

1.1 परिचय (Introduction)

भू-आकृति विज्ञान भौतिक भूगोल का एक महत्वपूर्ण अंग है। भौतिक भूगोल की इस विशिष्ट शाखा में पृथ्वी पर पाए जाने वाले विभिन्न स्थलाकृतियों के उद्भव तथा विकास का वैज्ञानिक दृष्टि से अध्ययन किया जाता है। जियोमॉर्फोलॉजी (Geomorphology) शब्द ग्रीक भाषा के शब्द से लिया गया है। इसमें Geo का अर्थ पृथ्वी (Earth), Morphe का अर्थ स्वरूप (Form) तथा Logos का अर्थ विवेचना (Discourse) है। अर्थात् Geomorphology का अर्थ (Discourse on Earth Forms) अर्थात् पृथ्वी के स्वरूपों का विवरण है। अतः भू-आकृति विज्ञान पृथ्वी के रूप का सुव्यवस्थित तथा क्रमबद्ध विवरण प्रस्तुत करता है। यहाँ पृथ्वी के स्वरूप का अर्थ संकुचित रूप में नहीं लेना चाहिए बल्कि इसका अर्थ काफी विस्तृत रूप में है। इस अध्ययन में प्रथम क्रम की स्थलाकृतियाँ (Landforms of the First Order) जैसे महाद्वीप और महासागर, द्वितीय क्रम की स्थलाकृतियाँ (Landforms of the Second Order) जैसे पर्वत, पठार, मैदान आदि जो स्थल भाग में पाए जाते हैं और महाद्वीपीय मग्नतट, महाद्वीपीय मग्न ढाल, गम्भीर सागरीय मैदान, द्रोणी, कटक आदि जो महासागरीय भाग की स्थलाकृतियाँ हैं तथा तृतीय क्रम की स्थलाकृतियाँ (Landforms of the Third Order) जो नदियों, हिमनदियों, पवन, भूमिगत जल, समुद्री लहरों आदि के अपरदन तथा निक्षेप कार्यों द्वारा उत्पन्न होते हैं। इससे स्पष्ट है कि हमारा तात्पर्य न केवल स्थल रूपों से है बल्कि भूपटल के सभी उच्चावच स्वरूप इसमें सम्मिलित हैं। इनकी उत्पत्ति तथा व्याख्या भी उतनी ही अर्थपूर्ण और प्रासंगिक है। यह तभी संभव है जब हमें पृथ्वी की संरचना, चट्टानों की बनावट, ऋतुक्षरण तथा अपरदन की प्रक्रियाएँ, पटल विरूपण (Diastrophism) ज्वालामुखी क्रियाएँ (Volcanic Activities), प्लेट विवर्तनिकी (Plate Tectonics), महाद्वीपीय विस्थापन आदि का ज्ञान हो क्योंकि पृथ्वी का धरातलीय स्वरूप इन्हीं से प्रभावित तथा परिवर्तित होता रहता है। अतः उपरोक्त सभी विषयों का अध्ययन भू-आकृति विज्ञान के अध्ययन के अन्तर्गत सम्मिलित किया जाता है।

भौतिक भूगोल के इस शाखा के विकास के पीछे कई कारण हैं। बहुत सारे विद्वानों में इस बात को लेकर मतभेद बना रहा कि क्या इस विषय को भौतिक भूगोल कहना उचित होगा। यद्यपि इस शब्द का प्रयोग हमेशा से होता आ रहा है। कुछ विद्वानों का यह कहना है कि स्थलाकृति का अध्ययन भौतिक भूगोल के अन्तर्गत आता तो अवश्य है पर भौतिक भूगोल में इसके अतिरिक्त जलवायु विज्ञान, समुद्री विज्ञान (Oceanography) तथा गणितीय भूगोल का भी सामंजस्य है। अतः इन शाखाओं की भाँति स्थलाकृति के अध्ययन के लिए इसे भू-आकृति विज्ञान कहना उपयुक्त होगा।

भू-आकृति विज्ञान प्रधानतः भूगर्भ विज्ञान है, परन्तु यूरोप, अमेरिका तथा इनके अनुकरण करनेवाले अन्य देशों में इसका अध्ययन भौतिक भूगोल के अन्तर्गत किया जाता है। भूगोल के अधिकतर पाठ्यक्रम में स्थलाकृति को मानव के भौतिक वातावरण के रूप में लिया गया है जिससे वह अपना सामंजस्य (Adjustment) स्थापित करता है।

1.2 भू-आकृति विज्ञान का अर्थ एवं परिभाषा (Meaning of Geomorphology and its Definition)

भू-आकृति विज्ञान को बहुत से विद्वानों ने अपने-अपने ढंग से परिभाषित करने का प्रयास किया है।

वॉरसेस्टर (Worcester) के अनुसार, भू-आकृति विज्ञान पृथ्वी के उच्चावच संबंधी आकृतियों का व्याख्यात्मक वर्णन है। दूसरे शब्दों में भू-आकृति विज्ञान स्थलमंडल के धरातल का वर्णन करता है तथा उसकी उत्पत्ति और विकास की व्याख्या करता है।

वॉन ऐंगलेन (Von Engel) के अनुसार भी भू-आकृति विज्ञान मात्र स्थान रूपों का विज्ञान नहीं है बल्कि इसके अन्तर्गत समस्त पृथ्वी की आकृति (Shape) और विन्यास का संरूपण (Configuration) तथा उसके बड़े इकाइयों की व्यवस्था (Disposition of its larger unit) का भी अध्ययन होता है।

स्ट्रालर (Strahler) की राय में यद्यपि सामान्य रूप से भू-आकृति विज्ञान में स्थलीय धरातल पर पाए जाने वाले स्थलाकृतियों का ही अध्ययन होता रहा है, परन्तु वास्तव में महासागरीय तल तथा समुद्री किनारों के स्थलाकृतियों का अध्ययन भी इसमें सम्मिलित किया जाना चाहिए। थार्नबरी (Thornbury) महोदय भी इससे सहमत हैं। उनके अनुसार भू-आकृति विज्ञान स्थलरूपों का विज्ञान है परन्तु इसमें अन्ततः सागरीय रूपों को भी सम्मिलित किया जाता है।

ब्लम (Bloom, A.L.) महोदय ने इस बात पर बल दिया है कि भू-आकृति विज्ञान में भूदृश्यों के उच्चावचन तथा रचना के साथ-साथ भू-आकृतियों की उत्पत्ति तथा विकास का क्रमबद्ध वर्णन और विश्लेषण होता है और उनमें परिवर्तन आने वाले प्रक्रमों और विकास के भूवैज्ञानिक इतिहास को भी सम्मिलित किया जाता है।

स्पार्क्स (Sparks, B.W.) महोदय ने अपनी पुस्तक भू-आकृति विज्ञान की बहुत संकुचित परिभाषा दी है। उनके अनुसार यह मूलतः भू-आकृतियों के विकास का अध्ययन है, विशेष रूप में उन भू-आकृतियों का जो अपरदन के प्रक्रमों (Process) द्वारा उत्पन्न हुई है। उनके अनुसार पर्वत निर्माण, भूकम्प, ज्वालामुखी, महादेशों तथा महासागरों का वितरण इत्यादि विषयों का अध्ययन इसमें सम्मिलित नहीं है। भू-वैज्ञानिक इन विषयों का अध्ययन करते रहे हैं, किन्तु इनके अध्ययन के लिए गणित और भौतिक शास्त्र का इतना अधिक ज्ञान चाहिए कि एक भूवैज्ञानिक या भूगोलविद् के लिए उनका अध्ययन करना संभव नहीं है। ये अपने मत की पुष्टि में डेविस (W. M. Davis) महोदय का हवाला देते हैं और कहते हैं कि डेविस के अनुसार संरचना (Structure) के विकास का अध्ययन भू-विज्ञान का क्षेत्र है और उस संरचना का अपरदन (Wearing down of Structure) भूगोल का विषय-वस्तु है। स्पार्क्स के इस संकुचित परिभाषा से बहुत कम लोग सहमत होंगे। ब्रिटेन के अन्य प्रमुख भूगोलविद् जैसे स्टीयर्स (J. A. Steers) तथा वुल्डरीज (Wooldridge) भी इससे सहमत नहीं हैं। वुल्डरीज तो स्पष्ट रूप से भू-भौतिकी प्रकरणों (Geophysical topics) तथा अपरदन से उत्पन्न स्थलाकृतियों (Erosional land forms) दोनों को भू-आकृति विज्ञान का अंग मानते हैं। वे साथ-साथ इस बात पर भी जोर देते हैं कि इन दोनों पक्षों का अध्ययन भूगोल के अन्तर्गत होना चाहिए।

मचास्चेक (Machatschek, F) जो जर्मन भू-वैज्ञानिक हैं उनके अनुसार पृथ्वी के ठोस धरातल (Solid Earth Surfaces) की आकृति का निर्धारण करनेवाले भौतिक कारकों और उनके द्वारा निर्मित स्थलाकृतियों (Landforms) का अध्ययन ही भू-आकृति विज्ञान है।

1.3 भू-आकृति विज्ञान के अध्ययन के विकास का इतिहास (History of the Development of the Study of Geomorphology)

भू-आकृति विज्ञान का प्रारम्भिक स्वरूप दार्शनिकों के अध्ययनों से प्रारम्भ होता है। परन्तु इन अध्ययनों से इस विषय को कोई व्यवस्थित रूप नहीं दिया जा सका था। बाद में हटन (Hutton) महोदय ने 18वीं शताब्दी के अन्त में इस दिशा में काफी प्रयास किया जिसके फलस्वरूप 19वीं शताब्दी में यह स्वतंत्र विषय के रूप में प्रकट हुआ। इस संदर्भ में निम्नलिखित दार्शनिकों का योगदान विशेष रूप से उल्लेखनीय है।

1. **हेरोडोटस (Herodotus)** : ये पाँचवीं शताब्दी पूर्व (485-425 ई० पू०) के दार्शनिक थे। ये दार्शनिक होने के साथ-साथ इतिहासकार और भ्रमणशील भी थे। इन्होंने नील नदी प्रदेश का अध्ययन किया तथा बतलाया कि मिश्र नील नदी की देन है। नील नदी ने अपरदन द्वारा प्राप्त बड़ी मात्रा में अवसादों को मुहाने पर जमा किया है जिसका आकार डेल्टा अक्षर (Δ) की भाँति है। तभी से इसका नाम डेल्टा पड़ा। उन्होंने यह भी बताया कि यह डेल्टा निरंतर समुद्र की ओर बढ़ता जा रहा है। अवसादों के नीचे जीवों के अध्ययन के बाद उन्होंने स्पष्ट किया कि—(i) नदी मुहाने पर डेल्टा का निर्माण करती है, (ii) डेल्टा का विस्तार निरंतर सागर की ओर होता है, तथा (iii) कभी स्थल भाग पर जल का अतिक्रमण होता है तो कभी वह समुद्र तल से नीचे चला जाता है।

2. **अरस्तु (Aristote) :** अरस्तु भी यूनानी दार्शनिक थे तथा इनका काल ईसा से चौथी शताब्दी पूर्व (384-322 ई०पू०) था। इन्होंने भू-आकृति विज्ञान के प्रारम्भिक ज्ञान में बहुत बड़ा योगदान दिया है। इनके द्वारा कई बातें स्पष्ट की गयीं जिनमें नदियों का प्रवाह, नदियों का अपरदन तथा निक्षेप कार्य, भूमिगत जल का कार्य, जल-स्रोत तथा सागर तल की अनिश्चितता आदि प्रधान हैं। इन्होंने नदियों द्वारा अपरदन तथा निक्षेप की प्रवृत्ति का भी वर्णन किया। उन्होंने यह भी बताया कि वर्षा का कुछ जल भूमिगत हो जाता है, कुछ जल पुनः वाष्प में बदल जाता है तथा शेष नदियों के रूप में प्रवाहित होता है। समुद्र के तटीय भाग के अध्ययन करने के बाद उन्होंने बतलाया कि तटीय स्थलाकृतियाँ अनिश्चित होती हैं।
3. **स्ट्रैबो (Strabo) :** प्राचीन काल के विद्वानों में जिन्होंने स्थलाकृति के क्षेत्र में महत्वपूर्ण भूमिका अदा की है उनमें **स्ट्रैबो** (51 ई०पू० से 25 ई०) का नाम आता है। इन्होंने नदी का अपरदन तथा निक्षेप, डेल्टा आदि का अध्ययन प्रस्तुत किया है। इनके अनुसार नदियाँ स्थलभाग में अपरदन कर मलवे को झीलों अथवा सागरों में जमा करती हैं जिससे डेल्टा का निर्माण होता है। डेल्टा का आकार नदियों के अपरदनात्मक स्वभाव पर निर्भर करता है। यदि चट्टानें मुलायम हैं तो अपरदन से अधिक मलवे प्राप्त होंगे तथा डेल्टा का आकार बड़ा होगा। इसके विपरीत कठोर चट्टान होने पर मलवे कम प्राप्त होंगे तथा डेल्टा का आकार छोटा होगा। डेल्टा का स्वरूप बनता बिगड़ता रहता है। यदि नदियाँ निक्षेप के द्वारा निर्माण करती हैं तो अपरदन द्वारा उसे नष्ट भी कर देती हैं।

अन्धयुग में भू-आकृति अध्ययन का विकास (Development of Geomorphology during Dark Age) : ऐसा प्रतीत होता है मानो प्रथम शताब्दी से लेकर 14वीं शताब्दी तक भू-आकृति विज्ञान के अध्ययन से शिथिलता रही। इस अवधि में एकाध विद्वानों ने ही इस विषय पर कुछ काम किए। केवल इस विषय में ही नहीं बल्कि भूगोल के अन्य क्षेत्रों में भी कोई विशेष कार्य नहीं हुए। संभवतः यही कारण है कि इस युग को अन्ध युग (Dark Period) कहा जाता है। इस अवधि में किए गए अध्ययनों में **अविसेना (Ab Sena) (980-1037)** का अध्ययन उल्लेखनीय है। इन्होंने पर्वतों की उत्पत्ति तथा उनका वर्गीकरण करने का प्रयास किया। उन्होंने अध्ययन के लिए पर्वतों को दो भागों में बाँटा। प्रथम वर्ग के अन्तर्गत ऐसे पर्वत आते हैं जिसका निर्माण स्थलखण्ड के उत्थापन (Uplift) के द्वारा होता है तथा दूसरे वर्ग में ऐसे पर्वत आते हैं जिनका निर्माण जल तथा पवन के अपरदन द्वारा होता है। इन्होंने अपरदन की क्रिया तथा समय का भी ज्ञान प्रस्तुत किया है। संभवतः उनका अध्ययन अवशिष्ट पर्वतों (Relict Mountain) के संदर्भ में था। जो भी हो चूँकि पर्वत निर्माण के संबंध में इनका पहला प्रयास था अतः इसे सराहनीय माना जा सकता है।

मध्यकाल में भू-आकृति विज्ञान का विकास (Development of Geomorphology during Medieval Period) : 14वीं शताब्दी के बाद भू-आकृति विज्ञान के अध्ययन में एक नया मोड़ आया। विभिन्न आकस्मिक घटनाओं की ओर विद्वानों का ध्यान केन्द्रित हुआ जैसे, ज्वालामुखी का उद्गार, भूकम्प, वलन, भ्रंशन आदि तथा ये घटनाएँ, विद्वानों के अध्ययन का केन्द्र बिन्दु बन गया। केवल भू-आकृति विज्ञान के क्षेत्र में ही नहीं, बल्कि भूगोल के अन्य क्षेत्रों में भी ऐसे आकस्मिक घटनाओं का प्रभाव पड़ा। इसके साथ ही ऐसे विचारधारा का उदय हुआ कि अपरदन के परिणामस्वरूप एक ओर जहाँ स्थलाकृतियों का विनाश होता है वहीं दूसरी ओर नए स्थलाकृतियों का विकास भी होता है। इनमें योगदान देने वाले प्रमुख विद्वानों में निम्नलिखित विशेष उल्लेखनीय हैं—

- (i) **लियोनार्डो दा विन्सी (Leonardo da Vinci, 1452-1519) :** इन्होंने अपने अध्ययन के आधार पर यह बतलाया कि नदियाँ उच्च भू-भागों का अपरदन कर उसे नीचा करती जाती हैं तथा निक्षेप के द्वारा नई स्थलाकृतियों का निर्माण करती हैं।
- (ii) **बफन (Buffon) :** इन्होंने यह बतलाया कि अपरदनात्मक कारकों में नदियाँ सर्वाधिक सक्रिय होती हैं तथा उच्च भागों को अपरदित करके समुद्र-तल तक ले आती हैं।

- (iii) तारगोनी तोजेती (Targoni Tozetti : 1712-1784) : इन्होंने नदी घाटी के अध्ययन करने के बाद बतलाया कि इनका मार्ग उबड़-खाबड़ होता है तथा ये कहीं पर तंग तथा कहीं चौड़ी घाटियों से होकर प्रवाहित होती है। नदियों के अपरदन पर चट्टानों का प्रभाव पड़ता है। यदि चट्टानें मुलायम हैं तो नदियाँ अपरदन शीघ्र कर लेती हैं, परन्तु यदि चट्टानें कठोर हैं तो अपरदन की गति धीमी होती है।
- (iv) गेथार्ड (Guethard, 1715-1786) : ये फ्रांसीसी विद्वान थे। इन्होंने 18वीं सदी के मध्य में नदी के अपरदन तथा निक्षेप के स्वभाव का विश्लेषण कर यह बतलाया कि नदियाँ धीरे-धीरे ऊँचे पर्वतीय भागों का अपरदन करती हैं तथा प्राप्त मलवे का निक्षेप या तो मार्ग में या फिर समुद्र में करती हैं।
- (v) स्विस् डी सॉसर (Swiss de Saussure, 1740-1799) : इन्होंने 18वीं सदी के उत्तरार्द्ध में नदी-अपरदन तथा हिमानी अपरदन का विश्लेषण प्रस्तुत किया है।

1.4 आधुनिक भू-आकृति विज्ञान का विकास (Development of Modern Geomorphology)

आधुनिक भू-आकृति विज्ञान का प्रारम्भ 18वीं शताब्दी में जेम्स हटन (James Hutton, 1726-1797) के कृतियों से होता है और वे ही आधुनिक भू-आकृतिक विचारों के जनक माने जाते हैं। भू-वैज्ञानिक काल की विशालता तथा सार्थकता (Immensity and Significance of Geological Time) को समझने वाले वे पहले व्यक्ति थे। उन्होंने 1785 ई० में रॉयल सोसाइटी ऑफ एडिनवरा के सामने अपना शोध-पत्र पढ़ा जिमसे उन्होंने अपने महत्वपूर्ण सिद्धान्त भू-सिद्धान्त (The Theory of Earth) का प्रतिपादन किया। यह सिद्धान्त एकरूपतावाद (The theory of Uniformitarianism) के नाम से प्रसिद्ध है। यह सिद्धान्त इस संकल्पना पर आधारित है कि वर्तमान भूतकाल की कुंजी (The present is the Key to the Past) है। अर्थात् वर्तमान समय के स्थलरूपों और उसके निर्माण की विधि के अध्ययन की सहायता से भूतकाल में हुए परिवर्तनों और प्रक्रमों का अनुमान लगाया जा सकता है। अतीत में जो पृथ्वी के धरातल पर परिवर्तन हुए हैं वे वर्तमान समय में होनेवाले परिवर्तनों से सर्वथा भिन्न नहीं थे बल्कि उनके समरूप थे और जिन भौतिक नियमों की सक्रियता के वे परिणाम हैं वही नियम भूतकाल में भी क्रियाशील रहे हैं। उन्होंने बतलाया कि जिन प्रक्रमों द्वारा वर्तमान समय में किररी स्थलाकृति का निर्माण हो रहा है उन्हीं प्रक्रमों द्वारा अतीत में भी उनका निर्माण हुआ होगा। वे अपरदन करनेवाले भौतिक तथा रासायनिक दोनों प्रकार के प्रक्रमों से वे प्रभावित हुए तथा उदाहरण द्वारा यह प्रमाणित किया कि वर्तमान समय की पहाड़ियाँ और पर्वत स्थायी नहीं हैं बल्कि अपरदन क्रिया के द्वारा कटते-छँटते रहे हैं तथा यह क्रिया आज भी कार्यरत है। नदियाँ स्थल भाग के अपरदित पदार्थों को लाकर समुद्र-तल पर उन्हें निक्षेपित करती हैं और इसी प्रक्रम द्वारा भूतकाल में अवसादी चट्टानों का निर्माण हुआ है। अवसादी चट्टानों की मोटी परतें इस बात के प्रमाण हैं कि अपरदन और निक्षेपण के कार्य इतने दीर्घकालिक हैं जिसकी कल्पना नहीं की जा सकती। उन्होंने नदी तथा समुद्री लहरों दोनों प्रकार के अपरदन कार्यों का उल्लेख किया है परन्तु उन्होंने नदियों द्वारा अपरदन तथा नदी-घाटी के विकास पर अधिक बल दिया है। वास्तव में भू-अपरदन संबंधी हमारे आधुनिक विचारों की मूलभूत संकल्पनाएँ हटन के सिद्धान्त में मिलती हैं। इसलिए कहा जाता है कि हटन अपने युग से आगे था। हटन के बाद भू-आकृति विज्ञान का विकास नवीन संकल्पनाओं के संदर्भ में यूरोप के अन्य देशों तथा उत्तरी अमेरिका में विभिन्न दिशाओं में हुआ और इनका अलग-अलग विवेचन करना उचित होगा।

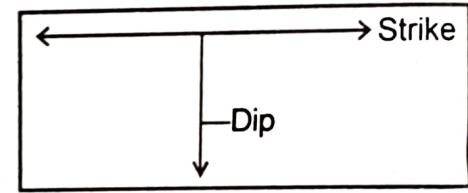
1.4.1 यूरोप में भू-आकृति विज्ञान का विकास (Development of Geomorphology in Europe)

यूरोप में सर चार्ल्स लायल (Sir Charles Lyell, 1797-1875) ने हटन के एकरूपतावाद के सिद्धान्त का पूर्ण समर्थन किया तथा अपनी पुस्तक Principles of Geology में इसे महत्वपूर्ण स्थान दिया। परन्तु अपनी पुस्तक के 11वीं संस्करण में उन्होंने नदी अपरदन की अपेक्षा सागरीय अनावृत्तिकरण (Marine Denudation) को अधिक महत्व प्रदान किया।

हिमयुग की संकल्पना 19वीं शताब्दी में भू-आकृति विज्ञान में एक नया मोड़ आया। भू-वैज्ञानिकों ने उत्तरी यूरोप में भूतकाल में हुए हिमयुग के प्रमाण पाए और इस निष्कर्ष पर पहुँचे कि यह क्षेत्र प्लीस्टोसीन काल में हिम-चादरों (Ice Sheets) से ढके हुए थे। इस तथ्य को उजाकर करने का श्रेय अगासीज (Louis Agassiz) को जाता है। परन्तु यूरोप के अन्य विद्वानों ने भी इसके प्रमाण पाए थे तथा उनका मत था कि प्लीस्टोसीन काल में अल्पाइन ग्लेसियर वर्तमान की अपेक्षा अधिक विस्तृत थे। इन विद्वानों में फ्लेयर, स्विटजरलैंड के वेनेज (Venetz), नार्वे के एस्मार्क जर्मनी के बर्नहार्डी तथा स्विटजरलैंड के कार्पेन्टियर (Charpentier) के नाम विशेष रूप से उल्लेखनीय हैं। वास्तव में अगासीज की हिमनदी में रूचि उत्पन्न करने का श्रेय कार्पेन्टियर को ही जाता है।

सागरीय अपरदन (Marine Erosion): 19वीं शताब्दी में अनेक यूरोपीय विद्वानों ने सागरीय अपरदन के क्षेत्र में महत्वपूर्ण कार्य किए। इन विद्वानों में रैमजे (Ramsey), रिचथोपेन, चार्ल्स लायल के नाम विशेष उल्लेखनीय हैं। रैमजे ने वेल्स तथा दक्षिण-पश्चिम इंग्लैण्ड के तटीय स्थलाकृतियों का वर्णन किया वहीं रिचथोपेन ने चीन के तटीय भाग तथा वहाँ पवन द्वारा लोयस के निक्षेप के कार्यों पर विशेष बल दिया। लायल तथा रैमजे ने जो प्रारम्भ में सागरीय अपरदन को अधिक महत्वपूर्ण माना था अब इस बात पर बल देने लगे कि सागरीय अपरदन की अपेक्षा नदी अपरदन अधिक महत्वपूर्ण है।

नदी अपरदन (River Erosion): ब्रिटिश भू-वैज्ञानिक जार्ज ग्रीनवुड नदी अपरदन के समर्थक रहे हैं। 1857 ई० में उन्होंने लोगों के सामने इस तथ्य पर बल दिया कि किसी नदी के मार्ग में घाटी की गहराई तलीय चट्टानों से नियंत्रित होती है। उन्होंने नदी के मार्ग में स्थानीय या अस्थायी अपरदन के आद्यास्तान (Local or Temporary base level of Erosion) को संकल्पना की बुनियाद डाली। 1862 में ज्यूक्स (Jukes) ने आयरलैण्ड की नदियों पर शोध कार्य किया तथा नदियों के दो मुख्य भेद बतलाए। अनुप्रस्थ नदियाँ (Transverse Streams) जो भू-वैज्ञानिक संरचना को काटते हुए बहती हैं तथा अनुदैर्घ्य नदियाँ (Longitudinal Streams) जो संरचना के समानान्तर या चट्टानों को स्ट्राइक (Strike) दिशा में कमजोर चट्टानों की पटी से होकर बहती हैं। उनका यह मत था कि अनुप्रस्थ नदियों का विकास अनुदैर्घ्य नदियों से पहले होता है, और इसीलिए अनुदैर्घ्य नदियों को परवर्ति (Subsequent) नदियाँ समझना चाहिए। उन्होंने नदी अपरदन के प्रक्रम को भी पहचाना था। नदी प्रणालियों के विकास में ये विचार आज आधारभूत सिद्धान्तों के रूप में स्वीकार किए जाते हैं।



19वीं शताब्दी के उत्तरार्द्ध में भू-आकृति विज्ञान की कुछ पुस्तकें भी प्रकाशित हुईं। 1869 ई० में पेश्चेल (Peschel) ने अपनी पुस्तक में स्थलाकृतियों के विकास संबंधी सिद्धान्तों को संकलित किया। 1886 में रिचथोपेन ने और भी व्यापक ढंग से इन सिद्धान्तों को प्रस्तुत किया। 1894 ई० में आर्थर पेंके (Arthur Penck) स्थलाकृतियों का आनुवंशिक विवरण (Genetic Discussion) प्रस्तुत किया। अतः यह कहा जा सकता है कि 19वीं शताब्दी के अंत तक भू-आकृति विज्ञान भू-विज्ञान (Earth Science) की एक शाखा के रूप में स्थापित हो गया था। इस समय तक भू-आकृति विज्ञान के लिए जियोमॉर्फोलॉजी (Geomorphology) की अपेक्षा फिजियोग्राफी (Physiographic) शब्द अधिक प्रचलित था।

1.4.2 30 अमेरिका में भू-आकृति विज्ञान का विकास (Development of Geomorphology in N. America)

उत्तरी अमेरिका में भू-आकृति विज्ञान का सबसे अधिक विकास 1875 से 1900 ई० के बीच हुआ। इस अमेरिकन भू-आकृति विज्ञान का प्रभावपूर्ण काल (Heroic age in American Geomorphology) कहते हैं। इस काल में भू-आकृति विज्ञान संबंधी कई प्रमुख संकल्पनाएँ प्रस्तुत की गईं। पावेल (Major J. W. Powell), गिलवर्ट (G. K. Gilbert), डटन (C. E. Dutton) के नाम विशेष उल्लेखनीय हैं, क्योंकि इन तीन भू-वैज्ञानिकों ने पथ-प्रदर्शक का काम किया तथा उन्हीं द्वारा रखी गयी संकल्पनाओं की आधार-शिला पर बाद में डेविस (W. M. Davis) ने अपनी भू-आकृति चक्र की संकल्पना का निर्माण किया।

पावेल (J. W. Powell) को भू-आकृति विज्ञान के अमेरिकन स्कूल का संस्थापक माना जाता है। उन्होंने पश्चिमी संयुक्त राज्य अमेरिका में कोलोरेडो के पठार तथा युइन्टा पर्वत के क्षेत्र में शोध के आधार पर कई महत्वपूर्ण संकल्पनाओं का प्रतिपादन किया। उन्होंने यह प्रस्तावित किया कि भू-आकृतियों का वर्गीकरण भौगर्भिक संरचनाओं के आधार पर होना चाहिए। उत्पत्ति के आधार पर उन्होंने नदी-घाटियों को पूर्ववर्ती (Antecedent) तथा अध्यारोपित (Superimposed) घाटियों में विभाजित किया। इन्होंने ही आधार तल अपरदन (Base level of Erosion) (Superimposed) घाटियों में विभाजित किया। इन्होंने ही आधार तल अपरदन (Base level of Erosion) संकल्पना को जन्म दिया तथा यह बतलाया कि यह तल समुद्र सतल (Sea Level) द्वारा निर्धारित होता है। पावेल के अनुसार जब कोई भू-भाग जब अपरदन की चरम सीमा को पार कर जाता है तो वह आकारहीन समतल भूमि में बदल जाएगा। आगे चलकर डेविस महोदय ने इसी प्रकार के समतल मैदान को समप्राय मैदान (Panplain) को संज्ञा दी।

जी० के गिलवर्ट दूसरे प्रमुख भू-वैज्ञानिक थे जिन्हें उत्तरी अमेरिका का प्रथम वास्तविक भू-आकृतिक वैज्ञानिक (Geomorphologist) माना जाता है। उन्होंने धरातल के अपरदन के क्रम में घाटियों के स्वरूप में हुए परिवर्तनों का सूक्ष्म विश्लेषण किया। घाटियों के विकास में पार्श्विक अपरदन (Lateral Erosion) के महत्व पर उन्होंने जोर दिया। नदी द्वारा परिवहन किए जाने वाले मलवे, नदियों में प्रवाहित होने वाले जल के आयतन, नदियों के वेग का मात्रात्मक (Quantitative) अध्ययन द्वारा उनमें संबंध स्थापित करनेवाले वे प्रथम विद्वान थे। यूटा (Utah) के हेनरी पर्वत के अध्ययन द्वारा उन्होंने अन्तर्भेदी आग्नेय चट्टानों के क्षेत्र में अपरदन द्वारा निर्मित भू-आकृतियों की व्याख्या प्रस्तुत की। उन्होंने यह भी बतलाया कि तीखी ढाल पर बहने वाली नदियाँ धीमी ढाल पर बहनेवाली नदियों की तुलना में अधिक अपरदन करती हैं और उसके फलस्वरूप जल-विभाजक अधिक सक्रिय नदी की ओर से कम सक्रिय नदी की ओर खिसकता जाता है। उन्होंने इस नियम को असमान ढाल का नियम (Law of Unequal slope) कहा है।

सी० ई० डटन (C. E. Dutton) एक प्रमुख अमेरिकी भू-वैज्ञानिक रहे हैं। डटन का नाम भू-संतुलन के सिद्धान्त (Theory of Isostasy) से भी जुड़ा हुआ है। उन्होंने 1889 ई० में सर्वप्रथम Isostasy शब्द का प्रयोग किया। परन्तु इनकी सबसे अधिक ख्याति स्थलरूपों के सूक्ष्म विश्लेषण (Penetrating Analysis) के लिए है। उन्होंने कोलोरेडो पठार में वर्तमान केनियन (Canyon) के निर्माण से पहले एक लम्बे अपरदन काल के पक्ष में अनेक प्रमाण प्रस्तुत किए। उन्होंने इसे महान अनाच्छादन का काल (Period of the Great Denudation) कहा है। उन्होंने आधार-तल की संकल्पना से संबंधित कोलोरेडो पठार क्षेत्र से अनेक उदाहरण दिए। संभवतः इसी का आधार लेकर बाद में डेविस ने समतलीकरण (Peneplanation) की विचारधारा का प्रतिपादन किया।

डेविस (W. M. Davis, 1850-1934) : अमेरिकी भू-आकृति विज्ञान के विकास पर विलियम मौरिस डेविस की अत्यंत गहरी छाप है। यदि हर्टन और प्लेफेयर को भू-आकृति विज्ञान का संस्थापक माना जाय तो डेविस को भू-आकृति विज्ञान का जनक (Father of Geomorphology) कहना अनुचित नहीं होगा। डेविस के पूर्व अमेरिकी स्कूल के भू-आकृतिक विदों के विचार बिखरे हुए थे। डेविस ने उन विचारों को समन्वित कर एक सुव्यवस्थित और क्रमबद्ध विज्ञान का रूप दिया तथा भू-आकृति विज्ञान को नई दिशा और नई गतिशीलता प्रदान की। भू-आकृति विज्ञान पर जितना डेविस ने लिखा उतना अन्य विद्वानों ने नहीं लिखा। 1880 और 1934 के बीच उन्होंने लगभग 400 शोध-पत्रों और पुस्तकों का प्रकाशन किया। यद्यपि उनकी सबसे विख्यात पुस्तक (Geographical Essays) का प्रकाशन 1909 ई० में हो चुका था किन्तु उनकी प्रथम पुस्तक जिसमें भू-आकृति विज्ञान के सिद्धान्तों का सुव्यवस्थित व्याख्या प्रस्तुत की गई थी, जर्मन भाषा में 1912 ई० में प्रकाशित हुयी।

उन्होंने कई नई संकल्पनाओं को जन्म दिया परन्तु उनकी सबसे अधिक प्रसिद्ध और प्रभावशाली संकल्पना भू-आकृतिक चक्र (Geomorphologic Cycle) की संकल्पना है। उनके अनुसार स्थलाकृतियों के विकास का एक नियमित अनुक्रम (Sequence) होता है जिसके द्वारा विकास की अवस्थाओं को पहचानना संभव होता है। इस अनुक्रम को डेविस महोदय ने युवावस्था (Youth Stage), प्रौढ़ावस्था (Maturity Stage) तथा वृद्धावस्था (Old

Stage) का नाम दिया है। किसी भू-दृश्य के विकास में अवस्था के साथ-साथ चट्टानों की संरचना (Structure) तथा प्रक्रम (Stage) भी अत्यंत महत्वपूर्ण होते हैं। अतः उन्होंने कहा है कि स्थलाकृति संरचना प्रक्रम और अवस्था का फलन है (Landscape is the function of structure, Process and Stage) उन्होंने यह स्पष्ट किया कि अपरदन चक्र (Cycle of Erosion) वह अवधि है जिस अवधि में कोई ऊपर उठा हुआ शिलाखण्ड अपरदन के प्रक्रमों से प्रभावित होकर अन्त में आकृतिविहीन निम्न मैदान में बदल जाता है। ऐसे निम्न मैदान को डेविस ने समप्राय मैदान (Peneplain) कहा है। किसी स्थलाखण्ड के उत्थापन (Uplift) के बाद ही अपरदन चक्र का प्रारम्भ होता है और युवावस्था, प्रौढ़ावस्था तथा वृद्धावस्था से गुजरता हुआ वह अपरदन के आधारतल (Base Level of Erosion) को प्राप्त कर लेता है तथा समप्राय मैदान में बदल जाता है।

डेविस की संकल्पना बहते हुए जल के कार्य पर आधारित थी जिसको उन्होंने सामान्य अपरदन चक्र (Normal Cycle of Erosion) माना है। परन्तु इनके सिद्धान्त की संसार के कई भागों में आलोचना हुई। अमेरिका में ही वाल्थर पेंक (W. Penck) ने अपरदन चक्र के प्रारम्भ होने तथा अपरदन चक्र की अवस्थाओं पर आपत्ति उठायी। रूस तथा जर्मनी में भी इस संकल्पना पर विरोध हुआ। अतः डेविस ने अपने अपरदन चक्र में संशोधन कर उसको विस्तृत रूप प्रदान किया। उन्होंने यह माना कि केवल बहते जल से स्थलाकृतियों का निर्माण नहीं होता बल्कि हिमानी, पवन भूमिगत जल तथा समुद्री लहरें भी अपरदन करती हैं अतः उनके लिए इन्होंने हिमानी अपरदन चक्र (Glacial Cycle), शुष्क अपरदन चक्र (Arid Cycle), कार्स्ट अपरदन चक्र (Karst Cycle) तथा समुद्री अपरदन चक्र (Marine Cycle) जैसे शब्दों का प्रयोग किया। परन्तु सभी आपत्तियों के बाद भी डेविस का अपरदन चक्र आज भी महत्वपूर्ण बना हुआ है।

1.5 भू-आकृति विज्ञान की आधुनिक प्रवृत्तियाँ (Modern Trends in Geomorphology)

पिछले सैकड़ों वर्षों में भू-आकृति विज्ञान में मूलभूत परिवर्तन होते हैं जिससे यह विज्ञान वर्तमान समय में नया रूप लेने लगा है। कुछ आधुनिक प्रवृत्तियाँ निम्नलिखित हैं—

1. डेविस भू-आकृति विज्ञान को भूगोल का अंग मानते थे। उनका तर्क था कि भू-आकृति विज्ञान मुख्य रूप से वर्तमान के अध्ययन से संबंधित है, अतः यह भूगोल का विषय है, न कि भू-विज्ञान का जो मुख्यतः भूतकाल के अध्ययन से संबंधित है। किन्तु इसके विपरीत अमेरिका में पिछले कुछ वर्षों में भू-आकृति विज्ञान का विकास मुख्यतः भू-वैज्ञानिक और अपेक्षाकृत कम भौगोलिक रहा है। इसके दो मुख्य कारण हैं—(i) भू-विज्ञान की विभिन्न शाखाओं में भू-आकृति संबंधी माध्यमों का उपयोग लाभकारी सिद्ध हुआ है और (ii) अमेरिका के भूगोलविदों की भौतिक भूगोल में अपेक्षाकृत कम दिलचस्पी रही है और वे भूगोल के मानवीय पक्षों पर अधिक बल देते रहे हैं। यूरोप में, विशेष रूप से ब्रिटेन जर्मनी और रूस में स्थिति इसके विपरीत रही है और भू-आकृति विज्ञान को भूगोल का एक महत्वपूर्ण शाखा समझा जाता रहा है और अनेक भूगोलविदों ने इसके विकास में सक्रिय योगदान दिया है। फिर भी यह याद रखना होगा कि यह एक ऐसा क्षेत्र है जहाँ दोनों विषयों का सहयोग वांछनीय है और इसके भौगोलिक तथा भू-वैज्ञानिक पक्षों में संतुलन की आवश्यकता है।
2. डेविस की विचारधारा की मान्यता में कमी होती जा रही है। शुष्क जलवायु में जल के कार्यों से उत्पन्न स्थलाकृति पेडिप्लेन (Pediplain) बतलाई जाती है, न कि पेनीप्लेन (Peneplain)। इस संबंध में किंग (L. C. King) द्वारा प्रस्तावित पेडिप्लेन की संकल्पना को एक वैकल्पिक संकल्पना के रूप में तो स्वीकार किया जाता है परन्तु शुष्क प्रदेशों में स्थलाकृतियों के विकास में इसे महत्वपूर्ण माना जाता है फिर भी इस बात से लोग सहमत नहीं हैं कि भू-उत्थापन और भू-अपरदन के अलग-अलग काल हैं, बल्कि टेक्टॉनिक गतियों (Tectonic Movement) और अपरदन के कारकों के बीच परस्पर क्रिया होती रहती है जिससे निरंतर

स्थलाकृति का विकास होता रहता है। पर्वतों का निर्माण आकस्मिक और अल्पकालीन घटनाएँ नहीं है बल्कि इनका निर्माण एक जटिल प्रक्रिया है जो लम्बे भू-वैज्ञानिक काल में होता है। स्थलरूपों के निर्माण में लोग चक्रीय विकास स्वीकार नहीं करते हैं बल्कि विकास की संकल्पना में विश्वास करते हैं जिसमें अस्थिरता तो है परन्तु प्रारम्भिक स्वरूप (Initial Form) में लौटने की व्यवस्था नहीं है। संरचना, प्रक्रम एवं अवस्था की संकल्पना से यदि अवस्था के बदले यदि विकास (Evolution) शब्द का प्रयोग किया जाय तो इस संसोधित रूप में डेविस की संकल्पना अधिक उपयोगी सिद्ध हो सकती है। नई विचारधारा के अनुसार डेविस की गलती यही थी कि उन्होंने अवस्था को चक्रीय समझा और प्रक्रम में परिवर्तन की संभावना की अवहेलना की।

3. वर्तमान भू-आकृति विज्ञान की तीसरी विशेषता प्रादेशिक भू-आकृतिक (Regional Geomorphology) का विकास है। इसके कुछ पक्षों को विश्व भू-आकृति विज्ञान के अन्तर्गत विश्व स्तर पर अध्ययन किया जाता है। इसमें प्लेट विवर्तनिकी, भूकम्पीय तथा ज्वालामुखी क्रियाओं का वितरण, महासागरीय तल की आकृतियाँ इत्यादि आती हैं। फिर महादेश के स्तर पर विभिन्न महादेशों का समान भू-आकृतिक रूपों और इतिहास के आधार पर उनका प्रादेशिक विभाजन किया जाता है।
4. वर्तमान समय में भू-आकृति विज्ञान के व्यावहारिक पक्षों (Applied Aspect) का विकास किया जा रहा है और भू-आकृति संबंधी ज्ञान का प्रयोग इंजिनियरिंग परियोजनाओं, खनिज पदार्थों के निर्धारण, सड़क रेल एवं हवाई अड्डों का निर्माण, बाढ़ नियंत्रण तथा सिंचाई की योजनाएँ, प्रादेशिक नियोजन एवं विकास, मिट्टी संरक्षण तथा भूमि उपयोग, बस्तियों की स्थापना आदि के लिए किया जाता है। इस प्रकार भू-आकृतियों एवं मानवीय क्रिया-कलापों में घनिष्ठ संबंध स्थापित किया जा रहा है, जिससे इस विषय में नई गतिशीलता आ गयी है। भू-आकृति विज्ञान के इस नवविकसित शाखा को व्यावहारिक भू-आकृति विज्ञान (Applied Geomorphology) कहते हैं।
5. व्यावहारिक भू-आकृति विज्ञान के विकास से क्षेत्रीय अनुवेक्षणों (Field Observation), प्रयोगशालाओं में प्रयोग तथा मात्रात्मक भू-आकृति (Quantitative Geomorphology) का विकास है जिसके द्वारा भू-आकृति प्रक्रमों तथा नियमों को अधिक शुद्धता से मापा तथा स्थापित किया जा सकता है। कुछ देशों में प्रयोगशालाओं की स्थापना की गई है, जिसमें तरंगों, धाराओं तथा नदियों के जलीय नियमों (Hydraulic Laws) का निर्धारण किया जाता है तथा कई क्षेत्रीय स्टेशन (Field Station) स्थापित किए गए हैं जहाँ प्राकृतिक प्रक्रमों का विस्तृत अवलोकन और अध्ययन किया जाता है। जहाँ तक भू-आकृति विज्ञान में मात्रात्मक विधियों के प्रयोग का प्रश्न है, यह एक सामान्य प्रवृत्ति है जो सभी वैज्ञानिक विषयों में देखने को मिलती है। किन्तु गणित अथवा सांख्यिकी के प्रयोग में यह ध्यान रखने की जरूरत है कि विषय इतना क्लिस्ट, अबोधगम्य और दूरुह न हो जाए और भू-आकृति विज्ञान स्वयं गौण न हो जाए। इसका अर्थ यह नहीं है कि भू-आकृति विज्ञान में सांख्यिक विधियों के प्रयोग को हतोत्साहित करना चाहिए, बल्कि इसका अर्थ यह है कि सांख्यिक नियमों के प्रयोग में अत्यंत सावधानी सतर्कता तथा विवेक की आवश्यकता है।

1.6 निष्कर्ष (Conclusion)

भू-आकृति के विकास के सम्बन्ध में अनेक विद्वानों का मत है। इनमें डेविस एवं पेंक का मत सराहनीय है। डेविन ने भू-आकृति संरचना प्रक्रम और अवस्था का प्रतिफल माना है। पेंक महोदय के अनुसार उत्थान का प्रक्रम एवं अपरदन चक्र साथ-साथ चलता है।