16.1 अपरदन चक्र : सामान्य परिचय

सर्वप्रथम स्काटिश भूविज्ञानवेत्ता **जेम्स हेटन** ने 1785 में भूविज्ञान क्षेत्र में चक्रीय पद्धति का अवलोकन किया। उनका 'न तो आदि का कोई लक्षण है और न अन्त का कोई भविष्य'[1] अन्ततः पृथ्वी के इतिहास की '**चक्रीय प्रकृति**' की संकल्पना में परिणत हो गया और इसी आधार पर उन्होंने '**एकरूपतावाद के सिद्धान्त**' का प्रतिपादन किया। आगे चलकर अमेरिकी विद्वान **विलियम मोरिस डेविस** ने अपरदन चक्र की संकल्पना का प्रतिपादन उन्नीसवीं शताब्दी के अन्तिम दशक में किया। डेविस के अनुसार किसी भी स्थलाकृति का निर्माण तथा विकास ऐतिहासिक क्रम में होता है, जिसके अन्तर्गत उसे कई अवस्थाओं से होकर गुजरना पड़ता है। पृथ्वी की सतह पर दो तरह के बल, अन्तर्जात और बहिर्जात, कार्य करते हैं। **अन्तर्जात बलों** द्वारा धरातल पर विषमताओं का निर्माण होता है, **बहिर्जात बल** इन विषमताओं को दूर करने में प्रयत्नशील हो जाते हैं तथा अन्ततः उस भाग को समतल मैदान में परिवर्तित कर देते हैं। *इस प्रकार उस समय के तथा विभिन्न अवस्थाओं (तरुण, प्रौढ़ तथा जीर्ण) के सम्मिलित रूप को, जिससे होकर ऊंचा उठा भाग अपक्षय तथा अपरदन द्वारा समतल प्राय मैदान में बदल गया है,* अपरदन चक्र कहते हैं। इस अपरदन चक्र को डेविस महोदय ने **भौगोलिक चक्र** (geographical cycle) नाम दिया है।

डेविस ने अपने भौगोलिक चक्र की संकल्पना का प्रतिपादन 1899 में किया, परन्तु जर्मन विद्वानों ने इस संकल्पना की कटु आलोचना की तथा 'चक्र' शब्द को भ्रामक बताया। इन आलोचकों में वाल्टर पेंक प्रमुख हैं। इन्होंने 'अपरदन चक्र' की मूल बात को स्वीकार किया, परन्तु डेविस द्वारा प्रतिपादित 'भौगोलिक चक्र' को अस्वीकार किया तथा नये अपरदन चक्र का प्रतिपादन किया। डेविस के भौगोलिक चक्र के बाद प्रत्येक प्रक्रम (अपरदन के कारक, जैसे नदी, भूमिगत जल, सागरीय जल, हिमानी, परिहिमानी, पवन आदि) के साथ चक्रीय व्यवस्था के अवलोकन का फैशन प्रारम्भ हो गया। डेविस ने 1905 में शुष्क प्रदेशों में 'शुष्क अपरदन चक्र' (arid cycle of erosion) की संकल्पना का प्रतिपादन किया। बीदी ने 1911 में, स्वीजिक ने 1918 में तथा सैण्डर्स ने 1921 में चूने के पत्थरवाले क्षेत्रों में भूमिगत जल द्वारा कार्स्ट अपरदन चक्र की संकल्पना का प्रतिपादन किया। आगे चलकर सागरीय अपरदन चक्र, हिमानी अपरदन चक्र तथा परिहिमानी अपरदन चक्र (पेल्टियर, 1950) का प्रतिपादन किया गया।

1933 में क्रिकमें ने डेविस के 'भौगोलिक चक्र' में संशोधन प्रस्तुत किया तथा उन्होंने डेविस के '**पेनीप्लेनेशन**' के स्थान पर **पैनप्लनेशन** को अधिक प्रभावकारी बताया तथा कहा कि चक्र के अन्त में पेनीप्लेन न बनकर **पैनप्लेन** निर्मित होता है। कुछ विद्वानों ने जब डेविस के भौगोलिक चक्र को भूपटल के कई क्षेत्रों में स्थलरूपों के निर्माण की प्रक्रिया के स्पष्टीकरण में असमर्थ पाया तो नवीन चक्रों का प्रतिपादन कर डाला। 1948 में एल० सी० किंग महोदय ने अफ्रीका के शुष्क तथा सवाना प्रदेशों के स्थलरूपों के विकास के स्पष्टीकरण के लिए '**पेडीप्लनेशन चक्र**' की संकल्पना का प्रतिपादन किया। पेडीप्लनेशन चक्र का सम्पादन 'पेडीमेण्टेशन' तथा '**कगार** निवर्तन' (scarp retreat) की युगल क्रियाओं द्वारा होता है तथा चक्र के अन्त में निर्मित स्थलाकृति '**पेडीप्लेन**' होती है। पफ तथा टामस ने 1966 में अफ्रीका के शुष्क तथा अर्द्धशुष्क सवाना प्रदेश में स्थलरूपों के विकास के लिए '**सवाना अपरदन चक्र**' की संकल्पना का प्रतिपादन किया, जिसके अन्तर्गत रासायनिक अपक्षय सर्वाधिक सक्रिय प्रक्रम होता है। 1950 में पेल्टियर ने परिहिमानी (periglacial) क्षेत्र में कांजेलीफ्रैक्शन तथा कांजेलीटर्बेशन के प्रक्रमों द्वारा '**परिहिमानी अपरदन चक्र**' (periglacial cycle of erosion) की संकल्पना का प्रतिपादन किया। स्ट्रालर (1952), हैक (1960) तथा चोर्ले (1962)

ने डेवीसियन शैली में अपरदनचक्र को भ्रामक बताया तथा प्रतिपादित किया कि 'जब तक अनाच्छादनात्मक प्रक्रमों को नियंत्रित करने वाले कारकों में परिवर्तन नहीं होता तब तक स्थलरूपों में समय के साथ कोई परिवर्तन नहीं होता है।' इस तरह इन लोगों ने अपरदन चक्र की संकल्पना का खण्डन करके **गतिक संतुलन सिद्धान्त** (dynamic equilibrium) का प्रतिपादन किया है तथा बताया है कि स्थलरूपों के निर्माण में समय का कोई महत्व नहीं होता है। (विशेष अध्ययन के लिए देखिये सविन्द्र सिंह कृत पुस्तक 'भूआकृति विज्ञान का स्वरूप')।

16.2 डेविस का भौगोलिक चक्र

सामान्य परिचय

सर्वप्रथम डेविस महोदय ने 1899 में '**भौगोलिक चक्र**' की संकल्पना का प्रतिपादन किया तथा बताया कि "*भौगोलिक चक्र समय की वह अवधि है, जिसके अन्तर्गत उत्थित भूखण्ड अपरदन के प्रक्रम द्वारा प्रभावित हो कर एक आकृतिविहीन समतल मैदान में बदल जाता है।*"[1] इस तरह डेविस ने स्थलरूपों के विकास में चक्रीय पद्धति का अवलोकन ऐतिहासिक परिवेश में किया। उन्होंने बताया कि स्थलरूपों के निर्माण एवं विकास पर संरचना, प्रक्रम (अपरदन के कारक) तथा समय (अवस्था) का प्रभाव होता है। इसी आधार पर डेविस के विचारों को अन्य भूआकृतिवेत्ताओं ने एक सूत्र का प्रतिपादिन किया, यथा: '*स्थलरूप संरचना, प्रक्रम तथा समय का प्रतिफल होता है*'—"A landscape is a function of structure, process and time." डेविस के अनुसार, "**स्थलाकृति संरचना, प्रक्रम तथा समय का प्रतिफल होती है।**"

इन तीन कारकों (संरचना, प्रक्रम तथा समय या अवस्था) को '**डेविस के त्रिकूट**' (Trio of Davis) के नाम से जाना जाता है।

ज्ञातव्य है कि भौगोलिक चक्र डेविस द्वारा प्रस्तुत स्थलरूपों के निर्माण से सम्बन्धित सामान्य सिद्धान्त नहीं है। वरन् डेविस का सामान्य सिद्धान्त यह है कि "**स्थलरूपों में समय के सन्दर्भ में क्रमिक परिवर्तन होता है**"। इनके सिद्धान्त का मुख्य उद्देश्य स्थलरूपों का जननिक एवं क्रमबद्ध वर्णन करना था।

उत्थान तथा अपरदन

डेविस का अपरदन चक्र स्थलखण्ड में उत्थान के साथ प्रारम्भ होता है। उत्थान की अवधि छोटी होती है तथा जब तक उत्थान चलता रहता है, अपरदन प्रारम्भ नहीं होता, परन्तु जैसे ही उत्थान पूर्ण हो जाता है अपरदन प्रारम्भ हो जाता है तथा वह चक्र के अन्त तक चलता रहता है। इस तरह उत्थान तथा अपरदन कभी साथ-साथ नहीं चलते हैं। डेविस का यह मत भ्रामक है क्योंकि प्रकृति में अपरदन उत्थान की समाप्ति की प्रतीक्षा नहीं कर सकता है।

भौगोलिक चक्र का ग्राफ द्वारा प्रदर्शन

डेविस का 'भौगोलिक चक्र मॉडल' निम्न मान्यताओं पर आधारित है:

➢ स्थलरूप अन्तर्जात एवं वहिर्जात कारकों की पारस्परिक क्रिया का प्रतिफल होता है।

➢ स्थलरूपों का विकास इस तरह क्रमिक रूप में होता है कि पर्यावरणीय दशाओं में परिवर्तन के अनुरूप स्थलरूपों का व्यवस्थित क्रमबद्ध अनुक्रम उत्पन्न होता है, अर्थात् स्थलरूपों का स्वरूप पर्यावरणीय दशाओं में परिवर्तन के अनुरूप होता है।

➢ नदियाँ तब तक अपनी घाटी को गहरा करती रहती हैं जब तक कि वे प्रवणित या क्रमबद्ध (graded) न हो जाँय। इस स्थिति की प्राप्ति के बाद नदियाँ पार्श्विक अपरदन (lateral erosion) द्वारा अपनी घाटी को चौड़ा करती हैं।

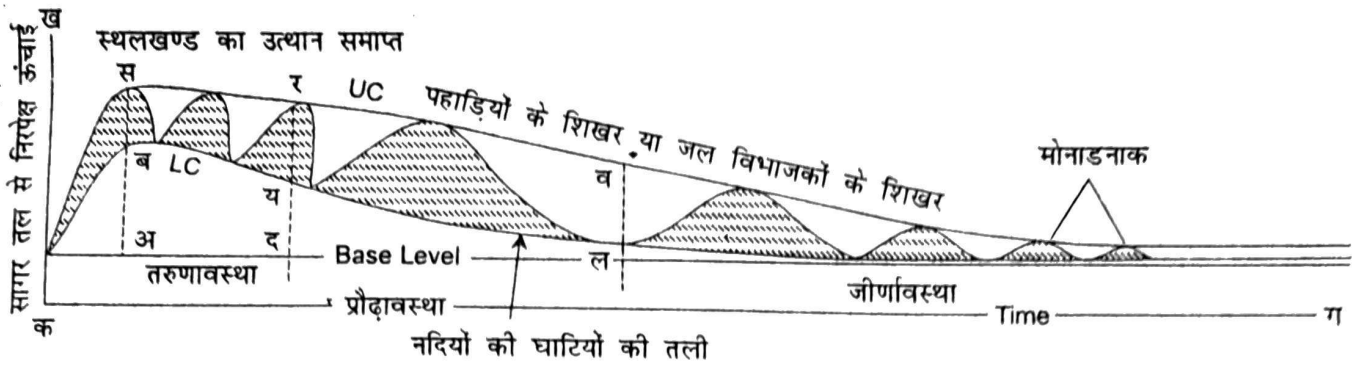
➢ स्थलखण्ड का उत्थान तीव्रगति से लघु अवधि में पूर्ण हो जाता है। ज्ञातव्य है कि डेविस ने यह भी व्यक्त किया है कि परिस्थितिवश अन्य स्थितियों में मन्द गति से भी उत्थान हो सकता है।

➢ जब तक उत्थान समाप्त नहीं हो जाता, अपरदन प्रारम्भ नहीं होता है।

डेविस ने अपने 'भौगोलिक चक्र माडल' की आरेख द्वारा व्याख्या की है (चित्र 16.1)।

समांग संरचना वाले धरातलीय भाग में उत्थान के साथ अपरदन चक्र प्रारम्भ होता है। यह धरातलीय उत्थान लघु अवधि में अत्यन्त त्वरित गति से होता है। उत्थान की इस अवधि को '**चक्रीय अवधि**' (cyclic time) के अन्तर्गत सम्मिलित नहीं किया जाता है। इसे अपरदन चक्र की तैयारी की अवस्था या '**प्रारम्भिक अवस्था**' कहते हैं। चित्र 16.1 द्वारा अपरदन चक्र के माडल को प्रदर्शित किया गया है। UC धरातलीय भाग की सागर तल से निरपेक्ष ऊंचाई को प्रदर्शित करता है। यह ऊपरी वक्र (UC) पहाड़ियों के शिखर या जलविभाजकों के शिखर को भी प्रदर्शित करता है जबकि LC (निचला वक्र) सागर तल से न्यूनतम उच्चावच या नदियों की घाटियों की तली को इंगित करता है। क्षैतिज रेखा (क-ग) समय की परिचायिका है जबकि लम्बवत रेखा (क-ख) ऊँचाई (सागर तल से) को दिखाती है।

1. Geographical cycle is a period of time during which an uplifted landmass undergoes its transformation by the process of landsculpture ending into a low featureless plain or peneplain.



चित्र 16.1 : डेविस के भौगोलिक चक्र का आरेख द्वारा प्रदर्शन।

अ-स सागरतल से अधिकतम निरपेक्ष उच्चावच्च को प्रदर्शित करती है जबकि ब-स रेखा प्रारम्भिक सापेक्षिक उच्चावच्च को दिखाती है। ज्ञातव्य है कि उच्चस्थ तथा निम्नस्थ भागों के लम्बवत अन्तर को सापेक्षिक उच्चावच या मात्र उच्चावच कहते हैं। अ-द-ल रेखा अपरदन के आधार तल (जो सागर तल के बराबर होता है) को प्रदर्शित करती है। ज्ञातव्य है कि कोई भी नदी आधार तल (सागर तल) से नीचे अपनी घाटी को गहरा नहीं कर सकती। य-र रेखा अधिकतम सापेक्षिक उच्चावच्च को इंगित करती है। स के बाद स्थलखण्ड का उत्थान समाप्त हो जाता है, परिणामस्वरूप **प्रारम्भिक प्रावस्था** (उत्थान की अवस्था) का समापन हो जाता है। अब अपरदन प्रारम्भ होता है तथा सम्पूर्ण चक्र तीन अवस्थाओं (तरुण, प्रौढ तथा जीर्ण) से गुजरता है:

1. तरुणावस्था—स्थलखण्ड के उत्थान की समाप्ति के बाद अपरदन प्रारम्भ होता है। पहाड़ियों के शिखर तथा जलविभाजकों के शिखरीय भाग अपरदन से प्रभावित नहीं होते क्योंकि प्रारम्भ में सरितायें छोटी तथा दूर-दूर होती हैं। इन लघु सरिताओं में शीर्षवर्ती (उद्गम की ओर) अपरदन होता है जिस कारण उनकी लम्बाई निरन्तर बढ़ती जाती है। इस प्रक्रिया को **'सरिता दीर्घीकरण'** (stream lengthening) कहते हैं। तीव्र ढाल एवं तीव्र जलमार्ग ढाल के कारण नदियों का प्रवाह वेग तीव्र होता है, परिणामस्वरूप अधिकतम परिवहन क्षमता के कारण नदियाँ बड़े-बड़े शिलाखण्डों (boulders) के माध्यम से जलगर्तन (pothole drilling) की प्रक्रिया द्वारा अपनी घाटियों को लम्बवत् अपरदन द्वारा गहरा करती हैं। इस प्रक्रिया को **'घाटी गर्तन'** (valley deepening) कहते हैं। इस तरह नदियों की घाटियाँ अत्यन्त संकरी तथा गहरी हो जाती हैं। इनके ढाल खड़े तथा उत्तल (convex) होते हैं। घाटी गर्तन के कारण निचला वक्र (LC) निरन्तर तेजी से घटता जाता है (चित्र 16.1 में ब-य भाग) अर्थात् घाटियों की तली गहरी होती जाती है परन्तु ऊपरी वक्र (UC) अर्थात् जलविभाजकों तथा पहाड़ियों के शिखर तल लगभग स्थिर रहते हैं (क्षैतिज अक्ष रेखा के समानान्तर, चित्र 16.1 में स-र भाग) क्योंकि इनका अपरदन नहीं होता है। इस तरह सापेक्षिक उच्चावच में निरन्तर वृद्धि होती जाती है तथा तरुणावस्था के अन्त में अधिकतम उच्चावच (य-र भाग) विकसित होता है। संक्षेप में तरुणावस्था की निम्न विशेषताएँ होती हैं:

(i) निरपेक्ष उच्चावच स्थिर रहता है क्योंकि पार्श्विक अपरदन नगण्य होता है (स-र भाग क्षैतिज रेखा अ-द के लगभग समानान्तर है)।

(ii) घाटी के लगातार लम्बवत अपरदन (घाटी गर्तन) तथा ऊपरी भाग (UC) के न्यूनतम अपरदन के कारण सापेक्षिक उच्चावच में निरन्तर वृद्धि होती है।

(iii) घाटियों का आकार 'V' होता है जिसके पार्श्वभाग उत्तल ढाल वाले होते हैं। इस तरह गार्ज तथा कैनियन का निर्माण होता है।

(iv) नदियों की अनुदैर्ध्य परिच्छेदिका (जलमार्ग) में उच्छलिकायें (rapids) तथा जल प्रपात होते हैं जो समय के साथ तरुणावस्था के अन्त में समाप्त हो जाते हैं।

2. प्रौढ़ावस्था—प्रौढ़ावस्था के प्रारम्भ होते ही पार्श्विक अपरदन (lateral erosion) प्रारम्भ हो जाता है अर्थात् घाटियों की चौड़ाई बढ़ने लगती है। इस प्रक्रिया को **'घाटी का चौड़ा होना'** (valley widening) कहते हैं। अधिकांश सरितायें अपरदन के आधार तल के अनुरूप प्रवणित (graded) हो जाती हैं। घाटी का गहरा होना (घाटी गर्तन) निहायत कम हो जाता है। पहाड़ियों तथा जल विभाजकों (अन्तरसरिता क्षेत्रों) के शिखरों का भी अपरदन प्रारम्भ हो जाता है। परिणामस्वरूप

ऊपरी वक्र (UC) में गिरावट आने लगती है, अर्थात् निरपेक्ष उच्चावच्च कम होने लगता है। इस तरह निरपेक्ष एवं सापेक्ष उच्चावच्च दोनों में ह्रास होने लगता है। पार्श्विक अपरदन के कारण तरुणावस्था की 'V' आकार की घाटियों का चौड़ी घाटियों में परिवर्तन हो जाता है। ये घाटियाँ कम गहरी तथा समढाल या सरलरेखी ढाल वाली होती हैं। ज्ञातव्य है कि तरुणावस्था में तीव्र घाटी गर्तन के कारण जलमार्ग ढाल कम हो जाता है, अत: प्रौढ़ावस्था में मन्द जलमार्ग ढाल के कारण नदियों का प्रवाह वेग कम हो जाने से उनकी परिवहनक्षमता भी कम हो जाती है, जिस कारण घाटी गर्तन मन्द पड़ जाता है। परन्तु पार्श्विक अपरदन के कारण घाटियों का चौड़ा होना अधिक सक्रिय होता है।

3. जीर्णावस्था—जैसे ही निम्नवर्ती या लम्बवत् अपरदन (घाटी गर्तन) का स्थगन हो जाता है, जीर्णावस्था प्रारम्भ हो जाती है, परन्तु पार्श्विक अपरदन तथा घाटी के चौड़ा होने का कार्य अब भी जारी रहता है। जलविभाजकों (अन्तरसरिता क्षेत्रों) के आकार में अध:क्षय (downwasting) तथा पृष्ठवर्ती अपरदन (backwasting) के कारण ह्रास होने लगता है। परिणामस्वरूप ऊपरी वक्र (UC) में तेजी से गिरावट आने लगती है, अर्थात् निरपेक्ष उच्चावच तेजी से घटने लगता है। इस अवस्था में जलमार्ग ढाल के निहायत कम हो जाने के कारण गतिज ऊर्जा (kinetic energy) न्यूनतम हो जाती है जिस कारण लम्बवत् अपरदन या घाटी गर्तन नहीं हो पाता है। निरपेक्ष तथा सापेक्ष उच्चावच दोनों न्यूनतम होते हैं। घाटियाँ उथली तथा अत्यधिक चौड़ी हो जाती हैं, जिनका पार्श्व ढाल अवतल (concave) होता है। इस अवस्था में समस्त स्थलखण्ड निम्न उच्चावच वाला होता है जिस पर नदियाँ मियाण्डर बनाती हुई विस्तृत बाढ़ मैदानों का निर्माण करती हैं। इस लगभग समतल मैदान को डेविस ने **पेनीप्लेन** (समप्राय मैदान) का नाम दिया है। इसकी सतह पर उत्तल-अवतल ढाल वाली कम ऊँचाई की बिखरी अवशिष्ट पहाड़ियाँ पायी जाती हैं। इन्हें डेविस ने '**मोनाडनाक**' की संज्ञा दी है। मोनाडनाक का नामकरण संयुक्त राज्य अमेरिका के न्यूहैम्पशायर की मोनाडनाक पहाड़ी के नाम पर किया गया है।

डेविस के भौगोलिक चक्र का मूल्यांकन

डेविस के भौगोलिक चक्र को विश्व स्तर पर व्यापक समर्थन एवं ख्याति मिली। प्रतिपादन काल (1899) से लेकर 1950 तक इस सिद्धान्त का नशा छाया रहा। यद्यपि वर्तमान समय में इस सिद्धान्त के आलोचकों की संख्या इतनी अधिक हो गयी है कि समर्थक अल्पसंख्यक हो गये हैं तथापि आलोचक भी डेविस के उद्धरणों को अपने विवरणों में व्यक्त किये बिना नही रह पाते। **हिगिन्स महोदय** की मान्यता है कि डेविस के दोषपूर्ण सिद्धान्त को यदि एक लम्बे समय तक भूआकृतिक समाज में इतनी अधिक मान्यता मिली तो उसके सशक्त कारण अवश्य होने चाहिए। अत: पहले डेविस के मॉडल के प्रभावी पक्षों पर प्रकाश डालना अधिक उचित होगा।

प्रभावी पक्ष

(i) डेविस का मॉडल (सिद्धान्त) अत्यधिक सरल तथा व्यवहार्य है।

(ii) डेविस ने अपने मॉडल को सुव्यक्त, रोचक एवं सशक्त शैली में प्रस्तुत किया जिसने लोगों का ध्यान शीघ्र आकर्षित कर लिया। ब्रायन महोदय का कहना है कि डेविस की निर्मल एवं सुस्पष्ट भाषा के नशे से लोग अभिभूत हो गये।

(iii) डेविस का मॉडल व्यापक स्तर पर क्षेत्र अध्ययन से प्राप्त परिणामों पर आधारित है।

(iv) डेविस के सिद्धान्त ने तत्कालीन भूविज्ञान में प्रचलित विकासीय विचारधारा को भरपूर समर्थन प्रदान किया।

(v) डेविस के सिद्धान्त में स्थलरूपों के विकास से सम्बन्धित भावी कथन (prediction, भविष्यवाणी) तथा पिछली घटनाओं की पुनर्रचना, दोनों की सामर्थ्य है।

सिद्धान्त के कमजोर पक्ष

(i) डेविस की उत्थान की संकल्पना मान्य नहीं है क्योंकि डेविस ने अल्पकालिक त्वरित दर से उत्थान की बात कही है जबकि प्लेट विवर्तन सिद्धान्त के अनुसार उत्थान की प्रक्रिया सतत चलती रहती है तथा इसकी दर अत्यन्त मन्द होती है।

(ii) डेविस की उत्थान एवं अपरदन के बीच सम्बन्धों की संकल्पना भ्रामक है। अपरदन उत्थान की समाप्ति की प्रतीक्षा नहीं कर सकता वरन् जैसे ही उत्थान प्रारम्भ होता है, अपरदन भी प्रारम्भ हो जाता है। डेविस ने इस आपत्ति के संदर्भ में स्पष्टीकरण देते हुए कहा है कि उन्होंने उत्थान की प्रावस्था से अपरदन को दो कारणों से अलग किया है—(i) मॉडल को सरल बनाने के लिए तथा (ii) उत्थान की प्रावस्था के समय अपरदन उत्थान की तुलना में नगण्य होता है।

(iii) डेविस के 'भोगोलिक चक्र' की तीनों अवस्थाओं (तरुण, प्रौढ़ तथा जीर्ण) से गुजरने के बाद समाप्ति के लिए स्थलखण्ड को दीर्घकाल तक स्थिर दशा में रहना होगा परन्तु प्लेट विवर्तन सिद्धान्त के अनुसार स्थलखण्ड की दीर्घकालिक स्थिरता सम्भव नहीं है क्योंकि स्थलखण्ड सदा गतिशील रहते हैं तथा भूपटल विवर्तनिक घटनाओं से सदा प्रभावित होते रहते हैं। डेविस का इसके स्पष्टीकरण में कहना है कि चक्र की पूर्ण समाप्ति के लिए यदि भूपटलीय स्थिरता सम्भव नहीं हो पाती तो पुन: उत्थान होने के कारण अपरदन चक्र में व्यवधान हो जायेगा तथा नया अपरदन चक्र प्रारम्भ हो जायेगा।

(iv) डेविस के मॉडल में समय को आवश्यकता से अधिक महत्व दिया गया है। वास्तव में डेविस का मॉडल 'समय आधारित मॉडल' (time-dependent model) है। पेंक के अनुसार स्थलरूपों में समय के परिवेश में आनुक्रमिक विकास नहीं होता है। इनके अनुसार स्थलरूप संरचना, प्रक्रम तथा समय