपुर
लखनऊ
पटना
शिलांग
इम्फाल
भोपाल
अहमदाबाद
कोलकाता
नागपुर
भुवनेश्वर
मुंबई
हैदराबाद
बंगलोर
चेन्नई
तिरुवनंतपुरम्
कर्क रेखा
म्यांमार
अरब सागर
बंगाल की खाड़ी
हिंद महासागर
लक्षद्वीप
(भारत)
अंडमान और निकोबार द्वीप समूह
(भारत)
0 200 400 600 कि.मी.

चित्र 6.16

अभ्यास

तापमान की सबसे अधिक प्रचलित इकाइयों के नाम तथा उनके मापन का विस्तार समझाइये।

25° सैल्शियस को फारेनहाइट तथा 86° फारेनहाइट को सैल्शियस में परिवर्तित कीजिये।

वायुदिग्दर्शक यन्त्र में तीर या मुर्गे की चोंच किस दिशा की ओर इंगित करती है?

अभ्यास

उच्चतम-न्यूनतम तापमापी का रेखाचित्र बनाकर उसकी कार्य प्रणाली को समझाइये।

उपयुक्त रेखाचित्र के द्वारा निर्द्रव वायुदाबमापी की कार्य प्रणाली को समझाइये।

अध्याय - 7

ज़रीब व फीता सर्वेक्षण
Chain & Tape Surveying

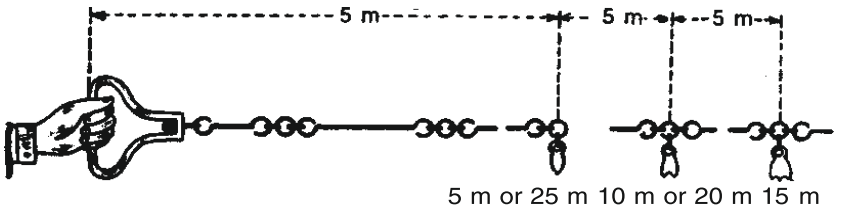
सर्वेक्षण की सभी विधियों में ज़रीब व फीता सर्वेक्षण सबसे सरल विधि है। इस सर्वेक्षण का उपयोग पारम्परिक रूप से ग्रामीण क्षेत्रों में छोटे भू-भाग के मापन हेतु किया जाता रहा है। पटवारियों को खेतों की सीमाएँ निर्धारित करने में अथवा खेतों/चकों/सम्पदाओं (Estates) का क्षेत्रफल (Area) ज्ञात करने में ज़रीब का उपयोग करते देखा जा सकता है। इस कार्य में रैखिक दूरी (Linear distance) का मापन (लम्बाई, चौड़ाई आदि) ही किया जाता है। अत: इसे **रैखिक सर्वेक्षण (Linear Surveying)** भी कहा जाता है। इस कार्य में किसी अन्य प्रकार के (जैसे कोणीय मापन आदि) मापन की आवश्यकता नहीं होती है इसलिये यह सर्वेक्षण की सबसे साधारण व सरल विधि है। छोटे-छोटे क्षेत्रों के भूमापन के लिये यह उपयुक्त विधि है। इस कार्य में ज़रीब व फीते की महत्वपूर्ण भूमिका होती है, इसलिये इसे **ज़रीब व फीता सर्वेक्षण** के नाम से जाना जाता है।

ज़रीब व फीता सर्वेक्षण के उपकरण (Instruments Required in Chain-Tape Surveying)

ज़रीब तथा फीता सर्वेक्षण के लिये (1) ज़रीब, (2) फीता, (3) ज़रीब के तीर, (4) सर्वेक्षण दण्ड, (5) गुनिया, (6) ट्रफ कम्पास तथा (7) प्रकाशीय गुनिया आदि उपकरणों की आवश्यकता पड़ती है। इन उपकरणों के प्रकार, बनावट व उपयोग इस प्रकार है -

(1) ज़रीब (Chain)

यह लोहे या इस्पात से बनी होती है तथा इसके दोनों सिरों पर पीतल के हत्थे लगे होते हैं। यह दूरी मापने का प्रमुख उपकरण है। प्रत्येक ज़रीब में 100 कड़ियां (Links) होती हैं, जिनके सिरे गोल कड़ी के रूप में मुड़े होते हैं। प्रत्येक कड़ी की घुण्डी अगली कड़ी की घुण्डी से एक छल्ले द्वारा जुड़ी होती है। इससे ज़रीब को आसानी से मोड़कर रखा जा सकता है (चित्र संख्या 7.1)।



चित्र 7.1 - ज़रीब

ज़रीब में एक कड़ी की लम्बाई को उसके एक ओर के गोल छल्ले के मध्य से दूसरी ओर के गोल छल्ले के मध्य तक मापा जाता है तथा प्रथम व अन्तिम कड़ियों में हत्थे की लम्बाई भी इसमें सम्मिलित रहती है। गणना की सुविधा के लिये ज़रीब में दस-दस कड़ियों के अन्तर पर क्रमश: एक, दो, तीन व चार नोंक वाले पीतल के दांते या गणक लगे होते हैं, जिनसे क्रमश: 10 या 90, 20 या 80, 30 या 70 तथा 40 या 60 कड़ियों का बोध होता है। ज़रीब के बीच में अर्थात

50वीं कड़ी के सिरे पर पीतल का गोल दांता लगा होता है (चित्र संख्या 7.2)। यह दांता ज़रीब को दोनों में से किसी भी सिरे से गिनने पर 50वीं कड़ी के मापन

चित्र 7.2 – पीतल के गणक

को बताता है। इस गोल दांते पर एक ओर ज़रीब की आधी लम्बाई का माप अंकित होता है तथा इसके दूसरी ओर ज़रीब की पूरी लम्बाई अंकित होती है। पूरी लम्बाई इस उद्देश्य से अंकित की जाती है ताकि विभिन्न प्रकार की ज़रीबों के ढेर में (जो अलग-अलग लम्बाई की होती है) जरूरत वाली ज़रीब को आसानी से पहचान की जा सके। पीतल के इन दांतो को गणक (Tag) कहते हैं।

ज़रीब के प्रकार

ज़रीब व फीता सर्वेक्षण में काम आने वाली ज़रीबें मुख्यत: तीन प्रकार की होती है –

1. इन्जीनियर ज़रीब (Engineer's Chain) – इस ज़रीब का प्रचलन ब्रिटिश माप की इकाई वाले देशों में रहा है। यह ज़रीब सौ फीट लम्बी होती है। यह सौ कड़ियों में विभाजित होती है, अत: प्रत्येक कड़ी की लम्बाई एक फुट होती है। इस पर हर दस कड़ी के बाद पीतल के दांते लगे होते हैं। यह ज़रीब क्षैतिज दूरियाँ मापने के काम आती है। काफी लम्बे समय से भारत में इन्जीनियर ज़रीब का उपयोग होते रहने से आज भी इस ज़रीब का प्रचलन कई क्षेत्रों में जारी है। यद्यपि सन् 1956 से दशमलव प्रणाली अपनाने के बाद अब धीरे-धीरे इसका प्रचलन कम होने लगा है।

2. मीटर ज़रीब (Metric Chain) – दशमलव प्रणाली अपनाने के पश्चात् इस ज़रीब का प्रचलन बढ़ने लगा है। यह ज़रीब सामान्यत: 10, 20 व 30 मीटर की लम्बाई में मिलती है। दस मीटर लम्बी ज़रीब को **डैकामीटर ज़रीब (Decameter Chain)** भी कहते हैं। इनमें से बीस व तीस मीटर लम्बी ज़रीबों का प्रचलन अपेक्षाकृत अधिक है। ये ज़रीबें भी सौ कड़ियों में विभाजित होती है, अत: इन ज़रीबों में प्रत्येक कड़ी की लम्बाई क्रमश: एक, दो या तीन डैसीमीटर अथवा क्रमश: दस, बीस या तीस सेण्टीमीटर होती है।

3. गन्टर ज़रीब (Gunter's Chain) – इस ज़रीब को सत्रहवीं शताब्दी के प्रारम्भ में प्रचलित करने का श्रेय **एडमण्ड गन्टर (Edmund Gunter)** को दिया जाता है। इस ज़रीब को उनके नाम पर गन्टर ज़रीब कहा जाता है। यह ज़रीब 66 फीट अथवा 22 गज लम्बी होती है। इस ज़रीब में भी सौ कड़ियाँ होती है। प्रत्येक कड़ी 0.66 फुट अथवा 7.92 इंच लम्बी होती है। इस ज़रीब की लम्बाई 66 फीट अथवा 22 गज रखने के कई लाभ है। इन्हें समझने के लिये यह ध्यान में रखना होगा कि (क) एक मील में 1760 गज या आठ फर्लांग तथा (ख) एक एकड़ में 4840 वर्गगज होते हैं। अत: गन्टर ज़रीब के उपयोग इस प्रकार है –

(अ) 1 गन्टर ज़रीब (66 फीट या 22 गज) = $\frac{1}{10}$ फर्लांग

(ब) 10 गन्टर ज़रीब = 220 गज या एक फर्लांग

(स) 80 गन्टर ज़रीब = 80×22 = 1760 गज
= 8 फर्लांग = एक मील

(द) 10 **वर्ग** गन्टर ज़रीब (अर्थात दस गन्टर ज़रीब लम्बाई × एक गन्टर ज़रीब चौड़ाई) = 220×22
= 4840 वर्गगज
= एक एकड़

∴ दस वर्ग गन्टर ज़रीब = एक एकड़

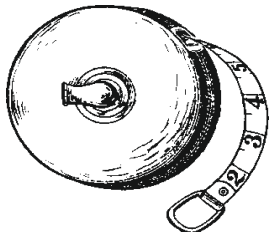
इन उपयोगिताओं के कारण गन्टर ज़रीब पटवारियों व अमीनों के लिये विशेष महत्व रखती है।

ज़रीब को समेटने की विधि (Method of Folding Chain)

सर्वेक्षण कार्य समाप्त होने पर ज़रीब को सही ढंग से समेटना आवश्यक है ताकि पुन: काम में लेते समय इसकी कड़ियाँ परस्पर उलझे नहीं। इसके लिये ज़रीब को मध्य भाग अर्थात गोल दांते से उठाकर दो-दो कड़ियों को मिलाते हुए समेटना चाहिये।

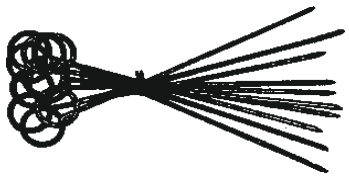
2. फीता (Tapes)

क्षेत्र में दूरियों के मापन के लिये सर्वेक्षक को मापक फीते की आवश्यकता होती है। ये फीते निर्माण सामग्री के अनुसार अलग-अलग प्रकार के होते हैं परन्तु सर्वेक्षण के लिये धात्विक फीता (Metallic Tape) सर्वाधिक उपयोग में आता है। धात्विक फीते में प्रयुक्त कपड़े की बुनाई में संश्लेषित रेशों और धातु के तारों का प्रयोग किया जाता है ताकि मापन में इसकी शुद्धता लम्बी अवधि तक बनी रहे। यद्यपि यह मापक फीते विभिन्न लम्बाइयों के होते हैं लेकिन सामान्यतया 30 मीटर के फीते का उपयोग छोटे सर्वेक्षणों में किया जाता है। इस फीते के प्रारम्भिक सिरे पर पीतल का छल्ला लगा होता है तथा अन्तिम सिरा चमड़े या प्लास्टिक से निर्मित मजबूत खोल के भीतर एक छड़ से जुड़ा रहता है। इस छड़ का सम्बन्ध खोल के बाहर धातु के एक हुक से होता है। इस हुक को सीधा घुमाने पर फीता खोल के भीतर की छड़ पर लिपट जाता है। लक्ष्यों की दूरियाँ नापने के बाद फीते को तुरन्त सावधानीपूर्वक लपेटते रहना चाहिये।



चित्र 7.3 - फीता

3. तीर (Arrows)

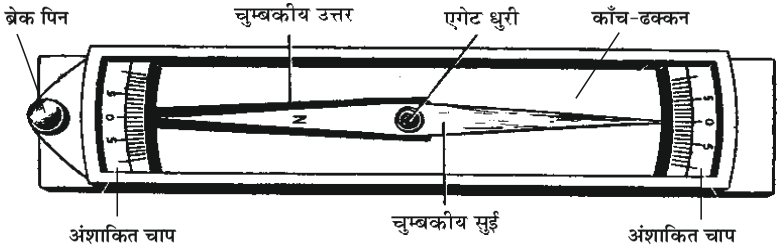


चित्र 7.4 - तीर अथवा पिन

ज़रीब व फीता सर्वेक्षण में लोहे से बने तीरों की आवश्यकता होती है। ये सामान्यत: 12 से 18 इंच लम्बे होते हैं (चित्र संख्या 7.4)। इनका निचला सिरा जमीन में गाड़ने की सुविधा प्रदान करने के लिये नुकीला रखा जाता है तथा ऊपरी भाग हाथ से पकड़ने के लिये गोल रखा जाता है। गोल छल्लों की ओर से तीरों को एक साथ इकट्ठा करके बांधा जाना चाहिये। सर्वेक्षण के समय एक ज़रीब पूरी होने पर उसके सिरे पर तीर गाड़ते जाते हैं। इससे ज़रीब रेखा की कुल लम्बाई ज्ञात करने में सुविधा रहती है।

4. ट्रफ कम्पास (Trough Compass)

सर्वेक्षण के प्रारम्भिक चरण में इसकी सहायता से चुम्बकीय उत्तर का निर्धारण किया जाता है। यंत्र का खोल एक अचुम्बकीय धातु का बना होता है (चित्र संख्या 7.5)। आंतरिक भाग में एगेट की कठोर धुरी पर एक चुम्बकीय



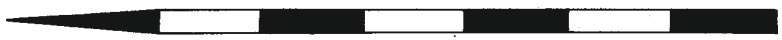
चित्र 7.5 - ट्रफ कम्पास

सुई घूर्णन करती रहती है। 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, इसलिये इस उपकरण से उत्तर निर्धारित करते समय यह ध्यान रखना चाहिये कि आस-पास लोहे से निर्मित ज़रीब, लोहे के तीर, कोई अन्य लोहे की वस्तु, खम्भा, रेल की पटरियाँ, हाथ में लोहे की चाबियों का गुच्छा आदि न हो। यदि इसका ध्यान नहीं रखा जाये तो चुम्बकीय उत्तर की दिशा के निर्धारण में त्रुटि होना अवश्यम्भावी है।

5. सर्वेक्षण दंड (Ranging Rod)

क्षेत्र में किसी भी स्टेशन की सही अवस्थिति देख पाने के लिये सर्वे दंड अत्यन्त उपयोगी उपकरण हैं। इसे ध्वज दंड (Flag Pole) भी कहते हैं। यह दंड आठ से दस फीट लम्बा हो सकता है जोकि एक-एक फुट की विपरीत

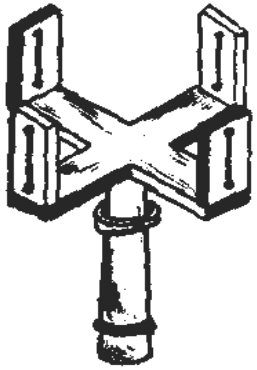
रंगों वाली पट्टियों, जैसे लाल–सफेद, काला–सफेद आदि से रंगे होते हैं। इन पट्टियों की मदद से हमें दो बिन्दुओं के बीच की क्षैतिज दूरी नापने में सुगमता होती है। इसके निचले सिरे पर एक लोहे की नुकीली टोपी (Shoe) लगी होती



चित्र 7.6 – सर्वे दंड

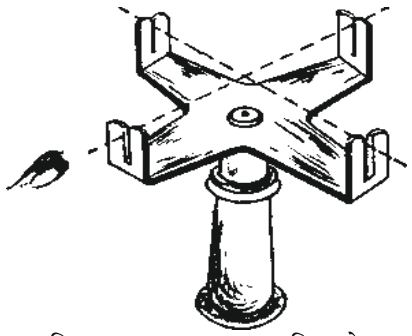
है जो सर्वे दंड को किसी स्थान विशेष पर स्थिर रखने में सहायक होती है जिसे आयरन शू (Iron Shoe) कहा जाता है। (चित्र संख्या 7.6)।

6. गुनिया (Cross Staff)

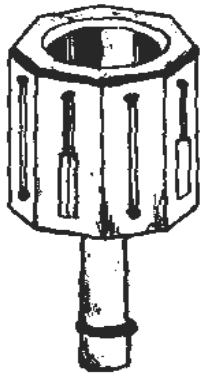


चित्र 8.7 – गुनिया

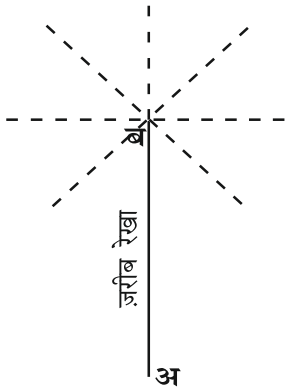
यह लकड़ी से बना साधारण उपकरण होता है। इसमें चार फलक परस्पर समकोण पर जुड़े होते हैं (चित्र संख्या 7.7)। यह उपकरण ज़रीब को (अ) सीधा आगे बढ़ाने तथा (ब) समकोण पर आगे बढ़ाने में सहायक होता है। एक ज़रीब पर सर्वेक्षण करने के बाद यदि उसे सीधा या समकोण पर आगे बढ़ाना हो तो इस उपकरण को ज़रीब के अन्तिम सिरे पर लगा लेते हैं। यदि ज़रीब को सीधा आगे बढ़ाना हो तो ज़रीब की दिशा में आने वाले फलकों से सीध मिलाकर ज़रीब आगे बढ़ाई जाती है (चित्र संख्या 7.8)। यदि ज़रीब को समकोण पर मोड़ने की आवश्यकता हो तो ज़रीब से समकोण पर पड़ने वाले फलकों का उपयोग किया जाता है (चित्र संख्या 7.8)। यह **चतुष्फलक गुनिया** कहलाता है। इसी प्रकार के कार्य सम्पन्न करने के लिये **अष्टफलक गुनिया** भी होता है (चित्र संख्या 7.9)। इसका अतिरिक्त लाभ यह है कि इसकी सहायता से ज़रीब को सीधा तथा समकोण पर मोड़ने के अतिरिक्त 45^0, 135^0, 225^0 तथा 315^0 पर भी मोड़ा जा सकता है (चित्र संख्या 7.10)। गुनिया यन्त्र का ही कार्य सम्पादित करने के लिये इसका एक परिष्कृत रूप भी है, जिसे प्रकाशीय गुनिया कहते हैं।



चित्र 7.8 – चतुष्फलक गुनिया से समकोण पर ज़रीब रेखा मोड़ना



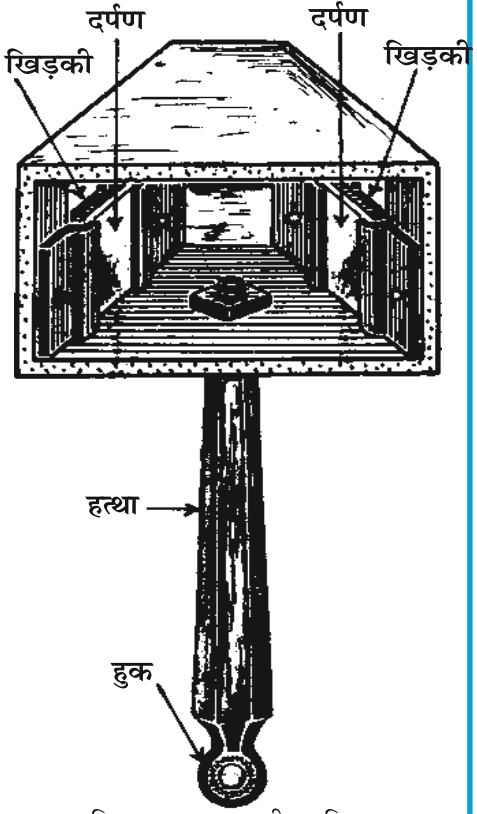
चित्र 7.9 – अष्टफलक गुनिया



चित्र 7.10 – ज़रीब को अष्ट कोणों पर मोड़ना

7. प्रकाशीय गुनिया (Optical Square)

यह उपकरण पीतल से निर्मित एक बक्से के रूप में बना होता है। इसके दो पार्श्व तिरछे होते हैं (चित्र संख्या 7.11)। तिरछे पार्श्वों के भीतर की ओर एक–दूसरे



चित्र 7.11 – प्रकाशीय गुनिया

से 45° के कोण पर दो आयताकार दर्पण लगे होते हैं। प्रत्येक दर्पण के ऊपरी भाग में एक आयताकार झिर्री कटी होती है। इस झिर्री से दोनों ओर आर-पार देखा जा सकता है। अत: इनमें से देखकर ज़रीब को समकोण पर मोड़ा जा सकता है। प्रकाशीय गुनिये के हत्थे के निचले सिरे पर एक गोल घुण्डी होती है ताकि उससे साहुल लटकाया जा सके।

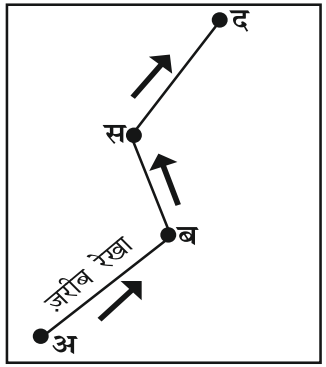
सर्वेक्षण विधियाँ (Surveying Methods)

ज़रीब व फीता सर्वेक्षण में केवल क्षितिजीय दूरियाँ मापी जाती है। इसमें सर्वेक्षण प्रारम्भ करने से पूर्व उपयुक्त स्टेशनों एवं ज़रीब रेखाओं की स्थिति निश्चित करना बहुत आवश्यक होता है। इनकी स्थिति निश्चित करते समय सर्वेक्षण क्षेत्र के लक्ष्यों, इनसे बनाये जाने वाले प्लान के विस्तार और स्वरूप को भी ध्यान में रखना होता है।

ज़रीब व फीता सर्वेक्षण दो विधियों से किया जा सकता है- (1) खुली माला रेखा (Open Traverse) और (2) बन्द माला रेखा विधि (Closed Traverse)।

1. खुली माला रेखा विधि (Open Traverse)

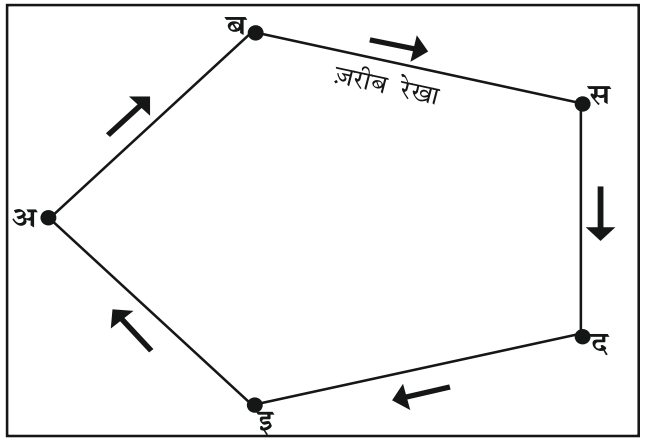
यह खुला मार्ग मापन भी कहलाता है। जिस बिन्दु से सर्वेक्षण प्रारम्भ करते हैं वहीं से एक मार्ग के सहारे आगे बढ़ते रहते हैं (चित्र संख्या 7.12)। इसमें दो या अधिक स्टेशन निश्चित कर ज़रीब रेखाओं के दोनों ओर विभिन्न लक्ष्यों की दूरी का मापन किया जाता है।



चित्र 7.12 - खुली माला रेखा विधि

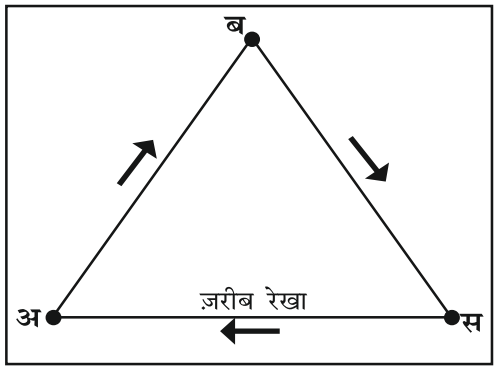
2. बन्द माला रेखा विधि (Closed Traverse)

इस विधि में जिस स्टेशन से सर्वेक्षण प्रारम्भ किया जाता है, उसी स्टेशन पर पुन: लौटकर सर्वेक्षण कार्य समाप्त किया जाता है (चित्र संख्या 7.13)। इसके लिये सर्वेक्षण क्षेत्र के विस्तार का निरीक्षण करके सर्वेक्षण मार्ग



चित्र 7.13 - बन्द माला रेखा विधि

की स्थिति निर्धारित की जाती है। इन्हें **ज़रीब रेखा (Chain Line)** कहा जाता है। सर्वेक्षण मार्ग के सभी स्टेशनों पर सर्वेक्षण दण्ड गाड़ दिये जाते हैं। बन्द माला रेखा विधि से सर्वेक्षण करने के लिये कम से कम तीन स्टेशन तथा तीन ज़रीब रेखाएँ निर्धारित करना आवश्यक होता है (चित्र संख्या 7.14)। तभी जिस स्टेशन से सर्वेक्षण प्रारम्भ करते हैं, उसी स्टेशन पर पुन: लौटकर सर्वेक्षण कार्य समाप्त किया जा सकता है।



चित्र 7.14 - बन्द माला रेखा विधि

इस अध्याय में केवल एक ज़रीब रेखा पर सर्वेक्षण करने की विधि को ही सम्मिलित किया गया है।

सर्वेक्षण प्रक्रिया (Surveying Process)

सर्वेक्षण की विभिन्न प्रक्रियाओं को क्रमवार करने से सर्वेक्षण कार्य शुद्धता व सरलता से सम्पन्न किया जा सकता है। ये चरण (Steps) निम्नानुसार हैं –

सर्वेक्षण के चरण (Steps of Surveying)

(1) सबसे पहले सर्वेक्षण क्षेत्र का पूर्ण निरीक्षण करके एक कच्चा चित्र (Rough Sketch) बनाया जाता है। इस पर सर्वेक्षण क्षेत्र का नाम तथा यथासम्भव सही अनुमानित उत्तर दिशा अंकित करली जाती है। क्षेत्र के सभी लक्ष्यों की अनुमानित स्थिति अंकित करके उनके नाम या विवरण भी उस पर लिख लिये जाते हैं। यदि सर्वेक्षण क्षेत्र में कोई लक्ष्य (जैसे पेड़ आदि) एक से अधिक हों तो उनके क्रमांक भी निर्धारित करके लिख लिये जाते हैं, यथा – वृक्ष–1, वृक्ष–2 .... आदि।

(2) इसके बाद स्टेशनों की स्थिति तथा ज़रीब रेखा की स्थिति व दिशा इस प्रकार निर्धारित की जाती है कि सर्वेक्षण क्षेत्र के निर्धारित लक्ष्य ज़रीब रेखा से यथासम्भव निकटतम दूरी पर रहें।

(3) ज़रीब रेखा निर्धारित करने के पश्चात, किन्तु ज़रीब फैलाने से पहले, उसके मार्ग के निकट ही ट्रफ कम्पास रखकर उत्तर दिशा ज्ञात की जाती है। अब ट्रफ कम्पास के सहारे सर्वेक्षण दण्ड रखकर उसकी सहायता से लोहे के तीर या चॉक से क्षेत्र में रेखा व तीर बना लेते हैं। यह रेखा उत्तर दिशा को प्रदर्शित करती है।

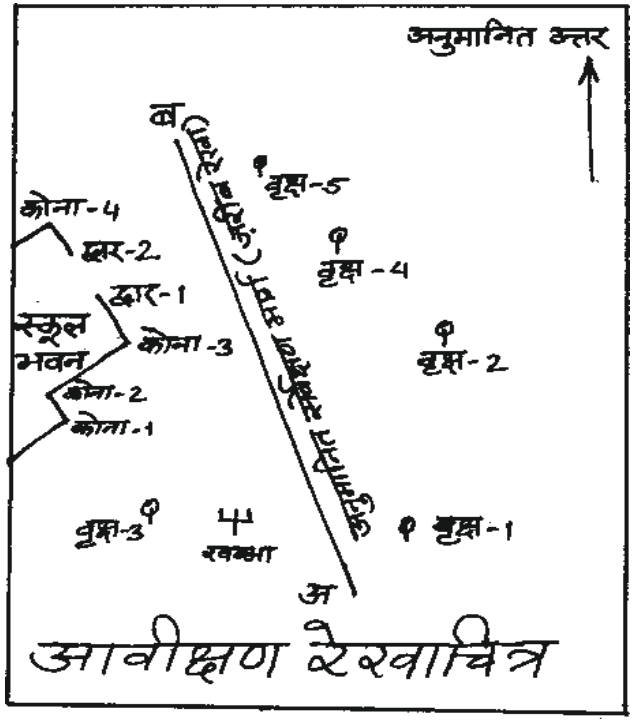
(4) इसके पश्चात निर्धारित स्टेशनों के मध्य ज़रीब फैलाई जाती है। ज़रीब फैलाकर उसके एक सिरे से दूसरे सिरे तक निरीक्षण करना चाहिये ताकि बीच में उसकी कोई कड़ी/कड़ियाँ मुड़ी हुई या अटकी हुई नहीं रहें।

(5) तत्पश्चात उत्तर दिशा एवं लक्ष्यों का मापन एवं उनका अभिलेखन (Recording) क्षेत्र–पुस्तिका (Field book) में किया जाता है।

मापन व अभिलेखन (Measurement & Recording)

मापन – सर्वेक्षण कार्य प्रारम्भ करने के लिये पहले सर्वेक्षण क्षेत्र में जाकर अवलोकन करना चाहिये। इस अवलोकन के कई उद्देश्य होते हैं – **(अ)** सर्वेक्षण क्षेत्र के विस्तार को ध्यान में लाना, **(ब)** सर्वेक्षण के लिये लक्ष्य (Objects) निर्धारित करना, **(स)** सर्वेक्षण क्षेत्र का आवीक्षण रेखाचित्र (Reconnaissance Sketch Map) तैयार करना तथा **(द)** सर्वेक्षण क्षेत्र के विस्तार एवं लक्ष्यों को ध्यान में रखते हुए ज़रीब रेखा (Chain Line) अथवा सर्वेक्षण मार्ग का निर्धारण इस प्रकार करना जिससे यथासम्भव सभी लक्ष्य (Objects) ज़रीब रेखा से न्यूनतम दूरी पर रहें। ऐसा करने से लक्ष्यों के मापन में सुविधा रहती है।

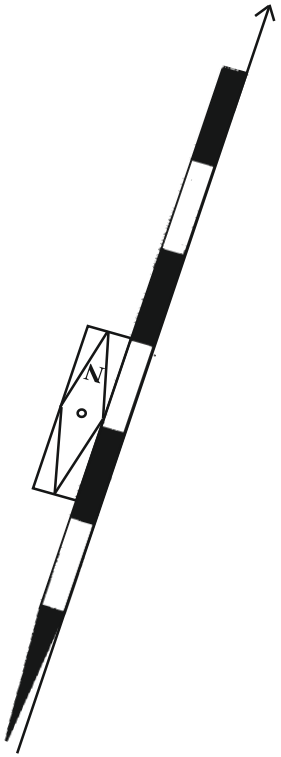
सर्वेक्षण क्षेत्र के अवलोकन के पश्चात चुने हुए लक्ष्यों का **आवीक्षण रेखाचित्र (Reconnaissance Sketch Map)** अथवा **कच्चा चित्र (Rough Sketch Map)** तैयार कर लिया जाता है, जैसा कि चित्र संख्या 7.15 में दर्शाया गया है। इसमें अनुमानित उत्तर दिशा तथा सर्वेक्षण मार्ग भी अंकित कर लिया जाता है। किन्तु इस मार्ग पर ज़रीब फैलाने से पहले ट्रफ



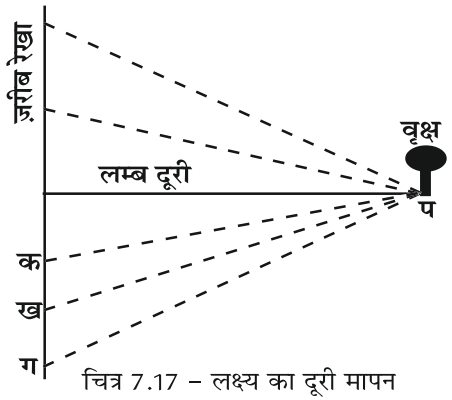
चित्र 7.15 – आवीक्षण रेखाचित्र

कम्पास को घुमाते हुए जब उसमें चुम्बकीय सूई सही उत्तर दिशा इंगित करने लगे, उसी स्थिति में उपकरण से सटाकर सर्वेक्षण दण्ड रख देते हैं (चित्र संख्या 7.16)। सर्वेक्षण दण्ड के सहारे लोहे के तीर या चॉक से क्षेत्र में रेखा बना देते हैं। यदि रेखा बनाए जाने की स्थिति नहीं हो तो सर्वेक्षण दण्ड बिना हिलाये उसी स्थिति में पड़े रखना चाहिये। ट्रफ कम्पास से दिशा निर्धारित करते समय हाथ में या आस-पास लोहे की कोई वस्तु नहीं होनी चाहिये।

यह कार्य करने के बाद **अ ब** रेखा पर ज़रीब बिछाई जाती है। ज़रीब बिछाने के बाद एक सर्वेक्षक (Surveyor) को **अ** से **ब** तक जाकर यह देखना चाहिये कि ज़रीब की कोई कड़ी कहीं अटकी हुई या मुड़ी हुई तो नहीं है। इसके पश्चात लक्ष्यों के मापन का कार्य किया जाता है। ये



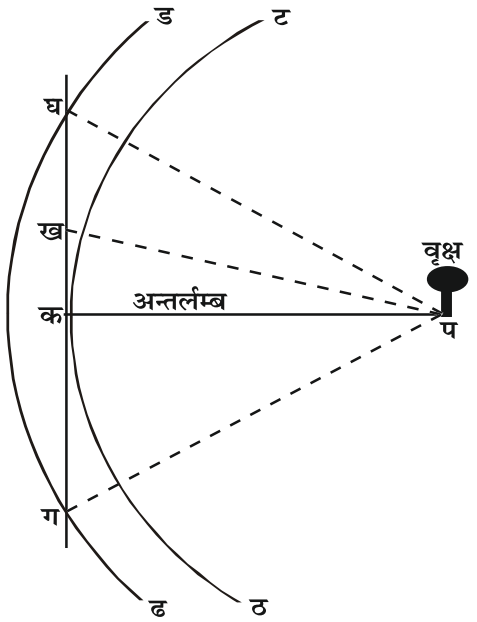
चित्र 7.16 – सर्वेक्षण क्षेत्र में उत्तर दिशा का अंकन



चित्र 7.17 – लक्ष्य का दूरी मापन

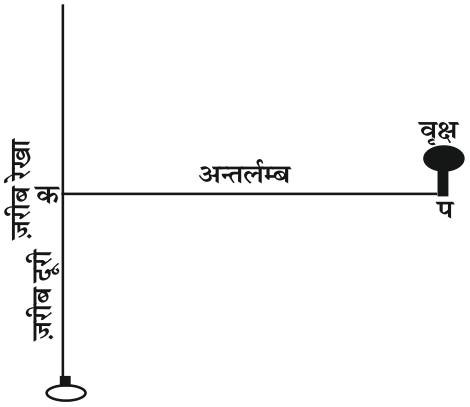
मापन दो प्रकार के होते हैं। प्रत्येक लक्ष्य ज़रीब से किसी न किसी दूरी पर होता है। ज़रीब से लक्ष्य तक की दूरी अनेक स्थानों से मापी जा सकती है, जैसे कि **क प**, **ख प**, **ग प** आदि (चित्र संख्या 7.17)। एक ही लक्ष्य की ज़रीब से अनेकों दूरियों में से कोई एक दूरी का ही अभिलेखन किया जा सकता है। अत: यह आवश्यक है कि अनेकों दूरियों में से एक दूरी का चुनाव किसी तार्किक आधार पर हो। ज़रीब व फीता सर्वेक्षण में **लम्ब दूरी (Perpendicular distance)** का अभिलेखन किया जाता है। **ज़रीब रेखा** से किसी लक्ष्य की इस लम्ब दूरी को **अन्तर्लम्ब (Offset)** कहते हैं (चित्र संख्या 7.17)।

ज़रीब व फीता सर्वेक्षण में कोणीय मापन के लिये कोई उपकरण नहीं होने के कारण लम्ब दूरी का निर्धारण ज्यॉमितीय विधि से किया जाता है। इस विधि को चित्र संख्या 8.18 में समझाया गया है। फीते का प्रारम्भिक सिरा लक्ष्य पर रखा जाता है तथा फीते को ज़रीब रेखा तक फैलाकर चाप की आकृति में घुमाते हैं। यदि फीता अधिक खोल लिया गया है तो उसका चाप चित्र संख्या 7.18 में **ड ढ** की भांति ज़रीब रेखा को दो स्थानों पर काटेगा। इस कारण फीते का यह फैलाव लक्ष्य की लम्ब दूरी नहीं दर्शाता है, क्योंकि **ग प** व **घ प** लम्ब नहीं हैं। ऐसी स्थिति में फीते के फैलाव को कम करके पुन: चाप के रूप में घुमाया जाता है। ज़रीब के जिस स्थान पर फीते का यह फैलाव न्यूनतम लम्बाई पर स्पर्श करे, वही उस लक्ष्य की सही लम्ब दूरी होती है। चित्र संख्या 7.18 में **क प** वृक्ष का अन्तर्लम्ब है। ज़रीब रेखा से **क प** अन्तर्लम्ब लक्ष्य की न्यूनतम दूरी है। अन्य सभी दूरियाँ **ख प** आदि अधिक दूरीयाँ हैं। अन्य सभी दूरियाँ **ख प** आदि न्यूनतम नहीं होंगी।



चित्र 7.18 – अन्तर्लम्ब मापन की विधि

किसी लक्ष्य का अन्तर्लम्ब ज़रीब रेखा के एक बिन्दु पर मिलता है। ज़रीब के प्रारम्भिक सिरे से उस बिन्दु की दूरी का भी अभिलेखन किया जाता है। इसे **ज़रीब दूरी (Chain Distance)** कहते हैं। इस प्रकार प्रत्येक लक्ष्य से सम्बन्धित दो दूरियों का अभिलेखन किया जाता है – अन्तर्लम्ब तथा ज़रीब दूरी (चित्र संख्या 7.19)। यह दूरी ज़रीब के प्रारम्भिक सिरे से पीतल के गणकों तथा कड़ियों की संख्या के आधार पर निर्धारित की जाती है।



चित्र 7.19 – अभिलेखन हेतु दूरियाँ

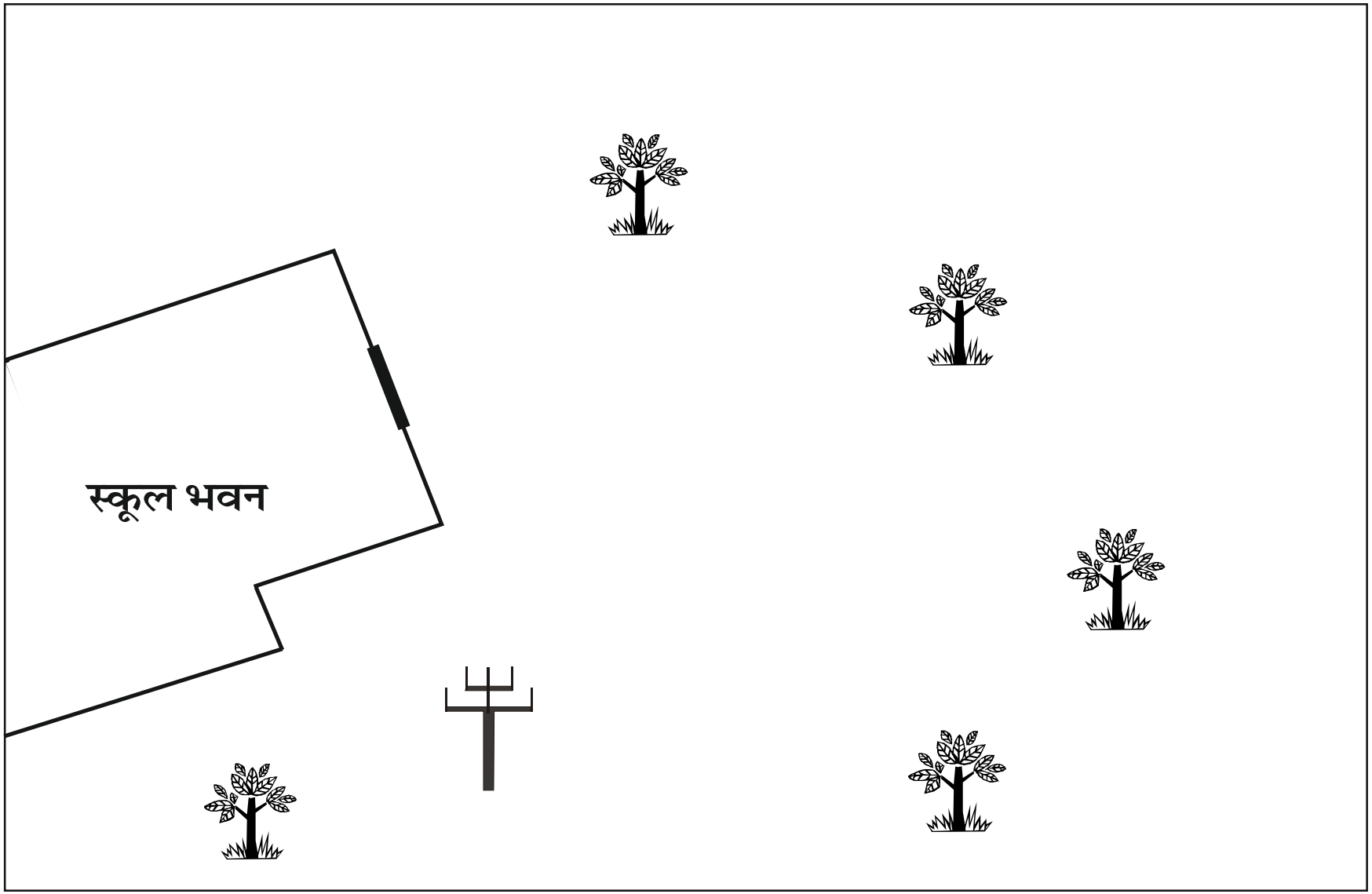
अभिलेखन

ज़रीब व फीता सर्वेक्षण में सभी मापों का अभिलेखन सारणी के रूप में किया जाता है। इसे क्षेत्र पुस्तिका कहते हैं। इसके पृष्ठ पर बीचों-बीच लगभग दो-तीन सेण्टीमीटर चौड़ी एक पट्टी बनाई जाती है। इस पट्टी में प्रत्येक लक्ष्य से सम्बन्धित ज़रीब दूरी अंकित की जाती है। पृष्ठ पर इसके दोनों ओर बचे हुए स्थान में क्रमश: बायें व दायें लक्ष्यों के नाम तथा ज़रीब से उनकी लम्ब दूरी अंकित की जाती है जैसा कि आगे सारणी में दर्शाया गया है। क्षेत्र पुस्तिका में अभिलेखन नीचे से ऊपर की ओर किया जाता है।

मान लीजिये कि चित्र संख्या 7.20 में दर्शाया गया हमारा सर्वेक्षण क्षेत्र है। जिस प्रकार इसका कच्चा चित्र बनाया गया था वह चित्र संख्या 7.15 में प्रदर्शित किया गया है। सर्वेक्षण क्षेत्र में जिस मार्ग पर सर्वेक्षण करने का निर्णय किया गया है, उस मार्ग के निकट ज़रीब बिछाने से पहले ट्रफ कम्पास की सहायता से उत्तर दिशा का निर्धारण किया जाता है। जैसा पहले बताया जा चुका है कि दिशा निर्धारण के बाद ट्रफ कम्पास के सहारे सर्वेक्षण दण्ड रखकर चॉक या लोहे के तीर से क्षेत्र में एक लम्बी रेखा बना देते हैं तथा उस पर उत्तर दिशा की ओर तीर भी बना देते हैं। इसके बाद ट्रफ कम्पास वहां से हटाकर क्षेत्र में निर्धारित मार्ग पर **अ** से **ब** तक ज़रीब बिछाई जाती है। ज़रीब बिछाने के बाद लक्ष्यों की लम्ब दूरियाँ नापने का कार्य किया जाता है। सबसे पहले उत्तर दिशा इंगित करने वाली रेखा पर कोई दो बिन्दु चुन लेते हैं। इन बिन्दुओं को लक्ष्य मान लिया जाता है और उनकी भी ज़रीब रेखा से लम्ब दूरियाँ नाप ली जाती है, जैसा कि चित्र संख्या 7.21 में दर्शाया गया है। उत्तर दिशा इंगित करने वाली रेखा पर दो बिन्दु **क** और **ख** निर्धारित किये गये हैं। मान लीजिये ज़रीब रेखा से क बिन्दु 0.2 मीटर की लम्ब दूरी पर है तथा जहां यह लम्ब ज़रीब पर मिलता है, उस स्थान पर ज़रीब रेखा की दूरी 10 मीटर है। इन दूरियों को दी हुई तालिका में अंकित किया गया है। इसी प्रकार ख बिन्दु की लम्ब दूरी 0.4 मीटर तथा उस लम्ब की ज़रीब दूरी 15 मीटर है। चूंकि ये दोनों लक्ष्य ज़रीब रेखा के दायीं ओर है, अत: इनकी लम्ब दूरियाँ क्षेत्र पुस्तिका के दायें भाग में अंकित की गई है। इसी प्रकार अन्य लक्ष्यों की लम्ब दूरियाँ तथा ज़रीब दूरियाँ क्षेत्र पुस्तिका में अंकित की जाती है।

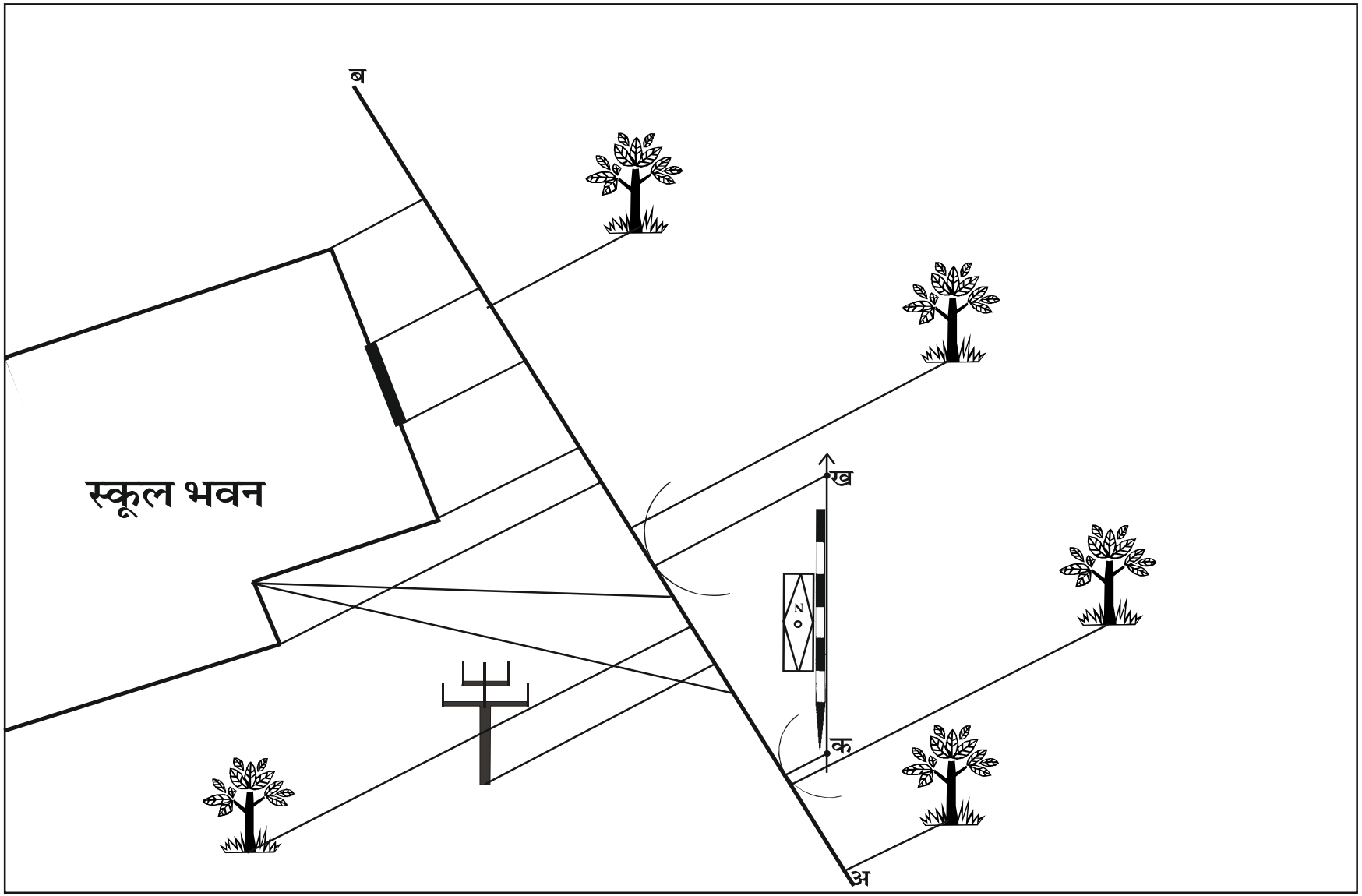
मापन की कठिनाइयाँ

सर्वेक्षण क्षेत्र में कई लक्ष्यों की ज़रीब से लम्ब दूरी नहीं ली जा सकती है जैसा कि इस उदाहरण में स्कूल भवन का कोना-2। ऐसी परिस्थिति में ज़रीब के किन्हीं दो स्थानों से लक्ष्य की दूरियाँ नाप ली जाती हैं। चूंकि ये लम्ब दूरी न होकर तिरछी दूरीयाँ होती हैं, अत: इन्हें **तिर्यक दूरियाँ (Oblique Offset)** कहते हैं। तिर्यक दूरियों के आधार पर उस लक्ष्य की स्थिति पुन: मानचित्र पर आसानी से अंकित की जा सकती है। सबसे पहले दिये गये मापक के अनुसार ज़रीब रेखा पर उन दोनों स्थानों की स्थिति अंकित की जाती है जहाँ से लक्ष्य की दूरियाँ मापी गई थी। फिर मापक के अनुसार तिर्यक दूरियों को परकार (Divider) में लेकर क्रमश: दो चाप बनाये जाते हैं। जहाँ ये चाप परस्पर एक-दूसरे को



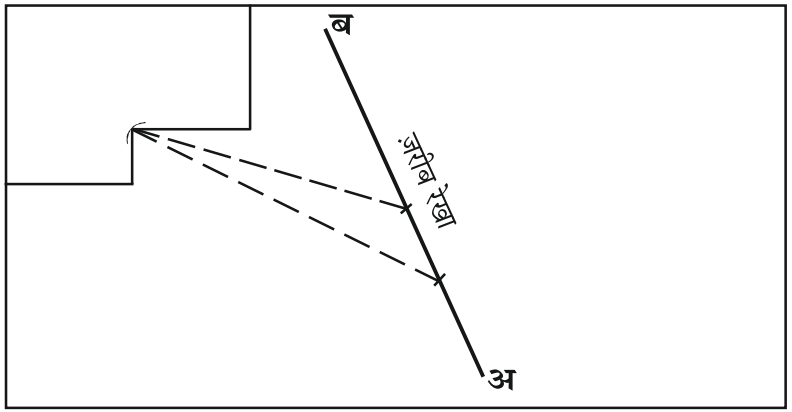
चित्र 7.20 – सर्वेक्षण क्षेत्र

बायीं लम्ब दूरी (Left Offset)	ज़रीब दूरी व स्टेशन	दायीं लम्ब दूरी (Right Offset)
	ब	
10.6 मीटर कोना–2	10.8 मीटर	
12.6 मीटर कोना–2	7.8 मीटर	
2.8 मीटर कोना–4	23.6 मीटर	
3.2 मीटर द्वार – 2	20.8 मीटर	
	20.2 मीटर	वृक्ष–5 – 4.4 मीटर
3.6 मीटर द्वार – 1	18.4 मीटर	
4.0 मीटर कोना – 3	15.6 मीटर	
9.4 मीटर कोना – 1	14.4 मीटर	
	13.0 मीटर	वृक्ष–4 – 9.2 मीटर
13.0 मीटर वृक्ष – 3	9.8 मीटर	
6.6 मीटर खम्भा	8.8 मीटर	
	4.8 मीटर	वृक्ष–2 – 9.2 मीटर
	2.0 मीटर	वृक्ष–1 – 3.0 मीटर
	11.8 मीटर	ख – 5.0 मीटर
	5.2 मीटर	क – 1.2 मीटर
	अ	



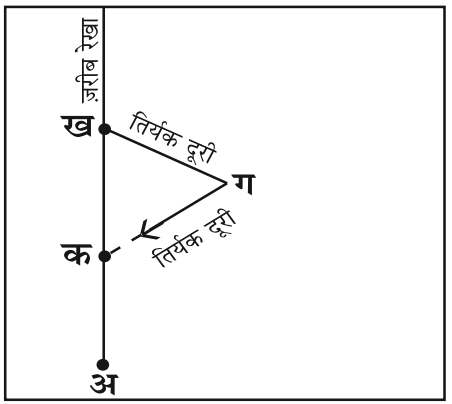
चित्र 7.21 – सर्वेक्षण क्षेत्र में लम्ब दूरियों का मापन

काटते हैं, वहीं उस लक्ष्य की मानचित्र पर स्थिति होती है (चित्र संख्या 7.22)।

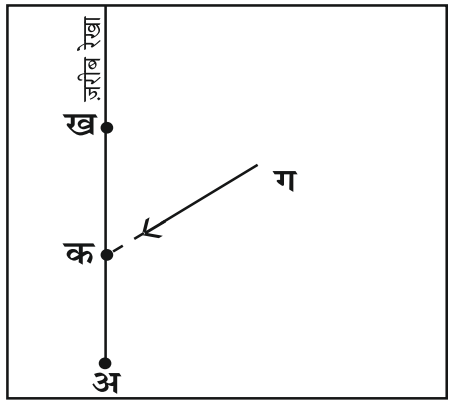


चित्र 7.22 – तिर्यक दूरियों से लक्ष्य की स्थिति ज्ञात करना

दूसरी कठिनाई तब अनुभव की जाती है, जब उत्तर इंगित करने वाली रेखा ज़रीब से समकोण या लगभग समकोण पर हो। उस स्थिति में उत्तर इंगित करने वाली रेखा पर दो लक्ष्य बिन्दुओं की लम्ब दूरी नहीं ली जा सकती है। ऐसी स्थिति में उत्तर इंगित करने वाली रेखा को ज़रीब तक बढ़ा दिया जाता है। जहाँ यह रेखा ज़रीब पर मिलती है, एक लक्ष्य बिन्दु तो उसे ही मान लिया जाता है (चित्र संख्या 7.23 में बिन्दु **क**)। क्षेत्र पुस्तिका में **क** बिन्दु की ज़रीब दूरी अंकित कर ली जाती है। इसके पश्चात् उत्तर इंगित करने वाली रेखा पर कोई एक बिन्दु लेकर ज़रीब के किसी बिन्दु से उसकी तिर्यक दूरी नापकर क्षेत्र–पुस्तिका में अभिलेखन कर लिया जाता है। इस अभिलेखन में दो दूरियाँ सम्मिलित हैं – **अ ख** ज़रीब दूरी तथा **ख ग** तिर्यक दूरी (चित्र संख्या 7.23)। इसके साथ ही क ग तिर्यक दूरी का भी अभिलेखन किया जाता है। मानचित्र आलेखन (Plotting) के समय मापक के अनुसार ज़रीब रेखा बनाकर **अ क** तथा **अ ख** दूरियों पर निशान लगाने से **क** तथा **ख** की स्थिति ज्ञात हो जाती है। इन दोनों बिन्दुओं से मापक के अनुसार अवकलित (Calculated) दूरियों के चाप ज़रीब से दाहिनी ओर बनाये जाते हैं। जहाँ ये चाप एक–दूसरे को काटते हैं, वहीं **ग** की स्थिति होती है। अब **क ग** को जोड़ने वाली रेखा उत्तर दिशा दर्शायेगी (चित्र संख्या 7.24)।



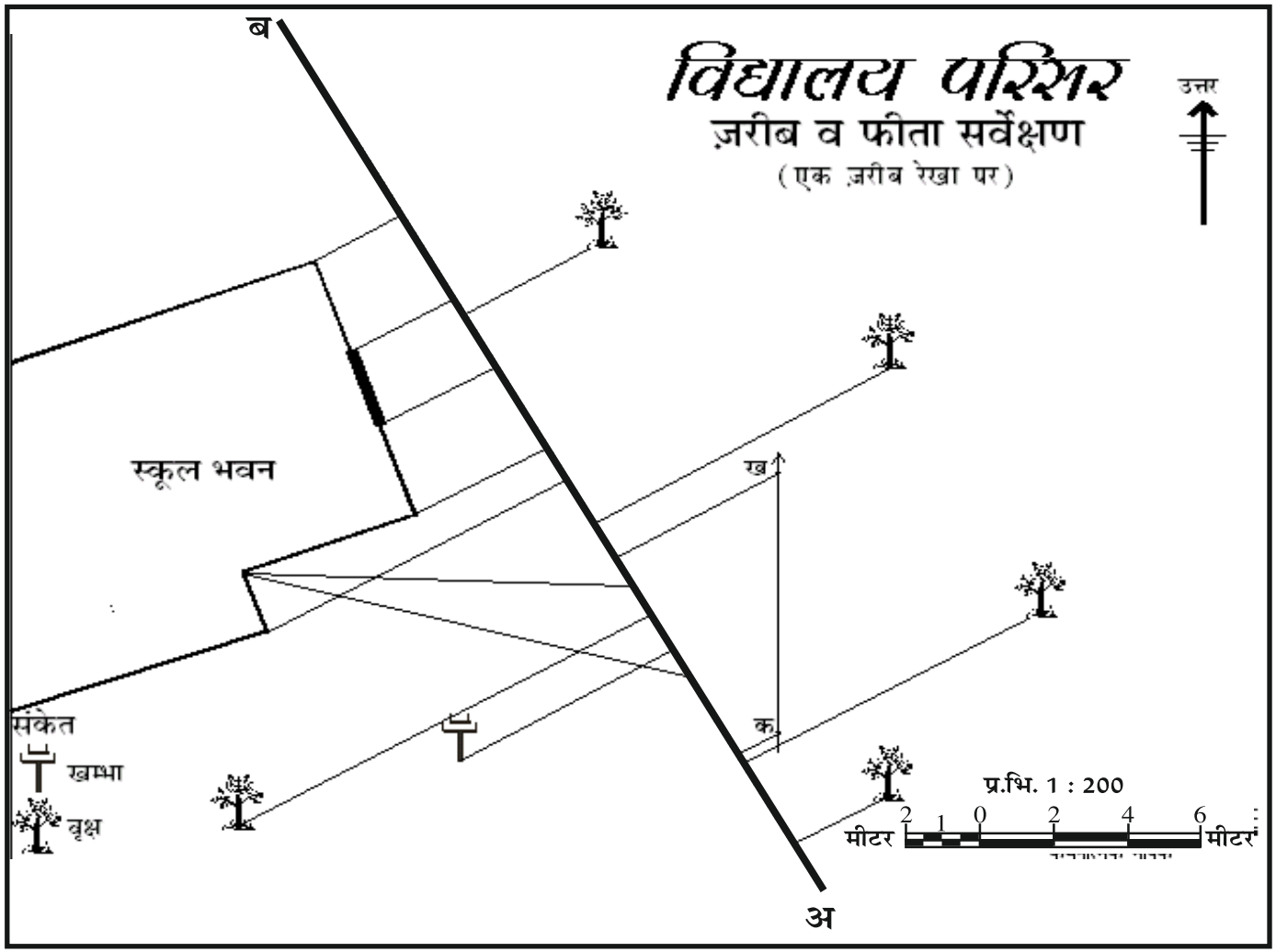
चित्र 7.23 – उत्तर रेखा पर तिर्यक मापन



चित्र 7.24 – तिर्यक दूरियों से उत्तर रेखा का मानचित्रण

उपरोक्त दोनों परिस्थितियों में तिर्यक दूरियाँ (Oblique Offset) लेकर लक्ष्यों की स्थिति निर्धारित की गई हैं, क्योंकि इन परिस्थितियों में लक्ष्यों की लम्ब दूरियाँ नहीं मापी जा सकती हैं।

इस प्रकार सभी लक्ष्यों से सम्बन्धित मापन का अभिलेखन कर लेने पर क्षेत्र में सर्वेक्षण का कार्य पूर्ण हो जाता है। सर्वेक्षण क्षेत्र छोड़ने से पहले ज़रीब को पहले बताये हुए तरीके से समेटकर तथा अन्य सभी उपकरणों को एकत्रित करके प्रयोगशाला/विभाग में पहुँचाना चाहिये। तत्पश्चात कच्चे चित्र एवं क्षेत्र–पुस्तिका को सामने रखकर मानचित्र आलेखन (Plotting) का कार्य प्रयोगशाला में किया जाता है।



चित्र 7.25 – सर्वेक्षण क्षेत्र का मानचित्र

मानचित्र आलेखन (Plotting)

मानचित्र आलेखन का कार्य भूगोल कक्ष की प्रयोगशाला में किया जाता है। मानचित्रण का कार्य सुविधाजनक एवं सही हो, इसके लिये आवश्यक है कि यह कार्य क्रमबद्ध रूप में किया जाये। सबसे पहले उपयुक्त मापक का निर्धारण करना आवश्यक होता है। मापक निश्चित करते समय सर्वेक्षण क्षेत्र के विस्तार, क्षेत्र की सीमाओं की प्रकृति, उपलब्ध ड्रॉइंग कागज़ के आकार एवं मानचित्र के उद्देश्य अथवा उपयोग को ध्यान में रखना आवश्यक होता है। उदाहरण के लिये यदि हम एक से.मी. = एक मीटर का मापक मान लें और हमारी ज़रीब रेखा की कुल लम्बाई मान लो 30 मीटर हुई तो उसके लिये मापक के अनुसार मानचित्र पर ज़रीब रेखा की कुल लम्बाई 30 से.मी. होगी। यदि उपलब्ध ड्रॉइंग शीट का आकार इतना बड़ा नहीं हुआ तो ज़रीब रेखा की पूरी लम्बाई प्रदर्शित नहीं हो पायेगी। इस दृष्टि से उपयुक्त मापक का चुनाव आवश्यक है। मापक निर्धारित करने के पश्चात् क्षेत्र के विस्तार तथा उत्तर दिशा को ध्यान में रखते हुए ड्रॉइंग शीट पर ज़रीब रेखा की उपयुक्त स्थिति निर्धारित करना आवश्यक होता है, ताकि (1) ज़रीब रेखा के दोनों ओर लिये हुए विभिन्न लक्ष्य ड्रॉइंग शीट में प्रदर्शित हो सकें तथा (2) जहाँ तक सम्भव हो उत्तर दिशा ड्रॉइंग शीट में ऊपर की ओर लगभग सीधी आ जाये। इन बातों को ध्यान में रखते हुए ड्रॉइंग शीट पर नीचे बायीं अथवा दायीं ओर साधारण रेखात्मक मापक बना लेना चाहिये। साधारण रेखात्मक मापक की सहायता से छोटी से छोटी ज़रीब दूरी अथवा लम्ब दूरी मापक के अनुसार तुरन्त ज्ञात की जा सकती है। साधारण रेखात्मक मापक नहीं बना पाने की स्थिति में सभी ज़रीब दूरियों तथा लम्ब दूरियों को मापक के अनुसार अवकलित (Calculation) करना आवश्यक हो जाता है। इसमें समय अधिक लगता है। साधारण रेखात्मक मापक बनाने के पश्चात् भी यदि उस पर कथनात्मक मापक तथा प्रदर्शक भिन्न मापक लिख दिया जाये तो मापक का महत्व बढ़ जाता है। यह कार्य करने के बाद ड्रॉइंग शीट के उपयुक्त स्थान पर ज़रीब रेखा **अ ब** बना ली जाती है। अब ज़रीब रेखा पर सर्वेक्षण क्षेत्र में ज्ञात किये हुए उत्तर दिशा के **क** और **ख** बिन्दुओं की लम्ब दूरियाँ तथा ज़रीब दूरियाँ मापक के अनुसार अंकित करके उत्तर दिशा का मानचित्र पर आलेखन कर लिया जाता है। आलेखित उत्तर रेखा के समानान्तर ड्रॉइंग शीट के ऊपर दायीं ओर रेखा खींचकर सुन्दर उत्तर इंगित करने वाली रेखा बनाई जाती है। इसके पश्चात ज़रीब रेखा पर अन्य लक्ष्यों से सम्बन्धित ज़रीब दूरियाँ तथा उनकी क्रमशः लम्ब दूरियाँ अंकित करके लक्ष्यों की स्थिति मानचित्र पर अंकित कर ली जाती है। इस प्रकार सर्वेक्षण क्षेत्र का मानचित्र मापक के अनुसार तैयार हो जाता है। मानचित्र के नीचे की ओर उपयुक्त स्थान पर विभिन्न लक्ष्यों का संकेत भी दिया जाना आवश्यक होता है। इस मानचित्र के ऊपर सर्वेक्षण क्षेत्र का नाम तथा सर्वेक्षण विधि का नाम उपयुक्त आकार के सुन्दर अक्षरों में लिखना चाहिये। ये सभी कार्य कर लेने पर चित्र संख्या 7.25 के अनुसार मानचित्र तैयार हो जायेगा।

❑❑❑

अभ्यास

ज़रीब कितने प्रकार की होती है? प्रत्येक प्रकार के ज़रीब की विशेषताएँ बताइये।

ज़रीब व फीता सर्वेक्षण में कौन-कौनसे उपकरण काम में आते हैं?

ज़रीब व फीता सर्वेक्षण में ज़रीब व फीते के क्या-क्या उपयोग हैं?

अभ्यास

ट्रफ कम्पास द्वारा उत्तर दिशा ज्ञात करने की प्रक्रिया को समझाइये।

ज़रीब व फीता सर्वेक्षण में गुनिये का क्या उपयोग है एवं यह कितने प्रकार के होते हैं?

खुली माला रेखा विधि एवं बन्द माला रेखा विधि से आप क्या समझते हैं?

अभ्यास

अन्तर्लम्ब किसे कहते हैं? इनका मापन किस तरह किया जाता है?

ज़रीब व फीता सर्वेक्षण में तिर्यक अन्तर्लम्ब कब लिये जाते हैं? इनकी मापन की विधि को समझाइये।

क्षेत्र-पुस्तिका किसे कहते हैं? ज़रीब व फीता सर्वेक्षण में इसका क्या उपयोग है?