हिमालय की संरचना और इसका भूगर्भिक इतिहास

पीटर मोलनार

दुनिया की सबसे ऊँची पर्वत श्रृंखला का निर्माण आज से 4 से 5 करोड़ वर्ष पूर्व जब भारतीय उपमहाद्वीप एशिया से टकराया, उस समय से ही शुरू हो गया।

करीब 40 मिलियन वर्षों से भारतीय उप-महाद्वीप एशिया के भीतर धीरे-धीरे घुसपैठ करता रहा है। इस प्रक्रिया में इसने हिमालय और तिब्बत के पठार का निर्माण किया और अपने रास्ते में पड़ने वाले चीन और मंगोलिया के टुकड़ों को दबोच दिया। तिब्बती पठार दुनिया का सबसे ऊँचा और बड़ा पठार ही सिर्फ भारतीय उपमहाद्वीप की शक्ति और दृढ़ता का प्रतीक नहीं है, बल्कि उप-महाद्वीप और एशिया के बीच हुई टक्कर का सबसे शानदार परिणाम और विश्व की सबसे ऊँची पर्वत श्रृंखला है, जिसे हम सब हिमालय के नाम से पुकारते है।

वह चट्टान जिससे हिमालय का निर्माण हुआ, वह अपने पीछे तिब्बती पठार के सहारे से लगातार ऊपर और भारत के मैदानी भाग की ओर बढ़ रही है। प्रत्येक बड़े भूकम्प के बाद का लगभग दो या तीन हज़ार किलोमीटर लम्बा एक खण्ड या हिस्सा भारत के मैदानी भाग के ऊपर कई मीटर और बढ़ता है और इसे दूसरे नज़रिए से देखा जाए तो कहा जा सकता है कि भारतीय उप-महाद्वीप हिमालय के कई मीटर नीचे चला जाता है।

इससे ज़ाहिर होता है कि इतने विशालकाय परिणाम के महाद्वीपीय टकराव एशिया के लिए नए नहीं हैं। पृथ्वी के इतिहास में करीब आधे या उससे अधिक समय तक हम यह पाते हैं कि, महाद्वीप एक दूसरे से अलग होते थे और उनके टुकड़े एक

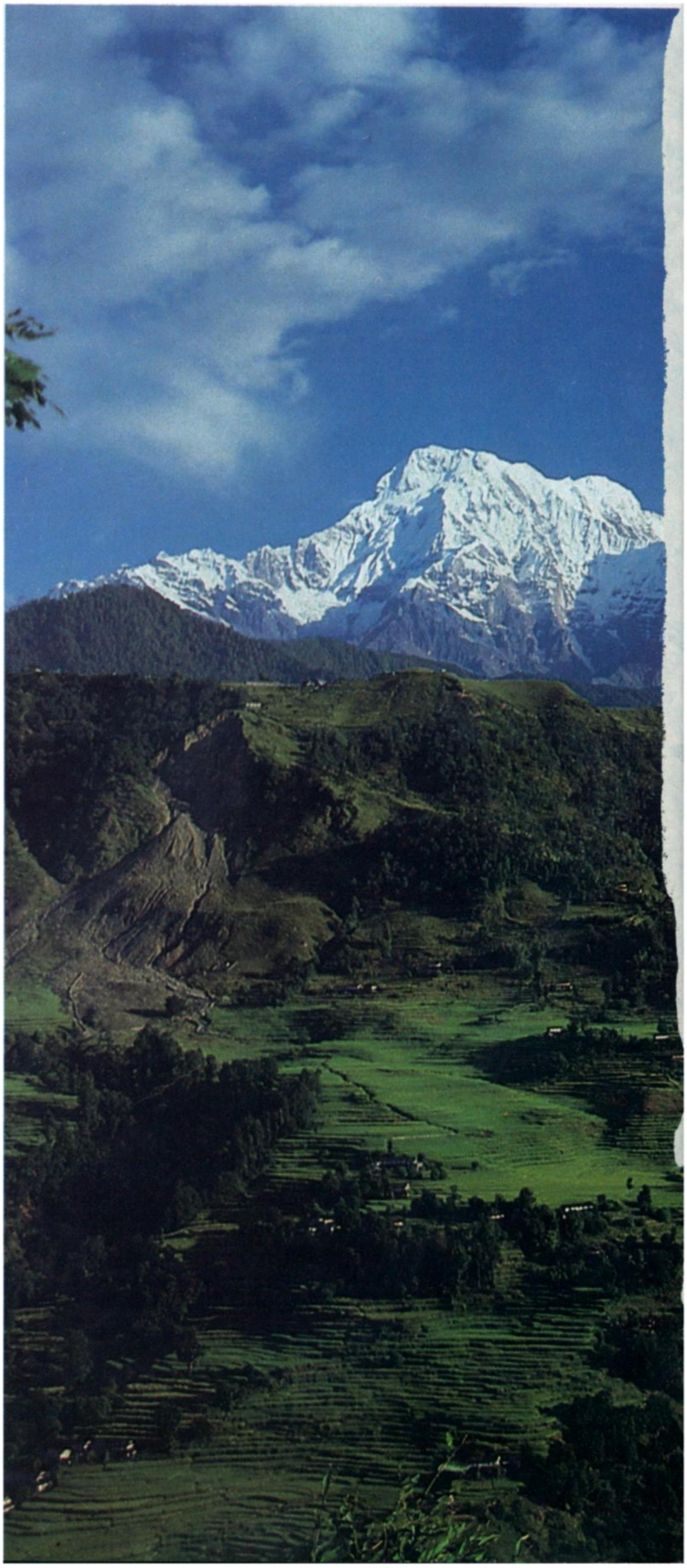
दूसरे से टकराते व जुड़ते रहते थे। महाद्वीपों को लगातार धकेलने वाली शक्तियों के फलस्वरूप सीवन क्षेत्रों (suture zone) के इर्द-गिर्द पर्वत श्रृंखलाओं का निर्माण हुआ।

यह भी सम्भव है कि महाद्वीपीय टकरावों के बाद पर्वत-श्रृंखलाओं का निर्माण हुआ होगा, जो वर्तमान हिमालय की ऊँचाई से भी ऊँचे रहे होंगे, इस बारे में हमें अधिक जानकारी नहीं है। इसके अलावा एक ओर तथ्य यह भी है कि, सभी पर्वत श्रृंखलाओं का निर्माण महाद्वीपीय टकराव से नहीं हुआ है। फिर भी, हिमालय न सिर्फ अपनी ऊँचाई और फैलाव के कारण बल्कि इसके क्रमिक विकास की विशाल मात्रा और नियंत्रण की शक्तियों की विशालकाय प्रक्रिया ने इसे एक बड़ी प्रयोशाला बना दिया है, जिससे हम यह जान सकते हैं कि किस प्रकार महाद्वीपीय टकराव होते हैं और किस प्रकार पर्वत श्रृंखलाएँ उभरती हैं।

हिमालय के बनने के काफ़ी पहले तकरीबन 250 मिलियन साल पहले, ज़्यादातर जो आज के समय में पूरे ग्लोब में फैले हुए हैं, वे सब एक विशाल महाद्वीप का हिस्सा थे, जिसे पैन्जिया (Pangaea) कहा जाता है (स्मिथ व अन्य. 1981)। करीब 200 मिलियन साल पहले, कुछ कारणों की वजह से जिन्हें हम पूरी तरह समझ नहीं पाए हैं, पैन्ज़्यिा अलग-अलग भागों में बंट गया - यह पहले दो बड़े भागों में बंटा, और फिर विभिन्न छोटे-छोटे भाग में बंट गया जिन पर हम आज बसे हुए हैं।

गोंड़वाना के विशाल दक्षिणी टुकड़े में दक्षिण अमेरिका, अफ्रीका, भारत, आस्टेलिया और अंटार्कटिका यह पाँच प्रमुख दक्षिणी भूभाग आते थे, -इसके अलावा अरब, मैडागास्कर और न्यूजीलैण्ड जैसे कुछ छोटे टुकड़े भी थे। उत्तरी बड़े टुकड़ो लौरेशिया में व उत्तर अमेरिका, ग्रीनलैण्ड, यूरोप, और एशिया का ज़्यादातर हिस्सा थें। जब गोंडवाना लौरेशिया से अलग हुआ, उस समय एशिया आज के समय के विपरीत उप-महाद्वीप, बल्कि ईरान का ज़्यादातर हिस्सा अफगानिस्तान, पाकिस्तान, दक्षिण तिब्बत और सम्भवतः इंडो-चीन और दक्षिण चीन के हिस्से गोडवानालैण्ड के किनारों में स्थित थे और दक्षिण एशिया से हजारों किलोमीटर दूर थे। पिछले 200 मिलियन सालों में एशिया के भूभाग का निर्माण

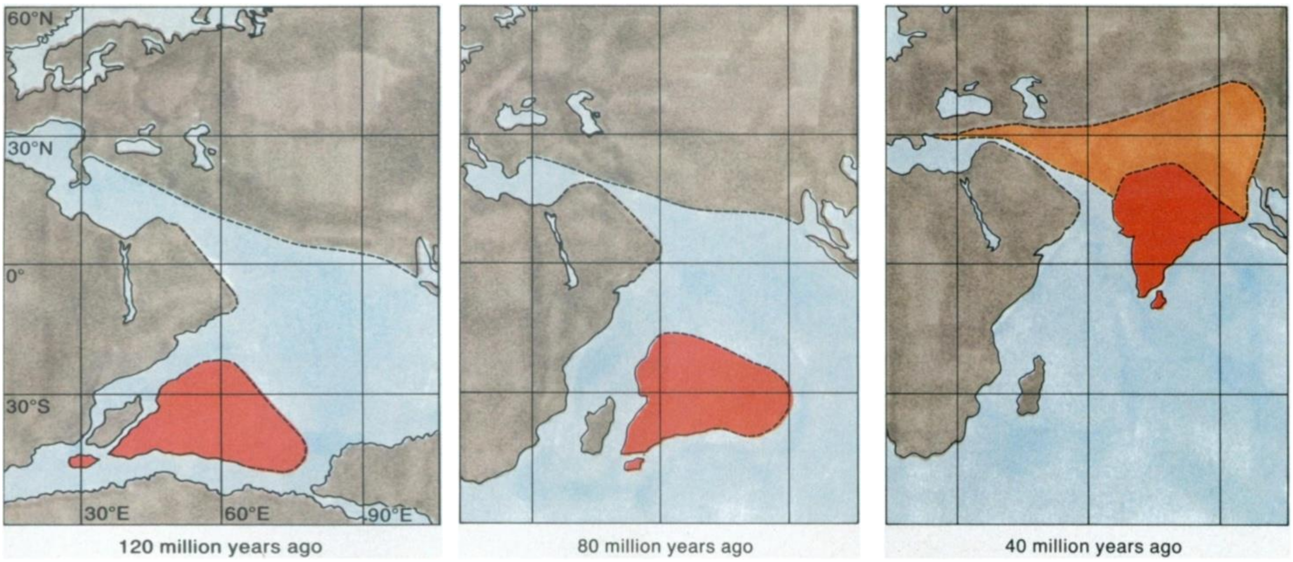
छोटे-छोटे महाद्वीपीय टुकड़ों की अभिवृद्धि से हुआ है, जो गोडवानालैंड से टूट के अलग हो गए थे; एशिया की विभिन्न समय-काल की अनेक पर्वत श्रृंखलाएँ इस क्रमिक अभिवृद्धि की गवाही देती है।



चित्र:1: हिमालय का निर्माण 40 से 50 मिलियन साल पहले पूर्व भारतीय उप-महाद्वीप के एशिया से टकराने के दौरान से ही शुरू हो गया था। इसमें उप-महाद्वीपीय स्थल मण्डल के दक्षिण तिब्बत के नीचे जाने की प्रक्रिया के दौरान बनी भूपटल की पपड़ियाँ मौजूद हैं। ग्रेटर हिमालय की यह तस्वीर हिमालय के उत्तरी भाग में स्थित गांव नवडंडा में ली गई है, इसमें बाई और अन्नापूर्णा चोटी (8,091m) व दाई ओर मच्चापुचारे (6,993m) चोटी दिखाई दे रही है। बर्फ के नीचे प्री-कम्बोरियन काल के अन्तिम समय और पैलियोजोइक काल के शुरूआती समय के क्षैतिज पट्टियाँ क्वार्टजाइट व स्लेटे देखी जा सकती हैं। अन्नापूर्णा माउण्ट माउंट ऐवरेस्ट की ही तरह चूना पत्थर से ढकी हुई है।

(सभी तस्वीरे लेखक द्वारा ली गई हैं।)

गोंड़वाना के विशाल दक्षिणी टुकड़े में दक्षिण अमेरिका, अफ्रीका, भारत, आस्टेलिया और अंटार्कटिका यह पाँच प्रमुख दक्षिणी भूभाग आते थे, -इसके अलावा अरब, मैडागास्कर और न्यूज़ीलैण्ड जैसे कुछ छोटे टुकड़े भी थे। उत्तरी बड़े टुकड़ो लौरेशिया में व उत्तर अमेरिका, ग्रीनलैण्ड, यूरोप, और एशिया का ज़्यादातर हिस्सा थें। जब गोंडवाना लौरेशिया से अलग हुआ, उस समय एशिया आज के समय के विपरीत उप-महाद्वीप, बल्कि ईरान का ज़्यादातर हिस्सा अफगानिस्तान, पाकिस्तान, दक्षिण तिब्बत और सम्भवतः इंडो-चीन और दक्षिण चीन के हिस्से गोडवानालैण्ड के किनारों में स्थित थे और दक्षिण एशिया से



चित्र 2 : पैन्जिया महाद्वीप के दो भागों में बंटने के बाद करीब 120 और 40 मिलियन वर्षों पहले भारतीय उपमहाद्वीप उत्तर की ओर अग्रसर हुआ। भारत दक्षिणी टुकड़े गौंड़वाना का हिस्सा था, लेकिन वह उससे टूटकर उत्तर की ओर बढ़कर एशिया से जा मिला, जो लौरेशिया नामक उत्तरी हिस्से का भाग था। एशिया के साथ हुए इस टकराव से हिमालय का उदय हुआ। 120 मिलियन साल पहले तक भारत और मेडागास्कर की महाद्वीपीय शेल्फ (जल सीमा) जुड़ी हुई थी, और संकीर्ण समुद्र इसे अफ्रीका, अंटार्कटिका और ऑस्ट्रेलिया से अलग करते थे (बाएँ)। 80 मिलियन साल पहले (मध्य) भारत एकदम अलग-थलग था; 80 से 40 मिलियन साल पहले के समय काल के मध्य यह एशिया की ओर करीब 4000 से 5000 कि.मी. आगे बढ़ा । टक्कर के बाद एशिया में काफी व्यावधान उत्पन्न हुए (दाएँ, भूरा हिस्सा)। कैस्पियन सागर और काला सागर की रूपरेखा भौगोलिक सन्दर्भ के लिए दिखाए गए हैं, परन्तु सम्भवतः: दोनों ही सागर 120 मिलियन साल पहले मौजूद नहीं थे। पश्चिमी भूमध्य क्षेत्र की जटिलताओं को यहां नजरअंदाज कर दिया गया है। डैश रेखाएँ परिकल्पित महाद्वीपय टुकड़ों के पूर्व किनारों को दर्शाती हैं (स्मिथ और अन्य 1981)।

हजारों किलोमीटर दूर थे। पिछले 200 मिलियन सालों में एशिया के भूभाग का निर्माण छोटे-छोटे महाद्वीपीय टुकड़ों की अभिवृद्धि से हुआ है, जो गोडवानालैंड से टूट के अलग हो गए थे; एशिया की विभिन्न समय-काल की अनेक पर्वत श्रृंखलाएँ इस क्रमिक अभिवृद्धि की गवाही देती है।

गोंडवाना के वर्तमान भाग में ज़्यादातर वे फैली हुई चट्टानें हैं, ज़्यादातर जो 600 मिलियन साल पहले प्री-कम्बेरियन काल के दौरान न गर्म हुए और न ही विकृत और इस वजह से इन चट्टानी विस्तारों के नीचे के स्थलमण्डल मण्डल विशेष रूप से मजबूत है।

भारत एक ऐसी ही प्री-कैम्ब्रियन ढाल पर निर्मित है, जो या तो पूर्ण रूप से खुली हुई है या फिर एक नई पतली परत उसके केन्द्रीय और दक्षिणी हिस्सों में जमी हुई है। यह भी अनुमान लगाया जाता है कि, हिमालय की असाधारण ऊँचाई का कारण इण्डियन प्लेट की मजबूती भी हो सकती है।

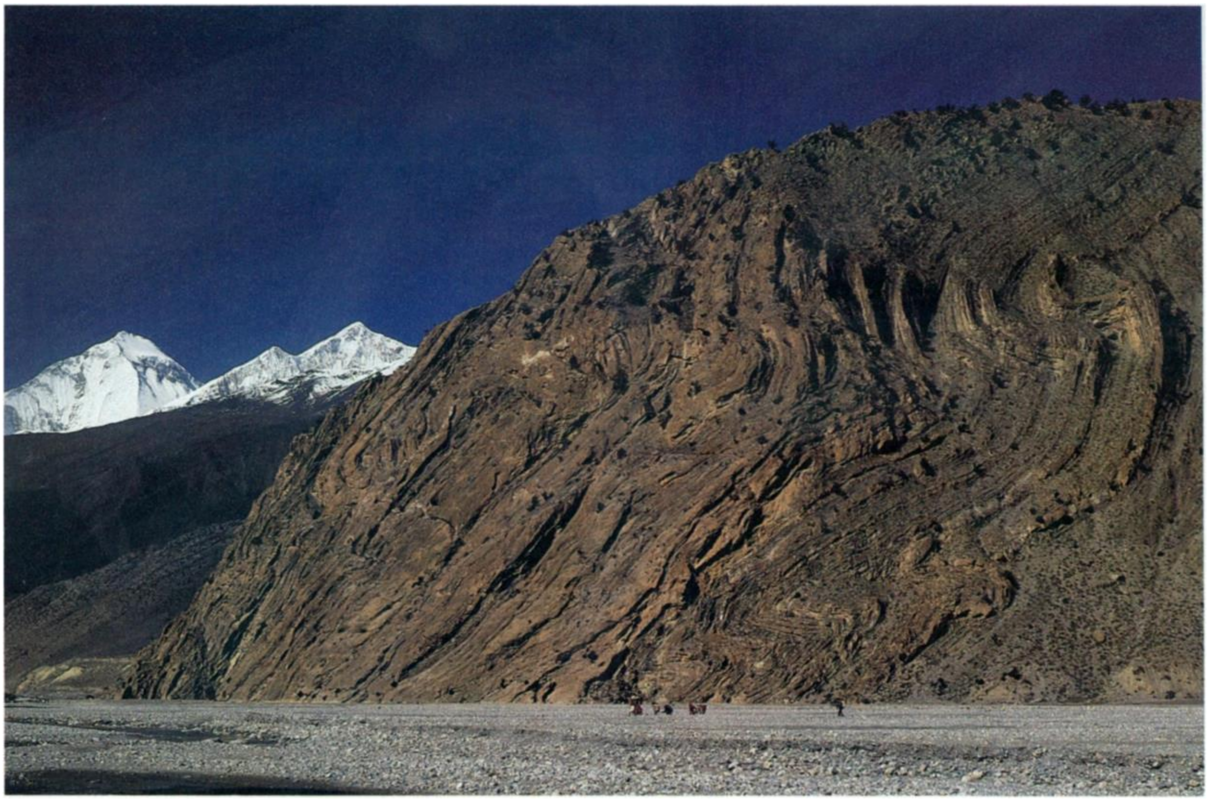
हालाँकि भारतीय परत पर मिलने वाली ज़्यादातर चट्टानों प्री-कैम्ब्रियन काल की है। यह प्रीकैम्ब्रियन भारत के उत्तर भाग के उथले समुद्र पर जमा तलछटी चट्टानों का एक परत थी जो पैलियोज़ोइक युग की शुरुआत में यानी लगभग 500 मिलियन वर्षों या उससे भी पहले जमा हुई थी। (गैनसर 1964; ले फोर्ट 1975; ठाकुर 1981)। यह अवसादी चट्टानें अब स्पष्ट रूप से ऊपरी हिमालय में झुकावादार परतों के रूप में नजर आते हैं, और कुछ सबसे प्रसिद्ध चोअियों का अवरण करती है, जैसे कि ऐवरेस्ट, अन्नापूर्णा, धौलागिरी और नन्दा देवी (चित्र 1)। इनमें शामिल हैं चूना पत्थर से तब्दील हुए क्वार्टजाइट, शेल से तब्दील हुए स्लेट चट्टाने और दूसरी अन्य अवसादी चट्टाने जो ज़्यादातर ज़्यादातर उथले पानी में आन्तरिक समुद्र व महाद्वीपीय शेल्फ में जमा होती हैं। इन चट्टानों के अनुक्रम में किसी भी तरह की बाधा के साक्ष्य नहीं मिलते यह स्थिति टकराव या ऊँची पर्वत चोटियों के निर्माण के पूर्वगामी रही होगी।

पैंजिया के टूटने के 100 मिलियन वर्ष बाद आज के समय के ज़्यादातर महाद्वीप एक दूसरे से अलग-अलग थे (चित्र.2)। हमारे लिए यह जानना अधिक महत्त्वपूर्ण है कि करीब 200 से 130 मिलियन वर्ष पहले के दौरान गोंडवाना का वह किनारा जो ऑस्ट्रेलिया भारत और अरब के उत्तरी हो गया और कई छोटे-छोटे महाद्वीपीय टुकड़ों में बँट गया। यह टुकड़े उत्तर की ओर खिसकते हुए एशिया के दक्षिणी कोने से जा जुड़े और अन्ततः इसने ईरान अफ़गानिस्तान, उत्तरी पाकिस्तान और दक्षिणी तिब्बत का रूप ले लिया (स्मिथ व अन्य 1981)।

भारत के पहले गोंडवाना से लौरेशिया और बाद में एशिया से जुड़ने और स्थलों के स्थानान्तरण के पीछे एक असाधारण सम्भावना यह हो सकती है कि दक्षिण तिब्बत की चट्टानें भारत की चट्टानों के बराबर में उस समय रहीं होगी जब यह दोनों गोंडवाना का

हिस्सा थे। भारत के उत्तर की ओर खिसकने और तिब्बत से टकराने के पूर्व व एशिया के साथ मिलने की वजह से तिब्बत और भारत के बीच हजारों किलोमीटर की दूरी उत्पन्न हो गई थी। अलग होने और दोबारा फिर से जुड़ने के इस तथ्य को साबित करने की कोशिश उन असंख्य भू-वैज्ञानिको को सताती है जो तिब्बत के अनछुए भूगर्भिक पहलुओं को समझने की कोशिश करते है। किसी भी स्थिति में यह बात जरूरी है कि करीब 200 मिलियन वर्ष पहले के समय में या शायद उससे भी पहले भारत के उत्तरी कोने से एक टुकड़ा टूट कर अलग हो गया था।

एकदम से वह हिस्सा जो अब तक भारतीय उप-महाद्वीप का अंदरूनी भाग हुआ करता था, अब उसके किनारे एक गहरा समुद्र था, जिसका नाम हमने यूनानी (ग्रीक) पौराणिक कथाओं के देवता ओशियगस की पत्नी टेथेस के नाम पर रखा गया है (यह एक विशाल महासागर था; इसमें मौजूद चट्टानें भी यूनान में पाई गई है।) एक टुकड़ा भारत से टूट कर अलग हो गया था, इस बात के प्रमाण हमें मेसोजोइक अवसादी चट्टानों से मिलते हैं। मेसेजोइक चट्टानों के ऊपर हैं और पेलियाजोइक से मेसेजोइक चट्टानों की आकृतियाँ भी अलग हैं, इनमें गहरे पानी में रहने की वजह से उत्पन्न हुई आकृतियाँ दिखाई देती हैं (घैनसर 1964; ले फोर्ट 1975, बेली व अन्य 1980)।
शिस्ट तलछट और बलुआ पत्थर की अलग परते सम्भवत: मेलापन धाराओं द्वारा गहरे पानी तक पहुँची होगी जो तलछट और पानी के मिश्रण को तेजी से नीचे ले जाती है, उदाहरण के तौर पर महाद्वीपीय शेल्फ। इन सूक्ष्म पिसी हुई तलछटी चट्टानों के बीच में अराजक रूप में मिश्रित पुरानी चूना पत्थर की चट्टानें जो अकसर घरों और कारखानों के आकार की होती थी वह भी उनके साथ नीचे चली जाती थी (शैकल्टन 1981)। इसके अलावा तलछटी चट्टानों के अन्दर बसाल्ट और ज्वालामुखी विस्फोट के दौरान बनी चट्टाने मौजूद थीं, विस्फोट से स्थल मण्डल अलग हो जाता है उसके नीचे का गर्म



चित्र-3: आज से 130 से 200 मिलियन वर्ष पहले भारतीय महाद्वीप के अपने महाद्वीप से टूटकर अलग होने से पहले भारतीय उपमहाद्वीप के उत्तरी किनारे पर चूना-पत्थर जमा हो गया था बलुआ पत्थर और शिस्ट की कई मोटी परतें गहरे पानी में जमा हो गई थी। भारत के एशिया महाद्वीप से टकराव के शुरुआती चरणों के दौरान चूना पत्थर की आकृति का मुख दक्षिण पश्चिम की ओर है और काली गंधकी के समान्तर है, जो नेपाल हिमालय के आर-पार बहती है। (8,172मी) पृष्ठभूमि में धौलागिरी की ऊँची चोटी दिखाई पड़ रही है। पहाड़ो के नीचे रेगिस्तान नुमा क्षेत्र दिखाई पड़ रहा है।

शिस्ट तलछट और बलुआ पत्थर की अलग परते सम्भवत: मेलापन धाराओं द्वारा गहरे पानी तक पहुँची होगी जो तलछट और पानी के मिश्रण को तेजी से नीचे ले जाती है, उदाहरण के तौर पर महाद्वीपीय शेल्फ। इन सूक्ष्म पिसी हुई तलछटी चट्टानों के बीच में अराजक रूप में मिश्रित पुरानी चूना पत्थर की चट्टानें जो अकसर घरों और कारखानों के आकार की होती थी वह भी उनके साथ नीचे चली जाती थी (शैकल्टन 1981)। इसके अलावा तलछटी चट्टानों के अन्दर बसाल्ट और ज्वालामुखी विस्फोट के दौरान बनी चट्टाने मौजूद थीं, विस्फोट से स्थल मण्डल अलग हो जाता है उसके नीचे का गर्म

स्थेनोस्फीयर उथली गहराई तक पहुँच सकता है। इसलिए इन मेसोजोइक तलछट चट्टानों का इतिहास पुराने पैलिओज़ोइक चट्टानों से एकदम भिन्न है जो मेसोजोइक की अपेक्षा शान्त वातावरण में जमा हुई है।

120 मिलियन वर्ष पहले तैयार की गई भारत की रूपरेखा से यह पता चलता है कि प्री-कम्बेरियन चट्टानों का दक्षिणी और मध्य हिस्सा भारत में था, परन्तु यह पैलिओज़ोइक तलछटी चट्टानों के नीचे दबी थी, और इनका घनत्व उत्तर की ओर जाते हुए और बढ़ता गया। इन पैलिओज़ोइक चट्टानों में महाद्वीपीय शेल्फ में जमा हुई मेसोजोइक चट्टाने ऊपर चढ़ गई (चित्र:3)। मेसोजोइक चट्टानों का घनत्व नव-निर्मित समुद्री भू-पटल के ऊपर सबसे ज्यादा था और यह समुद्र की ओर बढ़ते हुए धीरे-धीरे कम होता गया (चित्र 4.a)।

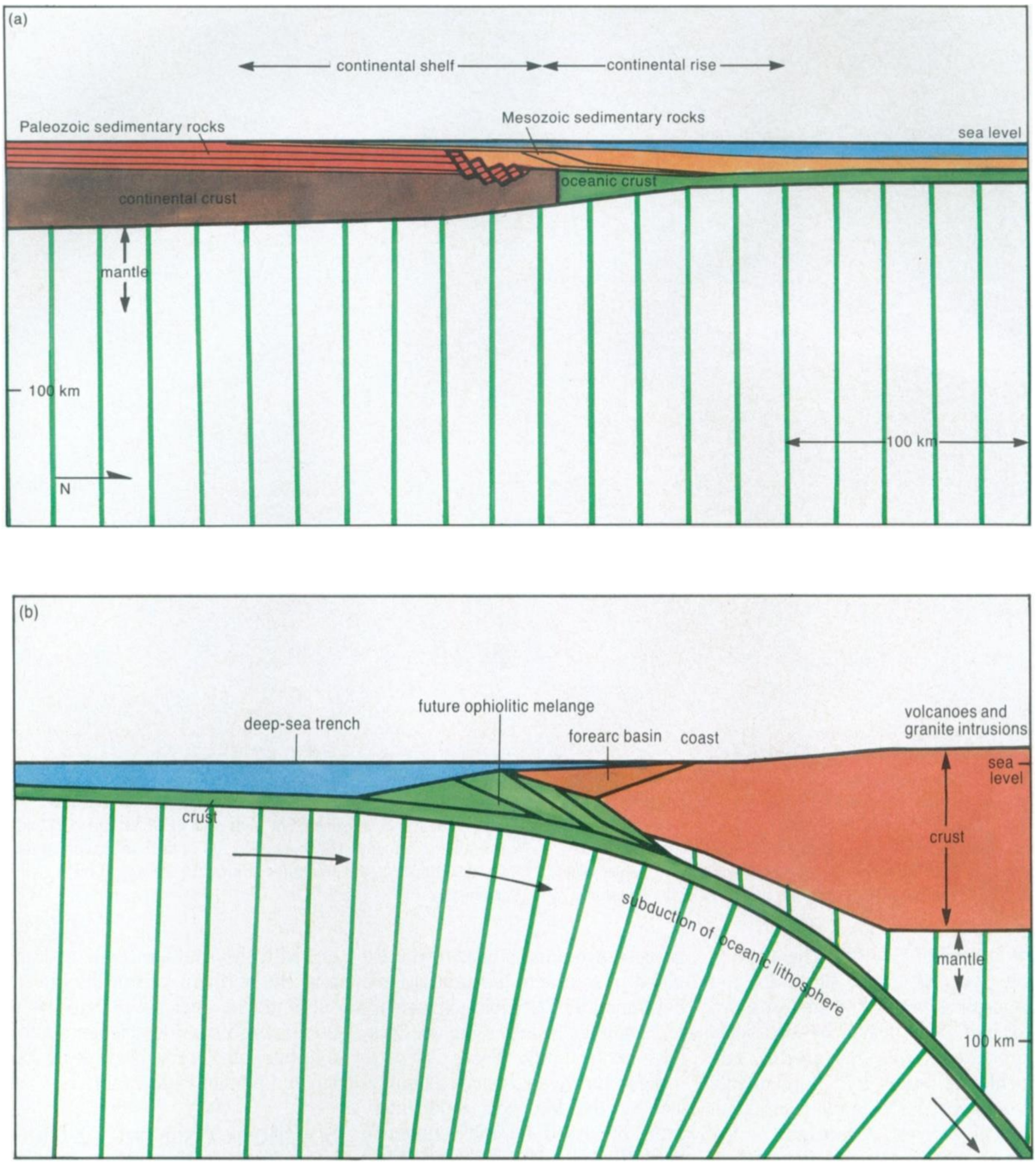
भारत और मेडागास्कर अभी भी यानी, 120 मिलियन वर्ष पहले एक दूसरे से जुड़े हुए थे, लेकिन वे गोंडवाना के दूसरे अन्य टुकड़ों - अफ्रीका अंटार्कटिका और आस्ट्रेलिया से अलग हो चुके थे (चित्र.2)। हम यकीन से इस बात की पुष्टि नहीं कर सकते कि वर्तमान हिमालय की तलछटी चट्टानों से उत्तर की ओर भारत का और कितना विस्तार था। क्योंकि हिमालय पूर्णतः: भारत के टुकड़ों से ही मिलकर बना है, और पर्वत श्रेणी की चौड़ाई कम से कम 250 से 300 कि.मी. के बीच है। यूरेशिया के दक्षिणी छोर से टकराने के बाद से भारतीय उपमहाद्वीप के उत्तरी भाग में कम से कम 300 कि.मी. या इससे भी ज्यादा की कमी आई है।

भारत से टकराने के पूर्व का दक्षिण एशिया

100 मिलियन वर्ष पूर्व दर्शक दक्षिण तिब्बत से ज्वालामुखी के ऊपर खडे होकर अगर अपने दक्षिण की ओर देखता तो उसे टेथिस सागर दिखाई पड़ता। उससे कुछ और पहले तकरीबन 120 से 140 मिलियन वर्ष पूर्व-जैसा कि चित्र.4.6 में दर्शाया गया है, समुद्री सतह दक्षिण के नीचे खिसकने लगी (शेग़ार और अन्य 1984)। जैसी खाई

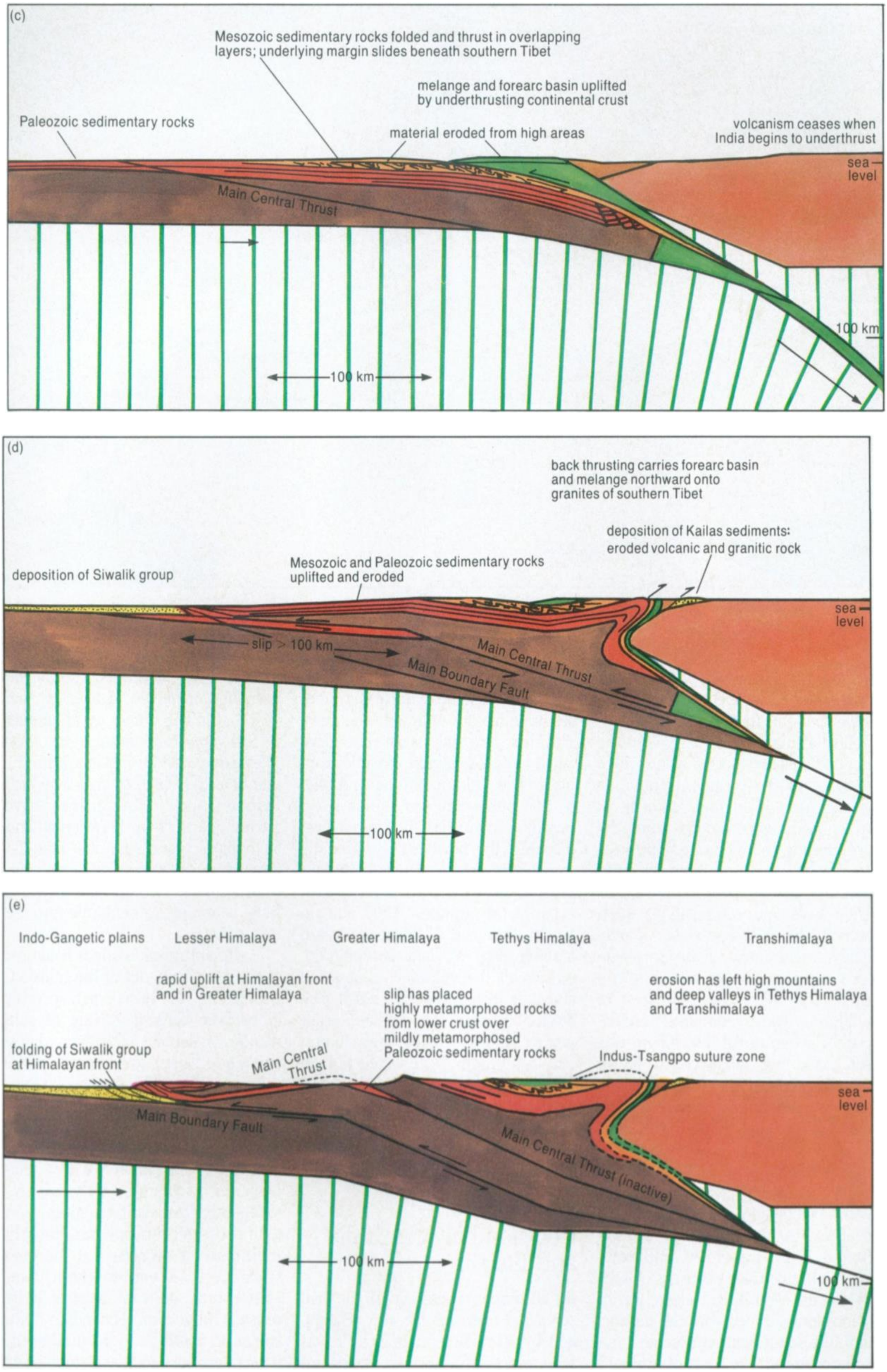
अलेयूशियन द्वीप जापान या पश्चिमी दक्षिण अमेरिका में मौजूद है वैसी ही गहरी खाई उस समय तैयार हुई जब समुद्री में हो रहे बदलावों की वजह से समुद्री प्लेट के मुडकर पास की अध्यारोही प्लेट के नीचे चले जाने से बनी।

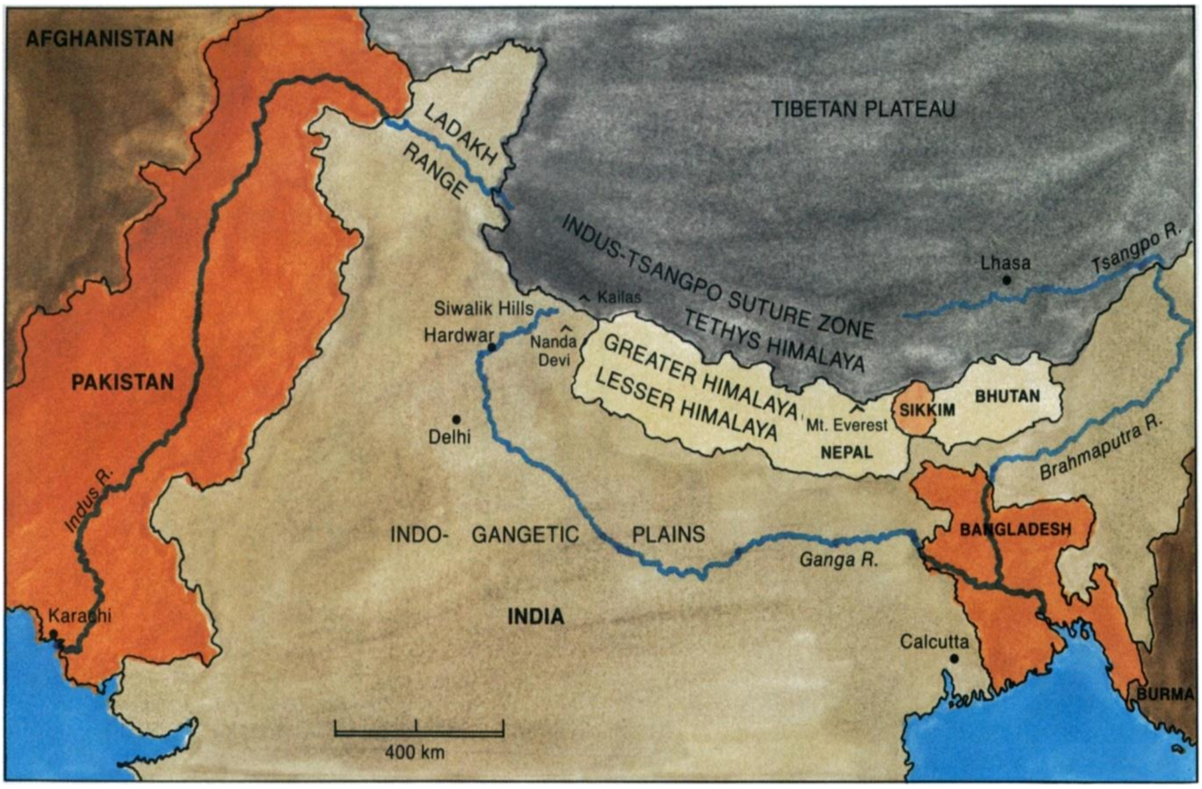
समुद्री भू-पटल के कुछ तलछट और टुकड़े समुद्री प्लेट (oceanic plate) से टूट के अलग हो गए थे, परन्तु इनमें से भी ज़्यादातर टुकड़े बाकी के स्थलमण्डल के साथ एस्थेनोस्फीयर तक पहुँच गए थे (सीली व अन्य 1974)।



चित्र:4:- भारत के एशिया से टकराने के पहले और बाद के समय की भूगर्भिक घटनाओं का चित्रण उत्तर दक्षिण अनुप्रस्थ काट के क्रम में दिखाया गया है। (a) इसमें टकराव से पहले भारत के उत्तरी छोर को दर्शाया गया है। (b) इसमें समुद्री स्थलमण्डल को दक्षिण तिब्बत के नीचे प्रवेश करता हुआ दर्शाया गया है (c) इसमें भारत का दक्षिण तिब्बत से टकराव और उसके नीचे जाते हुआ दिखाया गया है। (d) इस चित्र में दर्शाया है, मुख्य केन्द्रीय प्रस्ट के फिसलने से भारत का उत्तरी छोर ऊपर उठकर भारत के अक्षुण्ण भाग के ऊपर आ गया। (e) इस चित्र में दर्शाया है कि मुख्य केन्द्रीय फाल्ट सरकने से उत्तर भारतीय कोने के कम से कम दो टुकड़े बाकी बचे भारत के ऊपर आ गए।

खाई की तलछटी और किनारे के बीच एक के ऊपर दूसरी आग्नेय और तलछटी चट्टानों की परतों का मिश्रण जम गया। इस तरह के मिश्रण से उत्पन्न होने वाली ज़्यादातर चट्टाने सरपेटाईनाइट (serpentintic) होती हैं, और यह प्रमुख रूप से समुद्री परत में जल की प्रचुर मात्रा में पाई जाने वाली चट्टान बसाल्ट के रूपान्तरण से बनने वाले खनिज सरपेनटाइन से निर्मित होती है। सरपेनटाइन की बनावट अकसर साँप की त्वचा जैसी चिकनी परन्तु धारीदार बनावट होती है। इस प्रकार की चट्टानों का भूगर्भिक शब्द ओफीयोलाइट है। यूनानी या ग्रीक भाषा में इस शब्द का मतलब है, सर्प। शायद दुनिया में ओफियोलिटिक मिश्रण का सबसे अच्छा अध्ययन मध्य और उत्तरी कैलिफोर्निया में मिलने वाले फ्रांन्सिस्कन विन्यास पर किया गया है, परन्तु पाठकों को यह जानकर हैरानी नहीं होनी चाहिए कि टेथिस सागर के तल के टुकड़ों से निर्मित ओफियालिटिक मिश्रण ग्रीस में भी मिलते हैं। ओफियोलिटिक मिश्रण का हिमालय में मिलना इस बात की पुष्टि करता है कि पहले के समय में टेथिस सागर ग्रीस की पूर्व दिशा में हजारों किलोमीटर दूर स्थित था (निवोलस व अन्य 1981)।


(c)
Mesozoic sedimentary rocks folded and thrust in overlapping layers; underlying margin slides beneath southern Tibet
melange and forearc basin uplifted by underthrusting continental crust
Paleozoic sedimentary rocks
material eroded from high areas
volcanism ceases when India begins to underthrust
sea level
Main Central Thrust
100 km
100 km
(d)
back thrusting carries forearc basin and melange northward onto granites of southern Tibet
deposition of Kailas sediments: eroded volcanic and granitic rock
Mesozoic and Paleozoic sedimentary rocks uplifted and eroded
deposition of Siwalik group
sea level
slip > 100 km
Main Central Thrust
Main Boundary Fault
100 km
(e)
Indo-Gangetic plains
Lesser Himalaya
Greater Himalaya
Tethys Himalaya
Transhimalaya
rapid uplift at Himalayan front and in Greater Himalaya
slip has placed highly metamorphosed rocks from lower crust over mildly metamorphosed Paleozoic sedimentary rocks
erosion has left high mountains and deep valleys in Tethys Himalaya and Transhimalaya
folding of Siwalik group at Himalayan front
Main Central Thrust
Indus-Tsangpo suture zone
sea level
Main Boundary Fault
Main Central Thrust (inactive)
100 km
100 km



चित्र 5: भारत और एशिया जैसे दो महान भूभागों को जोड़ता हुआ हिमालय विश्व के दो सबसे अधिक जनसंख्या वाले भारत और चीन के बीच प्राकृतिक सीमा का काम करता है।

जब समुद्र की सतह से कोई पदार्थ उखड़ कर आता तो वह मिश्रित चट्टानों के निचले हिस्सों में जम जाता, इस वजह से उसका ऊपरी हिस्सा ऊपर उठ जाता (चित्र.4 B)। वह उठा हुआ भाग समुद्र की ओर महाद्वीप में एक छोटे टीले का निर्माण करता है और महाद्वीप में एक छोटे टीले का निर्माण करता है और इस प्रकार उसके सामने एक तथाकित वक्रनुमा घाटी का निर्माण होता है, और इस घाटी में पड़ोसी महाद्वीपों से अपरदित हो के तलछट जमा होते हैं। बलुआ पत्थर, शीस्ट और तलछटों के विभिन्न आकार और मिश्रिण के ढेर अक्सर इस तरह भी घाटियों में जम जाते हैं। इसके ख़ास उदाहरण हमें कैलिफोर्निया के सिएरा नेवाद और कोस्ट रेजेंस के बीच में बनी घाटी में मिलते हैं। यहाँ तलछट उस समय जमा हुए थे जब समुद्री सतह पश्चिमी उत्तर अमेरिका के नीचे दब गई और इससे फ्रांसीसकन मिश्रण या मेलॉज (melange) का गठन हुआ। इसी प्रकार तिब्बत के दक्षिणी छोर में भी तलछटों का जमाव हुआ।

समुद्री स्थल मण्डल की सबडक्सन प्रक्रिया के साथ एक तथ्य यह भी है कि इसके साथ ज्वालामुखी की श्रेणी भी जुड़ी रहती है, जो गहरी खाई के समान्तर रहती है और दोनों के बीच की दूरी लगभग 150 से 200 किलोमीटर के बीच होती है। प्रशान्त महासागर को घटने वाली 'रिंग ऑफ़ फायर' में इसी प्रकार के ज्वालामुखी पाए जाते हैं। उदाहरण के तौर पर अगर हम देंखें तो सेंट हेलेन, कैलिफोर्निया, ओरेगन और वाशिंगटन के तटवर्ती क्षेत्रों के नीचे ग्रेनाइट के विशाल खण्ड जमा हैं और यह क्रस्ट के अन्दर तक प्रवेश कर गए हैं परन्तु ज्वालामुखी विस्फोटों के दौरान बाहर आने में असमर्थ रहे हैं।

ज्वालामुखी का अपरदन तेजी से होता है, तो प्राय: ग्रेनाइट दिखने लग जाते है, जैसा कि हम सिएरा नेवादा में ज़्यादातर जगह देखते है। सिर्फ उत्तरी सिएरा ही अभी भी ज्वालामुखी चट्टानों से ढका हुआ है। उसी प्रकार दक्षिण तिब्बत में भारी मात्रा में ग्रेनाइट पाया जाता है, यह पूर्वी ल्हासा से पश्चिमी लद्दाख के बीच 2500 किमी लम्बाई में फैला है (चित्र:5) ज्वालामुखी जो कभी इसके ऊपर था, लेकिन अब इसके अपरदित होने पर यह चट्टाने अब खुली पड़ी हैं (स्केहरर व अन्य 1984)। हालाँकि, अपरदित हुए पदार्थ पूर्ण रूप से गायब नहीं हो गए। दक्षिण तिब्बत में स्थित कैलाश पर्वत जो हिन्दुओं और बौद्ध दोनों के लिए पवित्र है, उसके इर्दगिर्द इस तरह अपरदित हुए ज्वालामुखियों का मलवा जमा है (गानसैर 1964)। आगे चल कर हुए और ज़्यादा कटाव और अपरदन ने इसे वर्तमान रूप दिया।

यूरेशिया और भारत के बीच टकराव/संघट्टन

करीब 80 मिलियन वर्ष पहले भारत मेडागास्कर से अलग हो गया था (चित्र.2) और करीब 60 मिलियन वर्ष पहले यह उत्तर में यूरेशिया की ओर तेजी से आगे बढ़ रहा था। 65 से 60 मिलियन वर्ष पहले के दौरान यह प्रति वर्ष 15 से 20 सेमी की रफतार से बढ़ रहा था, जो भूगर्भिक मानकों के हिसाब से काफ़ी तेज़ है, उदाहरण के लिए अगर हम तुलना करें तो यूरोप और उत्तरी अमेरिका 2 से 4 से.मी/वर्ष की गति से एक दूसरे

से दूर जा रहे थे। फिर, 40 और 50 मिलियन वर्ष के दौरान भारत की रफ्तार एकदम से 5 किमी/वर्ष की हो गई, और इसी रफ्तार से भारत ने एशिया महाद्वीप में प्रवेश किया।

रफ्तार में एकदम से आई इस गिरावट का कारण निश्चित तौर पर टकराव ही है। समुद्री स्थलमण्डल ज़्यादातर ठंढे मैनटल (mantle) के पदार्थो से बना होता है और इसके भूपटल के पतले होने के कारण यह आसानी से अपक्षेपण (सबडक्ट) हो जाता है। नतीजतन यह टकराव न केवल हल्के और पतले भूपटल को एस्थेनोस्फीयर में ले गया बल्कि इसने पृथ्वी की सतह पर शेष बचे पदार्थों को भी अपने साथ खींच लिया। समुद्री स्थलमण्डल की तुलना में महाद्वीपीय स्थलमण्डल भूपटल अपेक्षाकृत मोटी परत के कारण अपक्षेपण होने में ज्यादा प्रतिरोध प्रकट करता है। जब भारत दक्षिणी तिब्बत से टकराया और भारत के भूपटल ने अपक्षेपण (sub-duct) होते वक्त अवरोध उत्पन्न किया सम्भवत: तभी भारत की गति धीमी पड़ी। भारतीय स्थलमण्डल का अपक्षेपण होने के लिए यह आवश्यक हो गया कि वह अपने भूपटल से कुछ हिस्सों की काट छाँट करे, काट-छॉट किए हुए भूपटल के टुकड़ों से मिलकर ही हिमालय निर्मित हुआ है।

अन्ततः, निश्चित रूप से यह कह देना कि यह टक्कर की घटना 40 से 50 मिलियन वर्ष पूर्व या थोड़ा पहले के दौरान ही घटित हुई थी, भ्रामक प्रतीत होता है। दो प्रकार के तथ्य यह संकेत देते हैं कि टक्कर घटना कुछ 40 से 50 या फिर 60 मिलियन वर्ष पहले घटित हुई थी। पहला तथ्य यह है कि सिन्धु-त्सांगपो सिवनी क्षेत्र (चित्र 5) से जो नवीनतम समुद्री तलछट प्राप्त हुए हैं वह लगभग 55 मिलियन वर्ष पुराने हैं (पावेल और कोनाधन 1973)। इसलिए शायद एक उथला और संकीर्ण सागर कम-से-कम इस समय तक तो मौजूद रहा होगा। दूसरा तथ्य यह है कि स्तनधारी जानवरों का विकास 65 मिलियन वर्ष पूर्व कई महाद्वीपों में होना शुरू हुआ वह विकास भारत में स्वतंत्र और पृथक रूप से नहीं हुआ। जैसा कि हम देखते हैं, भारत 80 मिलियन वर्ष पूर्व से अपने टकराव के बीच के समय के दौरान अन्य महाद्वीपीय टुकड़ों से अलग हो चुका था।

भारत में जमा तलछटी चट्टानों में जो जीवाश्म मिले हैं, वह करीब 45 मिलियन वर्ष से पुराने

चित्र: 6:- ग्रेटर हिमालय के नीचे जहाँ से मुख्य केन्द्रीय थ्रस्ट बाहर निकलता है, वहाँ चट्टानें गम्भीर रूप से विकृत हो गई है। इस तस्वीर में उत्तर में थ्रस्ट जोन में कटी हुई चट्टानों के ढेर दिखाई पड़ रहे हैं। यह दृश्य काली गंड़की की एक सह धारा के पश्चिम दिशा का है।

नहीं हैं, और जाहिर तौर पर यह स्तनधारी मंगोलिया से आए हैं (साहनी और कुमार 1974), क्योंकि यह स्पष्ट रूप से समझा जा सकता है कि जो भौतिक-भौगोलिक समस्याएँ और रुकावटें चंगेज खान कि सेनाओं के सामने थी, वह समस्याएँ मंगोलियाई स्तनधारी के सामने नहीं आई थी।

लगभग 45 मिलियन वर्ष पहले तैरने के लिहाज से एक विशाल सागर ने भारत के चारों तरफ एक खाई बना दी। टक्कर की निश्चित तिथि पता लगाने के लिए हमें अभी और अध्ययन करने की आवश्यकता है। लेकिन इस बात पर जोर दिए बगैर कि यह घटना 40, 50 या 60 मिलियन वर्ष पहले घटी थी, हम कह सकते हैं कि टक्कर के बाद 5 सेमी प्रति वर्ष की दर से भारत कम-से-कम 2000 किमी या शायद 3000 किमी. यूरेशिया में प्रवेश कर गया।

जब भारतीय उपमहाद्वीप तिब्बत के दक्षिण कोने पर पहुंचा तो इसने ओफीओलिथिक (ophiolithic) मिश्रण (melange) और फोर-आर्क घाटी (for arc basin) के नीचे समुद्री स्थलमण्डल का को लेकर आगे बढ़ा (चित्र 4.c)।

हम अभी यह निर्धारित नहीं कर सकते कि कितनी अन्दर तक भारत तिब्बत के अन्दर घुसा हुआ है- हो सकता है पूरे तिब्बत के नीचे करीब 1000 किलोमीटर या दक्षिण तिब्बत के नीचे सिर्फ कुछ सौ किलोमीटर- लेकिन हम यह जानते हैं कि, तिब्बत भारत का कुछ प्रवेश तिब्बत और चीन के दबने और रगड़ने की वजह से अवशोषित हो गया (मोलनार और टपोनियर 1975)।

टक्कर से पहले तक एशिया के दक्षिण तट ने शायद सुमात्रा और जहाँ आज दक्षिण पश्चिमी पाकिस्तान और दक्षिण ईरान है, इनके बीच में अपेक्षाकृत एक शान्त रूख अपनाया हुआ था (चित्र.2)। सावधानी से किए गए पेलियोमैगनेटिक कार्य यह दर्शाते हैं कि भारत से टक्कर के बाद से तिब्बत वर्तमान में अपनी अक्षांश स्थिति में करीब 1500 से 2000 किमी उत्तर की ओर धकेले जाने से पहुँचा है (अच्हाचे (achache) और अन्य 1984)।

ओफियोलिटिक मिश्रण या मेलांज (melange) के दक्षिण में पाई जाने वाली ज़्यादातर चट्टानें जो अब दक्षिण तिब्बत में सिन्धु और त्सांगपो नदी की घाटियों (चित्र 5) के समानान्तर मिलती हैं, वह भारतीय उपमहाद्वीप और इसकी सीमा/किनारे के हिस्से

चित्र 7: धर्मशाला, हिमाचल प्रदेश, भारत के दक्षिण में स्थिति गुम्बर थ्रस्ट, भारत में भारत और हिमालय के बीच लगातार हो रहे अभिसरण के कई चिह्न देखे जा सकते हैं। जैसे-जैसे भारत उत्तर की ओर बढ़ रहा है, वैसे ही 10 से 15 मिलियन वर्ष पहले जमा हुए निचले शिवालिक समूह के महीन दानेदार तलछट 4 किमी ऊपर की ओर उठ गया है और यह भी सम्भव है कि 10 किमी दक्षिण में ऊपरी शिवालिक समूह से भी मिल गए हो जो सिर्फ कुछ मिलियन वर्षो पहले ही जमा हुए हैं।

थे, परन्तु जो-जो चट्टाने उत्तर में मिलती हैं, वे करीब 100 मिलियन वर्ष या इससे भी ज्यादा समय से एशिया और इसके किनारों के हिस्से थे। इसका सिर्फ एक अपवाद हमें मेलांज के टुकड़ों के रूप में मिलता है जो कि इस समय मेसोजोइक तलछट चट्टानों के

ऊपर हैं, यह चट्टानें लद्दाख भारत और सुदूर दक्षिण तिब्बत और सिन्धु-त्सांगपो सीवन क्षेत्र के 50 किमी दक्षिण में भारत के पिछले उत्तरी छोर पर स्थित है (गनसेर 1964; फुच्स 1979; सिर्ले 1983)। इससे पहले कि अपरदन ज़्यादातर मिलांज को हटा

देता भारत की महाद्वीपीय शेल्फ दक्षिण तिब्बत में लगभग 50 किमी मेलांज और फोर आर्क घाटी के नीचे चली गई थी।

इस तर्क से हम यह भी सुनिश्चित कर सकते हैं कि भारत के पुराने महाद्वीपीय छोर का पूर्णभाग दक्षिणी भारत तिब्बत के छोर के नीचे 100 किमी से ज्यादा दूरी तक

एक सुरक्षित रूप से तो नहीं प्रवेश कर पाया होगा। भारत की प्राचीन शेल्फ पर टेथिस

महासागर में जमा चट्टानें अब उच्च हिमालय के उत्तर में और सिन्धु त्सांगपो सीवन क्षेत्र के दक्षिण में उस स्थान जिसे हम टेथिस हिमालय कहते हैं, उसके अन्दर संरक्षित है (चित्र.5)। अगर भारतीय छोर दक्षिणी तिब्बत के नीचे 100 कि.मी से ज्यादा अन्दर चला

चित्र 8:- निचले हिमालय की अपेक्षाकृत सौम्य स्थलाकृति ऊपरी हिमालय की तीखी चोटियों और खड़ी घाटियों से बहुत अलग है, जैसा की चित्र.1 में दर्शाया गया है, इसकी वजह से इसके नीचे की फाल्ट प्लेट अपेक्षाकृत एक सीधी ढाल बनाती है। यह तस्वीर अलकनन्दा नदी के समांनतर में उत्तर, उत्तर-पश्चिम दिशा को देखते हुए ली गई है, यह देवप्रयाग के उत्तर में है, जहाँ भागीरथी नदी और अलकनन्दा मिलकर गंगा का रूप लेती हैं।

जाता तो हम इन चट्टानों को कभी नहीं देख पाते क्योंकि फिर वह दक्षिण तिब्बत की ग्रेनाइट बेल्ट के नीचे गहराई में दब जाती।

जिस बात का अनुमान लगाना मुश्किल है वह यह है कि किस हद तक भारत के उत्तरी छोर की तलछटी चट्टानें भारत के बाकी हिस्से से अलग हुई और एक दूसरे के ऊपर जम गई। यह भी सम्भव है कि उत्तर भारत के भूपटल से तलछटी चट्टानों (चित्र 3) की एक चादर अलग हो गई हो और भूपटल के गहरे हिस्से दक्षिणी तिब्बत के 100 किमी नीचे दबे हो।

हिमालय का निर्माण

जब भारत का उत्तरी छोर तिब्बत के दक्षिण छोर के नीचे घुसा हुआ था, उसके कुछ समय बाद हिमालय के इतिहास में एक बहुत महत्त्वपूर्ण छोर जैसे कि महाद्वीपीय शेल्फ की विकृत मेसोजोइक तलछट चट्टानें उनके नीचे की पैलिओज़ोइक चट्टानों और मध्य व शायद निचले भूपटल के प्रीकम्बेरियन परिसर के कुछ रूपनान्तरित हिस्से और अग्रणी कोनों से उस समय उखड़ गए जब भारत इसके और तिब्बत के नीचे खिसक गया (चित्र:4c)।

इस टुकड़े और भारत को विभाजित करने वाले फाल्ट को मुख्य केन्द्रीय थ्रस्ट कहते हैं (गैनसर 1964; मैटुएयर 1975, वलदिया 1980)। इस समय भारत के बाकी के एशिया के साथ जुड़ने का कार्य पूर्ण हो चुका था, लेकिन फिर भी भारत एशिया को धकेलता गया। इण्डियन प्लेट का उत्तरी कोना सिन्धु-त्सांगपो सीवन क्षेत्र से दक्षिण की ओर मुख्य केन्द्रीय थ्रस्ट और भारतीय उपमहाद्वीप के ऊपर सरकता गया, वैसे ही यह भारत के पुराने उत्तरी छोर की एक परत के नीचे ढक गया और यह परत और ऊपर उठ गई।

भारत मुख्य केन्द्रीय थ्रस्ट से बराबर में उत्तरी छोर के लम्बे टुकड़े और दक्षिणी तिब्बत के नीचे कम से कम 100 किमी या इससे अधिक खिसक गया। यह फाल्ट भारत और नेपाल में ग्रेटर हिमालय के दक्षिण में कई जगहों पर देखें जा सकते हैं (चित्र.5), यहाँ अत्याधिक स्थान्तरित चट्टानें जिनमें भूपटल के गहरे हिस्सों की तरह उच्च दबाव और तापमान के लक्षण पाए जाते हैं, वे कम स्थानान्तरित हुई चट्टानों के ऊपर पड़ी हुई हैं (ले फोर्ट 1975; वलदिया 1980)। उच्च स्तर को रूपनान्तरित चट्टाने भी ग्रेटर हिमालय के दक्षिणी कोने के पास से उत्पन्न हुई हैं (गैन्सर 1964 वलदिया 1981), उदाहरण के तौर पर दक्षिण नेपाल में स्थित महाभारत (इस्टोक्लिन, 1980)।

यहाँ से या तो निम्न स्तरीय रूपनान्तरित चट्टानों या तब्दील/रूपनान्तरित नहीं हुई चट्टानों के ऊपर पड़ी हुई है। भारत के उत्तरी छोर से उच्च स्तर की रूपनान्तरित चट्टानों की पतली परत निकल गई थी जो स्पष्ट रूप से एक समय में आज के निचले हिमालय पर स्थित थी, इस परत का मध्य हिस्सा अपरदित हो गया जिसकी वजह से भारत के भू-पटल की सतह की चट्टानें उजागर हो गईं, और फिर परत उनको आगे धकेलते लगी।

कुछ जगहों जैसे की महाभारत में मिलने वाली इन चट्टानों के अवशेष हमें यह तर्क करने में मदद करते हैं कि यह चट्टाने मुख्य केन्द्रीय थ्रस्ट में कम से कम 100 किमी तक (घनसर 1964; स्टाकलिन 1980; वलदिया 1981), या सम्भवत: उससे ज्यादा दूरी तक फिसलकर पहुँच गई थी (पाबेल और कॉनघन)।

ग्रेटर हिमालय के नीचे जहाँ से मुख्य केन्द्रीय थ्रस्ट निकलकर बाहर आती है, वहाँ यह परिदृश्य को काफ़ी प्रभावित करती है। घर्षण की वजह से ज़्यादातर चट्टाने विकृत हो गईं, और इसलिए ग्रांड कैन्यान और पेंसिल्वेनिया की एलेघनी (Allegheny) चट्टानो की तरह हिमालय में समतल परतों वाली चट्टानें नहीं पाई जाती।

मुख्य केन्द्रीय थ्रस्ट एक जटिल और विस्तृत क्षेत्र है जहाँ कायान्तरण में तरह-तरह के बदलाव मिलते हैं, जिनका किसी अप्रशिक्षित व्यक्ति के लिए समझ पाना आसान नहीं है। यह कोई स्पष्ट रूप से परिभाषित दो भिन्न प्रकार की चट्टानों का क्षेत्र नहीं है बल्कि यह एक 10 किमी या ज्यादा का क्षेत्र हैं जिसमें सभी प्रकार की चट्टानें गंभीर रूप से विकृत कटी हुई है। जैसाकि चित्र 6 में दिखाया गया है, घाटियों और पहाड़ियों के किनारों में चट्टानी परती के ढेर लगे हुए है। मोटाई में ये मिलीलीटर से लेकर मीटर तक के हैं और उत्तर व पूर्व की ओर 150 डिग्री और 45 डिग्री के कोण में झुके है।

प्रत्येक परत साफ तौर पर एक-दूसरे के ऊपर खिसक कर आ गई है। कल्पना कीजिए कि एक 10 किमी मोटी ताश के पत्तों की गड्डी है, जिसे आप जमीन से 9 किमी ऊँचे दरवाजे के नीचे खिसकाने की कोशिश कर रहे हैं। छतों पर उपयोग की जाने वाली शानदार स्लेट जो ज़्यादातर एक वर्ग मीटर चौड़ी और कुछ सेंटीमीटर मोटी होती है, यह हिमालय के पर्वत क्षेत्र में रहने वाले लोगों द्वारा इस्तेमाल की जाती है, और यह मुख्य केन्द्रीय थ्रस्ट के उत्पादों का एक हिस्सा है। यह निचले हिमालय की उत्तरी छोर में बने घरों में बारिश का पानी को घरों में घुसने से रोकते है।

हालाँकि छत पर इस्तेमाल की जाने वाले इस शानदार सामग्री की कीमत यह है कि, यह परतें एक-दूसरे से अलग हो के भूस्खलन को अंजाम देती है।

एक सतर्क पर्यवेक्षक मुख्य केन्द्रीय थ्रस्ट के नीचे की कम ग्रेड वाली रूपनान्तरित चट्टानों और उच्च ग्रेड वाली चट्टानों के बीच हुए बदलाव का पता लगा लेता है। लाल पत्थरों की उपस्थिति जो कभी-कभी कई सेटीमीटर जो लम्बे और रेशेदार होते हैं और हल्के नीले क्यानाइट क्रिस्टल जो आकार में एक से दो सेटीमीटर के बीच होते हैं इन सब

खनिजों का आकलन कर पर्यवेक्षण यह बता सकता है कि वह कौन-कौन सी चट्टानें हैं जो एक समय भूपटल के बहुत नीचे थी, परन्तु अब मुख्य केन्द्रीय थ्रस्ट के ऊपर पड़ी हुई हैं। उच्च दबाव वाले क्षेत्र के कारण निर्मित हुए यह खनिज खिसकने की वजह से मुख्य केन्द्रीय थ्रस्ट के ऊपर आ गए और फिर ऊपर पड़े मेटेरियल के 10 कि.मी या उससे ज्यादा अपरदन होने की वजह से यह खुलकर दिखाई देने लगी।

मुख्य केन्द्रीय थ्रस्ट के समानान्तर भारत के उत्तरी छोर से एक टुकड़े के कट जाने के कुछ अज्ञात समय पश्चात, यह टुकड़ा और तिब्बत का दक्षिण किनारा, दोनों का बड़े पैमाने में मुड़ने और टूटने की प्रक्रिया हुई (चित्र. 4.c)। नतीजतन, तिब्बत का दक्षिण किनारा काफी संकुचित हो गया, जबकि मेलांज क्षेत्र और क्रियाशील व अच्छी तरह से संरक्षित आक्षेपण क्षेत्रों के बीच की दूरी करीब 100 से 200 किमी के बीच होती है (जैसे कि एडीज और कैलेफोर्निया के नज़दीक वाले क्षेत्र) लेकिन फोर आर्क घाटी और दक्षिण तिब्बती मेलांज के बीच की दूरी 20 किमी से भी कम है (वर्ग और चेन 1984), बस ओफियोलाइट के कुछ बाहरी दक्षिणी हिस्से ही 50 किमी की दूरी रखते है। इसलिए शायद एशिया तक क्रस्टल का कटाव हुआ।

करीब 10 से 20 मिलियन वर्ष पहले, मुख्य केन्द्रीय थ्रस्ट ने स्पष्ट रूप से एक सक्रीय फाल्ट के रूप में काम करना बन्द कर दिया और एक नई मुख्य सीमा फाल्ट का निर्माण तब हुआ, जब उत्तर की ओर बढ़ते हुए भारत से एक और टुकड़ा कट कर अलग हो गया (चित्र. 4.d)। मुख्य सीमा फाल्ट (main boundary fault) निचले हिमालय के दक्षिणी छोर पर स्थित है (चित्र.5)। यह हिमालय के अपरदन से तैयार हुए युवा तलछटी चट्टानों से टकराने से पहले भारत के ऊपर जमा हुई पेलियाजोइक और मेसोजोइक तलछटी चट्टानों को बॉटती थी, जो अब इंडो गंगा के मैदानी इलाकों को ढके हुए है (चित्र. 4c)।

मुख्य सीमा फाल्ट के खिसकने से बाकी का भारत चट्टानों के कुछ समूहों के नीचे चला गया जिसमें आज के समय में भारत के उत्तरी छोर के दो टुकड़े और

ओफियोलिटिक मेलांज के थ्रस्ट शामिल हैं। (विपरीत लेकिन सार्थक नज़रिया यह भी है कि, चट्टानों का यह समूह बाकी बचे भारत के ऊपर चढ़ गया है।)

भारत के अपने ही उत्तरी छोर के नीचे खिसक जाने से हिमालय का भूपटल और मोटा हो गया, और इसकी चट्टाने ऊपर उठने के साथ-साथ भारत के मैदानी भागों की ओर बढ़ गई। हिमालय के वजन से इण्डियन से इण्डियन प्लेट 4 से 5 किमी नीचे मुड़ गई, इसके कारण व्यापक और उथला गंगा का बेसिन तैयार हुआ (ल्यों-कान और मोलानार 1983, 1989)। गंगा के मैदानी इलाकों में जहाँ सिन्धु और गंगा नदियाँ हिमालय से दक्षिण की ओर प्रवाह करती हैं, और हिमालय भारत के ऊपर बढ़ता चला आता है। इन उत्तरी मैदानी भागों में इसके बढ़ने से तलछटी चट्टाने मुड़ व टूट जाती हैं (चित्र.7)।

शिवालिक पहाड़ियों के नाम पर इन चट्टानों को शिवालिक समूह की चट्टानें कहा जाता है। यहाँ चट्टानों के मुड़ने से चोटी का निर्माण हुआ और इसका फैलाव हिन्दुओं के पवित्र शहर हरिद्वार तक है, यहाँ गंगा हिमालय को छोड़ते हुए आगे निकलती है (चित्र.5)। हिन्दू धर्म में विनाश के देवता कहे जाने वाले भगवान शिव के नाम पर इस पहाड़ी का नाम शिवालिक पड़ा है और शिवालिक समूह की चट्टानें हिमालय में हो रहे विनाश के पर्याप्त प्रमाण देती हैं। तलछटो में सबसे नए समूह कंकड़ और पत्थर के हैं, यह नदियों के प्रवाह के साथ हिमालय की ऊँचाई से यहाँ पहुँचते हैं, चिकनी गोलाकृतियों के साथ इनका आयाम 1 सेंटीमीटर से लेकर कई सेंटीमीटर के बीच रहता है। नदियाँ जब यहाँ से दक्षिण की ओर आगे बढ़ती हैं, तो वह कंकड़ और पत्थर यहाँ छोड़ जाती हैं। हिमालय से कट-कर आने वाले खनिजों में से एक छोटा-सा हिस्सा यहाँ छूटता है, इसमें से ज़्यादातर ब्रहमपुत्र, गंगा और सिन्धु नदियों द्वारा बंगाल की खाड़ी और अरब सागर में पहुँचा दिया जाता है।

हालाँकि गंगा का बेसिन कोई अनोखा उदाहरण नहीं है, उत्तर-पश्चिम स्विट्जरलैंड के मोलासी (molasses) बेसिन और अल्पस पर्वत के बीच में ठीक वैसा ही सम्बन्ध है, जैसाकि हम गंगा और हिमालय के बीच में पाते हैं। लेकिन, गंगा का बेसिन असाधारण जरूर है। अगर इण्डियन प्लेट मजबूत न होती तो बेसिन संकरा और गहरा होता। हिमालय का वजन कमजोर प्लेट को नीचे की ओर धकेल देता और तब सामान्य ऊँचाई का पहाड़ ही निर्मित हो पाता। इसलिए, हिमालय को विशालकाय बनाने में, भारत के मजबूत स्थलमण्डल ने महत्वपूर्ण योगदान दिया है।

हिमालय के सक्रिय टेक्टोनिक

वर्तमान में हिमालय का विकास कैसे हो रहा है इस बारे में हमारा नज़रिया यह है - एक मजबूत इण्डियन प्लेट है जो हिमालय के वजन से नीचे धँस रही है और उन भूपटल के टुकड़ों के नीचे खिसक रही है जो कभी भारत के उत्तरी छोर का हिस्सा थे। फाल्ट सतह निचले हिमालय के नीचे कुछ अंश फिसल गई जो कभी भारत का ऊपरी हिस्सा था, और यहाँ कभी जीव जन्तु और पेड़ पौधे हुआ करते थे (सीबर व अन्य, 1981; ब्रानोव्स्की व अन्य 1984; नी और बरझंगी 1984) जैसे-जैसे इण्डियन प्लेट नीचे जाती गई, वैसे-वैसे गंगा का बेसिन और गहरा होता गया, लेकिन पर्वत श्रृंखला के दक्षिण में इसके सबसे गहरे हिस्से में प्लेट हिमालय के आगे बढ़ने के कारण लगातार ऊपर जोर लगा रही है। इसके अलावा, काफी रफ्तार से हिमालय से बह कर आ रहा मलबा इसे भरता जा रहा है। बेसिन के उत्तरी छोर में, शिवालिक के तलछट मुड़कर एक दूसरे मे मिल गया और एक दूसरे के ऊपर चढ़ गए और यह निचले हिमालय की पुरानी चट्टानों द्वारा ऊपर धकेले जाने लगी और इस वजह से हिमालय का दक्षिणी मुहाना इण्डो - गंगा मैदान के ऊपर एकदम से उठ गया। यह भी सम्भव है कि जिस हल्के कोण से भारत निचले हिमालय के नीचे धँसा था, शायद इसी कारण से निचले हिमालय के ऊपर उठने की गति धीमी है, और शायद हिमालय की अप्रत्यशित और सौम्य

स्थलाकृतियों की वजह भी यही है (चित्र.8) और इस बात के उदाहरण हमें काठमाण्डू के चौड़े बेसिन में मिलते हैं।

ग्रेटर हिमालय के नीचे मुख्य सीमा फाल्ट और ज्यादा बढ़ गई थी, और इस कारण से हिमालय का यह हिस्सा तेजी से ऊपर उठा क्योंकि यह भारत द्वारा खींचा या धकेला जा रहा था। शायद चट्टानों का तेजी से उठना ही ग्रेटर हिमालय की असाधारण दीवार का कारण है, जो केवल दुर्लभ खड़ी घाटियों से कटकर बना है और इसके निर्मित होने की रफतार 1 सेमी/वर्ष है जो अपरदन की रफ्तार से काफी तेज़ है।

सबसे आश्चर्यजनक बात यह है कि जिस प्रक्रिया ने हिमालय का निर्माण किया है बिना रुके अभी भी जारी है। अब तक हम ने यह मापा है कि, एशिया के भीतर भारत के घुसने की रफ्तार है करीब 5 सेमी/वर्ष और जो पिछले 40 मिलियन वर्ष से कायम है। यह जान पाना सम्भव नहीं है कि कितनी मात्रा में यह रफ्तार हिमालय में अवशोषित हुई थी। किसी भी हाल में वार्षिक मध्यम भूकम्पों और कम होने वाले बड़े भूकम्पों की वजह से प्रासंगिक रूप से फिसलन बनी रहती है। इसलिए हम यह बात पूरे आत्मविश्वास से यह कह सकते है कि हिमालय बना रहेगा, लेकिन हमें इसके फैलाव को लेकर भी अवगत रहना पड़ेगा। हो सकता है भारत का एक और टुकड़ा अलग हो के हिमालय के सामने जुड़ जाए। फिलहाल सिर्फ तीन बड़े टुकड़े ही हिमालय में इस वक्त मौजूद हैं, परन्तु शुरूआती पेलेओजोइक काल में बनी नॉर्वे और स्वीडन की केलेडोनियन पर्वत श्रृंखला में ऐसे पाँच टुकड़े पाए गए हैं। वास्तव में, अगर भारत का सिलसिला कुछ 10 मिलियन वर्षो तक चलता रहता तो पूरा उपमहाद्वीप क्रस्टल के टुकड़ों का एक ढेर बनकर रह जाता, और यह भी पुरानी पर्वत श्रृंखलाओं की तरह धीरे-धीरे अपरदित हो जाता। ब्रहमपुत्र, गंगा और सिन्धु नदियों द्वारा हिमालय की आकृतियों को बनाए रखने वाले तंत्र ठीक रूप से काम कर रहे है।

❖

<u>सन्दर्भ सूची</u>

1. अचाचे, जे.वी. कोरटिलोट, और जेड.वाई. लियू. 1984। पेलियोग्रफिक एण्ड टेक्टानिक एवल्यूशन ऑफ सदर्न तिब्बत सिन्स मिडल क्रेटेशियस टाइम: न्यू पेलियोमैगनेटिक डेटा एण्ड सिनथेसिस। जे. जिओफिस-रेस 89:10311-41.
2. बेली, ए. डब्लू, व अन्य 1980। नोट्स आन दी जियोलाजी ऑफ तिब्बत एण्ड एडजसेंट एशिया-रिपोर्ट ऑफ दी अमेरिकन प्लेट टेकटानिक डेलीगेसन टू दी पीपुल्स रिपब्लिक ऑफ चाइना। USGS Open file Rep. 80-501.
3. ब्रानाउसकी, जे.जे. आर्मब्रूसटर, एल. शीबर, और पी.मोलनार 1984। फोकल देप्थ, एण्ड फ़ाल्ट प्लेन सोल्यूशंस ऑफ अर्थक्वेक एण्ड एक्टिव टेक्टोनिक्स ऑफ द हिमालय। जे. जिओफिस रेस. 89: 6918-28.
4. बुर्ज, जे. पी., और जी. एम. चेन 1984। टेक्टोनिक्स एण्ड स्ट्रक्चरल जोन्स आफ सदर्न तिब्बत, चाइना, नेचर 311: 219-23.
5. फुच्स, जी. 1979 आन दी जियोलाजी आफ वेस्टर्न लद्दाख। yearbook of the geological federal institute 122 (2): 513-40।
6. गंस्सर, ए. 1964. जियोलॉजी ऑफ दि हिमालया Wiley-Inter science.
7. ली फोर्ट, पी. 1975 हिमालया : दि कोलाइडेड रेंज प्रजेण्ट नालेज आफ द कांटीनेंटल आर्क. Am. J.sci.275 A: 1-44.

8. लिआन-केन, एच., और पी.मोलनार.1983. कोन्सट्रेंट्स आन द स्ट्रक्चर आफ दि हिमालया फ्राम एंव एनालिसिस आफ ग्रेविटी एनोमलीज़ एण्ड ए फ्लेकसुरल मॉडल आफ का लिथोस्फियर. जे. जियोफिस. रेस 88: 8171.91.
9. लिआन-केन, 1985. ग्रेविटी एनोमलीज, फ्लेकसर आफ दि इण्डियन प्ले, एण्ड द स्ट्चर, सपोर्ट एण्ड एवोल्यूसन ऑफ दी हिमालय एण्ड गंगा बेसिन। टेक्टोनिक्स 4:513-38.
10. मैटअर, एम. 1975, on the mechanism deformation of the scistocytes in dens Himalaya, Earth planet. Sci. Lett. 28: 144-54.
11. मोलनार, पी., पी. टप्पोनियर .1975. सेनोजोइक टेक्टॉनिक्स आफ एशिया: एफ़ेक्ट्स आफ ए कॉन्टीनेंटल कोलीसन। science 189:419-26.
12. नी, जे. और एम. बाराजंगी. 1984। सिसमोटेक्टोनिक्स आफ दि हिमालय कोलीसन जोन: जियोमेट्री आफ दि अंडरथ्रस्टिंग इण्डियन प्लेट बिनीथ दि हिमालय। J. Geophys Res. 89; 1132-46.
13. निकोलस, ए. व अन्य 1981; दि जिगाजे (xigaze) ओफियोलाइट (तिब्बत): ए पिक्यूलियर ओशियनिक लिथोस्फियर। नेचर 294:414-17.
14. पॉवेल, सी. एम. एण्ड पी. जे कॉनाधन, 1973. प्लेट टेक्टानिक एण्ड दी हिमालयाज। Earth planet sci.Lett. 20:1-12.
15. साहनी, ए और वी. कुमार 1974. पेलेलियोजीन पेलेलियोबायोग्राफी आफ दि इण्डियन सबकॉण्टीनेंट। Pabeogregr, Palaleoclimatol, Palaeoeco। 15:209- 26.
16. स्करर (scharer), यू., R-H. x_4 और सी. जे.एलीग्रे, 1984. U-Pb geochronology of Ganngdese (Trane Himalayan) Plutonism with Lhasa- xigasi region, Tibet. Earth science, sci. Lett. 69: 311-20.
17. सियर्ले, एम.पी, 1983. स्ट्राटीग्राफी, स्ट्रक्चर एण्ड एवोल्यूसन आफ द तिब्बतन - टेथिस जोन इन जनस्कर एण्ड दि इण्डस जोन इन दि लद्दाख हिमालया। Trans Royal soc. Edinburgh: Earth science. 73: 305-19.

18. सीबर, एल., जे. जी. आर्मब्रूस्टर और आर. सी. कुइट्टमेयर, 1981. सिसमीसिटी एण्ड कॉन्टीनेंटल सबडक्सन इन दि हिमालयन आर्क। In. zogros, hindu-kush, Himalayan, geodynamic evolution, geodyn. Ser. 3: 215-42 Am. Geophys. Union.
19. शीली, डी. आर., पी. आर. वेल एण्ड जी.जी. वाल्टन 1974 ट्रेंच स्लोप मॉडल इन द जियोलॉजी आफ कॉन्टीनेंटल मार्जिन संपा., सी. ए. बुर्क एण्ड सी. एल. डेक्र. पृ. 249-60 springer-verlag.
20. सेकोल्टन (shackleton), आर. एम, 1981; स्ट्रक्चर्स आफ सदर्न तिब्बत: रिपोर्ट आन ए ट्रावर्स फ्राम ल्हासा टू काठमाण्डू आर्गनाइसड बाई अकेडमिया सिनिका। J. struct. Geo. 3: 97-105.
21. स्मिथ, ए. जी., ए. एम. हर्ले और जे. सी. ब्रीडेन 1981. Phanerozoic paleo continental world maps. Cambridge univ. press.
22. स्टाकलिन, जे. 1980. जियोलॉजी आफ नेपाल एण्ड इट्स रीजनल फ्रेम.J. geol. Soc. London 137: 1-34.
23. ठाकुर, वी.सी, 1981. रीजनल फ्रेम वर्क एंड जियोडाइनेमिक एवोल्यूसन आफ दि इंडस-संगपो सुटुर जोन इन दि लद्दाख हिमालयास। Trans royal soc. Edinburgh. Earth scie 72: 89-97.
24. वलदिया, के. एस. 1980. दि टू इंट्राक्रस्टल बाउंडरी थ्रस्टस आफ दि हिमालया, technophysics 66: 323-48.
25. वलदिया 1981; टेक्टानिक्स आफ दि सेंट्रल सेक्टर आफ दि हिमालया, इन जारगोस हिन्दू-कुश, हिमालय, जियोडाइनेमिक एवोल्यूशन Geodyn. Ser. 3: 87-110. Geophys. Onion.

पीटर मोलनार ने 1965 में ओबरलिन कॉलेज से ए. बी की उपाधि व 1970 में कोलम्बिया विश्व विद्यालय के भू-गर्भ शास्त्र विभाग से प्लेट टेक्टोनिक और भूकम्प के अध्ययन के ऊपर पी. एच. डी. की उपाधि प्राप्त की। सन् 1974 से वे MIT में पृथ्वी, वायुमण्ड्लीय व सौरमण्डल

विभाग में सदस्य रहे हैं। उनके शोध को नेशनल ऐरोनॉटिकस एण्ड स्पेस एडमिनिस्ट्रेशन द्वारा अनुदान मिला है। पता: कमरा संख्या -34-726, MIT, Cambridge MA 02139.