2

भूवैज्ञानिक मानचित्रों का अध्ययन एवं व्याख्या

[STUDY AND INTERPRETATION OF GEOLOGICAL MAPS]

परिचय
(INTRODUCTION)

मानचित्र भौगोलिक अध्ययन का अनिवार्य अंग है अजैव स्थलाकृति लक्षण वाले भौतिक भूगोल सम्बन्धी मानचित्र विशिष्ट अध्ययन के लिए प्रारम्भ से ही महत्वपूर्ण माने जाते रहे हैं। इसी शृंखला में भूवैज्ञानिक मानचित्र महत्वपूर्ण बन जाते हैं। ऐसे मानचित्र शैल संरचना स्थलाकृति एवं भूतल के भूगर्भ सम्बन्धों, आदि को विविध प्रकार से समझने समझाने का सशक्त माध्यम है। अतः ऐसे मानचित्रों का अध्ययन भूविज्ञान (Geology) की भांति ही भूगोल के लिए भी कई प्रकार से एक कारण प्रभाव की दृष्टि से विशेष महत्वपूर्ण है। किसी क्षेत्र के संचरनास्वरूप को भली-भांति समझने में वहां की स्थलाकृति एवं वहां पाए जाने वाले शैल दृश्यांशों (Rock outcrops) अथवा कठोर शैल के उभरे भाग दोनों का ही विशिष्ट अध्ययन आवश्यक है। अतः संक्षेप में ऐसे सभी मानचित्र जिनसे कि किसी क्षेत्र की स्थलाकृति, संरचनास्वरूप को एवं उनके सम्बन्धों को समझा जा सके, भूवैज्ञानिक मानचित्र, कहलाते हैं। ऐसे मानचित्रों में शैल दृश्यांशों (Rock outcrops) एवं शैल संस्तरों (Rock beds) को विशेष संकेत सूची द्वारा समझाया जाता है। शैल संरचना के संस्तर (Beds) प्रायः भूवैज्ञानिक कालक्रम के आधार पर दिए रहते हैं। ऐसी संरचना का सही-सही ज्ञान होने से एवं एक ही सहायता से नीचे के या अगले संस्तरों का ज्ञान प्राप्त हो जाने से वहां के भौगोलिक एवं स्थलाकृतिक अध्ययन में उनका महत्व और भी बढ़ जाता है। वर्तमान में ऐसे भूवैज्ञानिक मानचित्र भूगोल व भू-विज्ञान के साथ-साथ सर्वेक्षकों, भवन, पथ, सिंचाई, भूजल संसाधन, रेल यातायात, आदि विभागों के अभियन्ताओं एवं खनिज विशेषज्ञों के लिए भी विशेष महत्वपूर्ण है।

यद्यपि भूवैज्ञानिक मानचित्र उद्देश्य प्राप्ति के अनुसार कई प्रकार से बनाए जाते हैं। यह सामान्य से जटिल, एक तत्व प्रधान, सरल संरचना से लेकर संमिश्र (Composite) स्वरूप व भ्रंश वाले मानचित्रों में से किसी भी प्रकार से, सरल अथवा जटिल संरचना वाले भी हो सकते हैं। भूगोल में इनका अध्ययन विशेषतः शैल संरचनास्वरूप को समझाने में ही होता है। ऐसे मानचित्र देशज विकास के साथ-साथ सांस्कृतिक दृश्यभूमि के निर्माण एवं स्वरूप को अनेक प्रकार से प्रभावित भी करते रहे हैं। अतः भूगोल में क्षेत्रों के प्लान व भूवैज्ञानिक बनावट को दर्शाने वाले '**क्षेत्रीय भूवैज्ञानिक मानचित्र**' (Areal Geological Maps) का अध्ययन ही भूगोल में विशेष उपयोगी माना गया है। किसी भी प्रकार के भूवैज्ञानिक मानचित्र के अध्ययन का सीधा सम्बन्ध वहां पर उपस्थित शैल स्वरूप विन्यास से होता है। इसीलिए प्रारम्भिक भूवैज्ञानिक अध्ययन में इनको सामान्य स्तर पर समझना आवश्यक है। ऐसे ज्ञान के अभाव में शैल विज्ञान बने नहीं समझा जा सकता।

शैल संस्तरों को उनके विभिन्न कालक्रम एवं विभिन्न तलों में हुए जमावों को गहराई के अनुसार समझने में भूवैज्ञानिक समय-सारणी का अपना विशेष महत्व है। जीवों का विकास भी इनसे जुड़ा हुआ है। अतः यहां भूवैज्ञानिक समय-सारणी दी गई है।

भूवैज्ञानिक समय-सारणी
(GEOLOGICAL TIME-SCALE)

महाकल्प (Aeon)	कल्प (Era)	उपभाग	युग (Period)	नामों की उत्पत्ति (Origin of Names)	आयु (Age)	प्रयुक्त आयु बड़े अक्षर	चिह्न लघु अक्षर
फनरोजोइक महाकल्प (PHANEROZOIC AEON)	कनोजोइक कल्प (CANOZOIC ERA)	चतुर्थक (QUARTER)	होलोसी तथा अभिनव (Holocene or Recent)	— सर्वाधिक जीवाश्म (Most fossils)	25 हजार वर्ष पूर्व	Q	l
			प्लिस्टोसीन (Pleistocene)	महान या प्रतिनूतन हिमयुग (Great ice age)	दस लाख वर्ष पूर्व		
		टर्शरी (TERTIARY)	प्लियोसीन (Pleiocene)	अधिक जीवाश्म (More fossils)	1.2 करोड़ वर्ष पूर्व		
			मायोसीन (Miocene)	थोड़े जीवाश्म (Less fossils)	2.5 "		
			ऑलिगोसीन (Oligocene)	बहुत थोड़े जीवाश्म व जीव (Fewer life and few fossils)	4-0 "	T	i
			इओसीन (Eocene)	आधुनिक जीवों का ऊषा काल (EOS = Down of life)	6 से 7 "		
	मेसेइओजेइक कल्प (MASAEOZOIC ERA)	—	क्रिटेशियस (Cretaceous)	Creta शब्द = चाक प्रदेश	13.5 "	K	h
			जुरासिक (Jurassic)	फ्रांस व स्वीस सीमा के jura (जुरा) मोड़ से	16 "	J	g
			ट्रॉयसिक (Traissic)	जर्मन शब्द Trias = तिहरा से	20 "	TR	f
क्राइप्ट्सजोइक महाकल्प (KRYPTITOSZOIC AEON)	पेलियोजोइक कल्प (PALAEOZOIC ERA)	उत्तरार्द्ध	परमियन (Permian)	रूस का एक क्षेत्र PERM	23-25 "	P	e
			कार्बोनिफेरस (Carboneferous)	कार्बन या कोयला का काल	28-30 "	C	d
			डेवोनियन (Devonian)	डेवोन (Devon) नामक जीव जीवाश्म एवं सागर के अवसादीय जमाव से	34 "	D	c
		पूर्वार्द्ध	सिलुरियन (Silurian)	सिलुरस वेल्स की सीमावर्ती जनजाति	38 "	S	b
			ऑर्डोवीसियन (Ordovician)	ऑर्डोविस : वेल्स की अति प्राचीन जनजाति	42 "	O	b
			कैम्ब्रियन (Cambrian)	केम्ब्रास : वेल्स का (Cambros) रोमन नाम	50 "	CA	a
इजोइक महाकल्प (EZOIC AEON)	प्रोटेरोजोइक कल्प (PRO. ERA)		आरकेन या आरको जोहम (Archam) कल्प	Archos = Down of Earliest Life जीवन का ऊषा काल एवं अजैव काल	पृथ्वी के सम्भावित उत्पत्ति काल (5 अरब वर्ष पूर्व) से लेकर 50/60 करोड़ वर्ष पूर्व तक का काल/महासागरों का निर्माण 90/110 करोड़ वर्ष पूर्व हुआ।		

भूवैज्ञानिक मानचित्र का अध्ययन करते समय कई शब्दों का अर्थ उनका उपयोग व प्रयोग एवं तकनीकी अर्थ का भी सामान्य ज्ञान होना चाहिए। इनमें से कई का प्रयोग एवं भूगोल का छात्र निरन्तर काम में लाता रहा है। जैसे कि समोच्च रेखाएं, धरातल की विशिष्ट स्वरूपीय आकृतियां स्थानांकि ऊंचाई (Spot height) तल चिह्न (Bench mark) त्रिकोणमितीय बिन्दु (Trig. points) विभिन्न समोच्च आकृति वाले मानचित्र उनकी क्षैतिज एवं लम्बवत् मापनी (Horizontal and Vertical Scale), आदि। उल्लेखनीय है कि जहां भौगोलिक अध्ययन में समोच्च रेखाओं को सरल रेखा की भांति खींचा जाता है, वहीं भूवैज्ञानिक मानचित्रों में इन रेखाओं को कटी हुई रेखाओं अर्थात् स्वरूप रेखाओं की भांति खींचा जाता है। क्योंकि भूवैज्ञानिक मानचित्रों में सरल रेखाओं द्वारा संरचना सीमांकन, संस्तरीय तल (Bedding plane) मोड़ भ्रंश, आदि व अन्य लक्षणों को दर्शाया जाता है। क्योंकि ऐसे मानचित्रों में उपर्युक्त तथ्यों का विशेष महत्व है। इनके अध्ययन कई भूविज्ञान सम्बन्धी मात्रा प्रधान (Quantitative) निर्णय भी लिए जाते हैं। यहां इसी उद्देश्य से ऐसे सभी महत्वपूर्ण शब्दों को एक-एक कर समझाया गया है।

भूवैज्ञानिक मानचित्रों के प्रकार
(TYPES OF GEOLOGICAL MAPS)

भूगर्भिक विशेषताओं अथवा लक्षणों के आधार पर भूवैज्ञानिक मानचित्र चार प्रकार के होते हैं :

(i) पृष्ठीय मानचित्र, (ii) दृश्यांश मानचित्र, (iii) क्षेत्रीय मानचित्र तथा (iv) संरचनात्मक मानचित्र। इन मानचित्रों का संक्षिप्त विवरण निम्नानुसार है :

(i) पृष्ठीय या सतही मानचित्र (Surficial maps)

पृथ्वी की सतह या पृष्ठ (Earth's surface) का निर्माण विभिन्न प्रकार की शैलों से हुआ है। इन पृष्ठीय शैलों की प्रकृति एवं वितरण को दिखाने वाले मानचित्रों को पृष्ठीय या सतही भूवैज्ञानिक मानचित्रों की संज्ञा दी जाती है। कृषि-मिट्टी का वितरण दिखाने वाले मानचित्र वस्तुतः एक प्रकार के पृष्ठीय भूवैज्ञानिक मानचित्र ही होते हैं। उल्लेखनीय है कि इन मानचित्रों में स्थानीय मिट्टियों के वर्ग एवं उपवर्ग दिए होते हैं साथ ही इनमें आवश्यक भूवैज्ञानिक संवर्गों (Geological Categories) के अनुसार पृष्ठीय शैलों, जैसे—सरिता-बजरी (Stream gravel), सरिता-जलोढक (Stream alluvium), हिमनद-बजरी (Glacial gravel), तथा हिमनद-समुद्री मृत्तिका (Glacial-marine clay) आदि, को दिखाया जाता है। इस तह के पृष्ठीय मानचित्र अभियान्त्रिकी (Engineering) कार्यों जैसे, अपवाह (Drainage) तथा जल-आपूर्ति की समस्या, मार्ग एवं हवाई-अड्डों की स्थितियों का चयन, जलाशय-बांध निर्माण तथा भवन निर्माण सामग्री आदि की खोज में बहुत लाभदायक सिद्ध होते हैं।

(ii) दृश्यांश मानचित्र (Outcrop maps)

आधार शैलें (Bed rocks) पृष्ठीय पदार्थों के नीचे स्थित होती हैं। अपरदन क्रिया के द्वारा पृष्ठीय पदार्थों के हट जाने पर कहीं-कहीं ये आधार शैलें नंगी होकर धरातल पर दिखाई देने लगती हैं। दृश्यांश भूवैज्ञानिक मानचित्र में ऐसी ही नग्न आधार शैलों के भागों को दर्शाया जाता है। ये मानचित्र खनिज पदार्थों एवं भवन निर्माण सामग्री की खोज में उपयोगी होते हैं।

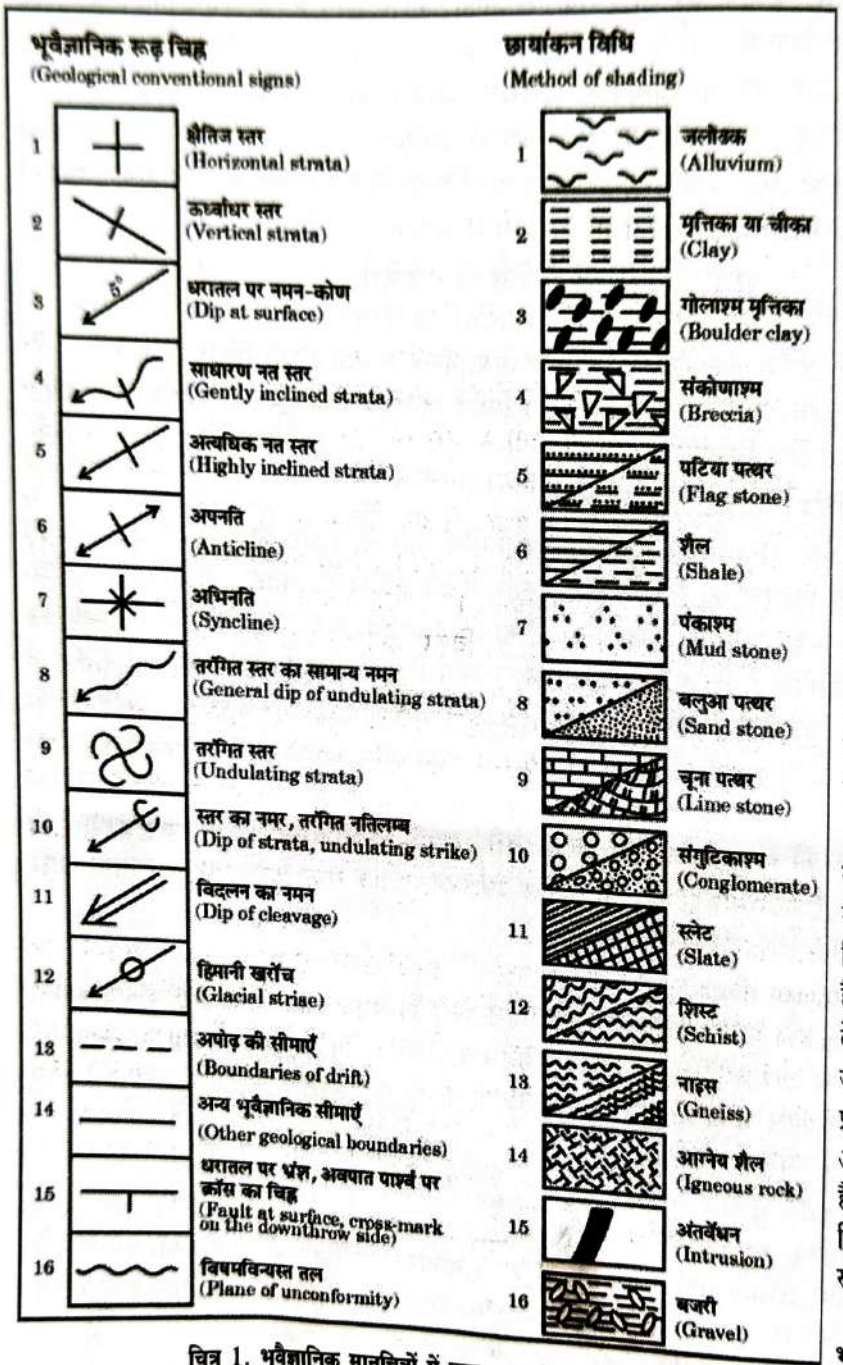
(iii) क्षेत्रीय मानचित्र (Areal maps)

किसी क्षेत्र की भूवैज्ञानिक बनावट के विन्यास (Plan view) को प्रदर्शित करने वाले मानचित्र को क्षेत्रीय भूवैज्ञानिक मानचित्र (Areal geological map) कहते हैं। इस मानचित्र में, मिट्टी तथा प्राकृतिक वनस्पति से निर्मित पृष्ठीय आवरण का पूर्णतया अभाव मानते हुए, धरातल पर दिखाई देने वाली तथा अनुमानित दोनों प्रकार की भूवैज्ञानिक इकाइयों या रचनाओं को एक लगातार क्रम के रूप में प्रकट करते हैं।

इस प्रकार के मानचित्रों में धरातल पर दिखाई देने वाली और उसके नीचे अनुमान के अनुसार भूवैज्ञानिक इकाइयों या रचनाओं के सतत् क्रम के रूप में दर्शाया जाता है। ऐसे मानचित्रों में धरातल पर विध्यमान मिट्टी और वनस्पति के आवरण को नहीं दिखाया जाता है। क्षेत्रीय मानचित्र में भिन्न-भिन्न भूवैज्ञानिक इकाइयों का मानचित्र में वितरण को अलग-अलग रंगों, छायाओं अथवा रूढ़ चिह्नों के द्वारा दिखाया जाता है। भौतिक भूगोल विशेषकर भूआकृतिविज्ञान (Geomorphology) में क्षेत्रीय भूवैज्ञानिक मानचित्रों का सबसे अधिक प्रयोग होता है।

(iv) संरचनात्मक मानचित्र (Structural maps)

उल्लेखनीय है कि क्षेत्रीय भूवैज्ञानिक मानचित्रों में किसी स्थान-विशेष की भूवैज्ञानिक संरचना को कुछ अधिक स्पष्ट करने के लिए रंग और छाया के साथ-साथ रूढ़ चिह्नों का प्रयोग किया जाता है, परन्तु संरचनात्मक भूवैज्ञानिक मानचित्र में भूवैज्ञानिक संरचना को प्रदर्शित करने के लिए संरचनात्मक रूढ़ चिह्नों (Conventional structural symbols) का ही उपयोग किया जाता है। जिन क्षेत्रों में भूवैज्ञानिक संरचना अधिक जटिल या अधिक भिन्नता लिए हुए होती है। उन क्षेत्रों के लिए ये मानचित्र विशेष उपयोगी होते हैं। संरचनात्मक मानचित्रों में उपयोग में लिए जाने वाले रूढ़ चिह्नों में देशानुसार भिन्नता देखने को मिलती है फिर भी भूविज्ञानी ऐसे मानचित्रों में उपयोग में लिए गये रूढ़ चिह्नों को संकेतिका (Legend) में लिख देता है जिससे मानचित्र को आसनी से समझा जा सके। कुछ भूविज्ञानियों ने भूवैज्ञानिक मानचित्रों को दो प्रकारों में ही विभाजित किया है :



चित्र 1. भूवैज्ञानिक मानचित्रों में प्रयुक्त रूढ़ चिह्न व छायाएं

(i) **ठोस भूवैज्ञानिक मानचित्र**—ऐसे मानचित्रों में शैल दृश्यांशों के वितरण को दर्शाया जाता है। इसमें हिमानी निक्षेप के अतिरिक्त पीट, जलोढ़, नदी-वेदिका, प्राचीन नदी बजरी, रेत आदि सम्मिलित किए जाते हैं। ये मानचित्र मृदा विभिन्नताओं के वर्णन में सहायक होते हैं।

(ii) **अपोढ़ भूवैज्ञानिक मानचित्र**—इसमें सभी नवीन निक्षेपों के साथ हिमनदोढ़ तथा अनावृत्त प्राचीन जमाव को भी मानचित्र पर दर्शाया जाता है। ये मानचित्र भू-स्वरूपों तथा जलापूर्ति के अध्ययन में उपयोगी होते हैं।

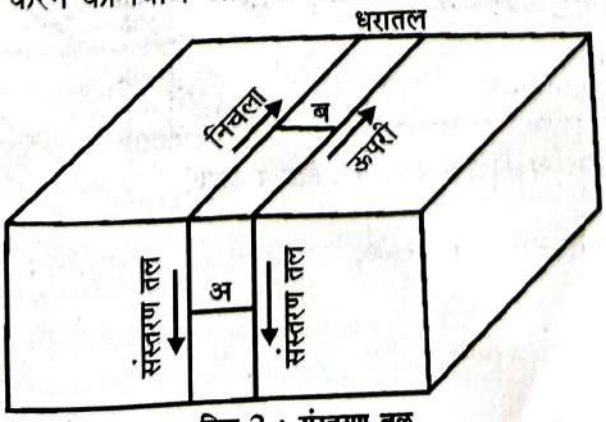
भूवैज्ञानिक मानचित्र-रूढ़ चिह्न
(SIGNS)

भूवैज्ञानिक मानचित्रों में शैल-संस्तरों की आयु, संरचनात्मक विशेषताओं, शैलों के प्रकारों को रूढ़ चिह्नों एवं आभाओं (Shades) के द्वारा प्रदर्शित किया जाता है। इन रूढ़ चिह्नों के उपयोगों में देशानुसार भिन्नता देखने को मिलती है। सुविधा के लिए भूवैज्ञानिक मानचित्रों में उपयोग में लिए गए रूढ़ चिह्नों को सकेतिका में लिख दिया जाता है। नीचे उन रूढ़ चिह्नों को प्रदर्शित किया गया है जिनका उपयोग सामान्यतः भूवैज्ञानिक मानचित्रों में किया जाता है (चित्र 1 देखें) :

संस्तर एवं संस्तरण तल
(BED AND BEDDING PLANE)

यद्यपि प्रत्येक शैल विशेष का अपना संस्तर या परत होती है, किन्तु इसका सर्वोत्तम उदाहरण अवसादी शैलों में मिलता है। अधिकांश आग्नेय शैलों में परतों या स्तरों में जमाव नहीं पाये जाते, सिर्फ राल पट्ट (Sill) या राल भित्ति (Dyke) जैसी शैल ही स्तर या परत वाली होती है। अवसादी शैलों का आदर्श या क्षैतिज स्थिति में जमाव प्रायः समुद्र की तली में होता है। ऐसे जमाव स्तर या परत में एक-एक कर निरन्तर होते जाते हैं। दो परतों के मध्य चीका, चिकनाई या जोड़ने वाले पदार्थ (Cementing agents) होने से सभी परतें दबाव से जुड़कर एक चट्टान या शैल बनती है। ऐसी परतों को विशेष अध्ययन हेतु अलग भी किया जा सकता है। जिस तल पर यह सरलता से या सामान्यतः अलग होती हैं, उसे संस्तरण तल (Bedding plane) कहते हैं। अस्थिर पृथ्वी पर प्राकृतिक दशा में लम्बे समय तक क्षैतिज संस्तर उसी दशा में स्थिर नहीं रह सकते। स्तर भ्रंश, क्षैतिज, लम्बवत् एवं बालनिक शक्तियों, आदि के प्रभाव से यह क्षैतिज संस्तर सरल से जटिल रूप में विभिन्न अंश या कोण पर झुकाव ले लेती है, ऐसे झकाव को नमन (Dip) कहते हैं। इसी कारण भूतल विविध रचना एवं स्वरूप वाला बनता जाता है। अपवादस्वरूप ही स्तरीय जमाव क्षैतिज दशा में बने रहे हैं। संस्तर का झुकाव 0° से 90° के मध्य कुछ भी हो सकता है। विशेष मोड़ या भ्रंश की दशा में संस्तर भूतल से समकोण पर भी मिलते हैं, तब इन्हें **लम्बवत् संस्तर** (Vertical bed) कहते हैं। यही नहीं स्वयं मोड़ या भ्रंश में से प्रत्येक भी अनेक-अनेक प्रकार के हो सकते हैं। इसी कारण भूतल पर संस्तर भिन्न प्रकार से झुकाव या नमन वाले होने से इनकी स्थिति विषम या संमिश्र (Composite) हो सकती है। अतः शैल नमन एवं शैल संस्तर दोनों ही निकट से अन्तः सम्बन्धित हैं। स्वयं शैल संस्तर मूलतः संरचना, निर्माण विधि एवं विविध गतियों का परिणामी प्रभाव है। जिस विधि से शैल संस्तर का स्वरूप या आकृति निर्धारित होगी शैलों का नमन (Dip) भी उसी के अनुसार होग। इसी कारण शैल संस्तर एवं नमन की प्रकृति के आधार पर **नतिलम्ब रेखाएं** (Strike lines) खींची जाती हैं।

चट्टानें जिस तल (Plane) पर अलग की जा सकती हैं, उसके ऊपरी तल को ऊपरी संस्तरण तल (Upper bedding plane) कहते हैं। इससे ऊपर की चट्टानें बाद के जमाव की होने से भूवैज्ञानिक दृष्टि से बाद के काल की कहलायेगी। इसी भांति प्रत्येक संस्तर का निचला संस्तरण तल (Lower bedding plane) उसका निचला तल होगा। इस तल से नीचे की चट्टानें अधिक प्राचीनकाल की होगी। उपर्युक्त दोनों तलों के मध्य की लम्बवत् मोटाई ही उस शैल संस्तर की वास्तविक मोटाई होगी। यहां चित्र 2 में दोनों संस्तरण तल एवं अ व ब इसकी लम्बवत् व वास्तविक मोटाई दर्शायी गई है। भूवैज्ञानिक मानचित्रों से संस्तरण तल की मोटाई ज्ञात करने की विधि आगे दी गई है।



चित्र 2 : संस्तरण तल

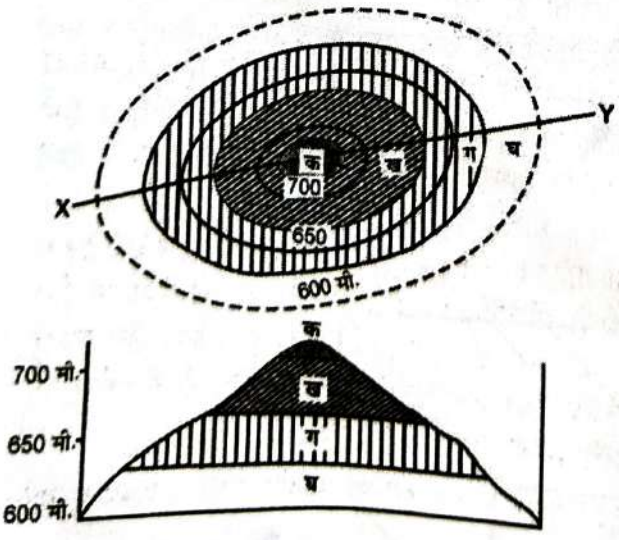
नमन
(DIP)

जैसा कि प्रारम्भ में शैल संस्तर में स्पष्ट किया गया है, भूतल पर शैल निर्माण के समय क्षैतिज दशा में होते हुए भी अनेक कारणों—गतियां, शक्तियां एवं परिवर्तन के प्रभाव से इनमें झुकाव, भ्रंश व मोड़ स्वरूपित हो सकते हैं। चट्टानों के झुकाव को ही नमन, नत या शैल संस्तर का नमन (Dip of Rock bed) कहते हैं। चट्टान का जिस दिशा में झुकाव या नमन होता है। उसे क्षैतिज तल के सन्दर्भ में मापा जाता है। प्रोफेसर गोखले के अनुसार,

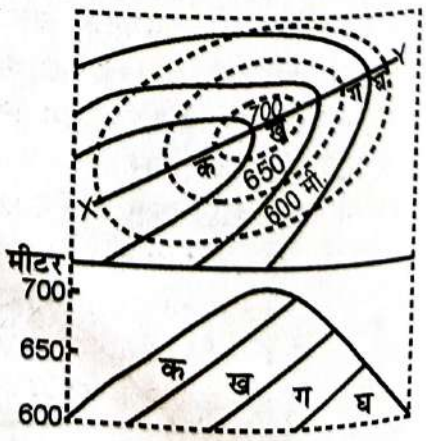
किसी शैल संस्तर का क्षैतिज तल के सन्दर्भ में नीचे की ओर का अधिकतम कोण ही उसका नमन (Dip) है। (''The Dip is the maximum angle of inclination downward that a bed makes with a horizontal plane.'')

नमन का नतिलम्ब रेखा (Strike line) से गहरा सम्बन्ध है। क्योंकि नतिलम्ब रेखा के स्वरूप के आधार पर ही नमन की दिशा एवं कोण का ज्ञान होता है। इसी कारण नमन के साथ-साथ नतिलम्ब रेखाएं भी खींची जानी चाहिए। इन्ही रेखाओं की सहायता से वास्तविक नमन (True Dip) एवं काल्पनिक नमन (Assumed Dip) का ज्ञान होता है। इन दोनों शब्दों से तात्पर्य एवं भेद को नतिलम्ब रेखा खींचते समय और भी स्पष्ट किया गया है। संक्षेप में, किसी शैल संस्तर का अधिकतम झुकाव ही उसका वास्तविक नमन (True Dip) है। भूतल के मोड़ व भ्रंश की दिशा एवं उनके झुकाव व स्वरूप को सही-सही समझने के लिए वास्तविक नमन का कोण व दिशा का ज्ञान आवश्यक है। अतः प्रारम्भिक स्तर पर भूवैज्ञानिक मानचित्रों में नमन की दिशा तीर द्वारा एवं कभी-कभी उसके आगे → 280° अंश अंकित कर दर्शाते हैं।

जब किसी शैल संस्तर में नमन नहीं पाया जाता तो उसे **क्षैतिज संस्तर** (Horizontal plane) कहते हैं। इसमें संस्तर भूतल से समानान्तर पाये जाते हैं। किन्तु समतल स्थापक शक्तियों के प्रभाव से ऐसे संस्तर कट-छट कर मेसा, बट, पठार या पहाड़ी की आकृति में प्रायः पाये जाते हैं। यहां चित्र 3 व 4 में इसी प्रकार के क्षैतिज एवं नमन वाले तल के संस्तर एवं ऐसे संस्तर का अनुभाग (Section) या अनुप्रस्थ काट (Cross section) दर्शाया गया है। क्षैतिज संस्तर होने की दशा में उनका विन्यास समोच्च रेखा के सहारे या उनके समानान्तर पाया जायेगा, जबकि नमन वाले संस्तरों का विन्यास चित्र 3 की भांति होगा। दूसरी दशा में संस्तर समोच्च रेखाओं को काटते हुए होंगे। संस्तरों के नमन का कोण कम ज्यादा होने के आधार पर उनका स्वरूप बदलता जायेगा।

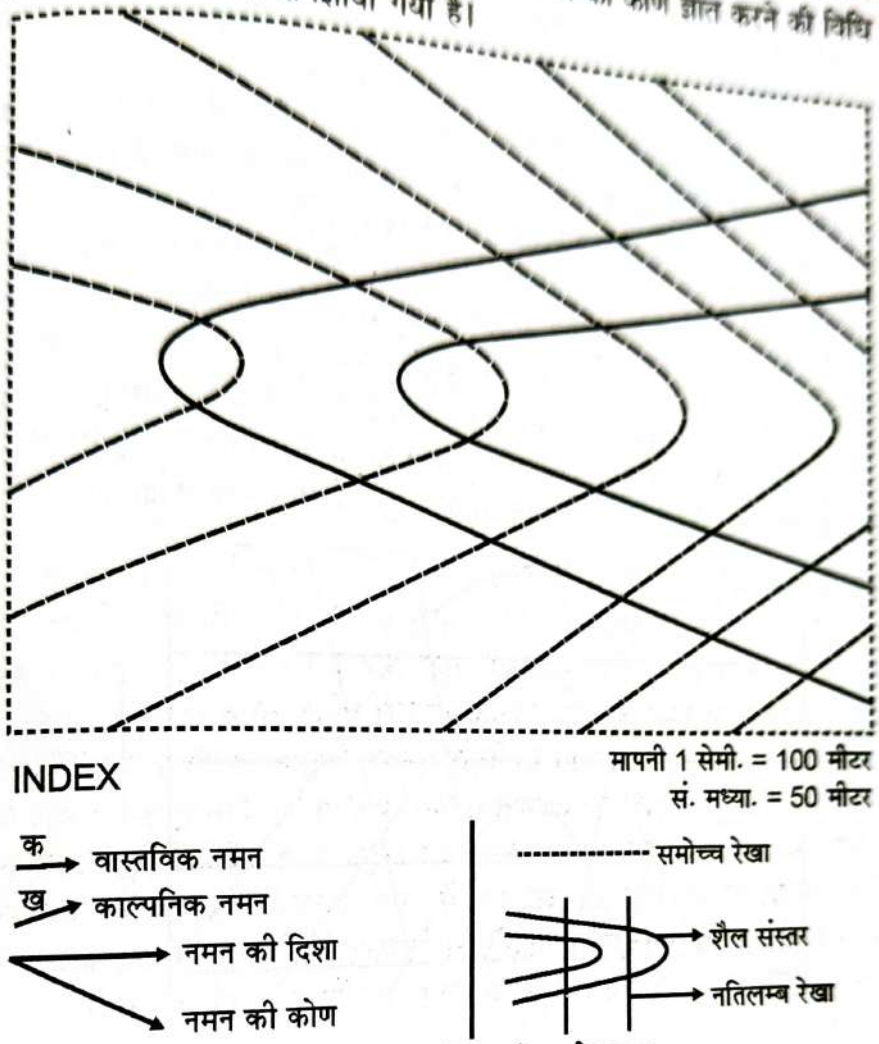


चित्र 3 : क्षैतिज संस्तर एवं अनुभाग



चित्र 4

नमन की दिशा एवं क्षैतिज तल के सन्दर्भ में नमन का अंश या कोण (Angle of dip) ज्ञात करने के लिए किसी भी भूवैज्ञानिक मानचित्र में नतिलम्ब रेखाएं (Strike lines) खींचना आवश्यक है। इनके बिना नमन सम्बन्धी अध्ययन एवं विश्लेषण सम्भव नहीं है। अतः नमन का कोण ज्ञात करने की विधि को नतिलम्ब रेखा के अन्तिम भाग में विस्तार से समझाया गया है।



चित्र 5 : नमन वाले शैल संस्तर की व्याख्या

नतिलम्ब एवं नतिलम्ब रेखाएं
(STRIKE AND STRIKE LINES)

किसी भी भूवैज्ञानिक मानचित्र में नतिलम्ब (Strike) को नमन (Dip) से समकोण पर रेखावत या विशेष दिशानुसार खींचे जाते हैं। अतः इन्हें नतिलम्ब रेखा कहा जाता है। यह रेखाएं वास्तविक नमन (True Dip) से हमेशा ही लम्बवत् होती हैं अथवा नमन का कोण हमेशा ही नतिलम्ब रेखा से समकोण या लम्बवत् होता है।

किसी भी भूवैज्ञानिक मानचित्र में अध्ययन का उद्देश्य वहां दर्शाये गये शैल संस्तर (Rock bed) अथवा शैल दृश्यांश (Rock outcrop) एवं उस पर खींची हुई समोच्च रेखाओं की सहायता से सर्वप्रथम शैल संस्तर स्वरूप को, निर्धारित कर उनके सम्बन्ध स्वरूप को समझना होता है। ऐसा करने के लिए शैल संस्तर का नमन एवं नतिलम्ब रेखाओं दोनों का ही ज्ञान आवश्यक है। अतः "नतिलम्ब रेखा नमन से समकोण पर खींची गई या मापी गई वह रेखा है जो कि शुद्ध या चुम्बकीय उत्तर से संदर्भित होती है।"

[The strike is the course of the (bed) plane at right angle to the dip and referred to the true or megnetic meridian.]

स्ट्रेहलर के अनुसार[1], "The compass direction of the line of intersection between the inclined rock and the horizontal plane is strike."

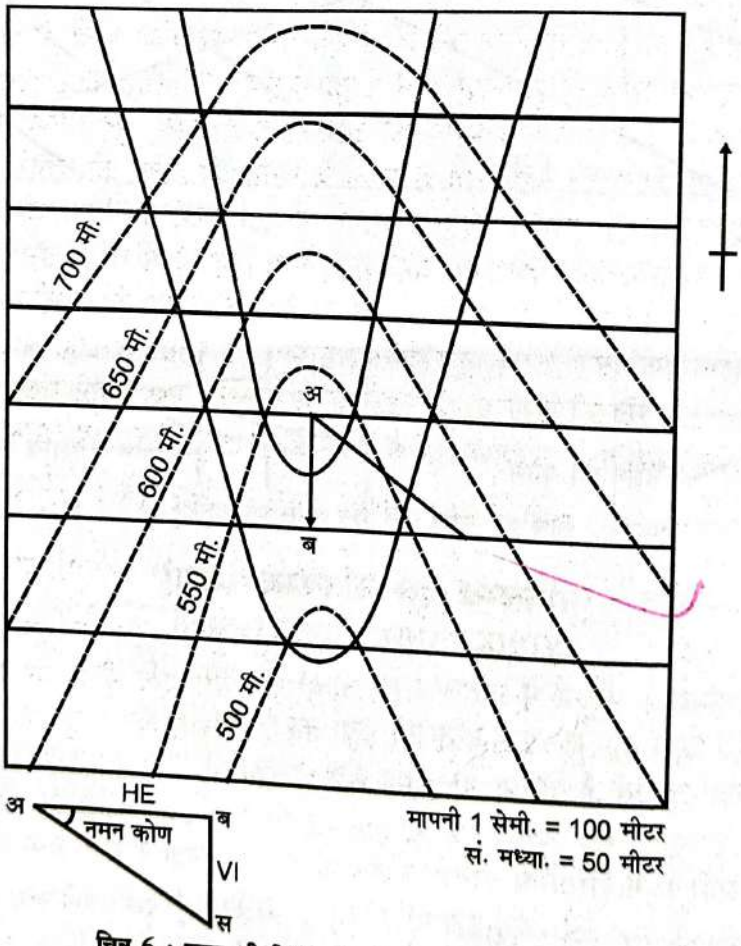
[1] Strahler A. N. *Introduction to Physical Geog.* 1970, p. 256.

क्षैतिज तल एवं चट्टानों के झुकाव या नमन (Dip) के प्रतिच्छेदन से प्राप्त दिशा कोण या चुम्बकीय उत्तर से संदर्भित दिशा रेखा ही नतिलम्ब है।

प्रो. गोखले के अनुसार[1], "The strike is the direction along which the inclination of dipping bed is zero degree. True strike is a direction which is at right angle to the direction of true dip. Apparent strike is the direction other then the true strike direction of a bed."

नतिलम्ब व दिशा या दिशा रेखा है जिसके सहारे संस्तर का नमन शून्य अंश रहता है। वास्तविक नमन से समकोण दिशा में निश्चित की गई दिशा या रेखा ही नतिलम्ब है। काल्पनिक या आभासी (Apparent) **नतिलम्ब नमन वास्तविक नतिलम्ब से भिन्न दिशा वाली दिशा रेखा** (Bearing) **है।**

किसी क्षेत्र या प्रदेश की संरचना की प्रकृति एवं लक्षण को समझने के लिए मानचिक में नतिलम्ब रेखाएं खींची जाती हैं। किसी भी भूवैज्ञानिक मानचित्र में नतिलम्ब रेखा खींचने से पूर्व वहां के शैल समूह स्वरूप (Rock formation) को समझ लिया जाना चाहिए। यह भी निश्चित कर लिया जाता है कि ऐसी रचना समरूपी (Confirmable) है या विषमरूपी (Unconfirmable) है अर्थात् वहां एक दो या अधिक शैल समूह पाये जाते हैं अथवा भ्रंश, मोड़, आदि का या अन्य जटिलताओं का क्या विशेष प्रभाव पड़ा है? इसी भांति क्षैतिज नमन युक्त अथवा लम्बवत् संरचना को भी ध्यान में रखना चाहिए। ऐसे व अन्य सभी तथ्यों को ध्यान में रखकर ही



चित्र 6 : नमन की दिशा एवं नतिलम्ब रेखाओं का निर्धारण

नतिलम्ब रेखाएं खींची जानी चाहिए। नतिलम्ब रेखाओं को स्तर समोच्च रेखा (Stratium Contour) भी कहते हैं। क्योंकि एक नतिलम्ब रेखा के सहारे भूवैज्ञानिक मानचित्र अध्ययन एवं अनुभाग या पार्श्व चित्र खींचने की दृष्टि से वहां सर्वत्र एक ही ऊंचाई मानी जाती है। किसी भी भूवैज्ञानिक मानचित्र में नमन की दिशा निर्धारित करने के लिए कम-से-कम दो नतिलम्ब रेखाएं खींचना अनिवार्य है, जैसा कि उपर्युक्त चित्र 6 में दर्शाया गया

1 Gokhale N. W., *Manual of Geological mapping* 1987, p. 71.

है। प्रारम्भिक अध्ययन के लिए सरल शैल समूह-स्वरूप वाला एवं समरूपी (Confirmable) भूवैज्ञानिक मानचित्र का चुनाव किया जाता है। अतः इसके लिए प्रयोगशाला मानचित्र ही काम में लेना चाहिए।

नतिलम्ब रेखाएं खींचना (Drawing of Strike Lines)

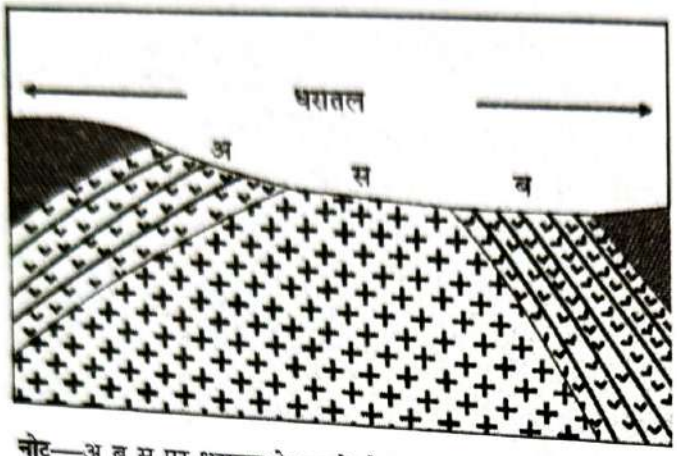
जैसा कि चित्र 5 एवं 6 में दर्शाया गया है, सर्वप्रथम ऐसी समोच्च रेखा निश्चित की जाती है जो कि संस्तरण तल (Bedding plane) के निचले या ऊपरी तल को कम-से-कम दो स्थानों पर काटती हो। इन दो बिन्दुओं को मिलाते हुए एक रेखा खींची जैसा कि चित्र 6 में 1-2, 3-4, 5-6, आदि क्रम में इसी आधार पर रेखाएं खींची गई हैं। यहां यह बात ध्यान देने योग्य है कि प्राथमिक अध्ययन के लिए नतिलम्ब रेखाएं आयन में समानान्तर एवं समान दूरी पर खींची जानी चाहिए। अतः यहां भी प्रयोगशाला मानचित्र ही सर्वथा उपयोगी माने गये हैं। एक नतिलम्ब रेखा के सहारे सर्वथा एक ही ऊंचाई रहती है। यहां पर अध्ययन एवं निष्कर्ष के लिए 1-2 नतिलम्ब रेखा के सहारे ऊंचाई 500 मीटर हुई। यदि संस्तरण तल को दो से अधिक स्थानों पर नतिलम्ब रेखा काटेगी तो शुद्धता अधिक रहेगी। विशेष अथवा उच्च स्तरीय अध्ययन के समय अथवा अन्य किसी कारण से यदि प्रथम नतिलम्ब रेखा खींचने के पश्चात् अगली नतिलम्ब रेखा खींचने के लिए संस्तरण तल के कम-से-कम दो बिन्दु नहीं मिले तो भी एक प्रतिच्छेदित बिन्दु को पहली एवं अगली नतिलम्ब रेखा के मध्य दूरी का आधार मानते हुए समानान्तर रेखाएं खींच ली जाती हैं। अन्य नतिलम्ब रेखाएं भी इसी दूरी के आधार पर व इसी विधि से खींची जाती हैं। जैसा कि चित्र 6 में इसी भांति छः नतिलम्ब रेखाएं खींचकर स्पष्ट किया गया है।

नतिलम्ब रेखा खींचने के पश्चात् नमन की दिशा एवं नमन का कोण दोनों ही ज्ञात किया जा सकते हैं। विशिष्ट या अपवाद को छोड़कर समरूपी शैल समूह-स्वरूप (Confirmable rock formation) के संस्तरों में नमन की दिशा कम ऊंचाई वाले भागों की ओर रहती है। प्रायः भूवैज्ञानिक मानचित्रों को इनकी दिशा तीर खींचकर दर्शायी जाती है। यहां चित्र 6 में अ ब नमन की दिशा को दर्शाने वाला तीर है। अतः नमन की दिशा को प्रायः समोच्च रेखा के अनुरूप मानते हैं यहां नमन की दिशा बताने वाली अ ब रेखा स्पष्टतः नतिलम्ब रेखा 5-6 के लम्बवत् है। अतः यही शुद्ध नमन दिशा रेखा भी है। इसी के आधार पर नमन के कोण की गणना (दिशा निश्चित करने के लिए पश्चात्) की जा सकती है। उपर्युक्त मानचित्र में मापनी के अनुसार समोच्च मध्यान्तर 50 मीटर है एवं क्षैतिज मापनी (1 सेमी. = 100 मीटर) के अनुसार यह अन्तर 1.3 सेमी. अर्थात् 130 मीटर है। अब VI/NE सूत्र के अनुसार एक त्रिकोण अ ब स की रचना की। ग्राफीय विधि से उपर्युक्त त्रिकोण के कोण ब अ स को चांदे से माप लिया एवं नमन का कोण तथा तीर द्वारा नमन की दिशा ज्ञात कर ली। सीधे ही कोण गणना करने के लिए सूत्र : $\frac{VI}{HE} \times 60$ की सहायता ली जा सकती है। यहां यह कोण $\frac{50}{130} \times 60 = \frac{300}{13} = 23.08^\circ$ इस सूत्र से आयेगा। जैसा कि प्रारम्भ में ही ढाल मापनी (Scale of Stopes) एवं परस्पर दृश्यता या अन्तः दृश्यता के अध्यायों में समझाया गया है कि जब 57.3 मीटर या फीट क्षैतिज चलने पर यदि समोच्च अन्तर एक मीटर या फीट हो तो ढाल 1° होगा। इसी 57.3 मीटर या फीट की इकाई संख्या को यहां निकटतम 60 माना गया है। वैसे स्पर्श ज्या (Tangent) ज्ञात करके भी लॉग सारणी (Log table) से भी ज्ञात की जा सकती है। चित्र 6 में अ ब नमन रेखा के सहारे एक और नमन रेखा खींची गई है। इसे काल्पनिक (Assumed) या आभासी (Apparent) नमन रेखा कहते हैं। ऐसी सभी आभासी नमन रेखा का कोण शुद्ध नमन रेखा से कम होगा। यहां यह कोण $\frac{VI}{HE} \times 60^\circ$ के सूत्र के अनुसार $\frac{50}{190} \times 60 = \frac{300}{19} = 15.7^\circ$ हुआ। कई बार कोण ज्ञात नहीं करके प्रवणता का अनुपात (VI/HE = Ratio) ही ज्ञात कर लिया जाता है। प्रथम दशा में यह 1 : 2.6 एवं द्वितीय या आभासी नमन की दशा में यह 1 : 3.8 होगा।

नतिलम्ब रेखा के माध्यम से इस प्रकार नमन की दिशा उसका कोण व अनुपात ज्ञात करने के अतिरिक्त संस्तरण तल (Bedding plane) की मोटाई, इसकी भूतल से गहराई, शैल संस्तर शृंखला का स्वरूप उनका अध्यारोपण (Superimposition), सापेक्ष कालक्रम, आदि का भी ज्ञान हो जाता है। अतः नतिलम्ब रेखा स्वरूप, उनके खींचने की विधि का अध्ययन एवं रचना विधि सभी को सावधानी से सीखना व समझना आवश्यक है।

शैल दृश्यांश
(ROCK OUTCROPS)

भूवैज्ञानिक मानचित्रों में भूतल पर विशिष्ट शैलों व शैल संस्तरों के विन्यास को दर्शाया जाता है। इसी कारण विभिन्न प्रकार से नत या झुकाव लिए चट्टानों के हिस्से भी भूतल पर दिखाई देते हैं। धरातल पर दिखाई देने वाले ऐसे हिस्से सम्बन्धित क्षेत्र के भूविज्ञान को समझने में बहुत सहायक होते हैं। ऐसे उभार वाले अथवा धरातल पर पाये जाने या दिखाई देने वाले हिस्सों को ही शैल दृश्यांश (Outcorp or Rock outcrop) कहते हैं। शैल दृश्यांशों पर दो बातों का विशेष प्रभाव पड़ता है—(i) क्षेत्र का भूतल एवं (ii) क्षेत्र की स्वरूपीय स्थिति।



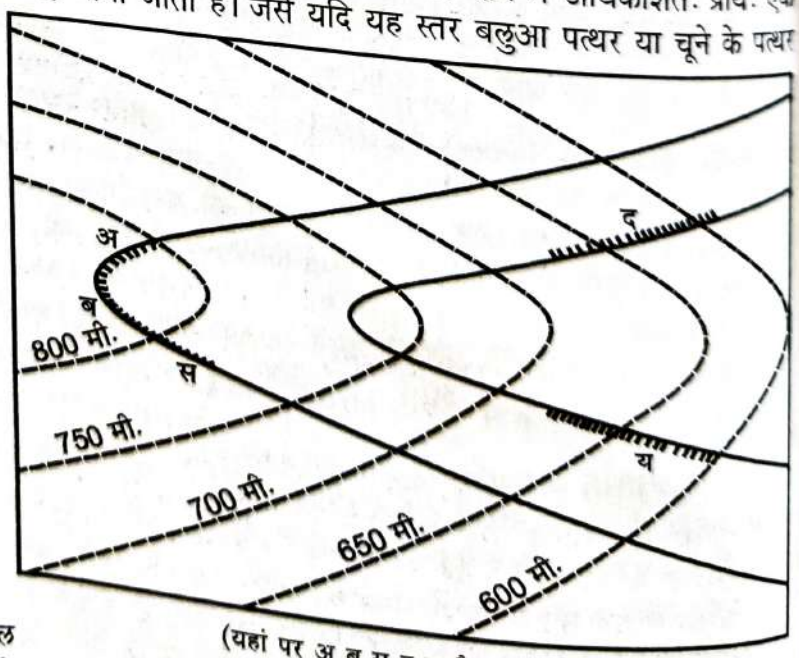
नोट—अ ब स पर धरातल के सहारे शैल दृश्यांश दिखाए गए हैं। यहां अ ब एक ही मोड़ के शैल दृश्यांश हैं।)

चित्र 7 : शैल दृश्यांश

प्रथम स्थिति में चट्टानों का वितरण स्वभाव संरचना अर्थात् चट्टानें क्षैतिज, न्यूनाधिक नत या लम्बवत् स्थिति में है एवं उनकी संरचना समरूपी, विषमरूपी, सम्मिश्र या जटिल में से किस प्रकार की है, वहां मोड़ एवं भ्रंश का ऐसी संरचना वितरण पर कैसा प्रभाव किस स्तर तक दिखाई देता है, आदि एवं द्वितीय स्थिति में उपर्युक्त तथ्यों के साथ-साथ शैलों का तल (Rock surface) व धरातल की प्रवणता (Gradient) का अध्ययन भी शैल दृश्यांश समझने हेतु महत्वपूर्ण है। शैलों का तल क्षैतिज एवं न्यूनाधिक नत से लेकर लम्बवत् तक में से कोई भी हो सकता है (चित्र 3 व 4 देखें)। भूतल पर होने वाले निरन्तर एवं जटिल परिवर्तनों से न तो अधिकांश भाग पूर्णतः क्षैतिज रहा है न ही बड़े पैमाने पर लम्बवत् शैल शृंखलाएं ही पायी जाती हैं। यहां पर ऐसे ही एक सामान्य शैल तल को समझाते हुए चित्र 7 में अ स ब तीन शैल दृश्यांश दर्शाये गये हैं। धरातल पर मोड़ का प्रभाव होने से अ एवं ब शैल दृश्यांश एक ही शैल संरचना के अंग हैं।

(i) **क्षैतिज या समतल शैल तल के शैल दृश्यांश** (Rock outcrops) सरल होते हैं जैसा कि चित्र 7 में समझाया गया है। इन्हें सरलता से समझा जा सकता है। समतल सतह वाले क्षेत्र में अधिकांशतः प्रायः एक ही प्रकार का शैल संस्तर (Rock bed) पाया जाता है। जैसे यदि यह स्तर बलुआ पत्थर या चूने के पत्थर का है तो सर्वत्र वैसा ही स्तर मिलेगा। पहाड़ी या विषम ढाल वाले भागों में निरन्तर कटाव के कारण इसकी रचना व वितरण चित्र 3 की भांति होगा। यहां क्षैतिज संस्तरण तल समोच्च रेखाओं से प्रायः समानान्तर होंगे, अर्थात् ऐसे तल का स्वभाव तब भी क्षैतिज ही होगा।

(ii) ढालू धरातल के शैल दृश्यांशों को स्थिति भिन्न प्रकार की होती है। ज्यों-ज्यों भूमि का ढाल स्वरूप परिवर्तित होता जाएगा त्यों-त्यों शैल दृश्यांशों की स्थिति में एवं दृश्य रेखा स्वरूप में भी परिवर्तन आता जाएगा। ऐसे शैल दृश्यांश वक्रकार या तिरछे होते



(यहां पर अ ब स द य शैल दृश्यांश हैं)

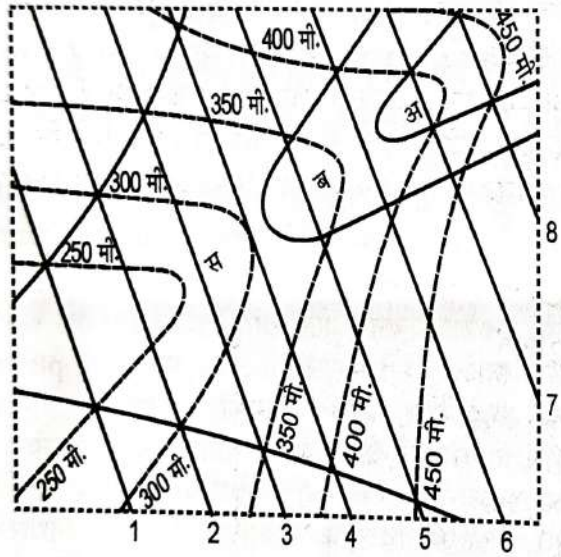
चित्र 8 : शैल दृश्यांश

शैल संस्तरों की मोटाई
(THICKNESS OF ROCK BEDS)

शैल संस्तरों की मोटाई एवं गहराई का अध्ययन करते समय सम्बन्धित तथ्यों का ध्यान से अध्ययन करना चाहिए जिससे कि शैल संस्तर सम्बन्धी तथ्य एवं सम्बन्धित मानचित्रों का अध्ययन सरलता से किया जा सके। इनकी मोटाई, चौड़ाई एवं गहराई के मध्य अन्तर्सम्बन्ध बना रहता है। शैल संस्तरों की मोटाई व लम्बवत् न्यूनतम दूरी है, जो कि संस्तर के दोनों तलों के मध्य मापी जाती है। यहां चित्र 10 में ऐसी ही मोटाई व गहराई दर्शायी गई है। शैल दृश्यांशों या दिखाई देने वाले स्तरों की मोटाई उनके नीचे के प्रथम तल के सन्दर्भ में मापी जाती है। इसके लिए निम्न विधि का विशेष महत्व है :

(अ) सामान्य नतिलम्ब रेखा विधि (Common Strike Line Method)

जैसा कि पूर्व में नतिलम्ब रेखाएं (Strike Lines) खींचते समय समझाया गया कि नतिलम्ब रेखाओं द्वारा संस्तरों की मोटाई भी ज्ञात की जा सकती है। वास्तव में, भूवैज्ञानिक मानचित्रों में शैल संस्तरों की मोटाई ज्ञात करने की यह सबसे सरल एवं शुद्ध विधि है। उदाहरणार्थ, यहां पर चित्र 11 में नतिलम्ब रेखाएं समोच्च रेखा एवं नमन की दिशा को ध्यान में रखते हुए खींची गई है। किसी भी शैल संस्तर की मोटाई ज्ञात करने के लिए ऐसी किसी भी नतिलम्ब रेखा का चयन किया जा सकता है जो कि समोच्च रेखा के प्रतिच्छेदन बिन्दु के सहारे वांछित संस्तरण तल के दोनों सिरों (ऊपरी एवं निचला) को काटती हो। यहां पर चित्र 11 में नतिलम्ब रेखा संख्या 5 से 8 तक सभी संस्तरण तल के दोनों सिरों को काटती हैं, अतः इनकी मोटाई का निर्धारण सरलता से किया जा सकता है। यहां नतिलम्ब रेखा संख्या **7ब** संस्तरण तल के निचले एवं ऊपरी दोनों तलों को काट रही है। इन दोनों का समोच्च तल अन्तर 450 – 400 मीटर = 50 मीटर हुआ, अतः **ब** तल की मोटाई 50 मीटर हुई। इसी भांति **स** संस्तर तल निचले एवं ऊपरी तल को एक साथ यहां चित्र 10 में नतिलम्ब रेखा 5 काटती है। इन दोनों तलों का समोच्च रेखा अन्तर क्रमशः 450 व 350 मीटर है अर्थात् यहां वास्तविक अन्तर 450 – 350 = 100 मीटर हुआ। इस प्रकार **स** तल की मोटाई 100 मीटर हुई। यदि ऐसे मानचित्र में किसी संस्तर के एक ही तल को ही नतिलम्ब रेखा काटती है तो ऐसे संस्तर की मोटाई भी सावधानीपूर्वक ज्ञात की जानी चाहिए। उदाहरणार्थ, यह मान लें कि यहां **स** संस्तर के दोनों तल को कोई एक नतिलम्ब रेखा एक साथ नहीं काटती। **स** संस्तर के निचले तल को नतिलम्ब रेखा संख्या 6 काटती है। अब इस रेखा संख्या 6 से उस दिशा की ओर बढ़ेंगे जिस ओर **स** संस्तर का ऊपरी तल आयेगा। यहां यह दिशा नमन की दिशा की ओर ही है। रेखा संख्या 6 को निचले तल पर 400 मीटर समोच्च रेखा प्रतिच्छेदित करती है। संस्तर **स** के ऊपरी तल को रेखा संख्या 4 काटती है। अतः इन दोनों के मध्य 6 – 4 = 2 नतिलम्ब रेखा का अन्तर हुआ यहां समोच्च मध्यान्तर 50 मीटर है, अतः दोनों के मध्य 100 मीटर का अन्तर हुआ। अतः नतिलम्ब रेखा 6 का गणना का मान 400 – 100 = 300 मीटर हुआ। ऊपरी तल वाली नतिलम्ब रेखा संख्या 4 का समोच्च मान 400 मीटर है। अतः पूर्व में प्राप्त गणना मान अर्थात् 300 मीटर को इससे घटा दिया अर्थात् इन दोनों मानों का अन्तर 400 मीटर (रेखा संख्या 4 का समोच्च मान) को पूर्व में प्राप्त 300 मीटर से घटाया अर्थात् 400 – 300 = 100 मीटर **स** संस्तर तल की मोटाई होगी।



मापनी 1 सेमी. = 100 मीटर
सं. मध्या. = 50 मीटर

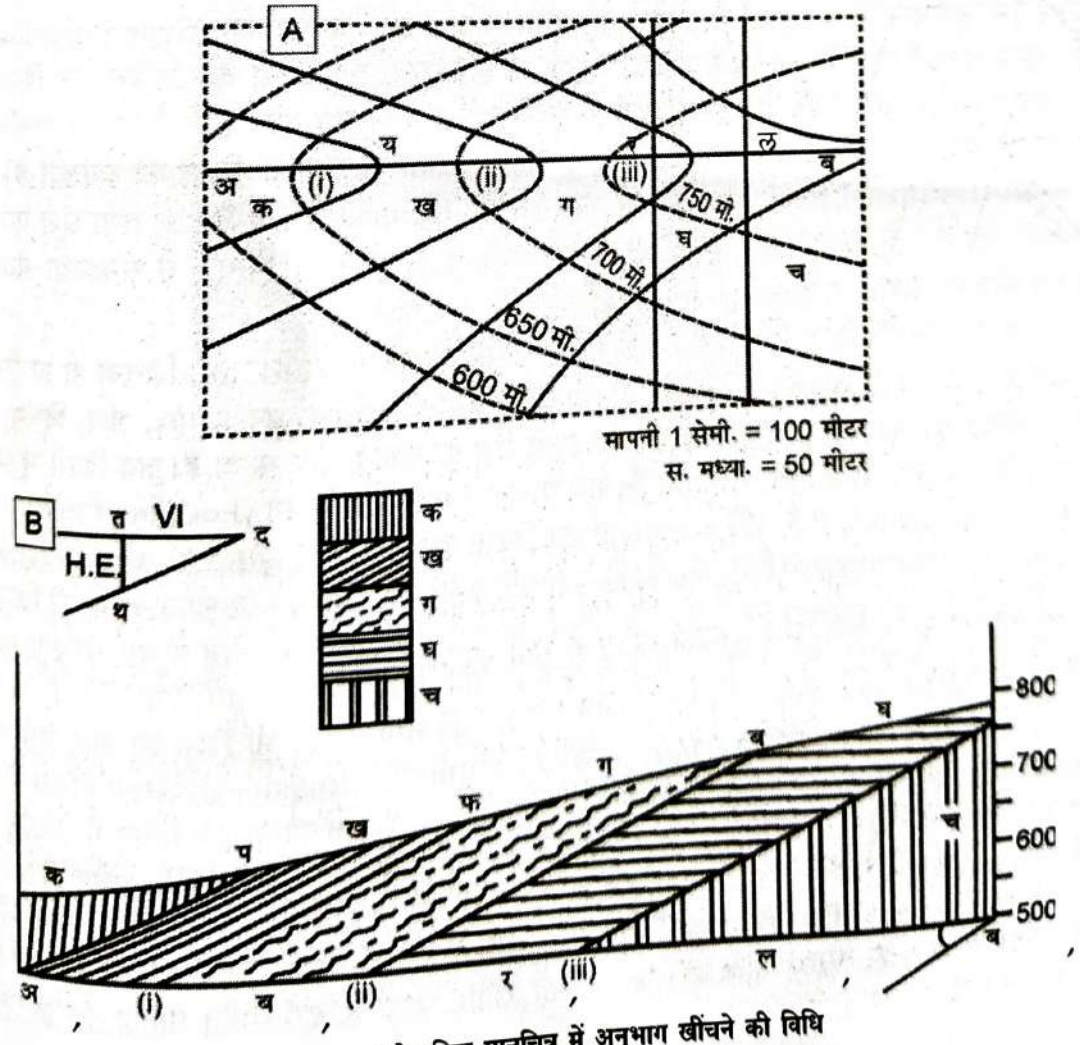
चित्र 11 : शैल संस्तरों की मोटाई का निर्धारण

(ब) अनुभाग खींचकर (By Drawing Sections)

जब भूवैज्ञानिक मानचित्र का निश्चित रेखा के सहारे पार्श्व चित्र का अनुभाग खींचा जाता है तो नतिलम्ब रेखा एवं नमन की दिशा की सहायता से ऐसे अनुभाग में संस्तरों के मध्य की लम्बवत् दूरी ही संस्तरों की मोटाई होगी। जैसा कि चित्र 10 से दर्शाया गया है। अनुभाग खींचने की विस्तृत विधि का वर्णन आगे दिया गया है अनुभाग से निर्मित चित्र में अनेक तथ्य लक्षणीय होते हैं। इनमें शैल व्यवस्था, अध्यारोपण क्रम, कालक्रम, शैलों के सम्भावित प्रकार, आदि को समझने में सरलता रहती है। अत: **शैल संस्तर की मोटाई एवं अनुभाग रचना एक-दूसरे के पूरक हैं।**

भूवैज्ञानिक अनुभागों की रचना
(CONSTRUCTION OF GEOLOGICAL SECTIONS)

भूवैज्ञानिक मानचित्रों को समझाने हेतु अनुभाग रचना एक आवश्यक कड़ी है। क्योंकि इनके द्वारा सभी शैल संस्तरों के विस्तार का स्वरूप, उनके तल, संस्तर की मोटाई, नमन की दिशा, अध्यारोपण (Superimposition) एवं भूवैज्ञानिक कालक्रम, आदि तथ्यों का सरलता से ज्ञान हो जाता है। इसी कारण प्रारम्भिक स्तर पर भूवैज्ञानिक मानचित्रों को समझने के लिए ही अनुभाग या पार्श्व चित्र खींचे जाते हैं। ऐसे अनुभागों में समोच्च रेखा विधि की भांति ही प्रारम्भ में धरातल का पार्श्व चित्र खींचकर फिर शैल संस्तरों के नमन की दिशा व कोण, उनका विस्तार, आदि निश्चित कर उपरी तल पर शैल दृश्यांशों की स्थिति एवं ऐसे संस्तरों का भूमि से नीचे विस्तार क्रम को एक-एक खींचते हैं। यदि संरचना समरूपी या 3/4 शैल संस्तर वाली हो तो उन्हें ऐसे मानचित्रों में सरलता से दर्शाया जा सकता है। जब शैल संस्तर बहुरूपी हो, संरचना विषम हो, उनमें मोड़, भ्रंश एवं अन्य जटिलताएं पायी जाती हों तो शैल संस्तरों को अनुभाग रेखा के सहारे सावधानी से चित्रित किया जाता है। अनुभाव या पार्श्व चित्र खींचते समय प्राय: निम्न प्रक्रिया का अनुसरण किया जाता है—(देखें चित्र 12)



चित्र 11 : भूवैज्ञानिक मानचित्र में अनुभाग खींचने की विधि

(1) सर्वप्रथम सावधानी से चित्र 12 की समोच्च रेखाओं एवं शैल संस्तरों को काटने वाली अनुभाग रेखा **अ ब** के सहारे कटने वाले बिन्दुओं की स्थिति निश्चित की। यहां समोच्च रेखाएं (i), (ii), (iii) बिन्दुओं पर एवं शैल संस्तर **य, र, ल** बिन्दुओं पर अनुभाग रेखा को काटते हैं। नमन ज्ञात करने के लिए दो समानान्तर नतिलम्ब रेखाएं 1 व 2 खींचकर नमन की दिशा, समोच्च रेखाओं को ध्यान में रखकर, ज्ञात कर उसे तीर द्वारा अंकित किया। नमन का कोण पूर्व में उल्लिखित $\frac{VI}{HE} \times 60°$ सूत्र से या मानचित्र के नीचे VI = **त थ** एवं HE = **त द** माना, इसे **त थ द** समकोण त्रिभुज की भांति खींचकर ∠ **त द थ** को मापा। दोनों ही स्थिति में यह माना (निकटतम) 23° है। यही नमन का कोण है। यहां पर मानचित्र (चित्र 12) की क्षैतिज मापनी 1 सेमी. = 100 मीटर एवं स. मध्यान्तर 50 मीटर है।

(2) अब अनुभाग रेखा **अ ब** के समानान्तर नीचे **अ' ब'** रेखा उपयुक्त स्थान पर खींची इस आधार रेखा के दोनों ओर लम्ब डालकर 50 मीटर के अन्तर पर 500 से 800 मीटर तक के चिह्न अंकित किए। तत्पश्चात् **अ' ब'** पर समोच्च रेखा बिन्दु (i) 650 मीटर (ii) 700 मीटर की स्थिति निश्चित करके वहां से ऊंचाई के अनुसार लम्ब खींचकर उन्हें वक्राकार जोड़ दिया। यही धरातल की ऊपरी या क्षैतिज रेखा है।

(3) **अ' ब'** रेखा पर मानचित्र (A) में अनुभाग रेखा पर अंकित **य र ल** की स्थिति के अनुसार लम्बवत् **य' र' ल'** की सही स्थिति निश्चित की। यहीं पर नमन की दिशा एवं पूर्व का ∠23° अंकित किया एवं **ब'** से भी यही कोण खींचा। [देखें चित्र 12 (B)]।

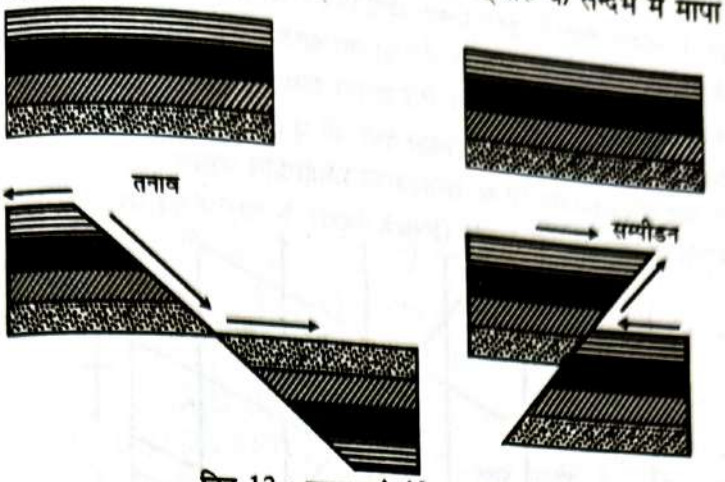
(4) **अ' ब'** रेखा पर प्राप्त **य' र' ल'** बिन्दुओं को ऊपरी धरातल या क्षैतिज रेखा की ओर बढ़ाया। यह लम्ब क्रमशः **य' प, र' फ, ल' व** हुए [देखें चित्र 12 (B)]। इससे **प फ ब** वह स्थिति निश्चित हुई जहां कि शैल दृश्यांश की सीमा या संस्तर तल की सीमा निश्चित होती है। अब क्रमशः **प, फ, व** बिन्दुओं से आधार रेखा के दाहिनी ओर खींचे गये ∠23° के समानान्तर रेखाएं खींची। यही संस्तर तलों की विभाजन रेखाएं हैं। तत्पश्चात् इनमें मुख्य मानचित्र 12(A) में अंकित शैल संस्तर **क, ख, ग, घ** एवं **च** को स्थिति के अनुसार उन्हें अनुभाग चित्र 12(B) में अंकित कर दिया। यहां संस्तर अध्यारोपण (Superimposition) की स्थिति समझाने के लिए संकेत बनाकर **क, ख, ग, घ, च** से दर्शायी गई आभा को अंकित कर दिया।

इस प्रकार उपर्युक्त विधि क्रम से भूवैज्ञानिक मानचित्रों के अनुभाग खींचे जाते हैं। मुख्य मानचित्र एवं अनुभाग का वर्णन व इनके आधार पर शैल संरचना को समझाना ही ऐसे मानचित्रों की व्याख्या है। क्षैतिज शैल संस्तरों (Horizontal Rock Beds), नत शैल संस्तरों (Inclined Rock Beds) तथा भ्रंश एवं वलित (Folded) शैल संस्तरों के अनुभाग बनाने की विधि को आगे के पृष्ठों पर विस्तार से समझाया गया है।

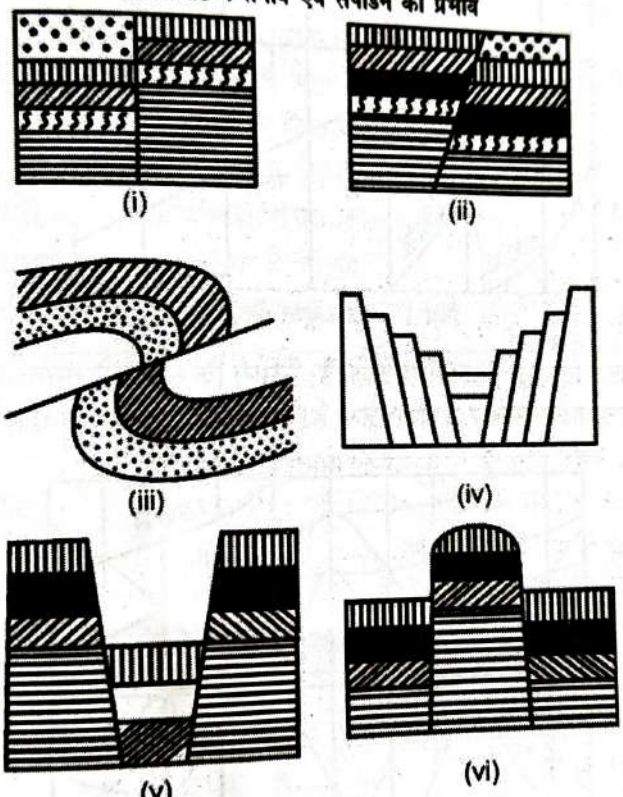
भ्रंश एवं मोड़ का प्रभाव (Effect of faults and folds)

भूवैज्ञानिक मानचित्रों के अध्ययन में भ्रंश एवं मोड़ों का विशेष महत्व है। भूतल जितना ही प्राचीन होगा उसकी संरचना उतनी ही जटिल एवं विषम होगी। ऐसी संरचना पर **भींचाव, तनाव, मोड़, भ्रंश, विभंग, विविध प्रकार के बलन** आदि का प्रभाव भी दिखाई देता है। इनसे **भ्रंश** का यहां विशेष महत्व है। जब किसी भू-भाग पर विभिन्न प्रकार की हलचलों के प्रभाव से जैसे भिंचाव व तनाव के कारण विभंग (Fracture) विकसित होने से भ्रंश (Fault) का विकास होता है, ऐसे में भूतल का एक हिस्सा दूसरे हिस्से की ओर ऊपर की तरफ (Upward) या नीचे की ओर (Downward) खिसकता है। जिस तल के सहारे यह खिसकने या स्थानान्तरण की क्रिया होती है, उसे **भ्रंश तल** (Fault plane) कहते हैं, अतः किसी भी ऐसे भूवैज्ञानिक मानचित्र में मूल संरचना **भ्रंश रेखा** (Line of fault) के सहारे बंट जाती है। भ्रंश के साथ ही भ्रंश रेखा के सहारे प्रायः एक ओर का भाग झुक जाता है। इसे **भ्रंश का नमन** (Dip of fault) कहते हैं। भ्रंश का नमन किसी भी दिशा की ओर जैसे लम्बवत् (Vertical), नत (Inclined), क्षैतिज (Horizontal) अथवा घुमावदार (Rotational) अथवा संमिश्र हो सकता है। भ्रंश के लक्षण के अनुसार ही भ्रंश रेखा बनेगी एवं संरचना का विचलन सामान्य से विषम में से कोई भी हो सकता है। जिस दिशा में भ्रंश के कारण चट्टानें चलित होती हैं, उस दिशा को **भ्रंश का प्रक्षेप** (Throw or projection of fault) कहते हैं। यह प्रक्षेपण दिशा ऊपर की ओर (Upward) अथवा नीचे की ओर (Downward) में से कोई भी हो सकती है। जब भ्रंश तल ऊपर की ओर प्रायः लम्बवत् हो तो क्षैतिज दिशा के सन्दर्भ ऐसी भ्रंश तल की लम्बवत् गति को 'Heave of fault' कहते हैं। इसी भांति क्षैतिज तल के सन्दर्भ में

भ्रंश तल के झुकाव **'भ्रंश का नमन'** (Dip of fault) एवं लम्बवत् तल के सन्दर्भ में मापा गया ऐसा झुकाव 'Hade of fault' कहलाता है।



चित्र 13 : तनाव एवं संपीडन का प्रभाव



चित्र 14 : भ्रंशों के प्रकार

भ्रंशों के प्रकार (Types of faults)

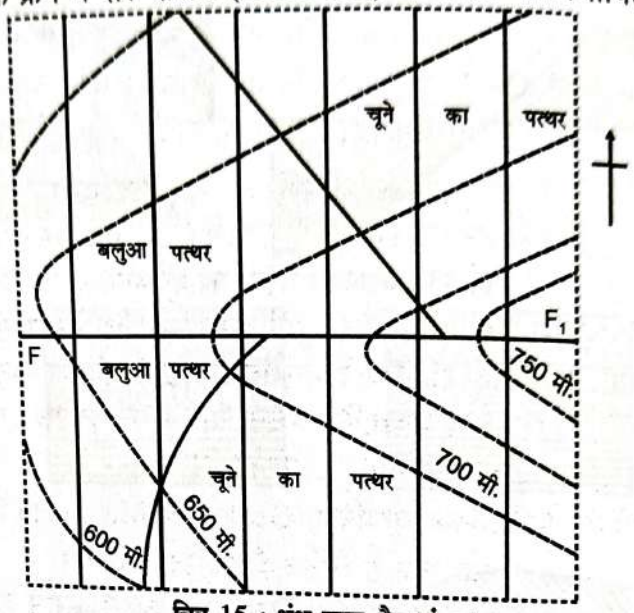
भ्रंश मुख्यत: निम्न प्रकार के हैं। यहां भूवैज्ञानिक अध्ययन हेतु इन्हें दो समूहों में विभाजित किया गया है। (देखें चित्र 13 एवं 14)।

	A समूह		B समूह
1.	सामान्य भ्रंश (Normal fault)	1.	नतिलम्ब भ्रंश (Strike fault)
2.	व्युत्क्रम या उत्क्रम भ्रंश (Reserve fault)	2.	नमन भ्रंश (Dip fault)
3.	सोपानी भ्रंश (Step fault)	3.	कर्णवत भ्रंश (Oblique or diagonal fault)
4.	भ्रंश घाटी (Graden or ruft vally)	4.	लम्बवत् भ्रंश (Vertical fault)
5.	ब्लॉक पर्वत (Horstor block Mt.)	5.	नत भ्रंश (Inclined fault)
		6.	घुमावदार भ्रंश (Rotational fault)
		7.	स्थानान्तरित भ्रंश (Transtatory fault)
		8.	धुरीय भ्रंश (Pivotal fault)

भ्रंश अपनी स्थिति, स्वरूप एवं व्यवस्था के अनुसार संरचना को प्रभावित करते हैं। इनके प्रभाव से शैल संस्तर स्वरूप का पुनः निर्धारण होता है। इसी प्रकार भूवैज्ञानिक मानचित्रों के अध्ययन में भ्रंश का अपना विशेष महत्व है। प्राचीन स्थलखण्डों में अधिकांश दशा में भ्रंश का क्षेत्रीय एवं कभी-कभी प्रादेशिक प्रभाव भी दिखाई देता है। यहां चित्र 14 में एक ऐसे ही भ्रंश युक्त शैल संस्तर का भ्रंश रेखा के सहारे विशिष्ट प्रभाव स्पष्ट किया गया है। विशेष प्रकार के भ्रंशों से बनने वाली आकृतियों को पूर्व में चित्र 13 में दर्शाया गया है।

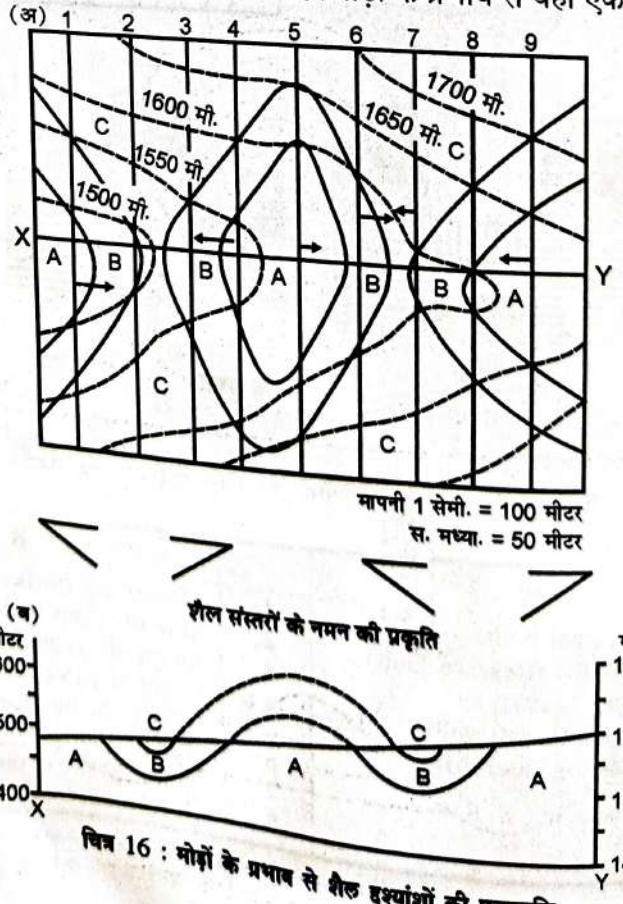
भ्रंश की भांति **मोड** (Folds) का भी संरचनास्वरूप पर विशेष प्रभाव दिखाई देता है, किन्तु विविध प्रकार के मोड एक नियमितता के क्रम में शैल संस्तर (Rock bed) के स्वरूप को प्रभावित करते हैं। कई बार समय

चित्र 15 : भ्रंश युक्त शैल संस्तर



के साथ-साथ इनका उभार वाला तल प्रायः घिस जाता है, जिससे कि सतह तो समतल बन जाती है, किन्तु सतह के नीचे ऐसी मोड़दार संरचना शैल संस्तर में बनी रहती है। मोड़ों के प्रभाव से वहां एक ही संस्तर के शैल दृश्यांश

चित्र 16 : मोड़ों के प्रभाव से शैल दृश्यांशों की पुनरावृत्ति



(Rock outcrop) पुनः दिखाई देते हैं। जैसा कि यहां चित्र 16 में दर्शाया गया है। ऐसी आकृति सतह प्रायः गोलाभ (Oval) होती है। अनुभव के आधार पर उपर्युक्त गोलाभ आकृतियों में आने वाली विकृतियों (Distartion) को अनुभव के आधार पर समझकर एवं ऐसे भूवैज्ञानिक मानचित्रों के अनुभाग खींचकर वहां के मोड़ों के सम्भावित स्वरूप ज्ञात किए जा सकते हैं। यहां चित्र 16 ब में ऐसे ही संस्तरों के अनुभव खींचने की विधि भी स्पष्ट करते हुए दर्शाई गई है। ऐसे मानचित्र में नतिलम्ब रेखाएं खींचते समय एवं नमन की दिशा एवं कोण निश्चित करते समय बहुत सावधानी रखी जानी चाहिए। यहां मानचित्र 16 अ के नीचे बार-बार बदलता हुआ नमन का कोण व दिशा को भी दर्शाया गया है। यहां चित्र 16 के अनुसार नमन का शुद्ध कोण नतिलम्ब रेखा 1 व 2, 3 व 4, 5 व 6 एवं 8 व 9 के मध्य चार स्थानों पर ज्ञात कर अपनति (Anticline) व संनति (Syncline) की स्थिति निश्चित की गई है। जैसाकि अनुभाग (चित्र 15 ब) से स्पष्ट है। यहां संस्तर क्रम वास्तव में वर्तमान में मूल स्थिति से विलोम स्थिति क्रमशः C, B व A का है।