का प्रतिफल न होकर उत्थान एवं अपरदन की दरों के सम्बन्धों पर आधारित होता है।

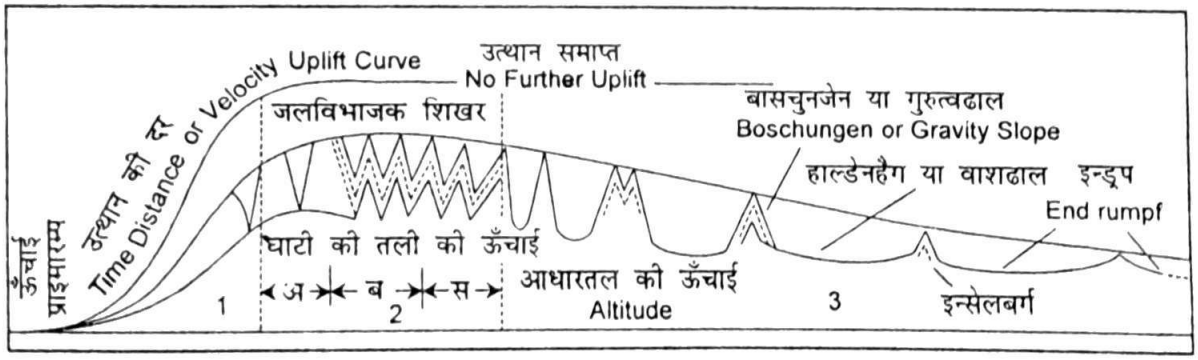
(v) ए० यन० स्ट्रालर, जे० टी० हैक, आर० जे० चोर्ले आदि ने डेविस द्वारा प्रस्तुत स्थलरूपों के ऐतिहासिक विकास की संकल्पना को अस्वीकृत करके 'गतिक सन्तुलन सिद्धान्त' का प्रतिपादन किया है।

ज्ञातव्य है कि स्थलरूपों के विकास से सम्बन्धित गतिक संतुलन सिद्धान्त या अचक्रीय संकल्पना को डेविस के भौगोलिक चक्र के विकल्प के रूप में विद्वानों ने अधिक समर्थन नहीं दिया है।

16.3 पेंक की संकल्पना

जर्मन विद्वान **वाल्टर पेंक** ने डेविस के **समय-आधारित भौगोलिक चक्र** की संकल्पना को अस्वीकार करने की दलील पेश करते हुए स्थलरूपों के विकास के नये मॉडल का प्रतिपादन किया जिसे **'मार्फोलाजिकल सिस्टम'** या **'मार्फोलाजिकल एनालिसिस'** के नाम से जाना जाता है। पेंक के मॉडल का मुख्य उद्देश्य बहिर्जात प्रक्रमों तथा आकृतिक विशेषताओं के आधार पर धरातलीय संचलन (crustal movement) के विकास एवं उसके कारणों की कल्पना करना था। दूसरे शब्दों में पेंक स्थलरूपों की विशेषताओं की व्याख्या के आधार पर किसी भी प्रदेश के विवर्तनिक इतिहास की व्याख्या करना चाहते थे। पेंक के मॉडल का प्रमुख सन्दर्भ तंत्र यह है कि किसी भी क्षेत्र में स्थलरूपों की विशेषतायें वहाँ की विवर्तनिक घटनाओं से सम्बन्धित होती हैं, अत: क्षेत्र विशेष की स्थलाकृतिक विशेषताओं के आधार पर उस क्षेत्र में विवर्तनिक संचलन के विकास एवं उसके कारणों की व्याख्या की जा सकती है। स्थलरूपों का विकास समय-आधारित न होकर समय-स्वतंत्र होता है। किसी क्षेत्र विशेष में स्थलरूपों की विशेषताएँ, इस प्रकार, अन्तर्जात बलों की तीव्रता एवं पदार्थों के बहिर्जात प्रक्रमों द्वारा विस्थापन (अपरदन तथा परिवहन) के अनुपात की परिचायक होती हैं।

ज्ञातव्य है कि पेंक विश्व के सबसे अधिक गलत समझे गये (misunderstood) भूआकृतिक विज्ञानवेत्ता हैं क्योंकि दुरूह जर्मन भाषा में इनके विचारों के प्रकाशन के कारण पेंक के भ्वाकृतिक विचारों को सही ढंग से नहीं समझा जा सका है, परिणामस्वरूप कई भ्रान्तियाँ उत्पन्न हो गयी हैं। अभी तक यह भी निश्चय नहीं हो सका है कि पेंक ने अपने भवाकृतिक सिद्धान्त में 'चक्र' शब्द का प्रयोग किया है या नहीं। पेंक ने अपने सिद्धान्त में सम्भवत: डेविस की चक्रीय संकल्पना को नजरअन्दाज करने के लिए जानबूझकर **'अवस्था संकल्पना'** का प्रयोग नहीं किया है। **'अवस्था'** के स्थान पर पेंक ने **'इंट्विकलुंग'** (entwickelung) नामावली का प्रयोग किया है जिसका तात्पर्य होता है विकास (development)। इस तरह पेंक ने तरुण, प्रौढ़ तथा जीर्ण अवस्थाओं के स्थान पर क्रमश: आफस्तीजिडे इंट्विकलुंग (aufsteigende entwickelung—बढ़ती दर से विकास), ग्लीखफर्मिग इंट्विकलुंग (gleichformige entwickelung—समान दर से विकास) एवं अब्स्तीजिंडे इंट्विकलुंग (absteigende entwickeclung—घटती दर से विकास) नामावलियों का प्रयोग किया है।



चित्र 16.2 : पेंक के स्थलरूप विकास मॉडल का आरेखीय प्रदर्शन।

उत्थान से पूर्व स्थलखण्ड के लिए पेंक ने **प्राइमारम्प** (primarumpf) नामावली का प्रयोग किया है। यह स्थलखण्ड आकृतिविहीन समतलप्राय धरातलीय भाग को प्रदर्शित करता है। पेंक के अनुसार **'स्थलरूप संरचना, प्रक्रम तथा अवस्था का प्रतिफल न होकर उत्थान की दर तथा अपरदन एवं पदार्थों के विस्थापन की दर के बीच अनुपात का प्रतिफल होता है'**। स्थलरूपों के विकास में समय की कोई भूमिका नहीं होती है।

स्थलरूपों का विकास (अपरदन चक्र, यद्यपि पेंक ने चक्र शब्द का कहीं प्रयोग नहीं किया है) प्राइमसम्प में उत्थान के साथ प्रारम्भ होता है। प्राइमारम्प का उत्थान विभिन्न दरों में सम्पादित होता है।

प्रारम्भ में उत्थान मन्द गति से होता है तथा इस उत्थान की अवधि लम्बी होती है। इसके बाद त्वरित गति से तथा बाद में समान दर से उत्थान होता है। अन्त में घटती दर से उत्थान होता

है, और अन्ततः उत्थान समाप्त हो जाता है। इस दौरान स्थलरूपों का विकास निम्न प्रावस्थाओं (phases) से होकर गुजरता है—

1. **आफ्स्तीजिण्डे इण्टिव्वकलुंग**—इसका तात्पर्य होता है स्थलरूपों की तीव्रगति से विकास की प्रावस्था। प्रारम्भ में स्थलखण्ड में मन्दगति से उत्थान होता है परनतु कुछ समय बाद उत्थान की दर अधिक हो जाती है। उत्थान के फलस्वरूप जलमार्ग ढाल, प्रवाह वेग एवं गतिज ऊर्जा (kinetic energy) में वृद्धि के कारण नदियाँ तीव्र गति से घाटी गर्तन (valley deepening) द्वारा अपनी घाटियों को गहरा करती हैं परन्तु घाटी की गहराई में वृद्धि की तुलना में उत्थान अधिक होता है। अर्थात् निम्नवर्ती अपरदन (vertical erosion) की तुलना में उत्थान अधिक होता है। इस तरह लगातार निम्नवर्ती अपरदन तथा घाटी गर्तन के कारण संकरी तथा गहरी 'V' आकार की घाटी का निर्माण होता है। चूँकि घाटी गर्तन की दर उत्थान की दर से कम होती है अतः निरपेक्ष उच्चावच (absolute height) में निरन्तर वृद्धि होती जाती है। इस तरह स्पष्ट है कि जल विभाजकों के शिखर तथा नदियों की घाटियों के तलों में निरन्तर वृद्धि होती जाती है (चित्र 16.2 में प्रावस्था 1)। निम्नवर्ती अपरदन या घाटी गर्तन में सतत वृद्धि के कारण सापेक्षिक उच्चावच (जलविभाजक शिखर एवं घाटी तल की ऊंचाई में अन्तर) में भी लगातार वृद्धि होती है। नदियों की घाटियों के पार्श्व ढाल उत्तल (convex) ढाल वाले होते हैं। लगातार घाटी गर्तन के कारण घाटी पार्श्व ढाल में भी सतत वृद्धि हो जाती है। घाटी पार्श्व ढाल के खड़े ढाल वाले भागों में समय के साथ समानान्तर निवर्तन (parrallel retreat) के कारण घाटी पार्श्व ढाल की उत्तलता की अर्द्धव्यास में ह्रास होता जाता है। समय के साथ अधिक उत्थान तथा अपरदन के कारण प्राथमिक प्राइमारम्प पर अनेक सोपानों (benches) का निर्माण हो जाता है। विभिन्न तलों पर विकसित इन सोपानों को **पीडमाण्ट ट्रेपेन** (piedmont treppen) कहा जाता है। इनमें से प्रत्येक सोपान का पीडमाण्ट चबूतरे (piedmont flat) के रूप में विकास हो जाता है। इन्हें पेंक ने **पीडमाण्टफ्लैश** (piedmont flasche) का नाम दिया है।

2. **ग्लीखफार्मिंग इण्टिव्वकलुंग**—का अर्थ है स्थलरूपों के समान विकास की प्रावस्था। उत्थान की दर एवं निम्नीकरण (निम्नवर्ती अपरदन-घाटी गर्तन) की दर के आधार पर इस प्रावस्था को तीन उप प्रावस्थाओं में विभाजित किया गया है (चित्र 16.2 में प्रावस्था 2)।

प्रावस्था अ—इस प्रावस्था में भी बढ़ती दर से उत्थान होता है। अब भी निरपेक्ष उच्चावच (सागर तल से ऊँचाई) में वृद्धि होती है क्योंकि उत्थान की दर निम्नवर्ती अपरदन की दर से अधिक होती है। जलविभाजकों के शिखर तल तथा घाटियों के तल की ऊँचाई में वृद्धि होती है परन्तु इस वृद्धि की दर आफ्स्तीजिण्डे इण्टिव्कलुंग की प्रावस्था के दौरान वृद्धि दर से कम होती है। यद्यपि निरपेक्ष उच्चावच अधिकतम होता है परन्तु सापेक्षिक उच्चावच स्थिर रहता है क्योंकि जलविभाजकों के शिखरतल की ऊँचाई में अवनयन (कमी) की दर घाटी के गहरा होने की दर के बराबर होती है। इसी कारण से इस प्रावस्था को समान विकास की प्रावस्था कहते हैं। घाटी पार्श्व ढाल सीधा होता है (चित्र 16.2 में 2-अ)।

प्रावस्था ब—इस प्रावस्था में निरपेक्ष उच्चावच में न तो वृद्धि होती है और न ही ह्रास अर्थात् वह स्थिर रहता है क्योंकि शिखरतल के निम्नीकरण एवं उत्थान की दरें बराबर होती हैं। स्पष्ट है कि उत्थान अब भी हो रहा है परन्तु जितना उत्थान होता है उतने का अपरदन हो जाता है। सापेक्षिक उच्चावच भी स्थिर रहता है क्योंकि शिखरतल के निम्नीकरण द्वारा अवनयन की दर घाटी के गहरा होने की दर के बराबर होती है। समानान्तर निवर्तन के कारण घाटी पार्श्व ढाल अब भी सीधा होता है (चित्र 16.2 में 2 ब)। इस तरह यह प्रावस्था भी समान विकास वाली होती है क्योंकि निरपेक्ष एवं सापेक्ष उच्चावच दोनों स्थिर होते हैं।

प्रावस्था स—स्थलखण्ड का उत्थान समाप्त हो जाता है। शिखरतल की ऊँचाई या निरपेक्ष उच्चावच कम होने लगता है क्योंकि उत्थान का अभाव है परन्तु शिखर तल का निम्नीकरण जारी रहता है परन्तु सापेक्ष उच्चावच स्थिर रहता है क्योंकि शिखर तल की ऊँचाई में अपरदन द्वारा अवनयन की दर निम्नवर्ती अपरदन द्वारा घाटियों के गहरा होने की दर के बराबर होती है। इसी कारण से यह प्रावस्था भी समान विकास की प्रावस्था होती है (चित्र 16.2 में 2-स)।

3. **आब्स्तीजिण्डे इण्टिव्कलुंग**—का अर्थ है स्थलरूपों का घटती दर से विकास की प्रावस्था। इस प्रावस्था में पार्श्विक अपरदन (lateral erosion) लम्बवत् या निम्नवर्ती अपरदन की तुलना में बहुत अधिक होता है, अतः घाटी के गहरा होने की तुलना में घाटी के चौड़ा होने की प्रक्रिया अधिक सक्रिय होती है। स्थरूपों में प्रगामी ह्रास होता जाता है। निरपेक्ष उच्चावच में तेजी से गिरावट होने लगती है क्योंकि उत्थान तो समाप्त हो गया है परन्तु जलविभाजकों के शिखरों की ऊँचाई में अधःक्षय (downwasting) द्वारा तेजी से कमी होती है। सापेक्ष उच्चावच में भी गिरावट होती है क्योंकि जलविभाजक के शिखर तल की ऊँचाई में अपरदन के कारण तेजी से कमी आती है जबकि जलमार्ग ढाल तथा गतिज ऊर्जा में निहायत कमी के कारण घाटियों की तलियों का अपरदन अत्यधिक कम हो जाता है। घाटियों के पार्श्व ढाल में अब भी समानान्तर निवर्तन चलता रहता है। अब घाटी के पार्श्व ढाल में दो भाग होते हैं। ऊपरी भाग का ढाल खड़ा होता है। इसे गुरुत्व ढाल या **बासचुंजेन** (boschungen) कहते हैं। घाटी पार्श्व के निचले भाग को वाशढाल या हाल्डेनहैंग कहते हैं। समीपी घाटियों के गुरुत्व ढाल या बासचुंजेन में समानान्तर निवर्तन के कारण प्रतिच्छेदन के फलस्वरूप जलविभाजकों के शिखर की ऊँचाई में तेजी से ह्रास होता है। ऊपरी गुरुत्व ढाल में कमी के कारण हाल्डेनहैंग में लगातार वृद्धि होती जाती है। इस प्रावस्था के अन्तिम चरण

में बासचुन्जेन में इतना ह्रास हो जाता है कि वे तीव्र ढाल वाली नुकीली शंक्वाकार पहाड़ियों में बदल जाते हैं। इन्हें **इन्सेलबर्ग** (चित्र 16.2 की प्रावस्था 3 में) कहते हैं।

अन्ततः इन्सेलबर्ग भी समाप्तप्राय हो जाते हैं तथा समस्त स्थलखण्ड पर अवतल ढाल वाले हाल्डेनहैंग (वाशढाल) का विस्तार हो जाता है। आब्स्तीजिण्डे इण्टिव्कलुंग के अन्त में उत्पन्न इस तरह की विस्तृत सतह को **इन्ड्रम्प** (endrumpf) कहते हैं जिसे डेविस के पेनीप्लेन के समकक्ष समझा जा सकता है।

पेंक के मॉडल का मूल्यांकन

दुरूह जर्मन भाषा में प्रकाशन तथा अंग्रेजी अनुवादकों द्वारा गलत अनुवाद एवं व्याख्या के कारण पेंक के स्थलाकृतियों के विकास के मॉडल की प्रारम्भ में सही व्याख्या नहीं हो पायी। पेंक से सम्बन्धित मॉडल की अमेरिका में उसी तरह निर्ममता के साथ आलोचना की गयी जिस तरह डेविस के मॉडल की जर्मनी में दुर्गति की गयी थी। अमेरिकी भूविज्ञानियों ने पेंक द्वारा प्रस्तुत ढालों के समानान्तर निवर्तन एवं भूपटल में सतत संचलन की संकल्पना पर विरोध प्रकट किया। ज्ञातव्य है कि प्रारम्भिक अंग्रेजी अनुवादों में व्यक्त किया गया कि पेंक का ढालों के समानान्तर निवर्तन में विश्वास था परन्तु बाद के अनुवादों में बताया गया कि पेंक ढाल प्रतिस्थापन में विश्वास करते थे। इस तरह स्पष्ट है कि पेंक के सिद्धान्त की अधिकांश आलोचनायें उनके विचारों की अंग्रेजी में गलत व्याख्या की उपज है। सारांश में पेंक के सिद्धान्त को उतनी मान्यता नहीं मिली जितनी की डेविस को मिली।

16.4 अपरदन का सामान्य चक्र
(Normal Cycle of Erosion)

सामान्य परिचय

नदी द्वारा अपरदन चक्र को '**अपरदन का सामान्य चक्र**' कहा जाता है। इसे सामान्य चक्र इसलिए कहा जाता है कि बहते हुए जल का कार्य अन्य अपरदन के कारकों से अधिक व्यापक तथा महत्वपूर्ण होता है। इसकी व्यापकता का पता इस बात से चल जाता है कि पवन तथा हिमानी के कार्यों में भी जल का आंशिक हाथ रहता है। अपरदन के सामान्य चक्र का प्रारम्भ सागरतल से किसी भी स्थलखण्ड के उत्थान के साथ हो जाता है। जैसे ही स्थलखण्ड धरातल के ऊपर उठता है, उस पर नदी द्वारा अपरदन का कार्य प्रारम्भ हो जाता है। परन्तु प्रारम्भ में उत्थान की दर, अपरदन की दर से अधिक होती है, फलतः स्थलखण्ड की ऊँचाई तथा उच्चावच बढ़ते जाते हैं। कुछ समय बाद स्थल का उत्थान रुक जाता है तथा अपरदन अधिक सक्रिय हो जाता है। यहाँ पर यह अनुमान करना होगा कि स्थलखण्ड एक लम्बे समय तक स्थिर है। एक निश्चित अवधि के बाद अपरदन द्वारा उत्थित भाग कटकर अपने आधार तल को प्राप्त हो जाता है तथा अपरदन का एक सामान्य चक्र पूर्ण हो जाता है।

अब हम अपरदन के सामान्य चक्र की विभिन्न अवस्थाओं की विशेषताओं का उल्लेख एक आदर्श चक्र का उदाहरण लेकर करेंगे।

चक्र का प्रारम्भिक रूप (चित्र 16.3)

सामान्य अपरदन का चक्र किसी भी उत्थित स्थलखण्ड पर प्रारम्भ हो सकता है, परन्तु यहाँ पर सरलीकरण के लिए हम मान लेते हैं कि स्थलखण्ड का सागर से उत्थान होता है। स्थलखण्ड का उत्थान अपरदन के साथ-साथ कुछ समय तक चलता है, परन्तु एक निश्चित अवधि के बाद उत्थान समाप्त हो जाता है। स्थलखण्ड की भूगर्भिक संरचना सामान्य तथा सरल है। इसका निर्माण विभिन्न कठोरतावली परतदार चट्टानों से हुआ है। उत्थित स्थलखण्ड आर्द्र प्रदेश में है, जहाँ पर पर्याप्त वर्षा के कारण वाही जल (runoff) नदियों को साल भर मिलता रहता है। स्थलखण्ड सागर तल के सम्बन्ध में दीर्घकाल तक स्थिर रहता है, ताकि अपरदन का चक्र अबाध गति से पूर्ण हो सके। उपर्युक्त परिस्थिति में उत्थित स्थलखण्ड पर नदी द्वारा अपरदन प्रारम्भ हो जाता है तथा स्थलखण्ड तीन अवस्थाओं से होकर गुजरता है। नीचे तीनों की विशेषताओं का उल्लेख किया जा रहा है।

1. तरुणावस्था (youthful stage)

सर्वप्रथम ढाल के अनुसार अनुवर्ती नदियों का आविर्भाव होता है। प्रारम्भ में ये नदियाँ संख्या में अत्यन्त अल्प तथा लम्बाई में छोटी होती हैं। इनकी सहायक नदियाँ भी संख्या में कम होती हैं। नदियों की अपेक्षा ढालों पर असंख्य अवनलिकायें (gullies) तथा छोटी-छोटी सरिताएँ होती हैं। ये जलधाराएँ शीर्ष अपरदन द्वारा (by headward erosion) अपना विस्तार करती हैं। धीरे-धीरे मुख्य नदियाँ अपनी घाटी को गहरा करना प्रारम्भ कर देती हैं तथा उनकी सहायक नदियों का भी विकास हो जाने पर पादपाकार अपवाह प्रतिरूप (dendritric drainage pattern) का विकास होता है। इस अवस्था में निम्न कटाव द्वारा (by downward cutting) नदियों की घाटी अत्यन्त गहरी होती जाती है, जिससे नदियाँ संकरी तथा गहरी कन्दराओं से होकर बहती हैं। इन कन्दराओं को गार्ज तथा कैनियन कहते हैं। इनकी गहराई चौड़ाई की अपेक्षा बहुत अधिक होती है। किनारे की दीवालें खड़ी होती हैं। इन घाटियों का आकार अंग्रेजी के V अक्षर के समान होता है। घाटियों की गहराई स्थलखण्ड के सागर तल से ऊँचाई पर आधारित होती है। नदियों के बीच के दोआब (interstream areas) या अन्तरसरिता क्षेत्र तथा जलविभाजक अत्यधिक विस्तृत तथा चौड़े होते हैं, क्योंकि इस अवस्था में केवल निम्न कटाव ही अधिक होता है, क्षैतिज अपरदन (lateral erosion) नगण्य होता है। जहाँ पर नदियाँ पर्वत एवं प्रतिरोधी शैल से होकर कमजोर चट्टान वाले भाग में गिरती हैं, वहाँ पर प्रपात तथा क्षिप्रिकाओं (falls and rapids) का निर्माण हो जाता है। प्रपात