ইউনিট ১
মৃত্তিকা ও
মৃত্তিকার বৈশিষ্ট্য

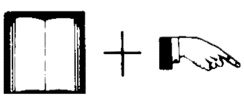
ইউনিট ১ মৃত্তিকা ও মৃত্তিকার বৈশিষ্ট্য

মৃত্তিকা একটি গুরুত্বপূর্ণ প্রাকৃতিক সম্পদ। বিজ্ঞানীদের মতে, পৃথিবী সৃষ্টির পর উত্তপ্ত গলিত পদার্থ ক্রমশ ঠান্ডা হয়ে কঠিন শিলার সৃষ্টি হয়। এ সব কঠিন শিলা লক্ষ লক্ষ বছর ধরে তাপ, চাপ, শৈত্য, বায়ু প্রবাহ ইত্যাদি শক্তির প্রভাবে ভৌত ও রাসায়নিক পরিবর্তনের মাধ্যমে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র পদার্থের সৃষ্টি করে। এরাই মৃত্তিকা গঠনের উৎস বস্তু (Parent material)। এদের সাথে বিভিন্ন জীবজন্তু ও উদ্ভিদের দেহাবশেষের সংমিশ্রণে মৃত্তিকার সৃষ্টি হয়। মৃত্তিকা সৃষ্টিকারী উৎস বস্তুর ধর্ম এবং জলাবায়ুর উপাদানসমূহের প্রভাবের ওপর মৃত্তিকার বৈশিষ্ট্য অনেকাংশে নির্ভরশীল।

মৃত্তিকা উদ্ভিদ ও প্রাণীর খাদ্য উৎপাদনের প্রাকৃতিক মাধ্যম। খাদ্য উৎপাদনের পরিমাণ ও ধরন মৃত্তিকার বৈশিষ্ট্যের ওপর অনেকাংশে নির্ভরশীল। সেজন্য বিভিন্ন এলাকায় বিভিন্ন ধরনের ফসল উদ্ভিদের প্রাধান্য দেখা যায়। খাদ্য উৎপাদনের মাধ্যম হিসাবে মৃত্তিকার কোন উপযুক্ত বিকল্প নেই। তাই উৎপাদনের মাধ্যম হিসেবে মৃত্তিকা ব্যবহারের পূর্বে একে ভালোভাবে জানা আবশ্যক।

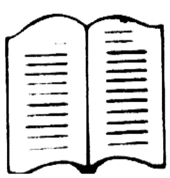
এ ইউনিটে মৃত্তিকা সম্পর্কে ধারণা, মৃত্তিকা গঠনকারী উপাদান, শিলা ও শিলাক্ষয়, মৃত্তিকা গঠন প্রক্রিয়া এবং মৃত্তিকার পার্শ্বচিত্র নিয়ে বিস্তারিত আলোচনা করা হলো।

পাঠ ১.১ মৃত্তিকা সম্পর্কে ধারণা



এ পাঠ শেষে আপনি –

- মৃত্তিকা কী তা বর্ণনা করতে পারবেন।
- মৃত্তিকার বিভিন্ন সংজ্ঞা লিখতে ও বলতে পারবেন।
- মৃত্তিকা কীভাবে সৃষ্টি হয়েছে তা ব্যাখ্যা করতে পারবেন।



মৃত্তিকা একটি প্রাকৃতিক বস্তু। এটি মানুষ ও জীবজগতের খাদ্য উৎপাদনের উৎস এবং বিচরণ ক্ষেত্র। বিরাট মহীরুহ থেকে শুরু করে আণুবীক্ষণিক উদ্ভিদ এই মৃত্তিকায় লালিত ও পালিত হয়। সকল জীবের অস্তিত্বের জন্য মৃত্তিকা অপরিহার্য হলেও মৃত্যুর পর সকল জীবই মৃত্তিকায় মিশে যায়।

মৃত্তিকা কী

মৃত্তিকা চারটি উপাদানে গঠিত। এ চারটি উপাদান হলো খনিজ দ্রব্য, পানি, বায়ু ও জৈব পদার্থ। খনিজ দ্রব্য মৃত্তিকা সৃষ্টিকারী কঠিন শিলা থেকে, জৈব পদার্থ জীবের মৃতদেহের মিশ্রণ থেকে আর পানি বারিপাত (Precipitation) থেকে এবং বায়ু প্রাকৃতিক বায়ুমন্ডল থেকে এসেছে।

মৃত্তিকা একটি প্রকৃতিজাত বস্তু (Natural body)। আজ আমরা মৃত্তিকাকে যেভাবে দেখতে পাচ্ছি তা একদিনে সৃষ্টি হয়নি। লক্ষ লক্ষ বৎসরের আবর্তে পৃথিবীর উপরিভাগের কঠিন শিলা চূর্ণ বিচূর্ণ হয়ে বিভিন্ন জীবজন্তু ও উদ্ভিদের দেহাবশেষের সাথে মিশে মৃত্তিকার সৃষ্টি হয়েছে। মৃত্তিকা একটি মিশ্র পদার্থ। ইহা মৌলিক বা যৌগিক পদার্থ নয় কারণ এর কোন সুনির্দিষ্ট রাসায়নিক গঠন নেই। মৃত্তিকা সৃষ্টির পর থেকে সর্বদাই এটি পরিবর্তিত হচ্ছে। মানুষের কার্যক্রম, বিভিন্ন প্রাকৃতিক শক্তির ক্রিয়া এবং বিভিন্ন জীবজন্তুর দেহাবশেষের মিশ্রণের ফলে মৃত্তিকা দিন দিন তার বৈশিষ্ট্য বদলাচ্ছে। মৃত্তিকা সৃষ্টিকারী উৎস শিলার বৈশিষ্ট্য, জলাবায়ু, মানুষের কার্যক্রম, জীব বৈচিত্র্য ইত্যাদি মৃত্তিকা সৃষ্টিকারী উপাদান। এসকল উপাদানের তারতম্যের কারণে পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানের মৃত্তিকার বৈশিষ্ট্যও বিভিন্ন হয়ে থাকে। বৈশিষ্ট্যগত তারতম্য যাই থাকুক না কেন, সকল এলাকার মৃত্তিকা চারটি উপাদানে গঠিত। এ চারটি উপাদান হলো খনিজ দ্রব্য, পানি, বায়ু ও জৈব পদার্থ। খনিজ দ্রব্য মৃত্তিকা সৃষ্টিকারী কঠিন শিলা থেকে, জৈব পদার্থ জীবের মৃতদেহের মিশ্রণ থেকে আর পানি বারিপাত (Precipitation) থেকে এবং বায়ু প্রাকৃতিক বায়ুমন্ডল থেকে এসেছে। এ চারটি উপাদান কোন নির্দিষ্ট অনুপাতে মাটিতে থাকে না। বিভিন্ন স্থানের মৃত্তিকায় এদের অনুপাতে বিস্তর পার্থক্য দেখা যায়। সেজন্য মাটিকে মিশ্র পদার্থ বলা হয়।

মৃত্তিকার সংজ্ঞা (Definition of Soil)

বিজ্ঞানের অন্যান্য শাখার দ্রুত উন্নতির সাথে সাথে মৃত্তিকা বিজ্ঞানের উন্নতিও এগিয়ে চলছে। গবেষণার ফলে মৃত্তিকার উৎপত্তি, গঠন, প্রকৃতি প্রভৃতি বিষয় সম্বন্ধে বিজ্ঞানীদের ধ্যান ধারণা দিন দিন পরিবর্তিত হচ্ছে। প্রকাশিত হচ্ছে নতুন নতুন রহস্য। ফলে মৃত্তিকার সংজ্ঞাও দিন দিন পরিবর্তিত ও পরিমার্জিত হচ্ছে। নিচে বিভিন্ন মৃত্তিকা বিজ্ঞানী কতৃক প্রদত্ত মৃত্তিকার কয়েকটি উল্লেখযোগ্য সংজ্ঞা তুলে ধরা হলো।

১। মৃত্তিকা হলো একটি রাসায়নিক গবেষণাগার যেখানে বিভিন্ন রাসায়নিক বিয়োজন (Chemical Decomposition) এবং সংশ্লেষণ বিক্রিয়া সংগোপনে (Hidden manner) ঘটে থাকে (Berzilius JJ, Sweden)।

২। মাটি হলো খাদ্য তৈরির কারখানা (Davy, UK)।

৩। মৃত্তিকা হলো পৃথিবীর উপরের স্তর যা শিলা ক্ষয়ের (Weathering.) মাধ্যমে গঠিত এবং উদ্ভিদের অবলম্বন (Support) ও পুষ্টির উৎস হিসেবে কাজ করে (Schubler, Germany)।

৪। মৃত্তিকা হলো বিচূর্ণ কঠিন কণা, বায়ু এবং পানির মিশ্রণ যা উদ্ভিদের বৃদ্ধির জন্য সহজলভ্য খাদ্যোপাদানের বাহক হিসেবে কাজ করে (Mitscherhlich A, Germany)।

৫। মৃত্তিকা খনিজ ও জৈবিক উপাদানে সৃষ্ট একটি প্রাকৃতিক বস্তু যা বিভিন্ন গভীরতাবিশিষ্ট স্তরের সমন্বয়ে গঠিত এবং আঙ্গিক (Morphology), ভৌত গঠন, রাসায়নিক ধর্ম ও জৈবিক বৈশিষ্ট্যে স্বতন্ত্র (Joffe, USA)। সংজ্ঞাটি ইংরেজি পরিভাষায় এরূপ- The soil is a natural body of mineral and organic constituent differentiated into horizons of variable depths, which differs from the material below in morphology, physical make-up, chemical properties and biological characteristics. এ সংজ্ঞাটি যথেষ্ট বিজ্ঞানসম্মত।

> মৃত্তিকা হলো কম বেশি আলাদা এবং ঝুর ঝুরে পদার্থ যেখানে উদ্ভিদ শিকড় প্রবেশ করিয়ে দাঁড়িয়ে থাকতে পারে এবং পুষ্টিসহ বৃদ্ধির অন্যান্য শর্তসমূহ পেয়ে থাকে।

৬। কৃষিতাত্ত্বিক (Agronomic) বিবেচনায় বিজ্ঞানী হিলগার্ডের সংজ্ঞাটি গুরুত্বপূর্ণ। সংজ্ঞাটি হলো- মৃত্তিকা হলো কম বেশি আলাদা এবং ঝুর ঝুরে পদার্থ যেখানে উদ্ভিদ শিকড় প্রবেশ করিয়ে দাঁড়িয়ে থাকতে পারে এবং পুষ্টিসহ বৃদ্ধির অন্যান্য শর্তসমূহ পেয়ে থাকে। ইংরেজি পরিভাষায় সংজ্ঞাটি এরূপ- Soil may be defined as the more or less loose and friable material in which by means of their roots, plants may or do find a foot-hold and nurishment, as well as other conditions of growth.

৭। আমেরিকান মৃত্তিকা বিজ্ঞান সমিতি মৃত্তিকার একটি গ্রহণযোগ্য সংজ্ঞা দেবার চেষ্টা করেছেন। সংজ্ঞাটি হলোঃ মৃত্তিকা হলো কতকগুলি প্রাকৃতিক বস্তুর সমষ্টি যা পৃথিবীর উপরিভাগ থেকে উদ্ভিদের বিভিন্ন রকম সহায়তা প্রদান করে এবং সময়ের পরিবর্তনে উৎস দ্রব্যের উপর সজীব বস্তু ও জলবায়ুর ক্রিয়ায় বন্ধুরতা অনুযায়ী নির্দিষ্ট কিছু ধর্মাবলী প্রাপ্ত হয়। এটি ইংরেজি পরিভাষায় এরূপ- Soil is a collection of natural bodies occupying portion of earth surface that support plants and have definite properties due to the integrated affect of climate and living matter acting upon parent material as conditioned by relief over period of time.

> চূর্ণ-বিচূর্ণ ও ক্ষয়ীভূত খনিজ এবং পচনরত জৈব দ্রব্যের চল মিশ্রণ থেকে পার্শ্বচিত্রের আকারে সংশ্লেষিত নানা প্রাকৃতিক বস্তুসমূহ, যা ভূ-পৃষ্ঠকে একটি পাতলা আবরণ দ্বারা আচ্ছাদিত করেছে এবং উদ্ভিদকে দৈহিকভাবে ধারণ ও উপস্থিতিতে প্রয়োজনীয় পরিমাণ পানি, বায়ু এবং পুষ্টি উপাদান সরবরাহ করে তাকে মৃত্তিকা বলে।

৮। খনিজ মৃত্তিকার সাধারণ সংজ্ঞা হিসেবে বিজ্ঞানী Nyle C. Brady'র সংজ্ঞাটি যথেষ্ট গ্রহণযোগ্য। চূর্ণ-বিচূর্ণ ও ক্ষয়ীভূত খনিজ এবং পচনরত জৈব দ্রব্যের চল মিশ্রণ থেকে পার্শ্বচিত্রের আকারে সংশ্লেষিত নানা প্রাকৃতিক বস্তুসমূহ, যা ভূ-পৃষ্ঠকে একটি পাতলা আবরণ দ্বারা আচ্ছাদিত করেছে এবং উদ্ভিদকে দৈহিকভাবে ধারণ ও উপস্থিতিতে প্রয়োজনীয় পরিমাণ পানি, বায়ু এবং পুষ্টি উপাদান সরবরাহ করে তাকে মৃত্তিকা বলে।

উল্লিখিত সংজ্ঞাগুলো থেকে সহজেই অনুমিত হয় যে মৃত্তিকাকে নির্ভুলভাবে সংজ্ঞায়িত করা বেশ দূরহ। প্রকৃতপক্ষে আধুনিককালে মৃত্তিকার উৎপত্তি, গঠন, প্রকৃতি প্রভৃতি বিষয়ে ব্যাপক গবেষণার মাধ্যমে নতুন নতুন ধ্যান ধারণার আবিস্কারের ফলে মৃত্তিকার সংজ্ঞাতেও পরিবর্তনের প্রয়োজন দেখা দেয়। যাহোক, উপরোক্ত সংজ্ঞাগুলো তুলনামূলকভাবে অধিক গ্রহণযোগ্য বলে বিবেচিত।

মৃত্তিকা সৃষ্টি হলো যেভাবে

> সৃষ্টির শুরুতে পৃথিবী উত্তপ্ত গলিত পদার্থে পূর্ণ ছিল। ক্রমান্বয়ে তা ঠান্ডা হয়ে কঠিন শিলা বা প্রস্তর খন্ড সৃষ্টি হয়। লক্ষ লক্ষ বৎসর ধরে তাপমাত্রা, শৈত্য, বায়ুপ্রবাহ, অন্যান্য ভৌত ও রাসায়নিক প্রক্রিয়ায় ঐ সমস্ত শিলাখন্ড চূর্ণ-বিচূর্ণ হয়। এসব চূর্ণ-বিচূর্ণ পদার্থই মৃত্তিকা সৃষ্টির প্রথম ও প্রধান উপাদান।

পৃথিবীর বুকে মৃত্তিকা সৃষ্টি এক অনন্য রহস্য। বিজ্ঞানীদের মতে, সৃষ্টির শুরুতে পৃথিবী উত্তপ্ত গলিত পদার্থে পূর্ণ ছিল। ক্রমান্বয়ে তা ঠান্ডা হয়ে কঠিন শিলা বা প্রস্তর খন্ড সৃষ্টি হয়। লক্ষ লক্ষ বৎসর ধরে তাপমাত্রা, শৈত্য, বায়ুপ্রবাহ, অন্যান্য ভৌত ও রাসায়নিক প্রক্রিয়ায় ঐ সমস্ত শিলাখন্ড চূর্ণ-বিচূর্ণ হয়। এসব চূর্ণ-বিচূর্ণ পদার্থই মৃত্তিকা সৃষ্টির প্রথম ও প্রধান উপাদান। মৃত্তিকা সৃষ্টিকারী এসব পদার্থকে উৎস বস্তু (Parent material) বা উৎস শিলা (Parent rock) বলা হয়। এভাবে উৎস শিলা চূর্ণ-বিচূর্ণ হয়ে বিভিন্ন নতুন নতুন খনিজ পদার্থের সৃষ্টি হয়। শিলাচূর্ণ থেকে খনিজ পদার্থ সৃষ্টি চলতে চলতে এক পর্যায়ে তাতে প্রাণের সঞ্চার হয়। আর তখন থেকেই মৃত্তিকা সৃষ্টির দ্বিতীয় পর্যায়ের কাজ শুরু হয়। তাতে বিভিন্ন ধরণের উদ্ভিদ ও প্রাণীর বৃদ্ধি ও উন্নয়ন চলতে থাকে। চূর্ণ বিচূর্ণ শিলা ও খনিজের উপর তাদের কার্যকলাপের ফলে শিলা ও খনিজের ক্ষয় দ্রুত চলতে থাকে। অপরপক্ষে, উদ্ভিদ ও প্রাণী দেহাবশেষের মিশ্রণের ফলে শিলা ও খনিজ পদার্থ থেকে উন্নত মৃত্তিকা সৃষ্টি হয়। মৃত্তিকা সৃষ্টির পর থেকে শুরু করে দিন দিন এর বৈশিষ্ট্যের পরিবর্তন চলতে থাকে। সে জন্যই পৃথিবীর বিভিন্ন অঞ্চলের মৃত্তিকার বৈশিষ্ট্যে এত বৈচিত্র্য! মৃত্তিকা সৃষ্টির জটিল প্রক্রিয়ায় প্রভাবকারী বিভিন্ন উপাদান এবং এদের প্রভাব সম্পর্কে পরবর্তি পাঠে বিস্তারিত আলোচনা করা হয়েছে। মৃত্তিকা গঠনকারী এসব উপাদানের প্রভাব সম্পর্কে জানলে মৃত্তিকা সৃষ্টির রহস্য আরও সহজভাবে বোধগম্য হবে।

পাঠোত্তর মূল্যায়ন ১.১

সঠিক উত্তরের পাশে টিক চিহ্ন (✓) দিন।

১। মৃত্তিকা কোন ধরনের পদার্থ?
- ক) মিশ্র-পদার্থ
- খ) জৈব পদার্থ
- গ) মৌলিক পদার্থ
- ঘ) যৌগিক পদার্থ

২। কৃষিতাত্ত্বিক বিবেচনায় কোন মৃত্তিকা বিজ্ঞানীর সংজ্ঞাটি বেশি গুরুত্বপূর্ণ?
- ক) জফি জে এস
- খ) হিলগার্ড
- গ) ব্রেডি এন সি
- ঘ) মিতসারলিচ

৩। খনিজ মৃত্তিকার সাধারণ সংজ্ঞা হিসেবে কোন বিজ্ঞানী বেশি গ্রহণযোগ্য?
- ক) বার্জেলিয়াস জে জে
- খ) স্কাবলার
- গ) হিলগার্ড
- ঘ) ব্রেডি এন সি

৪। মৃত্তিকা সৃষ্টিকারী প্রথম ও প্রধান উপাদান কোনটি?
- ক) সূর্যতাপ
- খ) উৎস শিলা
- গ) খনিজ পদার্থ
- ঘ) উদ্ভিদ ও প্রাণীর মৃতদেহ।

পাঠ ১.২ মৃত্তিকা গঠনের উপাদান

এ পাঠ শেষে আপনি –

- মৃত্তিকা কী কী উপাদান নিয়ে গঠিত তা বলতে পারবেন।
- মৃত্তিকা গঠনকারী উপাদানসমূহ চিহ্নিত করতে পারবেন।
- মৃত্তিকার ধর্ম ও মৃত্তিকা গঠনকারী উপাদানসমূহের সম্পর্ক সৃষ্টিকারী জেনীর (Jenny) সমীকরণটি উপস্থাপন করতে পারবেন।
- বিজ্ঞানী Joffe কর্তৃক মৃত্তিকা গঠনকারী উপাদানসমূহের শ্রেণিবিভাগ বর্ণনা করতে পারবেন।
- মৃত্তিকা গঠনকারী বিভিন্ন উপাদানের ভূমিকা ব্যাখ্যা করতে পারবেন।

কঠিন শিলা থেকে বিভিন্ন পরিবর্তনের মাধ্যমে মৃত্তিকার সৃষ্টি হয়। শিলা থেকে প্রথমে খনিজের সৃষ্টি হয়। শিলা ও খনিজ থেকে মাটি সৃষ্টি হতে অনেক সময়ের প্রয়োজন হয়। দীর্ঘ সময় ব্যাপিয়া শিলা ও খনিজের উপর বিভিন্ন ভৌত, রাসায়নিক ও জৈবিক পরিবর্তন সাধিত হয়ে মৃত্তিকায় পরিণত হয়। বিশেষ করে তাপমাত্রা, বারিপাত (Precipitation), বিভিন্ন রকমের উদ্ভিদ ও জীবজন্তুর চলমান ক্রিয়ায় শিলা ও খনিজ নির্দিষ্ট সময় পর মৃত্তিকায় পরিণত হয়। সুতরাং যেসব উপাদান নতুন মৃত্তিকা গঠনের জন্য দায়ী তাদেরকে মৃত্তিকা গঠনের উপাদান বলে। ঐসব উপাদানের যৌথ ক্রিয়ার ফলে মৃত্তিকা প্রোফাইল গঠিত হয়।

দীর্ঘ সময় ব্যাপিয়া শিলা ও খনিজের উপর বিভিন্ন ভৌত, রাসায়নিক ও জৈবিক পরিবর্তন সাধিত হয়ে মৃত্তিকায় পরিণত হয়।

ভূত্বকের কোন স্থানের মৃত্তিকা প্রধানত পাঁচটি উপাদানের যুগপৎ ক্রিয়ার ফলে গঠিত হয়। এ পাঁচটি উপাদান হলো ঃ

১. মৃত্তিকার উৎস বস্তু (Parent material)
২. জলবায়ু (Climate)
৩. জীবসত্ত্বা (Biosphere)
৪. ভূমির বন্ধুরতা (Topography)
৫. সময় (Time)

জেনীর সমীকরণ (Jenny's equation)

মৃত্তিকা গঠন প্রক্রিয়ায় মৃত্তিকা গঠনকারী উপাদানগুলোর প্রভাব ভিন্ন ভিন্ন উপায় ও তীব্রতায় সংঘটিত হয়। সবগুলো উপাদানই আবশ্যকভাবে পরস্পর নির্ভরশীল। তবে নির্দিষ্টস্থানে বিশেষ কোন উপাদান মৃত্তিকা গঠনের কাজে অধিক সক্রিয় হতে পারে। সেক্ষেত্রে অন্যান্য উপাদানগুলো অবশ্যই সক্রিয় থাকবে তবে তা তুলনামূলকভাবে কম সক্রিয় হতে পারে। মৃত্তিকা গঠনকালে ভিন্ন ভিন্ন উপাদানের সক্রিয়তার তারতম্যের উপর মৃত্তিকার ধর্ম নির্ভরশীল। বিজ্ঞানী Jenny মৃত্তিকা গঠনকারী উপাদানসমূহ এবং মৃত্তিকার ধর্মের মধ্যে সম্পর্ক দেখিয়ে একটি সাধারণ সমীকরণ প্রকাশ করেছেন। ইহা জেনীর সমীকরণ নামে পরিচিত। সমীকরণটি নিম্নরূপ ঃ

S=f (p,cl, b, r, t............)।

মৃত্তিকা গঠনকারী উপাদানসমূহ হচ্ছে মৃত্তিকার উৎস বস্তু, জলবায়ু, জীবসত্ত্বা, ভূমির বন্ধুরতা এবং সময়।

এখানে ঃ

S = মৃত্তিকার ধর্ম (Any soil property)
f = ক্রিয়া (Function of)
p = উৎস বস্তু (Parent material)
cl = জলবায়ু (Climate)
b = জীবসত্ত্বা (Biosphere)
r = বন্ধুরতা (Relief)
t = সময় (Time)

মৃত্তিকা গঠনকারী উপাদানসমূহের শ্রেণিবিভাগ

মৃত্তিকা বিজ্ঞানী Joffe মৃত্তিকা গঠনকারী উপাদানগুলোকে দু'ভাগে ভাগ করেছেন। যথা ঃ

১. সক্রিয় উপাদান (Active factor)

২. অক্রিয় উপাদান (Passive factor)

মৃত্তিকা গঠনের পাঁচটি উপাদানের মধ্যে জলবায়ু ও জীবসত্তা হলো সক্রিয় উপাদান। অপরপক্ষে, উৎস বস্তু, ভূমির বন্ধুরতা এবং সময় হলো অক্রিয় উপাদান।

উৎস বস্তু শিলা (Parent material) এবং ভূনিম্নস্থ শিলার (Bed rock) উপর কাজ করে মৃত্তিকা গঠন করিবার জন্য যে সমস্ত উপাদান শক্তি সরবরাহ করে থাকে তাদেরকে সক্রিয় উপাদান (Active factor) বলে। মৃত্তিকা গঠনের পাঁচটি উপাদানের মধ্যে জলবায়ু (Climate) ও জীবসত্ত্বা (Biosphere) হলো সক্রিয় উপাদান। অপরপক্ষে, উৎস বস্তু, ভূমির বন্ধুরতা (Topography/relief) এবং সময় এরা মৃত্তিকা গঠনে সরাসরি কোন শক্তি সরবরাহ করে না বলে তাদেরকে অক্রিয় উপাদান বলে।

উৎস দ্রব্য (Parent material)

মৃত্তিকা গঠন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে অঘনীভূত ও রাসায়নিকভাবে কম বেশি ক্ষয় প্রাপ্ত যে সকল খনিজ ও শিলা দ্রব্য থেকে মৃত্তিকা প্রোফাইল উৎপন্ন হয় তাকে মাটির উৎস দ্রব্য বলে।

মৃত্তিকা বিজ্ঞানী Jenny'র মতে, S= f(p) { cl, b, r, t...... }

এ সমীকরণে মাটির গুণের সহিত মৃত্তিকা গঠনকারী উপাদান উৎস দ্রব্য (Parent material) বা P এর কাজের ফাংশন বুঝানো হয়েছে যখন cl. b. r. t........ স্থির থাকে।

ভূতাত্বিক প্রক্রিয়ায় ভূপৃষ্টের বিভিন্ন উৎস দ্রব্য হতে মৃত্তিকার উৎপত্তি হয়। উৎস দ্রব্যের প্রকৃতির ওপর উদ্ভূত মৃত্তিকার বৈশিষ্ট্য নির্ভর করে। উদাহরণস্বরূপ মাটির বুনট উৎস দ্রব্যের ওপর ব্যাপকভাবে নির্ভরশীল, যা মৃত্তিকায় পানির নিম্নমূখী প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে। ফলশ্রুতিতে সূক্ষ্ম মৃত্তিকা কলা ও উদ্ভিদ পুষ্টি উপাদানের সঞ্চায়ন (illuviation) এবং চুয়ীসরন (eluviation) প্রভাবিত হয়। শিলাক্ষয় (Weathering) প্রক্রিয়া ও এর গতি প্রকৃতি উৎস বস্তুর (Parent material) রাসায়নিক ও খনিজ উপাদান দ্বারা প্রভাবিত হয়ে থাকে, যা উৎপন্ন উদ্ভিদরাজির প্রকৃতি নিয়ন্ত্রণ করে।

উদাহরণ হিসেবে উল্লেখ করা যায় যে, লাইম ষ্টোন সমৃদ্ধ উৎস বস্তু হতে সৃষ্ট মৃত্তিকার প্রোফাইল সৃষ্টি হতে দীর্ঘ সময় লাগে, যা আর্দ্র আবহাওয়া দ্বারা ত্বরান্বিত হয়। শক্ত বিশুদ্ধ চুনাপাথর হতে গভীর বালি প্রধান মাটি তৈরি হয়। অপরদিকে মিশ্রিত নরম চুনাপাথর হতে গভীর ও সূক্ষ্ম বুনট সম্পন্ন মাটি তৈরি হয়। উষ্ণ এশিয়ার অধিকাংশ মাটি গ্র্যানাইট, নীস, বেসল্ট, বালিপাথর, চুনাপাথর, শেইল ও পলিজ অধঃক্ষেপ হতে উৎপন্ন হয়েছে।

ক্লে কর্দমের গুণগত বৈশিষ্ট্যাবলী ও মৃত্তিকা পার্শ্বচিত্র সমভাবে উৎস বস্তু দ্বারা প্রভাবিত হয়। আগ্নেয় শিলা, স্থূল কোয়ার্টজ নুড়ি, বালিপাথর ইত্যাদি ধীর গতিতে ক্ষয় প্রাপ্ত হয় এবং সাধারণ অনুর্বর মাটি গঠন করে। ইহাতে কেওলিনাইট জাতীয় কর্দম কণা উপস্থিত থাকে এবং ক্ষারীয় দ্রব্য কম থাকে। অধিকাংশ ক্ষারীয় আগ্নেয় শিলা, পাললিক শিলা ক্ষয় প্রাপ্ত হয়ে সূক্ষ্ম বুনট সম্পন্ন এবং ক্ষারক সম্পন্ন উর্বর মাটি গঠন করে। এতে মন্টমরিলোনাইট জাতীয় কর্দম কণা বেশি থাকে।

জলবায়ু হলো মৃত্তিকা গঠনের প্রত্যক্ষ এবং খুবই গুরুত্বপূর্ণ উপাদান। জলবায়ু সাধারণত বৃষ্টিপাত এবং তাপমাত্রার মাধ্যমে মৃত্তিকা গঠনে প্রভাব বিস্তার করে।

জলবায়ু (Climate)

Jenny' র মতে, S = f (cl) {p, b, r, t......} এ সমীকরণে মাটির গুণের সাথে মৃত্তিকা গঠনকারী উপাদান জলবায়ু বা এর কাজের ফাংশানকে বুঝানো হয়েছে, যখন অন্যান্য উপাদান অপরিবর্তিত থাকে। জলবায়ু হলো মৃত্তিকা গঠনের প্রত্যক্ষ এবং খুবই গুরুত্বপূর্ণ উপাদান। একটি মৃত্তিকা প্রোফাইল শত শত বছর ধরে মৃত্তিকা গঠনকারী উপাদানসমূহের প্রত্যক্ষ ও পরোক্ষ ক্রিয়ার ফল। জলবায়ু সাধারণত বৃষ্টিপাত এবং তাপমাত্রার মাধ্যমে মৃত্তিকা গঠনে প্রভাব বিস্তার করে।

বৃষ্টিপাত

বৃষ্টিপাত নানাভাবে মাটি গঠনে অংশ গ্রহণ করে। বৃষ্টিপাত বেশি হলে পানি চুয়ানোর মাত্রা বৃদ্ধি পায় ফলে ক্ষারীয় পদার্থ ক্রমেই চুইয়ে নিচে চলে যায়।তখন মাটি অম্ল হয় এবং সেখানে Fe এবং Al এর প্রাধান্য দেখা যায়। অল্প বৃষ্টি হলে উপরের স্তর হতে $CaCO_3$ ও $MgCO_3$ নিচে নেমে মধ্য স্তরে জমা হয়। ফলে চুন সমৃদ্ধ একটা হরাইজন (Horizon) এর সৃষ্টি হয়। এ ছাড়া বৃষ্টিপাত কম হলে বাষ্পীভবন বেশি হয় ফলে নিচের ক্ষারীয় উপাদান বাষ্পীভবনজনিত টানে পানির সাথে উপরে উঠে। আর পানি বাষ্প হয়ে উড়ে গেলে সে পদার্থগুলো মাটির উপরের স্তরে জমা হয় এবং তখন মাটি ক্ষারীয় বিক্রিয়া প্রদর্শন করে।

পরিমিত বৃষ্টিপাতের ফলে মাটিতে বেশি পরিমাণে জৈব পদার্থের বিয়োজন হয়ে মৃত্তিকা গঠনের কাজ তরান্বিত করে।

বৃষ্টিপাত উদ্ভিদের বৃদ্ধিকে বাড়ায়, ক্ষুদ্র জীবাণুর বংশবৃদ্ধি ত্বরান্বিত করে এবং তাদের কর্মতৎপরতাকে উৎসাহিত করে। ফলে মাটিতে বেশি পরিমাণে জৈবপদার্থের বিয়োজন হয়ে মৃত্তিকা গঠনের কাজ তরান্বিত করে।

বৃষ্টিপাত ঢালু জমিতে প্রাকৃতিক ভূমিকম্পের মাধ্যমে মাটির প্রোফাইলকে আক্রান্ত করে, ফলে মৃত্তিকা ধাপ (Steep) এ পাতলা মাটির স্তর এবং পাহাড়ের পাদদেশে মৃত্তিকা পদার্থের পুরু স্তর জমা হয়।

বৃষ্টির পরিস্রুত পানি মৃত্তিকার উৎস বস্তু গঠনকারী পদার্থগুলোকে দ্রবীভূত করে এবং অন্যত্র নিয়ে জমা করে মাটি গঠনে সহায়তা করে। বাংলাদেশে নদীজনিত ভূমিক্ষয় ও পানি জমাটের মাধ্যমে সামুদ্রিক উপকূল অঞ্চলে নতুন মৃত্তিকা গঠিত হয়।

তাপমাত্রা

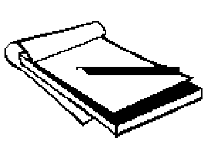
প্রতি ১০° সে. তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে মৃত্তিকার রাসায়নিক বিক্রিয়া দ্বিগুণ হয়।

মৃত্তিকা গঠনের ক্ষেত্রে তাপমাত্রার প্রভাব গুরুত্বপূর্ণ। প্রতি ১০° সে. তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে মৃত্তিকার রাসায়নিক বিক্রিয়া দ্বিগুণ হয়। মেরু অঞ্চলে তাপমাত্রা হচ্ছে মৃত্তিকা গঠনের বিরোধিতাকারী একটি শক্তি। নিচু তাপমাত্রার কারণে সেখানে কোন পরিস্কার রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটে না। শুষ্ক অঞ্চলেও পরিস্রবনের পরিমাণ কম। যার কারণ হচ্ছে অধিক বাস্পীভবন। উচু পর্বত অঞ্চলে শীতকাল দীর্ঘ হওয়ায় মৃত্তিকা প্রোফাইল এর ভিতর দিয়ে পরিস্রবনের পরিমাণ কম হয়। ফলে হ্রদ জলভূমি পীট গঠিত হয়।

নিচু তাপমাত্রায় অণুজীবের কার্যকলাপ সীমিত হওয়ায় জৈব পদার্থ সঞ্চিত হতে থাকে। ফলে এসব অঞ্চলে জৈব পদার্থের স্তর বেশ বিস্তৃত হয় এবং পিটের নিচে কোন মৃত্তিকা স্তর গঠিত হয় না। অপরপক্ষে, আর্দ্র গ্রীষ্মমন্ডল ও উপ-গ্রীষ্মমন্ডল অঞ্চলে উদ্ভিদ প্রচুর পরিমাণে জন্মে এবং অবশেষে বিগলিত হওয়ার ফলে Ao স্তরে জৈবপদার্থ খুব কম হয়।

যে সব এলাকায় উত্তাপ ও আর্দ্রতা বেশি সেখানে মাটিতে কর্দম কণা বেশি দেখা যায় কারণ অবক্ষয় প্রক্রিয়া বেশি মাত্রায় হয়। কিন্তু হীম ও শুস্ক বা হীম ও আর্দ্র এলাকায় ইহা কম হয়।

তাপমাত্রা বেশি ও বৃষ্টিপাত কম হলে মৃত্তিকার ধনাত্মক আয়ন বেশি ধরে রাখতে পারে এবং চুয়ানী পানির পরিমাণ কম হয়।



***অনুশীলন (Activity) ঃ** ‘তাপমাত্রা মৃত্তিকা গঠনের একটি গুরুত্বপূর্ণ উপাদান’ এ উক্তিটি যুক্তিসহকারে ব্যাখ্যা করুন (অনুর্ধ ১৫০ শব্দ)।*

> মৃত্তিকার রং, বর্ণ, সংযুক্তি ইত্যাদি ভৌত অবস্থা উদ্ভিদ জাতীয় জৈব পদার্থ দ্বারা পরিবর্তিত হয়। বিশেষ করে উপরের স্তরের ঘাসী জমির মাটিতে জৈবপদার্থ তুলনামূলক ভাবে বনাঞ্চলের মাটি হতে বেশি থাকে।

জীব সত্ত্বা (Biosphere)

Jenny' র মতে, S=f (b) {cl, p, r, t ....}। এই সমীকরণে b দ্বারা জীব সত্ত্বা (Biosphere) বুঝানো হয়েছে যা সবুজ আণুবীক্ষনিক বা অপেক্ষাকৃত বড় জীবসমূহ এবং মানুষের সমন্বয়ে গঠিত। এটি মৃত্তিকা গঠন পদ্ধতিকে বিশেষভাবে প্রভাবিত করে। উদ্ভিদ কী প্রকৃতির এবং কী পরিমাণ জৈব পদার্থ প্রদান করিবে তাহার ওপর মৃত্তিকার গঠন নির্ভরশীল। মৃত্তিকার রং, বর্ণ, সংযুক্তি ইত্যাদি ভৌত অবস্থা উদ্ভিদ জাতীয় জৈব পদার্থ দ্বারা পরিবর্তিত হয়। বিশেষ করে উপরের স্তরের ঘাসী জমির মাটিতে জৈব পদার্থ (Organic matter) তুলনামূলকভাবে বনাঞ্চলের মাটি হতে বেশি থাকে। উচ্চ জৈব পদার্থ সমৃদ্ধ মাটি গাঢ় বর্ণের যার পানি ও ক্যাটায়ন ধারণ ক্ষমতা বনাঞ্চলের মাটি হতে বেশি। মৃত্তিকা গঠনও ঘাসী উদ্ভিদরাজি দ্বারা প্রভাবিত হয়। এছাড়া মৃত্তিকার অম্লত্ব ও ক্ষারকত্বও উদ্ভিদরাজি দ্বারা প্রভাবিত হয় পার্বত্য এলাকার মাটির চাইতে নিম্নভূমির মাটিতে গাছের বৃদ্ধি এবং জৈব পদার্থের পরিমাণ বেশি হয়।

ভূমির বন্ধুরতা (Topography)

Jenny'র মতে, S = f (r) {cl, b, p, t......}। এ সমীকরণে মাটির গুণের সাথে মৃত্তিকার বন্ধুরতার বা এর কাজের ফাংশানকে বুঝানো হয়েছে যখন অন্যান্য উপাদান অপরিবর্তিত থাকে।

কোন স্থানের ভূমির বন্ধুরতা বলতে সমুদ্রপৃষ্ঠ হতে উক্ত স্থানের উচ্চতাকে বুঝায়। মৃত্তিকা গঠনে ভূমির বন্ধুরতা সাধারণত নিম্নরূপ প্রভাব বিস্তার করে থাকে ঃ

১। ভুমির বন্ধুরতা জলবায়ূর প্রভাবকে ত্বরান্বিত করে বা বিলম্বিত করে। অসমতল জমি অপেক্ষা সমতল জমি থেকে অতিরিক্ত পানি কণা বেশি অপসারিত হয়। কোন স্থানে সারা বছর বা বছরের অধিকাংশ সময় পানি জমা থাকলে উহাতে জলবায়ূর প্রভাব ততটা কার্যকর হয় না।

> ভূমির বন্ধুরতা নিষ্কাশন ব্যবস্থা ও মাটির পানির স্তরের উচ্চতা নির্ধারণ করে। বন্ধুরতা বা ঢাল মৃদু হলে অধিক পরিমাণ পানি মৃত্তিকা প্রোফাইলে প্রবেশ করে ফলে অধিক দৈর্ঘ্যের প্রোফাইল প্রতিষ্ঠিত হয়।

২। পাড়ের তীক্ষ্ণঢালে সহজে ভূমিক্ষয় হয় এবং পানি মাটির প্রোফাইলে খুবই কম পরিমাণে প্রবেশ করে। এজন্য কম দৈর্ঘ্যের প্রোফাইল গঠিত হয়।

৩। ভূমির বন্ধুরতা নিষ্কাশন ব্যবস্থা ও মাটির পানির স্তরের উচ্চতা নির্ধারণ করে।

৪। বন্ধুরতা বা ঢাল মৃদু হলে অধিক পরিমাণ পানি মৃত্তিকা প্রোফাইলে প্রবেশ করে ফলে অধিক দৈর্ঘ্যের প্রোফাইল প্রতিষ্ঠিত হয়।

৫। কম ঢালবিশিষ্ট প্রোফাইলটিতে অধিক জৈব পদার্থ থাকে।

৬। ভূ-পৃষ্টের অসমতলতা সমুদ্রপৃষ্ঠ হতে উচ্চতা বৃদ্ধি করে জলবায়ু অধিকতর শীতল হয়। মাঝে মাঝে অধিক আর্দ্রতাসম্পন্ন হয় যা মৃত্তিকা গঠনে প্রভাব ফেলে।

৭। বন্ধুরতা ফসলী জমির ব্যবহার বা অন্য কোন উদ্দেশ্যে জমির ব্যবহারের উপর প্রভাব ফেলে যা মাটি গঠনের সহায়ক।

সময় (Time)

Jenny'র মতে S = f (t) {cl, b, p, r......}। এ সমীকরণে মাটির গুণের সাথে মৃত্তিকা গঠনকারী উপাদান সময় বা এর কাজের ফাংশানকে বুঝানো হয়েছে, যখন অন্যান্য উপাদান যেমন ঃ cl,b,p,r... স্থির থাকে।

শিলা হতে মাটি সৃষ্টি হওয়ার জন্য একটা ন্যূনতম সময়ের দরকার। শিলা ও খনিজ পদার্থের ক্ষয় হতে কী পরিমাণ সময় ব্যয়িত হয়েছে তার ওপর মাটির প্রকৃতি নির্ভর করে।

> সাধারণত একটি পরিণত বা সম্পূর্ণ মাটি তৈরি হতে দুইশত থেকে কয়েক হাজার বছর লাগতে পারে।

উৎস বস্তু সৃষ্টির পর সময়ের ব্যবধানে সৃষ্ট মাটির ভৌত, রাসায়নিক ও জৈবিক গুণাবলীর পরিবর্তন ঘটে। যদিও সময়ের এ প্রয়োজনীয়তা জলবায়ু, Parent material এর প্রকার, প্রাণী ও উদ্ভিদের কার্যাবলী ও নিষ্কাশন (Drainage) এর উপর ঘনিষ্টভাবে নির্ভরশীল। সাধারণত একটি পরিণত বা সম্পূর্ণ মাটি (Mature soil) তৈরি হতে দুইশত থেকে কয়েক হাজার বছর লাগতে পারে।

নিম্নলিখিত কারণে মাটি তৈরির কাজ বিলম্বিত হয়।

(ক) কম বৃষ্টিপাত
(খ) কম আপেক্ষিক আর্দ্রতা
(গ) অধিক চুন সম্পন্ন উৎস বস্তু
(ঘ) অধিক বালি
(ঙ) অধিক কর্দম কণা
(চ) ক্ষয়রোধী উৎস বস্তু
(ছ) তীব্র ঢাল
(জ) উচ্চ পানি স্তর
(ঝ) সতত মৃত্তিকা দ্রব্যের অপসারণ
(ঞ) তীব্র বায়ু ও পানি ভূমি ক্ষয়
(ট) অধিক গর্ত খননকারী প্রাণী, ইত্যাদি

পাঠোত্তর মূল্যায়ন ১.২

সঠিক উত্তরের পাশে টিক চিহ্ন (✓) দিন।

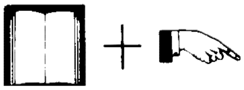
১। ভূত্বকের কোন স্থানের মৃত্তিকা প্রধানত কয়টি উপাদানের যুগপৎ ক্রিয়ার ফলে গঠিত?
(ক) ৩ টি
(খ) ৪ টি
(গ) ৫ টি
(ঘ) ৬ টি

২। জেনীর সমীকরণে ‘P’ অর্থ কী?
(ক) মৃত্তিকার ধর্ম
(খ) উৎস বস্তু
(গ) বন্ধুরতা
(ঘ) সময়

৩। মৃত্তিকা গঠনের উপাদানগুলোর মধ্যে কোন দুটি সক্রিয় উপাদান?
(ক) জলবায়ু ও বন্ধুরতা
(খ) বন্ধুরতা ও সময়
(গ) সময় ও জীবসত্ত্বা
(ঘ) জলবায়ু ও জীবসত্ত্বা

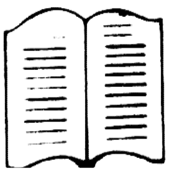
৪। প্রতি ১০$^{\circ}$ সে. তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে মৃত্তিকার রাসায়নিক বিক্রিয়া কতগুণ হয়?
(ক) দ্বিগুণ
(খ) তিনগুণ
(গ) চারগুণ
(ঘ) পাঁচগুণ

পাঠ ১.৩ শিলা ও খনিজ (Rocks and minerals)



এ পাঠ শেষে আপনি –

- শিলা ও খনিজ কী তা লিখতে ও বলতে পারবেন।
- শিলার প্রকারভেদ উদাহরণসহ উপস্থাপন করতে পারবেন।
- খনিজের প্রকারভেদ উদাহরণসহ তুলে ধরতে পারবেন।
- শিলা ও খনিজের পার্থক্য তুলে ধরতে পারবেন।



ভূ-তত্ত্ববিদদের মতে, শিলা হলো দুই বা ততোধিক খনিজের সংমিশ্রণ বা দলা যা ভূত্বকের অপরিহার্য অংশসমূহ গঠন করেছে এবং যাদের ধর্ম ধারণকৃত খনিজের ভিত্তিতে পরিবর্তনশীল। যেমনঃ গ্র্যানাইট, চুনাপাথর ইত্যাদি।

শিলা কী (What is Rocks) ?

সিলেটের জাফলং বা শ্রীপুর থেকে আগত পাথর ভর্তি ট্রাক কিংবা আমাদের সড়ক ও রেলপথ তৈরির পাথর সবাই দেখে থাকবেন। বনভোজন কিংবা ভ্রমণের জন্য যারা জাফলং কিংবা শ্রীপুরে গিয়েছেন তারা পাহাড়ী ঝরণায় পাথরের আগমন দৃশ্য নিশ্চয় অবলোকন করেছেন। ভূ-তত্ত্ববিদদের মতে, পাহাড়ী ঝরণা ধারায় নেমে আসা এ সব পাথরকে শিলা বলে। তাপ, চাপ ও রাসায়নিক ক্রিয়ার ফলে এরা ভেঙ্গে টুকরা টুকরা হয়ে উঁচু পাহাড়ী এলাকা থেকে পানির স্রোতে গড়িয়ে নিচের দিকে নেমে আসে। গড়িয়ে গড়িয়ে নিচের দিকে আসার ফলে ঘর্ষণের কারণে এরা মসৃন ও সুন্দর আকার প্রাপ্ত হয়। সুতরাং ভূ-তত্ত্ববিদদের মতে, শিলা হলো দুই বা ততোধিক খনিজের সংমিশ্রণ বা দলা যা ভূত্বকের অপরিহার্য অংশসমূহ গঠন করেছে এবং যাদের ধর্ম ধারণকৃত খনিজের ভিত্তিতে পরিবর্তনশীল। যেমনঃ গ্র্যানাইট, চুনাপাথর ইত্যাদি। (According to the Geologists rock is a mixture or aggregate part of the earth's crust, the properties of which will vary on the basis of minerals they contain. Such as granite, limestone etc.)।

শিলার প্রকারভেদ (Classification of rocks)

গঠন ও উৎস অনুসারে শিলাকে তিনটি প্রধান ভাগে ভাগ করা যায় ঃ

১। আগ্নেয় শিলা (Igneous rocks)

২। পাললিক শিলা (Sedimentary rocks)

৩। রূপান্তরিত শিলা (Metamorphic rocks)

উত্তপ্ত গলিত লাভা ঠান্ডা হয়ে যে শিলার সৃষ্টি হয় তাকে আগ্নেয় শিলা বলে।

আগ্নেয় শিলা (Igneous rocks)

পৃথিবীর আদিম অবস্থার উত্তপ্ত ও গলিত লাভা কিংবা আগ্নেয়গিরির অগ্নুৎপাতের সময় উত্থিত উত্তপ্ত গলিত লাভা ঠান্ডা হয়ে যে শিলার সৃষ্টি হয় তাকে আগ্নেয় শিলা বলে।

আগ্নেয় শিলার বৈশিষ্ট্য

- ❒ উত্তপ্ত গলিত অবস্থা হতে ঠান্ডা হয়ে এ জাতীয় শিলার উৎপত্তি হয় বলে আগ্নেয় শিলায় কোন স্তর থাকে না।
- ❒ উত্তপ্ত গলিত পদার্থের মধ্যে জীব-জন্তুর অস্তিত্ব অসম্ভব। বৃক্ষলতাও তাতে জন্মে না। এ কারণে আগ্নেয়শিলার ভিতর জীবাশ্ম দেখতে পাওয়া যায় না।
- ❒ গলিত অবস্থা হতে তাপ বিকিরণ করে ক্ষেত্র বিশেষে এ জাতীয় শিলা কেলাসিত হয় বা নির্দিষ্ট আকার ধারণ করে।
- ❒ উত্তপ্ত গলিত পদার্থ ভূ-পৃষ্ঠে ঠান্ডা হলে তাকে বহিঃজ আগ্নেয় শিলা (Extrusive igneous rocks) বলে। অপর পক্ষে উত্তপ্ত গলিত পদার্থ ভূ-পৃষ্ঠে আসতে না পেরে পৃথিবীর অভ্যন্তরেই ধীরে ধীরে তাপ বিকিরণ করে ঠান্ডা হয়ে কঠিন আকার ধারণ করে। এ রূপে গঠিত আগ্নেয় শিলাকে অন্তঃজ (Intrusive) আগ্নেয় শিলা বলে।

উত্তপ্ত গলিত পদার্থ যখন ভূ-পৃষ্ঠে ঠান্ডা হয় তখন তাকে বহিঃজ আগ্নেয় শিলা বলে। আর যখন ভূ-পৃষ্ঠে আসতে না পেরে পৃথিবীর অভ্যন্তরেই ধীরে ধীরে তাপ বিকিরণ করে ঠান্ডা হয়ে কঠিন আকার ধারণ করে তখন তাকে অন্তঃজ আগ্নেয় শিলা বলে।

ব্যাসল্ট, পিউমিকস্টোন, লাপিলি ইত্যাদি হলো বহিঃজ আগ্নেয় শিলা। অন্যদিকে গ্র্যানাইট, গ্যাব্রো, সায়েনাইট, পরিফাইরি ইত্যাদি অন্তঃজ আগ্নেয় শিলা।

পাললিক শিলা (Sedimentary rocks)

পলল বা তলানী হতে গঠিত শিলাকে পাললিক শিলা বলে। আবার স্তরে স্তরে সঞ্চিত হয় বলে এ শিলাকে স্তরীভূত শিলা বলে।

তাপমাত্রা, বৃষ্টিপাত, বায়ুপ্রবাহ, হিমবাহ, সাগরতরঙ্গ প্রভৃতি প্রাকৃতিক শক্তির প্রভাবে আগ্নেয় শিলা ধীরে ধীরে ক্ষয়প্রাপ্ত হয়ে ছোট ছোট নুড়ি, কাকর ও বালিতে পরিণত হয়। অতঃপর অংশসমূহ উল্লিখিত প্রাকৃতিক শক্তির দ্বারা বাহিত হয়ে সমুদ্র, হ্রদ বা উপমহাদেশের তলদেশে পলল বা তলানীরূপে স্তরে স্তরে সঞ্চিত হয়। পরে তা বায়ুর চাপে জমে শক্ত ও দৃঢ় আকার প্রাপ্ত হয়। এ ধরনের শিলাকে পাললিক শিলা বলে। পলল বা তলানী হতে এ শিলা গঠিত হয় বলে একে পাললিক শিলা বলে। আবার স্তরে স্তরে সঞ্চিত হয় বলে এ শিলাকে স্তরীভূত (Stratified) শিলা বলে। ইহা অকেলাসিত।

পাললিক শিলার বৈশিষ্ট্য

- ❒ এ শিলা মূল শিলার (Older rocks) ক্ষয়প্রাপ্ত অংশ হতে সৃষ্টি হয়।
- ❒ পাললিক শিলা স্তরে স্তরে সৃষ্টি হয় বলে এর মধ্যে স্তর থাকে।
- ❒ এ শিলার মধ্যে জীবাশ্ম দেখা যায়।
- ❒ ইহা উত্তপ্ত অবস্থা হতে সৃষ্ট নয় বলে অকেলাসিত।
- ❒ ইহা গৌণ বা মাধ্যমিক (Secondary) শিলা নামে পরিচিত।

ইহা ভৌত, রাসায়নিক ও জৈবিক প্রক্রিয়ায় উন্নত (Developed) হতে পারে। বালিপাথর (Sand stone), শেল (Shale), ডলোমাইট (Dolomite), সিল্ট স্টোন (Silt stone), চুনাপাথর (Lime stone) ইত্যাদি পাললিক শিলার উদাহরণ।

রূপান্তরিত শিলা (Metamorphic rocks)

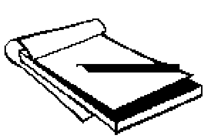
প্রচন্ড তাপ ও চাপের যৌথ প্রভাবে মূল আগ্নেয় ও পাললিক শিলা কালক্রমে পরিবর্তিত হয়ে অধিকতর কঠিন ও স্ফটিকাকার যে নতুন শিলার সৃষ্টি হয় তাকে রূপান্তরিত শিলা বলে।

প্রচন্ড তাপ ও চাপের যৌথ প্রভাবে মূল আগ্নেয় ও পাললিক শিলা কালক্রমে পরিবর্তিত হয়ে অধিকতর কঠিন ও স্ফটিকাকার যে নতুন শিলার সৃষ্টি হয় তাকে রূপান্তরিত শিলা বলে। এ ভাবে চুনাপাথর (পাললিক শিলা) রূপান্তরিত হয়ে মার্বেলে, বেলেপাথর (পাললিক শিলা) পরিবর্তিত হয়ে কোয়ার্টজাইট, কাদা পরিবর্তিত হয়ে স্লেটে (Slate), গ্র্যানাইট (আগ্নেয় শিলা) পরিবর্তিত হয়ে নীসে (Gneisses) পরিণত হয়।

আগ্নেয়শিলা পরিবর্তিত হয়ে রূপান্তরিত শিলায় রূপান্তরিত হলে তাকে আগ্নেয় রূপান্তরিত শিলা বলে। যেমন ঃ গ্র্যানাইট নীসে (Gneisses), পরিণত হওয়া। অনুরূপভাবে পাললিক শিলা পরিবর্তিত হয়ে রূপান্তরিত শিলায় পরিণত হলে তাকে পাললিক রূপান্তরিত শিলা বলে। যেমনঃ বেলে পাথর পরিবর্তিত হয়ে কোয়ার্টজাইট পরিণত হওয়া।

রূপান্তরিত শিলার বৈশিষ্ট্য

- ❒ আগ্নেয় ও পাললিক শিলা উভয় শিলা পরিবর্তিত হয়ে রূপান্তরিত শিলার সৃষ্টি হয়। অর্থাৎ ইহা আগ্নেয় ও পাললিক শিলার জাতক।
- ❒ প্রচন্ড তাপ ও চাপের যৌথ প্রভাবে এ নতুন প্রকৃতির শিলার সৃষ্টি হয়।
- ❒ ইহা কেলাসিত হয় বলে ইহাকে পাললিক শিলা থেকে পৃথক করা যায়।
- ❒ এ জাতীয় শিলার খনিজ উপাদানগুলি সমান্তরাল থাকে বলে আগ্নেয় শিলা থেকে সহজে পৃথক করা যায়।



***অনুশীলন (Activity)** ঃ উদাহরণসহ আগ্নেয় শিলা, পাললিক শিলা এবং রূপান্তরিত শিলার পার্থক্যসমূহ চিহ্নিত করুন।*

খনিজ (Minerals) কী

দুই বা ততোধিক খনিজ একত্রিত হয়ে শিলা গঠন করে। সুতরাং খনিজ হলো শিলা গঠনের উপাদান।

প্রাকৃতিক অজৈব প্রক্রিয়ায় তৈরি সমসত্ব স্ফটিকাকার বস্তু যার সুনির্দিষ্ট আণবিক গঠন ও রাসায়নিক সংযুক্তি রয়েছে তাকে খনিজ বলে। দুই বা ততোধিক খনিজ একত্রিত হয়ে শিলা গঠন করে। সুতরাং খনিজ হলো শিলা গঠনের উপাদান।

খনিজ প্রধানত দু'প্রকার ঃ

১। **প্রাইমারী খনিজ (Primary minerals)** ঃ উত্তপ্ত গলিত ম্যাগমা শীতল ও কঠিন হওয়ার ফলে সৃষ্ট খনিজকে প্রাইমারী খনিজ বলে। যেমনঃ কোয়ার্টজ (SiO_2) অর্থোক্লেজ ($KAlSiO_3$) মাস্কোভাইট [KAl_3 Si_3O_{10} $(OH)_2$], বায়োটাইট [KAl $(Mg.Fe)_3$ Si_3O_{10} $(OH)_2$], ইত্যাদি প্রাইমারী খনিজ।

২। **সেকেন্ডারী খনিজ (Secondary minerals)** ঃ তাপ, চাপ ইত্যাদি প্রাকৃতিক শক্তির প্রভাবে প্রাথমিক খনিজ ক্ষয়প্রাপ্ত হয়ে যে খনিজ সৃষ্টি হয় তাকে সেকেন্ডারী খনিজ বলে। যেমনঃ ক্যালসাইট ($CaCO_3$), জিপসাম ($CaSO_4$, $2H_2O$), লিমোনাইট, (Fe_2O_3, $3H_2O$), ডলোমাইট [$(CaMg\ (CO_3)_2$]

শিলা ও খনিজের মধ্যে পার্থক্য

ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মে শিলা ও খনিজ পদার্থে যথেষ্ট পার্থক্য রয়েছে। নিচে শিলা ও খনিজের উল্লেখযোগ্য পার্থক্য তুলে ধরা হলো।

ক্র.নং	শিলা	খনিজ
১.	বিভিন্ন প্রকার খনিজ পদার্থের সমন্বয়ে শিলা গঠিত।	এক বা একাধিক মৌলের পরমাণু দ্বারা খনিজ গঠিত।
২.	নির্দিষ্ট কোন আকার নেই।	নির্দিষ্ট স্ফটিকাকার গঠন রয়েছে।
৩.	নির্দিষ্ট কোন আকৃতি নেই।	নির্দিষ্ট জ্যামিতিক আকৃতি রয়েছে।
৪.	শিলার কোন সুনির্দিষ্ট রাসায়নিক সংকেত নেই।	সুনির্দিষ্ট রাসায়নিক সংকেত রয়েছে।
৫.	শিলা জৈব ও অজৈব উভয় উৎস হতে সৃষ্টি হতে পারে।	কেবল অজৈব উৎস থেকে খনিজের সৃষ্টি।

পাঠোত্তর মূল্যায়ন ১.৩

সঠিক উত্তরের পাশে টিক চিহ্ন (✓) দিন।

১। শিলা কাকে বলে?
- (ক) দুই বা ততোধিক খনিজের মিশ্রণ।
- (খ) সুনির্দিষ্ট আকার ও রাসায়নিক গঠন সম্পন্ন পদার্থ।
- (গ) আগ্নেয়গিরির অগ্নুৎপাতের ফলে গলিত লাভা ঠান্ডা হয়ে শিলার সৃষ্টি করে।
- (ঘ) কেবল অজৈব উৎস থেকে সৃষ্ট রাসায়নিক পদার্থ।

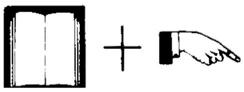
২। কোনটি অন্তঃজ আগ্নেয় শিলা?
- (ক) ব্যাসল্ট
- (খ) পিউমিক স্টোন
- (গ) লাপিলি
- (ঘ) গ্র্যানাইট

৩। কোনটিকে স্তরীভূত শিলা বলে?
- (ক) আগ্নেয় শিলা
- (খ) পাললিক শিলা
- (গ) রূপান্তরিত শিলা
- (ঘ) অন্তঃজ আগ্নেয় শিলা

৪। কোনটি রূপান্তরিত শিলা?
- (ক) গ্র্যানাইট
- (খ) বালি পাথর
- (গ) নীস
- (ঘ) গ্যাব্রো

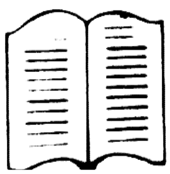
৫। কোনটি প্রাইমারী খনিজ?
- (ক) ক্যালসাইট
- (খ) লিমোনাইট
- (গ) মাসকোভাইট
- (ঘ) জিপসাম

পাঠ ১.৪ শিলা ক্ষয় (Weathering)



এ পাঠ শেষে আপনি –

- শিলা ক্ষয় (Weathering) বলতে কী বুঝায় তা বর্ণনা করতে পারবেন।
- বিভিন্ন ধরণের শিলাক্ষয় (Weathering) প্রক্রিয়া উল্লেখ করতে পারবেন।
- ভৌত শিলাক্ষয়ের উপাদানসমূহ ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- সমীকরণসহ রাসায়নিক শিলাক্ষয়ের উপাদানসমূহ বর্ণনা করতে পারবেন।



শিলাক্ষয় কী (What is weathering)

> যে ভৌত ও রাসায়নিক পরিবর্তনের মাধ্যমে শিলা ও খনিজ পদার্থ মাটি সৃষ্টির জন্য আলগা বা অজমাটবদ্ধ পদার্থে পরিণত হয় তাকে শিলাক্ষয় বলে।

পূর্বের পাঠে শিলা ও খনিজ সম্পর্কে আলোচনা করা হয়েছে। শিলা ও খনিজ বিভিন্ন প্রাকৃতিক শক্তি যেমন ঃ সূর্যতাপ, বৃষ্টিপাত, তুষারপাত, বায়ুপ্রবাহ, হিমবাহ, বায়ুমন্ডলীয় চাপ ও অন্যান্য রাসায়নিক শক্তির প্রভাবে ভেঙ্গে চূর্ণ বিচূর্ণ হয়। সুতরাং প্রাকৃতিক শক্তির প্রভাবে শিলার চূর্ণ হওয়াকে শিলাক্ষয় বলে। এসব চূর্ণ বিচূর্ণ অংশের সাথে বিভিন্ন প্রাণী ও উদ্ভিদের দেহাবশেষ মিলে কালক্রমে মৃত্তিকা তৈরি হয়। সুতরাং যে ভৌত ও রাসায়নিক পরিবর্তনের মাধ্যমে শিলা ও খনিজ পদার্থ মাটি সৃষ্টির জন্য আলগা বা অজমাটবদ্ধ পদার্থে পরিণত হয় তাকে শিলাক্ষয় (Weathering) বলে। বিভিন্ন বিজ্ঞানী শিলাক্ষয়কে বিভিন্নভাবে সংজ্ঞায়িত করেছেন। বিজ্ঞানী N. C. Brady'র মতেও প্রাকৃতিক উপায়ে বায়ূমন্ডলীয় শক্তির প্রভাবে ভু-ত্বকের উপরে শিলার ভৌত ও রাসায়নিক পরিবর্তনকে শিলাক্ষয় বলে। অন্যদিকে মৃত্তিকা বিজ্ঞানী এম. এম. রাই এর মতে, শিলাক্ষয় এমন একটি প্রক্রিয়া যার মাধ্যমে ভূ-ত্বকের কঠিন শিলা ভেঙ্গে মৃত্তিকার উৎস বস্তুতে পরিণত হয়।

শিলা ও খনিজ $\xrightarrow{\text{Weathering}}$ মৃত্তিকার উৎস বস্তু $\xrightarrow[\text{সময়}]{\text{প্রাকৃতিক শক্তি}}$ মৃত্তিকা

শিলাক্ষয়ের গুরুত্ব

কঠিন শিলাকে বিভিন্ন প্রাকৃতিক ভৌত ও রাসায়নিক প্রক্রিয়ায় ভেঙ্গে মৃত্তিকার উৎস বস্তুতে (Soil Parent material) উন্নীত করা এবং সর্বোপরি মৃত্তিকায় রূপান্তরিত করার সুদীর্ঘ প্রক্রিয়া সাধনে শিলক্ষয় খুবই গুরুত্বপূর্ণ। সুতরাং শিলাক্ষয় ব্যতিরেকে মাটি সৃষ্টির কথা কল্পনা করা যায় না।

শিলাক্ষয়ের প্রকারভেদ (Types of weathering)

শিলাক্ষয় প্রধানত দুই প্রকার যথা ঃ

১। ভৌত শিলাক্ষয় (Physical/Mechanical weathering)

২। রাসায়নিক শিলাক্ষয় (Chemical weathering)

ভৌত শিলাক্ষয় (Physical/Mechanical Weathering)

> প্রাকৃতিক শক্তিসমূহ যেমনঃ তাপমাত্রা, বায়ু প্রবাহ, হিমবাহ, নদী প্রবাহ ইত্যাদির প্রভাবে বড় বড় শিলা ও খনিজ পদার্থ ভেঙ্গে ছোট আকারে পরিণত হওয়াকে ভৌত শিলাক্ষয় বলে।

প্রাকৃতিক শক্তিসমূহ যেমনঃ তাপমাত্রা, বায়ু প্রবাহ, হিমবাহ, নদী প্রবাহ ইত্যাদির প্রভাবে বড় বড় শিলা ও খনিজ পদার্থ ভেঙ্গে ছোট আকারে পরিণত হওয়াকে ভৌত শিলাক্ষয় বলে।

এ প্রক্রিয়ায় শুধু শিলা বা খনিজের ভৌত পরিবর্তন হয়। রাসায়নিক উপাদানের কোন পরিবর্তন হয় না বলে রাসায়নিক বৈশিষ্ট্যেরও কোন পরিবর্তন হয় না।

যেমন ঃ গ্র্যানাইট শিলা ভেঙ্গে গ্র্যানাইট শিলার কয়েকটি টুকরো হতে পারে কিন্তু গ্র্যানাইটের বৈশিষ্ট্যের কোন পরিবর্তন হয় না।

ভৌত শিলা ক্ষয়ের উপাদানসমূহ

(ক) তাপমাত্রা

(খ) বায়ু প্রবাহ

(গ) হিমবাহ

(ঘ) নদী প্রবাহ

(ঙ) উদ্ভিদ ও প্রাণীর প্রভাব

(চ) বরফ জমা ও গলা

(ছ) পানি

(জ) মাধ্যাকর্ষণজনিত শক্তি

বিজ্ঞানী Bartlett (১৮৩২) দেখিয়েছেন যে, প্রতি ডিগ্রী সেলসিয়াস তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলে প্রতিফুটে গ্রানাইট ০.০০০০০২৬৮ ইঞ্চি সম্প্রসারিত হয়।

ক) **তাপমাত্রা ঃ** শিলা তাপ কুপরিবাহী। কাজেই শিলা পৃষ্ঠের উচ্চতাপ কেবল সামান্য অভ্যন্তরে প্রবেশ করে। উত্তাপের ফলে শিলাপৃষ্ঠ আয়তনে অধিক সম্প্রসারিত হয় বলে তা অবশিষ্টাংশ থেকে আলাদা হয়ে যায়। বড় আকারের শিলার চেয়ে মিহি আকারের শিলায় এবং উঁচু স্থানে যেখানে অল্প সময়ের ব্যবধানে তাপমাত্রা বেশি পরিবর্তিত হয় সেক্ষেত্রে এ প্রক্রিয়া সহজেই চোখে পড়ে। বিজ্ঞানী Bartlett (১৮৩২) দেখিয়েছেন যে, প্রতি ডিগ্রী সেলসিয়াস তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলে প্রতিফুটে গ্রানাইট ০.০০০০০২৬৮ ইঞ্চি সম্প্রসারিত হয়।

দিন ও রাতের তাপমাত্রার পরিবর্তনের ফলে পাশাপাশি সংলগ্ন ভিন্ন ভিন্ন খনিজে ভিন্ন ভিন্ন ধরনের সংকোচন ও প্রসারণ ঘটে। ফলে শিলাস্থ স্ফটিকগুলো আলগা হয়। যাতে শিলাগুলো চূর্ণ-বিচূর্ণ হয়ে যায়। এ প্রক্রিয়া শিলার সূক্ষ্ম দশা অপেক্ষা স্থূল দশায় বেশি কার্যকরী। এভাবে শিলা ক্ষয়প্রাপ্ত হয় এবং শেষ পর্যন্ত অন্যান্য শক্তির ক্রিয়ার ফলে মৃত্তিকা পদার্থে পরিণত হয়।

খ) **বায়ুপ্রবাহ ঃ** বায়ুপ্রবাহ যখন ধূলিকণায় পূর্ণ থাকে তখন তা শিলা ও শিলাস্থ খনিজগুলোতে এক ঘর্ষণের সৃষ্টি করে। বায়ু সমুদ্রের ঢেউয়ের ক্রিয়াকে আরও শক্তিশালী করে এবং উপকূল অঞ্চলে শিলাক্ষয় ঘটায়। ধূলি-ঝড় বিপুল ওজনের পদার্থ এক জায়গা থেকে অন্য জায়গায় বয়ে নিয়ে যায়। প্রাথমিক পর্যায়ের মৃত্তিকা ও মরু অঞ্চলের মৃত্তিকা এ ধরণের ভৌত শিলাক্ষয় দ্বারা গঠিত। এদের মধ্যে মোটা পদার্থ বেশি অনুপাতে থাকে। এদের ভৌত মিশ্রণ দেখিয়ে রেখা আকলে তার উচ্চতর অংশ প্রায় সরল রেখার মত হয়।

গ) **হিমবাহ ঃ** যে অঞ্চলে সারা বছর বরফজমে, হিমবাহ দ্বারা সে অঞ্চলে পানি নিস্কাশিত হয়। পার্বত্য অঞ্চলে প্রবাহমান হিমবাহের চলার পথে শিলাসমূহ ধাক্কা ও ঘর্ষণের ফলে চূর্ণ-বিচূর্ণ হয়। হিমবাহ বিস্তৃত অঞ্চল নিয়ে চলে বলে এর ক্ষয়সাধনের সামর্থ্য অনেক বেশি। হিমবাহ প্রবল চাপের সহিত পাহাড় পর্বত ও নদীর উপর দিয়ে চলতে থাকে। ফলে এর সাথে ঘর্ষণের ফলে যে কোন বস্তু চূর্ণ-বিচূর্ণ হয়ে যায়।

বিজ্ঞানী Dulton হিসেব করেছেন, কলরাডো নদী ১৪,০০০ বর্গমাইল আয়তনের স্থান থেকে ১০,০০০ ফুট শিলা স্তর স্থানচ্যূত করেছে।

ঘ) **নদী প্রবাহ ঃ** নদী প্রবাহের সাথে যে প্রচুর কর্দম, পলি, নুড়িপাথর এমনকি স্থানচ্যুত বড় শিলা থাকে, তাতে শুধু যে উপত্যকা গভীর ও বিস্তৃত হতে থাকে তাই নয়, এগুলো বিভিন্ন পদার্থকে ভেঙ্গে মৃত্তিকা গঠন করার মত অবস্থায় নিয়ে যায়। প্রবাহমান পানির ক্ষমতা এর বেগের চেয়ে বেশি হয়ে থাকে। বিজ্ঞানী Dulton হিসেব করেছেন, কলরাডো নদী ১৪,০০০ বর্গমাইল আয়তনের স্থান থেকে ১০,০০০ ফুট শিলা স্তর স্থানচ্যূত করেছে।

ঙ) **উদ্ভিদ ও প্রাণীর প্রভাব ঃ** Joffe বলেন, সত্যিকার অর্থে জৈবিক শিলাক্ষয় বলতে কিছু নেই। প্রকৃতপক্ষে এটি উদ্ভিদ ও প্রাণী দ্বারা সংগঠিত ভৌত ও রাসায়নিক শিলাক্ষয়। এটি তিনভাগে বিভক্ত ঃ

(১) **ক্ষুদ্র জীবাণুর কার্য ঃ** মাটিস্থ ব্যাকটেরিয়া মাটি হতে নানা প্রকার মৌলিক পদার্থ গ্রহণ করে, আবার মারা গেলে এদের দেহ বিয়োজিত হয়। ব্যাকটেরিয়া জৈবপদার্থকে

বিয়োজিত করে মাটির সাথে মিশ্রিত করে। এভাবে ক্ষুদ্র জীবাণুর তৎপরতার দ্বারা নানা প্রকার জৈব ও রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটে ফলে শিলা ও খনিজ পদার্থের বিগলন হয়।

(২) **উদ্ভিদের কার্য** ঃ শিলার গায়ে জন্মানো নিম্নস্তরের উদ্ভিদ সরে যাওয়ার পরে পচে নানা প্রকার এসিড উৎপাদন করে শিলায় স্থানীয়ভাবে ক্ষয় ঘটায়। অন্যদিকে শিলার ফাটলে বৃহদাকার উদ্ভিদ জন্মালে এদের শিকড় চারপাশে প্রবল চাপ সৃষ্টি করে এবং শিলার ভাঙ্গন ঘটায়।

গাছপালা শ্বাসক্রিয়ায় CO_2 ত্যাগ করে। এটি পানির সাথে বিক্রিয়া করে কার্বনিক এসিড উৎপাদন করে যা শিলাক্ষয় ঘটায়। লাইকেন নামক উদ্ভিদ শুষ্ক পাথর হতে খাবার শুষে নেয়। এতে শিলাক্ষয় হয়।

(৩) **প্রাণীর কার্যাবলী** ঃ কেঁচো, সজারু, ইঁদুর, উইপোকা, পিঁপড়া, উড়চোঙ্গা ইত্যাদি মাটিতে ৫ ফুট গভীর পর্যন্ত গর্ত করতে পারে। এতে পানি ও বায়ু মৃত্তিকার নিচের স্তরে প্রবেশ করে এবং অন্তভূমি এভাবে প্রাণীর দ্বারা শিলাক্ষয় এর জন্য উন্মুক্ত হয়। কেঁচো যখন মাটি তোলে তা কেঁচোর পাকস্থলীর ভেতর দিয়ে বের হবার সময় পাথর জাতীয় বস্তুগুলো আকারে ছোট হয়ে যায় এবং মাটির উপরিস্তরে উদ্ভিজ্জ সমৃদ্ধ একটি মিহি স্তর সৃষ্টি হয়।মানুষ তার স্বীয় প্রয়োজনে শিলাকে চূর্ণ-বিচূর্ণ করে মাটি খুড়ে, পুকুর খনন করে, রাস্তা তৈরি করে। এ সমস্ত কার্য সম্পাদনের সময় শিলা বা খনিজগুলো ভেঙ্গে যায়। কর্ষণের সময় মাটি আলোড়িত হয় বলে শিলা বা খনিজ কণায় ভাঙ্গা-গড়া চলতে থাকে। এভাবে বিভিন্ন প্রক্রিয়ায় প্রাণী বা মানুষের প্রভাবে শিলা বা খনিজের অবক্ষয় চলছে।

চ) **পানি** ঃ বৃষ্টিপাত, শিলাবৃষ্টি, তুষারপাত, সেচের পানি, পানিস্রোত, গড়ানী পানি ইত্যাদি শিলা ও খনিজ পদার্থের উপর চাপ/বল প্রয়োগ ভৌত শিলাক্ষয় ত্বরান্বিত করে।

পাহাড় থেকে ঝরনা বা প্রস্রবণের পানি অনবরত পড়তে থাকলে শিলা ভেঙ্গে ক্ষুদ্রাতিক্ষুদ্র এককে পরিণত হয়।

ঠান্ডা পানি যখন বরফে পরিণত হয় তখন এর আয়তন ৯% বৃদ্ধি পায়। এর আয়তন বৃদ্ধির সময় প্রতি বর্গ ফুটে ১৫০ টন অর্থাৎ প্রতি বর্গ ইঞ্চিতে ১ টনেরও বেশি চাপের সৃষ্টি হয়। এ চাপের প্রভাবে শিলাস্থ ফাটলগুলো প্রসারিত হয় যার ফলে শিলা ভেঙ্গে টুকরো টুকরো হয়ে যায়।

ছ) **বরফ জমা ও গলা** ঃ ঠান্ডা পানি যখন বরফে পরিণত হয় তখন এর আয়তন ৯% বৃদ্ধি পায়। এর আয়তন বৃদ্ধির সময় প্রতি বর্গ ফুটে ১৫০ টন অর্থাৎ প্রতি বর্গ ইঞ্চিতে ১ টনেরও বেশি চাপের সৃষ্টি হয়। এ চাপের প্রভাবে শিলাস্থ ফাটলগুলো প্রসারিত হয় যার ফলে শিলা ভেঙ্গে টুকরো টুকরো হয়ে যায়। টুকরোগুলো এত ছোট হয় যে, এরপর যখন বরফ গলে তখন এগুলো বরফ গলা পানির সঙ্গে গড়িয়ে চলে যায়। অতি সচ্ছিদ্র শিলা বিশেষত যখন সংপৃক্তির কাছাকাছি অবস্থায় থাকে, বরফ জমার সময় খুব সহজে গুড়া হয়ে যায়। ঠান্ডা ও নাতিশীতোষ্ণ অঞ্চল যেখানে প্রচুর বৃষ্টিপাত হয়, সেখানে বরফ জমা এবং গলা শিলার ভৌতক্ষয় এ গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।

জ) **মাধ্যাকর্ষণজনিত শক্তি** ঃ পর্বতের উপরের ভঙ্গুর বা অদৃঢ় শিলা খন্ড মাধ্যাকর্ষণজনিত শক্তির প্রভাবে নিচে পতিত হওয়ার সময় পাথরের গায়ে ধাক্কা লাগে। তখন তা আবারও ভেঙ্গে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র খন্ডে পরিণত হয়।

রাসায়নিক শিলাক্ষয় (Chemical Weathering)

শিলা ও খনিজ পদার্থসমূহ ভৌতভাবে চূর্ণ-বিচূর্ণ হওয়ার পর পরই শুরু হয় রাসায়নিক বিয়োজন। এটি বিশেষত উষ্ণ ও আর্দ্র এলাকায় উল্লেখযোগ্য হারে ঘটে যেখানে ভৌত ও রাসায়নিক শিলাক্ষয় নিবিড়ভাবে সংঘটিত হয় এবং একে অপরকে ত্বরান্বিত করে।

উদ্ভিজ্জ অবশিষ্টাংশের জীবাণুঘটিত ভাঙ্গনের ফলে O_2 এবং জৈব ও অজৈব এসিড সৃষ্টি হয়। এদের যুগপৎ ক্রিয়ায় রাসায়নিক শিলাক্ষয় ত্বরান্বিত হয়। রাসায়নিক শিলাক্ষয়ের ফলে শিলা ও খনিজের স্থায়ী রাসায়নিক পরিবর্তন সাধিত হয়।

পানির উপস্থিতিতে রাসায়নিক শিলাক্ষয় অত্যন্ত দ্রুতগতিতে সম্পন্ন হয়। উদ্ভিজ্জ অবশিষ্টাংশের জীবাণুঘটিত ভাঙ্গনের (Breakdown) ফলে O_2 এবং জৈব ও অজৈব এসিড সৃষ্টি হয়। এদের যুগপৎ ক্রিয়ায় রাসায়নিক শিলাক্ষয় ত্বরান্বিত হয়। এ সমস্ত এজেন্ট যৌথভাবে প্রাথমিক খনিজের উপর ক্রিয়া করে এদেরকে সেকেন্ডারী খনিজে রূপান্তরিত করে এবং পরিশেষে উদ্ভিদের অপরিহার্য খাদ্য উপাদানে পরিণত হয়। রাসায়নিক শিলাক্ষয়ের ফলে শিলা ও খনিজের স্থায়ী রাসায়নিক পরিবর্তন সাধিত হয়।

রাসায়নিক শিলাক্ষয়ের উপাদানসমূহ

(ক) দ্রবণ (Solution)
(খ) আর্দ্র বিশ্লেষণ (Hydrolysis)
(গ) পানি সংযোজন (Hydration)
(ঘ) কার্বোনেশন (Carbonation)
(ঙ) জারণ (Oxidation)
(চ) বিজারণ (Reduction)

ক) **দ্রবণ** ঃ শিলা যে সকল উপাদানে গঠিত তার প্রায় সবগুলোই বিশুদ্ধ পানিতে গলে না। আবার কিছু কিছু খনিজ যেমনঃ কোয়ার্টজ CO_2 যুক্ত পানিতে গলে না। বৃষ্টির পানিতে সামান্য পরিমাণ CO_2 দ্রবীভূত থাকে। গাছের শিকড়ের শ্বাসকার্যের ফলে ও জৈব পদার্থের পচনের ফলে মৃত্তিকার বায়ুতে যথেষ্ট পরিমাণ CO_2 থাকে যা পানিতে দ্রবীভূত হয়।

বিজ্ঞানী Wollny দেখছেন যে, ১.৫ মি. গভীরে বছরের বিভিন্ন সময়ে CO_2 এর পরিমাণ শতকরা ৩.৮৪-৪.০৬ ভাগ থাকে। ভূ-পৃষ্ঠের কাছাকাছি CO_2 পরিমাণ কম (০.৩-১.০ ভাগ) থাকে। তবু ইহা বায়ুমন্ডলের তুলনায় অনেক বেশি। গাছপালা পচনের ফলে আরও জৈব অম্লের সৃষ্টি হয় যা মৃত্তিকাস্থ পানির দ্রবণীয় ক্ষমতা বৃদ্ধি করে। অন্যান্য খনিজের তুলনায় $CaCO_3$ এর দ্রবণীয় শক্তি অনেক বেশি। সেজন্য $CaCO_3$ বহণকারী শিলা অম্লীয় জলে খুব সহজে খন্ড খন্ড হয়ে যায় আর অকার্বনেট পদার্থ অবশিষ্টাংশ হিসেবে পড়ে থাকে।

$CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$
$CaCO_3 + H_2CO_3 \rightarrow Ca(HCO_3)_2$
ক্যালসাইট
(অদ্রবণীয়) (দ্রবণীয়)

$Ca(HCO_3)_2 \rightarrow Ca^{++} + 2HCO_3^-$

খনিজ পদার্থ পানির দ্রাবক ক্রিয়ায় ক্ষতিগ্রস্ত হয়। হ্যালাইট খনিজ (যেমনঃ NaCl) মৃত্তিকাস্থ পানিতে তাড়াতাড়ি দ্রবীভূত হয়।

$NaCl + H_2O = NaOH + HCl$

বন্যা এবং সাইক্লোন বিভিন্ন ধরণের লবণ বয়ে আনে যা শিলা বা খনিজের বিয়োজন ত্বরান্বিত করে।

জমিতে সেচ দিলে ইহা জমিতে প্রয়োগকৃত সার, কীটনাশক ইত্যাদির সাথে দ্রুত বিক্রিয়া করে মৃত্তিকা স্তর দিয়ে চলাচল করে যা ক্রমান্বয়ে খনিজের বিয়োজন ঘটায়। বন্যা এবং সাইক্লোন বিভিন্ন ধরণের লবণ বয়ে আনে যা শিলা বা খনিজের বিয়োজন ত্বরান্বিত করে।

খ) **আর্দ্র বিশ্লেষণ (Hydrolysis)** ঃ ইহা খনিজের রাসায়নিক ক্ষয়ের সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ প্রক্রিয়া। প্রথমত পানি বিয়োজিত হয়ে H^+ ও OH^- আয়নে পরিণত হয়।
$H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$

মৃত্তিকা দ্রবণে খনিজ পদার্থ ও জৈব এসিডের উপস্থিতির ফলে এর H^+ এর পরিমাণ এবং দ্রবণে পানির বিয়োজন বৃদ্ধি পায়। কাজেই ক্ষয় হওয়ার মত সিলিকেট খনিজের উপর পানির প্রভাব মূলত H^+-এর ক্রিয়ার ওপর নির্ভর করে ।

Ca, Mg, Na, Al ও Fe এর জটিল সিলিকেট আর্দ্র বিশ্লেষণ দ্বারা প্রভাবিত হয়। H^+ ক্ষার ও ক্ষারীয় মাটির আয়নকে খনিজ পদার্থের স্ফটিক স্তর (Lattice) থেকে অপসারিত করে। ফলে অ্যালুমিনোসিলিসিক ও ফেরোসিলিসিক এসিড উৎপন্ন হয় এবং ক্ষার বা ক্ষারীয় হাইড্রোক্সাইড মুক্ত হয়। পরবর্তী পর্যায়ে সিলিসিক এসিড পৃথক হয়ে যায় এবং প্রথম অবস্থায় স্ফটিক স্তর (Lattice) পরিবর্তিত রূপ নেয়। পটাশ ফেল্ডস্পার থেকে কেওলিনাইট গঠন এ পরিবর্তনের একটি উদাহরণ।

$$K_20.\ Al_20_3.\ 6SiO + 2H_20 \longrightarrow H_20.\ Al_20_3.6SiO_2 + 2KOH$$

পটাশ ফেল্ডস্পার → মাধ্যমিক যৌগ

$$H_20.\ Al_20_3.\ 6SiO_3 + H_2O \longrightarrow Al_20_3.\ 2SiO_2.2H_2O + 4SiO_2$$

মাধ্যমিক যৌগ → কেওলিনাইট, সিলিকন ডাইঅক্সাইড

> কোন কোন খনিজ দ্রব্য আয়নিত পানির সংস্পর্শে আসলে এর H^+ খনিজ থেকে ক্ষারক প্রতিস্থাপিত হাইড্রোক্সাইড উৎপন্ন করে। এ প্রক্রিয়ায় উৎপাদিত রাসায়নিক যৌগ মাটি থেকে চুইয়ে নিচে চলে যেতে পারে বা অন্যভাবে অপসারিত হতে পারে।

বিমুক্ত ক্ষারীয় এবং মৃত্তিকার ক্ষারীয় হাইড্রোক্সাইড সালফেট বা বাইকার্বোনেট হিসাবে নিষ্কাশিত হয়। অ্যালুমিনা ও ফেরিক হাইড্রোক্সাইডগুলো পুণরায় বিমুক্ত সিলিসিক এসিড বা তার অংশের সাথে মিলে দ্বিতীয় পর্যায়ের যৌগ উৎপন্ন করে যেগুলো বিশেষত্বের দিক দিয়ে কর্দম খনিজের কাছাকাছি। কোন কোন খনিজ দ্রব্য আয়নিত পানির সংস্পর্শে আসলে এর H^+ খনিজ থেকে ক্ষারক প্রতিস্থাপিত হাইড্রোক্সাইড উৎপন্ন করে। এ প্রক্রিয়ায় উৎপাদিত রাসায়নিক যৌগ মাটি থেকে চুইয়ে (Leaching) নিচে চলে যেতে পারে বা অন্যভাবে অপসারিত হতে পারে।

$$KAlSi_3O_8 + HOH \rightarrow HAlSi_3O_8 + K^+ + OH^-$$

অর্থোক্লেজ → এসিড সিলিকেট কর্দম

এ বিক্রিয়ায় উৎপন্ন বিমুক্ত পটাসিয়াম উদ্ভিদ কর্তৃক পরিশোষিত হতে পারে। এসিড সিলিকেট কর্দম পুণরায় বিয়োজিত হয়ে পানির সঙ্গে বিক্রিয়া করে ভেঙ্গে যেতে পারে এবং নতুন কর্দম খনিজ উৎপন্ন করতে পারে।

কোন কোন সময় অ্যালুমিনো সিলিকেট আবার আলাদা হয়ে যেতে পারে।

$$2HAlSi_3\ O_8 + 11H_20 \xrightarrow{\text{আর্দ্র বিশ্লেষণ}} Al_20_3 + 6H_4SiO_4$$

কঠিন → কঠিন, দ্রবণীয়

$$3\ MgFe\ SiO_4 + 2H_20 \xrightarrow{\text{আর্দ্র বিশ্লেষণ}} H_4Mg_3\ SiO_9 + SiO_2 + 3FeO$$

অলিভাইন → সারপেন্টাইন

যে সব খনিজ থেকে কর্দম কণিকার উপাদান গঠিত হয় সেগুলো প্রচুর পরিমাণে পানি শোষণ করে নেয়। এভাবে পানি শোষণের ফলে অনেক খনিজের বিয়োজন হয়ে থাকে।

গ) **পানি সংযোজন (Hydration) ঃ** ইহা হলো একটি বিশেষ খনিজের সাথে পানির রাসায়নিক সংযোজন। শিলাগুলো ভৌত প্রক্রিয়ায় ভেঙ্গে খনিজে বিভক্ত হয়ে পড়লে তা পানির সংস্পর্শে এসে পানি শোষণ করে নেয় তখন এ পানি খনিজ অণুগুলোর রাসায়নিক উপাদানে পরিণত হয়। ফেল্ডস্পার, এম্পিবুল, পাইরক্সিন জাতীয় খনিজগুলো পানির সংস্পর্শে আসলে পানি এই খনিজ অণুগুলোর ভেতর স্থান করে নেয়। অণুগুলোর ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম অনেকটা পরিবর্তিত হয়। তখন কোন কোন খনিজের বর্ণ পরিবর্তিত হয়, আবার কোন কোনটির বন্ধন শিথিল হয়ে যায় এবং অনেকগুলোর আয়তন বেড়ে যায়। যে সব খনিজ থেকে কর্দম কণিকার উপাদান গঠিত হয় সেগুলো প্রচুর পরিমাণে পানি শোষণ করে নেয়। এভাবে পানি শোষণের ফলে অনেক খনিজের বিয়োজন হয়ে থাকে। এ প্রক্রিয়ায় সংগঠিত রাসায়নিক বিক্রিয়াসমূহ নিম্নরূপ ঃ

(i) $2\,Fe_2O_3 + 3H.OH \xrightarrow{\text{পানি সংযোজন}} 2\,Fe_2O_3, 3H_2O$
হেমাটাইট (লাল) → লিমোনাইট (হলুদ)

(ii) $CaO + HOH \xrightarrow{\text{পানি সংযোজন}} Ca(OH)_2$
চুন → কলিচুন

(iii) $Al_20_3 + 3HOH \xrightarrow{\text{পানি সংযোজন}} Al_2O_3.\,3H_20$
অ্যালুমিনা

ঘ) **কার্বোনেশন (Carbonation) ঃ** জৈব পদার্থের বিয়োজনে কিংবা উদ্ভিদ শিকড়ের শ্বসন প্রক্রিয়ার ফলে CO_2 উৎপন্ন হয়। এ CO_2 পানির সঙ্গে মিশে H_2CO_3 উৎপন্ন করে। ক্ষারীয় উপাদান সমৃদ্ধ খনিজের সঙ্গে এই এসিডের বিক্রিয়ায় সংশ্লিষ্ট খনিজ ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। যে সকল শিলা গলে যায় এদের মধ্যে Ca, Mg, K, Na, Fe বিদ্যমান থাকে। এ উপাদানগুলো এসিডের সংস্পর্শে এসে গলে যেতে শুরু করে। হাইড্রোলাইসিস প্রক্রিয়ায় যে সব হাইড্রোক্সাইড উৎপন্ন হয় সেগুলো এসিডের সঙ্গে যুক্ত হয়। এ দু'প্রকার বিক্রিয়ায় বিভিন্ন রকম কার্বোনেট ও বাইকার্বোনেট উৎপন্ন হয়। যে সব এলাকায় প্রচুর বৃষ্টিপাত হয় সেখানে Carbonation এর মাধ্যমে খনিজের ওয়েদারিং বেশি হতে দেখা যায়। এ প্রক্রিয়া যুগপৎ কাজ করে।

(i) $CO_2+H_20 \rightarrow H_2CO_3$

(ii) $Ca\,CO_3+H_2CO_3 \rightarrow Ca(HCO_3)_2$

(iii) $2KOH+CO_2 \rightarrow K_2CO_3+H_20$

(iv) $2KAl\,Si_3\,O_8+CO_2+2H_20 \rightarrow H_4AlSiO\,_20_9+SiO_2+K_2CO_3$
অর্থোক্লেজ → কেওলিনাইট

(v) $NaAlSi_3O_8+H_2CO_3+H_20 \rightarrow NaHCO_3+H_4Al_2SiO_20_9+SiO_2$
অ্যালবাইট → কেওলিনাইট

মৃত্তিকা দ্রবণে যত বেশি H^+ থাকবে শিলা বা খনিজের ওয়েদারিং তত বৃদ্ধি পাবে। এ H^+ যদি কোন এসিড থেকে আসে তাহলে বিয়োজনের মাত্রা বৃদ্ধি পাবে।

মৃত্তিকা দ্রবণে যত বেশি H^+ থাকবে শিলা বা খনিজের ওয়েদারিং তত বৃদ্ধি পাবে। এ H^+ যদি কোন এসিড থেকে আসে তাহলে বিয়োজনের মাত্রা বৃদ্ধি পাবে।

রসায়নবিদদের মতে, জারণ হলো কোন পরমাণু, আয়ন ও মূলক থেকে ইলেকট্রন বিচ্ছিন্ন হওয়া বা অপসারিত হওয়া।

ঙ) **জারণ (Oxidation) ঃ** স্বাভাবিকভাবে অক্সিজেনের সংযোজনকে জারণ বলে। কিন্তু রসায়নবিদদের মতে, জারণ হলো কোন পরমাণু, আয়ন ও মূলক থেকে ইলেকট্রন বিচ্ছিন্ন হওয়া বা অপসারিত হওয়া।

পানি সংযোজন ও জারণ পাশাপাশি সংগঠিত হয়। সচরাচর আয়রন বহণকারী খনিজে ইহা সংগঠিত হয়ে থাকে। কিছু কিছু খনিজে আয়রন বিজারিত ফেরাস (Fe^{++}) আয়ন হিসেবে থাকে। যদি এ ফেরাস Fe^{++} আয়ন জারিত হয়ে ফেরিক আয়নে (Fe^{+++}) পরিণত হয় তবে

খনিজে আয়নিক সমন্বয় সাধিত হয়। ফলে কম স্থায়ী খনিজ উৎপন্ন হয়, যা পরবর্তীতে বিচূর্ণীভবন এবং রাসায়নিক ভাঙ্গন প্রক্রিয়ায় বিয়োজিত হয়। অলিভাইন- এ পানি সংযোজনের ফলে FeO বিমুক্ত হয়, যা দ্রুত জারিত হয়ে জিওথাইট (Geothite) এ পরিণত হয়।

i)	$Mg\ Fe\ SiO_4+2H_20$ অলিভাইন	$\rightarrow$	$H_4Mg_3Si_20_9+SiO_2+3FeO$ সারপেনটাইন
ii)	$4FeO+O_2+2H_20$	$\rightarrow$	$4FeOOH$ জিওথাইট
iii)	$2FeS_2+7H_20+150$ আয়রন পাইরাইট	$\rightarrow$	$2Fe\ (OH)_3+4H_2S0_4$
iv)	$2FeSiO_3+3H_20+O$	$\rightarrow$	$Fe\ (OH)_3+2SiO_2$

যখন কোন আয়ন যেমন ঃ Fe^{++} খনিজ থেকে বিমুক্ত হয় কিংবা জারিত (Oxidized) হয় তখন খনিজের গাঠনিক দৃঢ়তা হ্রাস পায়। ফলে খনিজের যান্ত্রিক ভাঙ্গন সহজতর হয় যা পরবর্তী রাসায়নিক বিক্রিয়ার অনুকূল পরিবেশ সৃষ্টি করে।

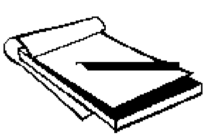
যখন কোন আয়ন যেমন ঃ Fe^{++} খনিজ থেকে বিমুক্ত হয় কিংবা জারিত হয় তখন খনিজের গাঠনিক দৃঢ়তা হ্রাস পায়। ফলে খনিজের যান্ত্রিক ভাঙ্গন সহজতর হয় যা পরবর্তী রাসায়নিক বিক্রিয়ার অনুকূল পরিবেশ সৃষ্টি করে।

চ) **বিজারণ ঃ** ইহা জারণের বিপরীত প্রক্রিয়া। এই প্রক্রিয়ায় কোন পরমাণু বা অণু ইলেকট্রন গ্রহণ করে। পাথর চূর্ণ, কাঁকড় বা নবীন মাটি ইত্যাদিতে ছোট বড় অনেক রন্ধ্র থাকে। কখনও কখনও রন্ধ্রগুলো পানি দ্বারা পূর্ণ থাকে। আবার কখনও কখনও জৈব পদার্থের বিয়োজনে CO_2 উৎপন্ন হয়, যারা O_2কে অপসারিত করে। এ অবস্থায় O_2 এর অনুপস্থিতিতে শিলা বা খনিজের বিজারণ প্রক্রিয়া হয়ে থাকে। এতে শিলার স্বাভাবিক কঠিনতা লোপ পায়। ফলে শিলা ভেঙ্গে টুকরো টুকরো হয়ে পড়ে।

$Fe_20_3+H_2 \rightarrow FeO+H_20$

ভৌত ও রাসায়নিক শিলাক্ষয়ের পার্থক্য

ভৌত শিলাক্ষয়	রাসায়নিক শিলাক্ষয়
১) বড় আকারের শিলার ভাঙ্গন ঘটায়	১) রাসায়নিক পরিবর্তন সাধিত হয়।
২) শিলাস্থ খনিজ যৌগ পৃথকীকৃত হতে থাকে। নতুন খনিজ সৃষ্টি হয় না।	২) নতুন খনিজ সৃষ্টি হতে পারে।
৩) শিলা ভেঙ্গে ছোট হতে ছোট হতেই থাকে।	৩) উৎপন্ন খনিজের সহজে ক্ষয় হয় না।
৪) শিলাক্ষয়ে বেশি প্রভাব রাখে।	৪) খনিজের ক্ষয়ে অধিক প্রভাব রাখে।
৫) প্রভাবকারী উপাদান হিসেবে জলবায়ু প্রধান।	৫) মৃত্তিকা পরিবেশ অধিক গুরুত্বপূর্ণ
৬) প্রধানতঃ মৃত্তিকা উৎপন্ন করে।	৬) প্রধানতঃ মৃত্তিকার উর্বরতা নিয়ন্ত্রণ করে।
৭) অধিকাংশ মৃত্তিকার উপরিস্তরে সংঘটিত হয়।	৭) মাটির উপর ও নিম্নস্তরে সংঘটিত হতে পারে।



***অনুশীলন (Activity)** ঃ উদাহরণসহ আর্দ্র বিশ্লেষণ ও পানি সংযোজন এবং জারণ ও বিজারণের পার্থক্যসমূহ তুলে ধরুন।*

পাঠোত্তর মূল্যায়ন ১.৪

সঠিক উত্তরের পাশে টিক চিহ্ন (✓) দিন।

১। শিলাক্ষয়ের ফলে কী সৃষ্টি হয়?
   (ক) মৃত্তিকা
   (খ) মৃত্তিকার উৎস বস্তু
   (গ) খনিজ
   (ঘ) বিচূর্ণ পদার্থ

২। কোনটি ভৌত শিলাক্ষয়ের উপাদান?
   (ক) কার্বোনেশন
   (খ) আর্দ্রবিশ্লেষণ
   (গ) পানির সংযোজন
   (ঘ) বরফ জমা ও গলা

৩। কোনটি রাসায়নিক শিলাক্ষয়ের উপাদান?
   (ক) পানি সংযোজন
   (খ) তাপমাত্রা
   (গ) হিমবাহ
   (ঘ) বরফগলা

৪। খনিজ হেমাটাইট (লাল) রূপান্তরিত হয়ে লিমোনাইটে (হলুদ) পরিণত হওয়া এটা কোন ধরনের শিলাক্ষয়?
   (ক) আর্দ্র বিশ্লেষণ
   (খ) পানি সংযোজন
   (গ) জারণ
   (ঘ) বিজারণ

৫। ভৌত শিলাক্ষয় সাধারণত ভূপৃষ্টের কোন স্তরে ঘটে?
   (ক) উপরের স্তরে
   (খ) মধ্য স্তরে
   (গ) নিম্ন স্তরে
   (ঘ) সকল স্তরে

পাঠ ১.৫ মৃত্তিকা গঠন প্রক্রিয়া (Soil forming process)

এ পাঠ শেষে আপনি –

- মৃত্তিকা গঠনের বিভিন্ন প্রক্রিয়া চিহ্নিত করতে পারবেন।
- হিউমিফিকেশন (Humification), চুয়ীসরণ (Eluviation) এবং সঞ্চয়ন (Illuviation) প্রক্রিয়া বর্ণনা করতে পারবেন।
- চুনীকরণ (Calcification) ও পড্‌জলিকরণ (Podzolization) প্রক্রিয়ায় মৃত্তিকা গঠন বর্ণনা করতে পারবেন।
- ল্যাটেরাইজিকরণ (Laterization) প্রক্রিয়া এবং এ প্রক্রিয়ায় সৃষ্ট মৃত্তিকার বৈশিষ্ট্য বর্ণনা করতে পারবেন।
- মৃত্তিকা গঠন প্রক্রিয়ার ফলাফল তুলে ধরতে পারবেন।

শিলাক্ষয় (Weathering) একটি ধ্বংসাত্মক প্রক্রিয়া কিন্তু মৃত্তিকা গঠন প্রক্রিয়া গঠনমূলক যা মৃত্তিকা পার্শ্বচিত্র (Profile) তৈরিতে সহায়তা করে। শিলাক্ষয়ের ফলে সৃষ্ট চূর্ণ-বিচূর্ণ শিলা ও খনিজের উপর জলবায়ু ও বিভিন্ন ধরনের জীবের ক্রিয়ার ফলে মৃত্তিকার সৃষ্টি হয়। ইহা একটি দীর্ঘ ও চলমান প্রক্রিয়া। শিলাক্ষয়ের ফলে সৃষ্ট চূর্ণ-বিচূর্ণ মৃত্তিকার উৎস বস্তু প্রধানত তিনটি প্রক্রিয়ায় মৃত্তিকায় রূপলাভ করে। যথা ঃ

১। চুনীকরণ (Calcification)

২। ল্যাটেরাইজিকরণ (Laterization)

৩। পড্‌জলিকরণ (Podzolization)

> মৃত্তিকার উৎসবস্তু থেকে মৃত্তিকা পার্শ্বচিত্র সৃষ্টির পদ্ধতি প্রধানত সেখানকার জলবায়ুর ওপর নির্ভরশীল। মৃত্তিকার পার্শ্বচিত্র গঠনে হিউমিফিকেশন, চুয়ীসরণ এবং সঞ্চয়ন এই তিনটি ভৌত প্রক্রিয়া গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।

কী প্রক্রিয়ায় মৃত্তিকার উৎস বস্তু থেকে মৃত্তিকা পার্শ্বচিত্র সৃষ্টি হবে তা প্রধানত সেখানকার জলবায়ুর ওপর নির্ভরশীল। জলবায়ুর বিভিন্ন উপাদানের প্রভাবে মৃত্তিকার পার্শ্বচিত্র (Profile) গঠনে তিনটি ভৌত প্রক্রিয়া গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে, যথা হিউমিফিকেশন (Humification), চুয়ীসরণ (Eluviation.) এবং সঞ্চয়ন (Illuviation)। মৃত্তিকা গঠনের প্রধান তিনটি প্রক্রিয়া আলোচনার পূর্বে উল্লিখিত তিনটি ভৌত প্রক্রিয়া আলোচনা করা প্রয়োজন।

হিউমিফিকেশন (Humification)

নিরক্ষীয় (Tropical) ও অবনিরক্ষীয় (Sub-tropical) অঞ্চলে জীবদেহের (উদ্ভিদ ও প্রাণীর) অবশেষ বা জৈবপদার্থ বিয়োজিত হয়ে মাটির উপরের স্তরে হিউমাস স্তর গঠন করে। এসব অঞ্চলে তাপমাত্রা ও আর্দ্রতা বেশি থাকার ফলে জৈব পদার্থের পচন দ্রুত সংঘটিত হয়। হিউমাস হলো জৈবপদার্থ পচনের বা বিয়োজনের সর্বশেষ অবস্থা। হিউমাস উৎপাদনের সময় নানা জৈব এসিড (হিউমিক এসিড) ও কার্বন-ডাই অক্সাইড (CO_2) উৎপন্ন হয়। এসব জৈব এসিড মৃত্তিকার উপরের স্তরের খনিজ পদার্থসমূহকে দ্রবীভূত করে নিচের দিকে নিয়ে যায়। ফলে মৃত্তিকা প্রোফাইলে A ও B স্তর গঠন সহায়ক হয়।

চুয়ীসরণ এবং সঞ্চয়ন (Eluviation and Illuviation)

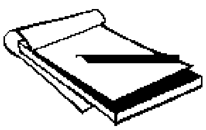
> যে স্তর থেকে খনিজ পদার্থ অপসারিত হয় তাকে পরিস্রুত স্তর বলে এবং যে স্তরে সঞ্চিত বা জমা হয় তাকে সঞ্চিত স্তর বলে।

বৃষ্টির পানি ধীরে ধীরে চুইয়ে মৃত্তিকার গভীরে প্রবেশ করে। এই পানি উপরি স্তরের খনিজ পদার্থকে দ্রবীভূত করে ক্রমে নিচের দিকে নিয়ে যায়। এই প্রক্রিয়াকে চুয়ীসরণ (Eluviation) বলে। যে স্তর থেকে খনিজ পদার্থ অপসারিত হয় তাকে পরিস্রুত (Eluvial) স্তর বলে এবং যে স্তরে সঞ্চিত বা জমা হয় তাকে সঞ্চিত (Illuvial) স্তর বলে। খনিজ আয়নসমূহ উপরের স্তর থেকে চলে এসে নিচের স্তরে জমা হবার প্রক্রিয়াকে সঞ্চয়ন (Illuviation) বলে। চুয়ীসরণ আবার নিচের স্তর থেকে উপরের স্তরেও ঘটতে পারে। যে সব অঞ্চলে বাৎসরিক বৃষ্টিপাতের চেয়ে বাষ্পীভবন বেশি সেখানে এ ধরণের চুয়ীসরণ ঘটে থাকে।

চুয়ীসরণ ও সঞ্চয়ন এর মধ্যে পার্থক্য (Differences between Eluviation & Illuviation)

চুয়ীসরণ (Eluviation) ও সঞ্চয়নের (Illuviation) মধ্যে পার্থক্যগুলো নিম্নরূপ

	চুয়ীসরণ (Eluviation)		**সঞ্চয়ন (Illuviation)**
১)	চুয়ীসরণ অর্থ হলো বের হয়ে যাওয়া।	১)	সঞ্চয়ন অর্থ হলো বের হয়ে আসা।
২)	একটি ক্ষয় প্রক্রিয়া।	২)	একটি গঠনমূলক প্রক্রিয়া।
৩)	স্থূল প্রকৃতির মৃত্তিকা স্তর তৈরি করে।	৩)	সূক্ষ্ম প্রকৃতির মৃত্তিকা স্তর তৈরি করে।
৪)	এটি A_2 উপস্তরে ঘটে।	৪)	এটি B_2 উপস্তরে ঘটে।
৫)	অপসারণ (Removal) প্রক্রিয়া।	৫)	পুঞ্জীভূত বা জমা হওয়ার প্রক্রিয়া।
৬)	যান্ত্রিক বা রাসায়নিক প্রক্রিয়ায় হতে পারে।	৬)	সাধারণতঃ যান্ত্রিক প্রক্রিয়ায় হয়।
৭)	শক্ত স্তর (Hard pan) গঠিত হয় না।	৭)	শক্ত স্তর গঠিত হয়।
৮)	ইহা সাধারণত A_2 উপস্তরে হালকা বর্ণের সৃষ্টি করে।	৮)	ইহা সাধারণতঃ B_2 উপ স্তরের উজ্জ্বল বর্ণের সৃষ্টি করে।



অনুশীলন (Activity) *ঃ মৃত্তিকা গঠন প্রক্রিয়ায় চুয়ীসরণ এবং সঞ্চয়নের পার্থক্য সমূহের তালিকা তৈরি করুন। আপনার মতে মৃত্তিকা পার্শ্বচিত্র (Profile) গঠনে কোনটি বেশি গুরুত্বপূর্ণ? যুক্তিসহকারে উপস্থাপন করুন।*

চুনীকরণ (Calcification)

যেসব এলাকায় বৃষ্টিপাত কম হয় সেখানে এ প্রক্রিয়ায় মৃত্তিকা গঠিত হয়। বৃষ্টিপাত কম হলে অনুস্রবন (Infiltration) কম হয়। উপরের স্তর থেকে খাড়াভাবে নিচের স্তরে পানির চলাচলকে অনুস্রবণ বলে। যেসব এলাকায় বাস্পীভবন বেশি হয় সেক্ষেত্রে নিচের স্তরের পানি দ্রবণীয় চুনজাতীয় আয়ন (ক্যালসিয়াম ইত্যাদি) উপরের স্তরে জমা হয়। এ প্রক্রিয়ায় চুনজাতীয় পদার্থ মৃত্তিকার উপরের স্তরে জমা হয় বলে তাকে চুনীকরণ বলে। এ প্রক্রিয়ায় যে মাটি গঠিত হয় তাকে পেডোকেল (Pedocal) বা ক্যালসিয়ামযুক্ত মাটি বলে। ভারতের রাজস্থানে এ ধরণের মৃত্তিকা বেশি দেখা যায়।

ল্যাটেরাইজিকরণ (Laterization)

উষ্ণমন্ডলীয় অতি বৃষ্টিপাতযুক্ত এলাকায় এ প্রক্রিয়ায় মৃত্তিকা গঠিত হয়। এসব এলাকায় জৈব পদার্থের বিয়োজন দ্রুত সংগঠিত হয়। অতিবৃষ্টির ফলে বিয়োজিত জৈব পদার্থ, ক্যালসিয়াম ও সিলিকা জাতীয় কর্দম নিচে চলে যায়। এ ছাড়া এসব এলাকায় মৃত্তিকার অনেক গভীর স্তর পর্যন্ত শিলাক্ষয় (Weathering) সংগঠিত হয়। ক্রমাগত শিলাক্ষয় ও জৈবপদার্থের বিয়োজন এবং অতিবৃষ্টির ফলে উপরের স্তরের বিশেষ করে ক্যালসিয়াম সম্পূর্ণরূপে অনুস্রাবিত (Infiltration) হয়ে নিচের স্তরে চলে যায়। লৌহ ও এলুমিনিয়াম ভূ-পৃষ্ঠে বা তার সন্নিকটে জমা হয়। এ প্রক্রিয়াকে ল্যাটেরাইজিকরণ বলে এবং এর ফলে সৃষ্ট মৃত্তিকাকে পেডালফার (Pedalfer) মৃত্তিকা বলে। এই প্রক্রিয়ায় সৃষ্ট মাটির বর্ণ লাল এবং এতে নাইট্রোজেন, ফসফরাস, পটাশিয়াম, ক্যালসিয়াম কম পরিমাণে থাকে। দক্ষিণ ভারতের ল্যাটেরাইট মৃত্তিকার অধিকাংশই এ প্রক্রিয়াজাত।

পড্‌জলিকরণ (Podzolization)

আমরা জানি, বৃষ্টিপাতের পরিমাণের ওপর নির্ভর করে জৈবিক ও অজৈবিক পদার্থসমূহ এক স্তর হতে অন্য স্তরে অনুস্রাবিত হয়। যে সব অঞ্চলের জলবায়ু আর্দ্র ও শীতল সে অঞ্চলে এ প্রক্রিয়ায় মৃত্তিকা গঠিত হয়। আর্দ্র-শীতল জলবায়ু সম্পন্ন এলাকায় জৈবপদার্থ ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র মৃত্তিকা কণা, লৌহ ও অ্যালুমিনিয়াম যৌগসমূহ A স্তর থেকে অনুস্রাবিত হয়ে প্রায় সম্পূর্ণরূপে B স্তরে জমা হয়। দ্রবণীয় ক্যালসিয়াম যৌগসমূহ সম্পূর্ণরূপে অনুস্রাবিত হয়ে বের হয়ে যায়। মৃত্তিকা গঠনের এ প্রক্রিয়াকে পড্‌জলিকরণ (Podzolization) বলে। এ প্রক্রিয়ায় সৃষ্ট মৃত্তিকাকে পড্‌জল মৃত্তিকা বলে। ভারতের কাশ্মীরে এ ধরনের মৃত্তিকা পাওয়া যায়।

আর্দ্র-শীতল জলবায়ু সম্পন্ন এলাকায় জৈবপদার্থ ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র মৃত্তিকা কণা, লৌহ ও অ্যালুমিনিয়াম যৌগসমূহ A স্তর থেকে অনুস্রাবিত হয়ে প্রায় সম্পূর্ণরূপে B স্তরে জমা হয়ে পড্‌জল মৃত্তিকা গঠন করে। মৃত্তিকা গঠনের এ প্রক্রিয়াকে পড্‌জলিকরণ বলে।

মৃত্তিকা গঠন প্রক্রিয়ার ফলাফল

মৃত্তিকা গঠন প্রক্রিয়ার ফলাফল তিনটি ঃ

১। মৃত্তিকার উৎস বস্তুর উপাদানগুলির আকার কমে যায় এবং এসব উপাদান একত্রিত হয়ে মৃত্তিকার একটি সুনির্দিষ্ট সংযুক্তি (Structure) সৃষ্টি করে।

২। ভূ-পৃষ্ঠ বা তার নিকটবর্তী জৈবপদার্থসমূহ একত্রে জমা হয়।

৩। মৃত্তিকার একটি সুস্পষ্ট প্রোফাইল বা পার্শ্বচিত্র গঠিত হয়, যাতে A, B ও C স্তর (Horizon) নামে পরিচিত সুচিহ্নিত স্তরগুলি গঠিত হয়। জৈব পদার্থ সম্বলিত ভূ-পৃষ্ঠ সমপূর্ণ শিলাক্ষয় প্রাপ্ত (Completety weathered) মৃত্তিকাকে A স্তর বলে। এর নিচের উর্বর উপাদানগুলো B স্তর নামে পরিচিত। আংশিক শিলাক্ষয় প্রাপ্ত মৃত্তিকার উৎসবস্ত সম্পন্ন স্তরকে C স্তর বলে। পরবর্তী পাঠে মৃত্তিকা পার্শ্বচিত্র (Soil profile) নিয়ে বিস্তারিত আলোচনা করা হয়েছে।

পড্‌জলিকরণ ও ল্যাটারাইজিকরণের পার্থক্য

পড্‌জলিকরণ **(Podzolization)**		ল্যাটারাইজিকরণের **(Laterization)**	
১।	এ প্রক্রিয়ায় সিলিকা উপরের স্তরে থেকে যায়।	১।	এ প্রক্রিয়ায় Fe ও Al এর অক্সাইড উপরের স্তরে থেকে যায় এবং সিলিকা নিচে চলে যায়।
২।	অধিক বৃষ্টিপাত এ প্রক্রিয়াকে ত্বরান্বিত করে।	২।	বৃষ্টিপাত ও তাপমাত্রা এ প্রক্রিয়াকে ত্বরান্বিত করে।
৩।	মৃত্তিকা প্রোফাইলে জৈব পদার্থ সঞ্চিত হয়।	৩।	মৃত্তিকা প্রোফাইল হতে জৈব পদার্থ অপসারিত হয়।
৪।	এ প্রক্রিয়ায় পডজল মাটি গঠিত হয়।	৪।	এ প্রক্রিয়ায় ল্যাটেরাইট মাটি গঠিত হয়।
৫।	মৃত্তিকার বর্ণ গাঢ় ধূসর বা কালো বর্ণের হয়।	৫।	মৃত্তিকার রং লাল হয়ে থাকে। এতে N,P ও K এর পরিমাণ কম থাকে।
৬।	বেলে প্রধান নাতিশীতোষ্ণ বৃষ্টিবহুল অরণ্য অঞ্চলের মাটিতে এ প্রক্রিয়া অধিক হয়ে থাকে।	৬।	উষ্ণ অঞ্চলের মাটিতে এ প্রক্রিয়া অধিক হয়ে থাকে।

পাঠোত্তর মূল্যায়ন ১.৫

সঠিক উত্তরের পাশে টিক চিহ্ন (✓) দিন।

১। শিলাক্ষয়ের ফলে সৃষ্ট চূর্ণ-বিচূর্ণ মৃত্তিকার উৎস বস্তু প্রধানত কয়টি প্রক্রিয়ায় মৃত্তিকায় রূপলাভ করে?
(ক) ২ টি
(খ) ৩ টি
(গ) ৪ টি
(ঘ) ৫ টি

২। মৃত্তিকার উৎস বস্তু থেকে মৃত্তিকা পার্শ্বচিত্র সৃষ্টির প্রক্রিয়া প্রধানত কোন উপাদানের উপর নির্ভর করে?
(ক) বন্ধুরতা
(খ) জীবসত্ত্বা
(গ) সময়
(ঘ) জলবায়ু

৩। হিউমাস কী?
(ক) জৈব পদার্থ পচনের বা বিয়োজনের প্রাথমিক অবস্থা
(খ) জৈব পদার্থ পচনের বা বিয়োজনের মাঝামাঝি অবস্থা
(গ) জৈব পদার্থ পচনের বা বিয়োজনের সর্বশেষ অবস্থা
(ঘ) অবিয়োজিত জৈব পদার্থ

৪। জৈব পদার্থ সম্বলিত ভূ-পৃষ্ঠ সম্পূর্ণ শিলাক্ষয়প্রাপ্ত মৃত্তিকাকে কোন স্তর বলে?
(ক) O স্তর
(খ) A স্তর
(গ) B স্তর
(ঘ) C স্তর

পাঠ ১.৬ মৃত্তিকা পার্শ্বচিত্র (Soil profile)

এ পাঠ শেষে আপনি –

- মৃত্তিকা পার্শ্বচিত্র কী তা বলতে ও লিখতে পারবেন।
- চিত্রসহ একটি আদর্শ মৃত্তিকা পার্শ্বচিত্র বর্ণনা করতে পারবেন।
- মৃত্তিকা পার্শ্বচিত্রে সোলাম ও রিগোলিথ কী তা বলতে পারবেন এবং এদের পার্থক্য চিহ্নিত করতে পারবেন।

আমরা জানি, পড়জলিকরণ, ল্যাটেরাইজিকরণ ও চুনীকরণ প্রক্রিয়ার মাধ্যমে মৃত্তিকা সৃষ্টি হয়। পুকুর খনন, খাল খনন কিংবা নির্মাণ কাজের জন্য ভুমি খনন আপনারা নিশ্চয় দেখে থাকবেন। এসব খনন কাজের সময় লক্ষ্য করলে দেখবেন যে, ভূপৃষ্ঠে উপর থেকে যতই গভীরে যাওয়া যায় মাটির বর্ণ ততই পরিবর্তিত হয়। অর্থাৎ উপরের স্তরের মাটির বর্ণ নিচের স্তরের মতো নয়। গভীরতার সাথে সাথে বিভিন্ন স্তরে বিভিন্ন বর্ণের মাটি দেখা যায়। সূতরাং মাটিকে লম্বচ্ছেদ করলে উপর থেকে শুরু করে ক্রমান্নয়ে নিচের দিকে নানা বৈশিষ্ট্য ও গুণাগুণ সম্পন্ন বিভিন্ন গভীরতা বিশিষ্ট অনেকগুলো স্তর দেখা যায়। এ স্তরগুলোকে একত্রে মৃত্তিকা পার্শ্বচিত্র (Soil Profile) বলে।

> মাটিকে লম্বচ্ছেদ করলে উপর থেকে শুরু করে ক্রমান্নয়ে নিচের দিকে নানা বৈশিষ্ট্য ও গুণাগুণ সম্পন্ন বিভিন্ন গভীরতা বিশিষ্ট অনেকগুলো স্তর দেখা যায়। এ স্তরগুলোকে একত্রে মৃত্তিকা পার্শ্বচিত্র (Soil Profile) বলে।

একটি মৃত্তিকা পার্শ্বচিত্রে সাধরণতঃ ২-৩ টি স্তর দেখা যায়। এরা ভূ-পৃষ্ঠের সমান্তরালে একটির পর একটি বিন্যস্ত থাকে। স্তরগুলো একটি হতে অপরটি এক বা একাধিক ধর্ম যেমনঃ বুনট, সংযুক্তি, বর্ণ, স্তরের পুরুত্ব ইত্যাদির ওপর ভিত্তি করে পৃথকীকৃত। বুনট হলো কোন মৃত্তিকায় অবস্থিত বালি, পলি ও কর্দম কণার আপেক্ষিক অনুপাত। আর মৃত্তিকার দলা গঠনের ক্ষমতাকে সংযুক্তি বলে। মৃত্তিকার বুনট ও সংযুক্তি নিয়ে পরবর্তী ইউনিটে বিস্তারিত আলোচনা করা হয়েছে।

মৃত্তিকার পার্শ্বচিত্রে বিভিন্ন স্তরের বুনট, গভীরতা, বর্ণ ও রাসায়নিক প্রকৃতি প্রভৃতি মৃত্তিকার চারিত্রিক বৈশিষ্ট্যাবলীর নিয়ন্ত্রণ করে। এসব বৈশিষ্ট্যাবলীর ওপর ভিত্তি করে কৃষি ও অন্যান্য ক্ষেত্রে মৃত্তিকার গুরুত্ব নির্ধারিত হয়। মৃত্তিকার পার্শ্বচিত্র সম্পর্কে সম্যক ধারণা থাকলে মৃত্তিকা সম্পদের সুষ্ঠু ব্যবহার নিশ্চিত করা যায়।

> মৃত্তিকাকে লম্বচ্ছেদ করলে নানা বৈশিষ্ট্য ও গুণাগুণ সম্পন্ন এবং বিভিন্ন গভীরতাবিশিষ্ট কতগুলো স্তর দেখা যায় যারা ভূ-পৃষ্ঠের সমান্তরালে একটির পর একটি বিন্যস্ত থাকে, এ সকল স্তরের প্রত্যেকটিকে মৃত্তিকা বিজ্ঞানে হরাইজন (Horizon) বলে।

হরাইজন কী (What is Horizon)

মৃত্তিকাকে লম্বচ্ছেদ করলে নানা বৈশিষ্ট্য ও গুণাগুণ সম্পন্ন এবং বিভিন্ন গভীরতাবিশিষ্ট কতগুলো স্তর দেখা যায় যারা ভূ-পৃষ্ঠের সমান্তরালে একটির পর একটি বিন্যস্ত থাকে, এ সকল স্তরের প্রত্যেকটিকে মৃত্তিকা বিজ্ঞানে হরাইজন (Horizon) বলে। নিম্নলিখিত বিষয়গুলোর ওপর ভিত্তি করে হরইজনগুলো একটি অন্যটি থেকে পৃথক থাকে।

ক) স্তরের বুনট

খ) সংযুক্তি

গ) বর্ণ

ঘ) স্তরের পুরুত্ব

একটি আদর্শ মৃত্তিকা প্রোফাইলের বিভিন্ন স্তরের বর্ণনা ঃ আলোচনা ও বর্ণনার সুবিধার্থে মৃত্তিকা গঠন প্রক্রিয়ার ফলে উৎপন্ন স্তরগুলোকে চারটি ভাগে ভাগ করা হয়েছে। যথাঃ O, A, B ও C স্তর। নিম্নে এদের বর্ণনা করা হলো ঃ

(১) **O স্তর বা জৈব স্তর ঃ** এটি খনিজ স্তরের উপরের স্তর। কোন কোন প্রোফাইলে এ স্তর দেখা যায়, আবার কোন কোন প্রোফাইলে দেখা যায় না। উদ্ভিদ ও প্রাণী দেহের অবশেষ জমা হয়ে স্তর সৃষ্টি হয়। সাধারণতঃ বন অঞ্চলে এই স্তর দেখা যায়। কিন্তু তৃণ ভূমিতে তা দেখা যায় না। এ স্তরের আবার দু'টি উপস্তর আছে। উপস্তর গুলো নিম্নরূপ ঃ

(ক) **O_1 উপস্তর ঃ** একে Aoo স্তরও বলা হয়। এ জৈব স্তরে উদ্ভিদ ও প্রাণীর দেহাবশেষের প্রকৃত গঠন খালি চোখে সহজেই শনাক্ত করা যায়।

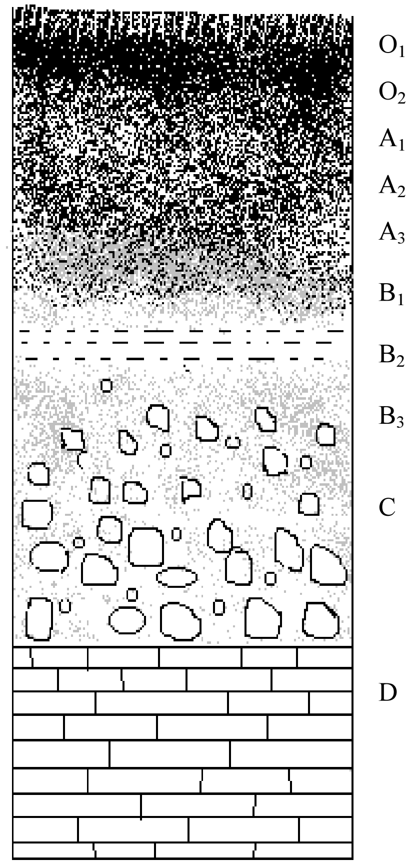
(খ) **O_2 উপস্তর** ঃ একে Ao স্তরও বলা হয়। O_1 স্তরের সংলগ্ন এবং কিছুটা নিচে অবস্থিত। এখানে প্রাণী ও উদ্ভিদ দেহবাশেষের প্রকৃত গঠন ততটা আলাদাভাবে শনাক্ত করা যায় না।

(২) **A স্তর** ঃ একে 'এলুভিয়েল স্তর' ও (Eluvial layer) বলা হয়। একটি খনিজ স্তর যাহা ভূপৃষ্ঠে অথবা ভূপৃষ্ঠের কাছাকাছি অবস্থান করে। এ স্তর হতে বিভিন্ন প্রকার খনিজের চুয়ানী বা 'এলুভিয়েশন' ঘটে। খনিজ স্তরের উপরের দিক হতে ক্রমান্বয়ে নিচের দিকে স্তরকে যথাক্রমে A_1, A_2, A_3 ইত্যাদি উপস্তরএ বিভক্ত করা যায়। যেমনঃ

(ক) **A_1 উপস্তর** ঃ খনিজ স্তরের সবচেয়ে উপরের স্তর। ইহা প্রচুর হিউমাস মিশ্রিত জৈব পদার্থ ধারণ করে। ফলে এই উপস্তর নিচের স্তরগুলো অপেক্ষা গাঢ় বর্ণ ধারণ করে।

(খ) **A_2 উপস্তর** ঃ এই উপস্তর হতে কর্দম, লৌহ,, অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড ইত্যাদি সবচেয়ে বেশি পরিমাণে চুয়ানী বা এলুভিয়েশন ঘটে। A_2 উপস্তর সাধারণত A_1 অপেক্ষা হালকা বর্ণের হয়।

(গ) **A_3 উপস্তর** ঃ এটি A_2 ও B স্তরের সংযোগকারী একটি স্তর। তথাপি ইহা B স্তর অপেক্ষা A_1 ও A_2 উপস্তরের ধর্মাবলী বেশি প্রদর্শন করে। কোন কোন প্রোফাইলে এই উপস্তরটি অনুপস্থিত থাকে।



চিত্র ১ ঃ একটি আদর্শ মৃত্তিকা পার্শ্বচিত্র

(৩) **B স্তর** ঃ একে ইলুভিয়েল স্তর (Illuvial layer) ও বলা হয়। স্তরের Fe, Al এর যৌগ কাদা ও হিউমাসের সাথে মিশ্রিত অবস্থায় থাকে। যৌগগুলো সাধারণত A স্তর হতে চুয়ানীর মাধ্যমে আসে। অনেক সময় শুকনো ও উষ্ণমণ্ডলীয় অঞ্চলে $CaCO_3$, $CaSO_4$ ও অন্যান্য লবণ এ স্তরের নিচের দিকে জমতে দেখা যায়। স্তর আবার B_1, B_2 ও B_3 উপস্তরে বিভক্ত।

(ক) **B_1 উপস্তর** ঃ এটি A ও B স্তরের সংযোগকারী স্তর এবং ধর্মাবলী A স্তরের এর তুলনায় B স্তরের সাথে বেশি সাদৃশ্য বহন করে। কোন কোন প্রোফাইলে এই স্তরটি অনুপস্থিত থাকে।

(খ) **B_2 উপস্তর** ঃ A_2 ও তার নিচের স্তর হতে নেমে আসা কর্দম কণা, লৌহ ও অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইডের অধিকাংশই এ স্তরে জমা হয়। জৈব বস্তু ধারণ ক্ষমতা A_2 স্তরের তুলনায় অধিক। অধিকাংশ ক্ষেত্রেই এদের সংযুক্তি ব্লকী অথবা প্রিজমেটিক অথবা উভয়ই হয়ে থাকে।

(গ) **B_3 উপ স্তর** ঃ এ স্তর B_2 এবং C স্তরের মাঝামাঝি। এর ধর্ম C স্তর অপেক্ষা অনেকটা B_1 ও B_2 স্তরের কাছাকাছি।

(৪) **C স্তর ঃ** এটি বিকৃত শিলা দ্বারা গঠিত সোলামের (Solum) [A ও B স্তর] নিচের স্তর। এটি উৎস বস্তুর অনুরূপ হতে অথবা নাও হতে পারে। এ স্তরে অণুজৈবিক কার্যাবলী অনুপস্থিত এবং আয়তনী ঘনত্ব বেশি। ইহার উপরের স্তর শিলাক্ষয় প্রক্রিয়ায় কালক্রমে সোলামের (প্রকৃত মাটি) অংশ তৈরি করে।

(৫) **D স্তর/R স্তর ঃ** একে ভূগর্ভস্থ শিলা স্তরও বলা হয়। এই স্তরের উৎস বস্তুর (Parent material) যেমন ঃ বেলে পাথর, চুনা পাথর, গ্র্যানাইট প্রভৃতির সমন্বয়ে গঠিত।

সব মৃত্তিকা প্রোফাইলে সব স্তর নাও থাকতে পারে। কারণ ভূমিক্ষয়ের দরুন উপর হতে দু'একটি স্তর বা উপস্তর ক্ষয় হয়ে যেতে পারে।

উৎস দ্রব্যের উপরে অবস্থিত মৃত্তিকা প্রোফাইলের উপরের অংশ যেখানে মৃত্তিকা গঠনের প্রক্রিয়া গুলো সংঘটিত হয় তাকে সোলাম বলে।

সোলাম কী? (What is Solum)

উৎস দ্রব্যের (Parent material) উপরে অবস্থিত মৃত্তিকা প্রোফাইলের উপরের অংশ যেখানে মৃত্তিকা গঠনের প্রক্রিয়া গুলো সংঘটিত হয় তাকে সোলাম (Solum) বলে।

উন্নত মাটিতে এটি A ও B স্তর নিয়ে গঠিত। একে প্রকৃত মাটিও বলা হয়। শিলাক্ষয় প্রক্রিয়ায় উৎস বস্তুর বা C স্তরের উপরের অংশ কালক্রমে পরিবর্তিত হয়ে এ সোলামের অংশ তৈরি হয়।

মৃত্তিকা পার্শ্বচিত্রে A, B ও C স্তর মিলে যে গঠন প্রাপ্ত হয় তাকে রিগোলিথ বলে।

রিগোলিথ কী (What is regolith)

মৃত্তিকা পার্শ্বচিত্রে A, B ও C স্তর মিলে যে গঠন প্রাপ্ত হয় তাকে রিগোলিথ বলে। C স্তর সামান্য বিকৃত শিলা দ্বারা গঠিত বলে রিগোলিথে বিকৃত শিলা দেখা যায়। সেজন্য একে উৎসদ্রব্য বা আদি উপাদানের স্তরও বলা হয়।

সোলাম ও রিগোলিথের মধ্যে পার্থক্য (Differences between solum and regolith)

সোলাম ও রিগোলিথের মধ্যে নিম্নলিখিত পার্থক্যগুলো পরিলক্ষিত হয়

সোলাম	রিগোলিথ
(১) মাটির পার্শ্বচিত্রের A স্তর ও B স্তর মিলে যে গঠন তৈরি করে তাকে সোলাম বলে। অর্থাৎ S=A+B	(১) মাটির পার্শ্বচিত্রের A স্তর, B স্তর এবং C স্তর মিলে যে গঠন তৈরি হয় তাকে রিগোলিথ বলে। অর্থাৎ R=A+B+C
(২) এতে কোন বিকৃত শিলা থাকে না।	(২) সোলামের নিচের স্তর অর্থাৎ C স্তর সামান্য বিকৃত শিলা দ্বারা গঠিত এবং ইহাকে অনেক সময় উৎস দ্রব্য বা আদি উপাদানের স্তরও বলা হয়।
(৩) মাটির পার্শ্বচিত্রের উপরের স্তরসমূহে জৈব কার্যাবলী অধিক পরিমাণে সংঘটিত হয়।	(৩) C স্তর ব্যতিত A ও B স্তর জৈব কার্যাবলী অধিক পরিমাণে সংঘটিত হয়।
(৪) এই স্তর Ca ও Mg এদের কার্বনেট সাধারণতঃ কম জমা হয়।	(৪) এই স্তরে Ca ও Mg এদের কার্বনেট জমা হয়।
(৫) আয়তনী ঘনত্ব (B.D) কম।	(৫) আয়তনী ঘনত্ব (B.D) বেশি।
(৬) জীবন্ত মূল ও জীবন প্রক্রিয়া বৃহত্তরভাবে সোলামেই সীমাবদ্ধ।	(৬) আংশিক ভাবে সীমাবদ্ধ।

পাঠোত্তর মূল্যায়ন ১.৬

সঠিক উত্তরের পাশে টিক চিহ্ন (✓) দিন।

১। মৃত্তিকার পার্শ্বচিত্র কীভাবে দেখা যায়?
(ক) মৃত্তিকাকে লম্বচ্ছেদ করলে
(খ) মৃত্তিকাকে ব্যবচ্ছেদ করলে
(গ) মৃত্তিকাকে প্রস্থচ্ছেদ করলে
(ঘ) মৃত্তিকাকে খনন করলে

২। একটি আদর্শ মৃত্তিকা পার্শ্বচিত্রে সাধারণতঃ কয়টি স্তর থাকে?
(ক) ১-২ টি
(খ) ২-৩ টি
(গ) ৩-৪ টি
(ঘ) ৪-৫ টি

৩। মৃত্তিকা পার্শ্বচিত্রে O স্তর কোথায় দেখা যায়?
(ক) তৃণভূমিতে
(খ) ফসলী জমিতে
(গ) পতিত জমিতে
(ঘ) বনাঞ্চলে

৪। মৃত্তিকা পার্শ্বচিত্রের কোনটি এলুভিয়েল (Eluvial) স্তর?
(ক) O স্তর
(খ) B স্তর
(গ) A স্তর
(ঘ) C স্তর

৫। মৃত্তিকা পার্শ্বচিত্রের কোন স্তরে Fe, Al কাদা ও হিউমাসের সাথে মিশ্রিত অবস্থায় জমা থাকে?
(ক) A স্তরে
(খ) C স্তরে
(গ) B স্তরে
(ঘ) O স্তরে

৬। কোনটি সোলামের বৈশিষ্ট্য?
(ক) আয়তনী ঘনত্ব বেশি
(খ) S= A+B+C
(গ) জীবন্ত মূল ও জীবন প্রক্রিয়া আংশিক সীমাবদ্ধ
(ঘ) বিকৃত শিলার অনুপস্থিতি

চূড়ান্ত মূল্যায়ন

সংক্ষিপ্ত ও রচনামূলক প্রশ্ন

১। মৃত্তিকা কী? কীভাবে মৃত্তিকা সৃষ্টি হয়েছে বর্ণনা করুন।

২। মৃত্তিকা গঠনকারী উপাদানসমূহের মধ্যকার সম্পর্ক সৃষ্টিকারী জেনীর সমীকরণটি বিবৃত করুন। মৃত্তিকা গঠনকারী প্রধান উপাদানসমূহ বর্ণনা করুন।

৩। শিলা ও খনিজ বলতে কী বুঝায়? উদাহরণসহ শিলা ও খনিজের পার্থক্যসমূহ বর্ণনা করুন।

৪। বৈশিষ্ট্যসহ শিলা ও খনিজের শ্রেণিবিন্যাস বর্ণনা করুন।

৫। শিলাক্ষয় (Weathering) কী? ভৌত ও রাসায়নিক শিলাক্ষয়ের উপাদানসমূহের তালিকা তৈরি করুন। শিলাক্ষয়ের এসব উপাদানের প্রভাব বর্ণনা করুন।

৬। মৃত্তিকা গঠনের প্রক্রিয়া চিহ্নিত করুন। পডজলিকরণ ও ল্যাটারাইজিকরণ প্রক্রিয়া বর্ণনা করুন।

৭। চিহ্নিত চিত্রসহ মৃত্তিকার আর্দশ পার্শ্বচিত্র বর্ণনা করুন।

উত্তরমালা

পাঠ ১.১

১. ক ২. খ ৩. ঘ ৪. খ

পাঠ ১.২

১. গ ২. খ ৩. ঘ ৪. ক

পাঠ ১.৩

১. ক ২. ঘ ৩. খ ৪. গ ৫ গ

পাঠ ১.৪

১. খ ২. ঘ ৩. ক ৪. খ ৫. ক

পাঠ ১.৫

১. খ ২. ঘ ৩. গ ৪. খ

পাঠ ১.৬

১. ক ২. খ ৩. ঘ ৪. গ ৫. খ ৬. ঘ