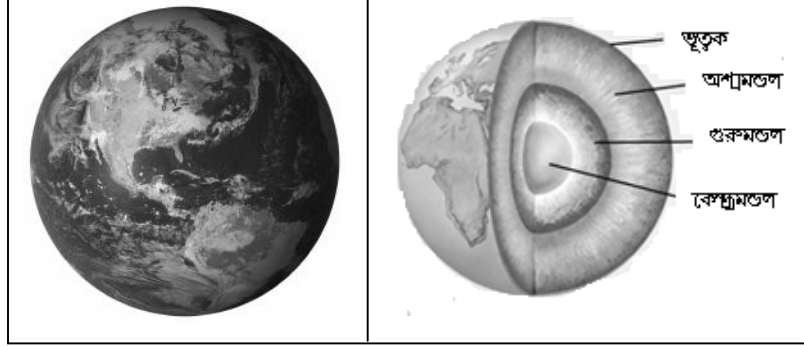


# পৃথিবীর গঠন (Structure of the Earth)

ইউনিট  
২

## ভূমিকা

সৃষ্টির প্রথম অবস্থায় পৃথিবী একটি জলন্তগ্যাসপিণ্ড ছিল। সময়ের পরিবর্তনে তাপমাত্রা হ্রাস পেয়ে গ্যাসীয় অবস্থা পরিবর্তিত হয়ে তরল অবস্থায় রূপান্তরিত হয়েছে। ফলে ভারী পদার্থসমূহ পৃথিবীর কেন্দ্রে এবং হালকা পদার্থসমূহ পৃথিবীর উপরের দিকে জমা হয়ে ভূ-অভ্যন্তরীণ ও বাহ্যিক গঠনে ভিন্নতা তৈরি হয়েছে। বর্তুলাকার পৃথিবীর ব্যাসার্ধ প্রায় ৬৪০০ কিলোমিটার। পৃথিবীর বহিরাবরণকে ভূ-ত্বক বলে। ভূ-ত্বকের নিচেই অভ্যন্তরভাগ রয়েছে। ভূ-বিজ্ঞানীরা বিভিন্নভাবে পৃথিবীর মাত্র ০.৫% ভাগ ভূ-অভ্যন্তর সম্বন্ধে জানতে পেরেছেন। পৃথিবী বিভিন্ন প্রকার খনিজ ও শিলা দ্বারা গঠিত। মানুষের আবাসস্থল হিসেবে পৃথিবীর গুরুত্ব অপরিসীম। এই ইউনিটে আমরা পৃথিবীর বাহ্যিক ও অভ্যন্তরীণ গঠন, গঠনের উপাদান, বিভিন্ন প্রকার শিলা, খনিজ প্রভৃতি সম্পর্কে আলোচনা করব।



ইউনিট সমাপ্তির সময়

ইউনিট সমাপ্তির সর্বোচ্চ সময় ২ সপ্তাহ

### এই ইউনিটের পাঠসমূহ

- পাঠ ২.১ : পৃথিবীর বাহ্যিক গঠন
- পাঠ ২.২ : পৃথিবীর অভ্যন্তরীণ গঠন
- পাঠ ২.৩ : শিলা ও এর শ্রেণিবিভাগ
- পাঠ ২.৪ : আগ্নেয় শিলা
- পাঠ ২.৫ : পাললিক শিলা
- পাঠ ২.৬ : রূপান্তরিত শিলা
- পাঠ ২.৭ : খনিজ ও এর শ্রেণিবিভাগ

## পাঠ-২.১ পৃথিবীর বাহ্যিক গঠন (External Structure of the Earth)



### উদ্দেশ্য

এই পাঠ শেষে আপনি—

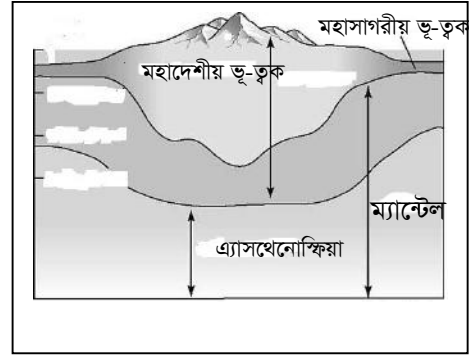
- পৃথিবীর বাহ্যিক গঠন বর্ণনা করতে পারবেন।



### পৃথিবীর বাহ্যিক গঠন

বর্তুলাকার পৃথিবী সৃষ্টির সময় ছিল একটি উত্তপ্ত গ্যাসীয়পিণ্ড। সময়ের আবর্তে এটি শীতল ও ঘনীভূত হয়ে বর্তমান অবস্থায় রূপান্তরিত হয়। এই সময় পৃথিবীর বাইরের ভারী উপাদানগুলো পৃথিবীর কেন্দ্রের আকর্ষণে কেন্দ্রের দিকে জমা হয় এবং হালকা উপাদানগুলো ভরের তারতম্য অনুসারে পর্যায়ক্রমে নিচ থেকে উপরে স্তরে স্তরে জমা হয়। পৃথিবীর এই বিভিন্ন স্তরকে মন্ডল বলে। ভূ-পৃষ্ঠ সংলগ্ন নিচের দিকে পাতলা আবরণকে ভূ-ত্বক বলে (চিত্র ২.১.১)। বর্তুলাকার পৃথিবীর ব্যাসার্ধ প্রায় ৬,৪০০ কি.মি।

**ভূ-ত্বকের গঠন (Composition of the Earth's Crust) :** পৃথিবীর উপরিভাগের শক্ত আবরণ ভূ-ত্বক বিভিন্ন ধরনের খনিজ ও শিলা দ্বারা গঠিত। ভূ-ত্বক অশ্মমন্ডলেরই উপরিভাগ যার মধ্যে অক্সিজেন ও সিলিকনের পরিমাণ বেশি। আজ পর্যন্ত আবিষ্কৃত মোট ১০৫টি মৌলিক উপাদানের মধ্যে ২০টি উপাদান ভূ-ত্বকের প্রায় শতকরা ৯৯.৫ অংশ দখল করে আছে। ভূ-ত্বকের গভীরতা সর্বত্র সমান নয়। তবে এর গড় গভীরতা ২০ কিলোমিটার। গ্রানাইট স্তরের গড় গভীরতা ৮ কিলোমিটার। ভূ-ত্বক গঠনকারী শিলারাশির ঘনত্ব ২.৭৫ থেকে ৩.০ পর্যন্ত। ভূ-ত্বক বা অশ্মমন্ডলের উপরিভাগেই পৃথিবীর বাহ্যিক দিকগুলো দেখা যায়। যেমন- সমভূমি, মালভূমি, পাহাড়, পর্বত, নদী, হ্রদ, সাগর, মহাসাগর ইত্যাদি।



চিত্র ২.১.১: ভূ-ত্বক এর অবস্থান।

	<b>শিক্ষার্থীর কাজ</b>	ভূ-পৃষ্ঠ সংলগ্ন নিচের দিকে পাতলা আবরণকে কী বলে?
--	------------------------	---

	<b>সারসংক্ষেপ</b>
--	-------------------

পৃথিবীর বহিরাবরণই হচ্ছে ভূ-ত্বক। ভূ-ত্বক বিভিন্ন উপাদানের সমন্বয়ে গঠিত। এদের মধ্যে অক্সিজেন ও সিলিকনের পরিমাণ বেশি। ভূ-ত্বক বা অশ্মমন্ডলের উপরিভাগেই পৃথিবীর বাহ্যিক দিকগুলো দেখা যায়। যেমন- সমভূমি, মালভূমি, পাহাড়, পর্বত, নদী, হ্রদ, সাগর, মহাসাগর ইত্যাদি।

	<b>পাঠোত্তর মূল্যায়ন- ২.১</b>
--	--------------------------------

সঠিক উত্তরের পাশ টিক (✓) চিহ্ন দিন।

১। ভূ-ত্বক মূলত কতটি মৌলিক উপাদানে গঠিত?

(ক) ২০টি

(খ) ২৫টি

(গ) ৩০টি

(ঘ) ৩৫টি

২। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ প্রায় কত কি.মি?

(ক) ৬৪০০ কি.মি.

(খ) ৭৪০০ কি.মি.

(গ) ৬১০০ কি.মি.

(ঘ) ৬৪০০ কি.মি.

## পাঠ-২.২

### পৃথিবীর অভ্যন্তরীণ গঠন (Internal Structure of the Earth)



## উদ্দেশ্য

এই পাঠ শেষে আপনি—

- ভূ-অভ্যন্তর সম্পর্কে ধারণা লাভ করতে পারবেন এবং
- ভূ-অভ্যন্তরের প্রধান স্তরসমূহ বর্ণনা করতে পারবেন।



## পৃথিবীর অভ্যন্তরীণ গঠন

পৃথিবীর অভ্যন্তরের কঠিন আবরণ ভেদ করে গভীরে প্রবেশ করে ভূ-অভ্যন্তরের অবস্থা জানার তেমন কোনো সুযোগ নেই। খনিজ সম্পদ আহরণের জন্য এ পর্যন্ত সবচেয়ে গভীরতম কূপ মাত্র ৮ কিলোমিটার ভূ-অভ্যন্তরে প্রবেশ করতে পেরেছে। ক্ষয়কার্যের ফলে মাত্র ২০-২৫ কিলোমিটার গভীরের শিলা উন্মুক্ত হয়েছে। এজন্য ভূ-বিজ্ঞানীরা ভূ-অভ্যন্তরভাগ সম্পর্কে জানার জন্য তিন ধরনের তথ্যের উপর নির্ভর করে থাকেন। এগুলো হলো—

- আগ্নেয়গিরির অগ্ন্যুৎপাত থেকে প্রাপ্ত ভূ-অভ্যন্তরের শিলার নমুনা,
- পৃথিবীর চৌম্বক ক্ষেত্রের বৈশিষ্ট্য ও ঘনত্ব এবং
- ভূ-কম্পন তরঙ্গের বৈশিষ্ট্য বিশ্লেষণ।

**ভূ-অভ্যন্তরের স্তরসমূহ :** ভূ-অভ্যন্তরের প্রধান স্তরসমূহ এবং উপরিভাগের শিলামন্ডল, বারিমন্ডল এবং বায়ুমন্ডল ২.২.১ নং চিত্রে দেখানো হয়েছে। নিম্নে ভূ-অভ্যন্তরভাগের প্রধান তিনটি স্তরের বর্ণনা দেওয়া হলো।

**ক. অশ্মমণ্ডল (Lithosphere) :** ভূ-পৃষ্ঠ থেকে অভ্যন্তরে প্রায় ৭০০ কিলোমিটার গভীর পর্যন্ত প্রথম স্তরকে অশ্মমন্ডল বলে। ভূ-কম্পন তরঙ্গ থেকে জানা যায় যে, এ স্তরটি মূলত সিলিকন ও অ্যালুমিনিয়াম উপাদান দিয়ে গঠিত যা সিয়াল(Sial) নামে পরিচিত। ভূ-ত্বকের নিচের দিকে প্রতি কিলোমিটারে  $30^{\circ}$  সেলসিয়াস তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়। অশ্মমন্ডলের নিচে গুরুমন্ডল ও কেন্দ্রমন্ডল নামে আরো দুটি প্রধান স্তর রয়েছে (চিত্র : ২.২.২)।

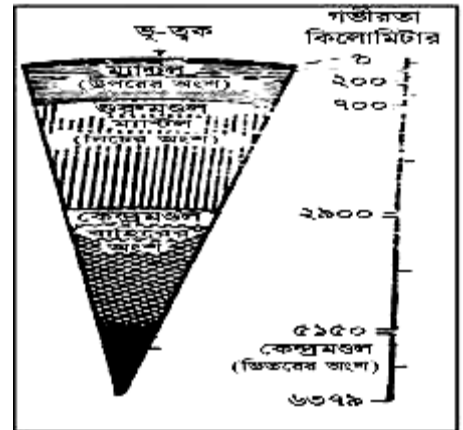
**খ. গুরুমন্ডল (Bryosphere) :** কেন্দ্রমন্ডলের বহিঃভাগ থেকে ভূ-ত্বকের নিম্নস্তর পর্যন্ত প্রায় ৭০০-২৯০০ কিলোমিটার বিস্তৃত স্তরকে গুরুমন্ডল বলে। এটি মূলত ব্যাসল্ট, শিলা, সিলিকা, ম্যাগনেসিয়াম, লোহা, কার্বন ও অন্যান্য খনিজ পদার্থ দ্বারা গঠিত। তবে সিলিকা ও ম্যাগনেসিয়াম উপাদানের আধিক্যের কারণে এটি সিমা(Sima) নামে পরিচিত।

গুরুমন্ডলের ১০০ কিলোমিটার গভীরতায় তাপমাত্রা আনুমানিক  $1100^{\circ}$ - $1200^{\circ}$  সেলসিয়াস। বহিঃকেন্দ্রমন্ডলের সীমানায় এ তাপমাত্রা  $3000^{\circ}$  সেলসিয়াসের কাছাকাছি। গুরুমন্ডল দুই ভাগে বিভক্ত। (১) উর্ধ্ব গুরুমন্ডল যা ৭০০ কিলোমিটার পর্যন্ত বিস্তৃত। লোহা ও ম্যাগনেসিয়াম দ্বারা গঠিত। (২) নিম্ন গুরুমন্ডল যা প্রধানত আয়রন অক্সাইড, ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড ও সিলিকন ডাই-অক্সাইড দ্বারা গঠিত। এটি ৭০০ কি.মি হতে ২,৯০০ কি.মি পর্যন্ত বিস্তৃত (চিত্র : ২.২.২)।

**গ) কেন্দ্রমণ্ডল (Centrosphere) :** গুরুমন্ডলের ঠিক পরেই রয়েছে কেন্দ্রমন্ডল। কেন্দ্রমন্ডল, গুরুমন্ডলের নিম্নভাগ থেকে কেন্দ্র পর্যন্ত প্রায় ৩,৪৭৯ কিলোমিটার বিস্তৃত (চিত্র : ২.২.২)। এর গড় ঘনত্ব প্রায় ১০.৭৮ সে.মি। কেন্দ্রের দিকে ঘনত্ব বাড়তে থাকে। ভূ-কম্পন তরঙ্গের সাহায্যে জানা গেছে যে, কেন্দ্রমন্ডলে একটি তরল বহিরাবরণ আছে, যা প্রায় ২,২৭০ কিলোমিটার পুরু





চিত্র ২.২.১: ভূ-অভ্যন্তরের গঠন কাঠামো



চিত্র ২.২.২: ভূ-অভ্যন্তরের স্তরবিন্যাস

এবং কঠিন অন্তঃভাগ আছে যা প্রায় ১,২১৬ কিলোমিটার পুরু। কেন্দ্রমন্ডলের উপাদানগুলো হলো লোহা, নিকেল, পারদ ও সিসা। তবে প্রধান উপাদান হলো নিকেল ও লোহা যা নাইফ(Nife) নামে পরিচিত।

	<b>শিক্ষার্থীর কাজ</b>	ভূ-অভ্যন্তরের তথ্য জানার উপায়গুলো কী কী?
---	------------------------	---

	<b>সারসংক্ষেপ</b>
<p>পৃথিবীর ভূ-অভ্যন্তর তিনটি স্তরে বিন্যস্ত। প্রথম স্তর হচ্ছে অশুমন্ডল, যা সিলিকা ও এ্যালুমিনিয়াম দ্বারা গঠিত এবং এর ৭০০ কি.মি. পর্যন্ত গভীর। এর পরের স্তর হচ্ছে গুরুমন্ডল, যা সিলিকা, ম্যাগনেসিয়াম, লোহা, কার্বন ও অন্যান্য খনিজ পদার্থ দ্বারা গঠিত। যার গভীরতা প্রায় ৭০০-২৯০০ কি.মি.। তৃতীয় স্তর হচ্ছে কেন্দ্রমন্ডল, যা প্রায় ২৯০০ থেকে ৬৩৭৯ কি.মি. বিস্তৃত এবং লোহা, নিকেল, পারদ ও সিসা দ্বারা গঠিত। তবে প্রধান উপাদান হলো নিকেল ও লোহা।</p>	

	<b>পাঠোত্তর মূল্যায়ন- ২.২</b>
---	--------------------------------

সঠিক উত্তরের পাশ টিক (✓) চিহ্ন দিন।

১। ভূ-ত্বকের নিচের দিক থেকে প্রতি কি.মি তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায় কত?

- |                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| (ক) ৩০° সেলসিয়াস | (খ) ৩৫° সেলসিয়াস |
| (গ) ২০° সেলসিয়াস | (ঘ) ২৫° সেলসিয়াস |

২। কঠিন অন্তঃকেন্দ্রমন্ডল কী দিয়ে গঠিত ?

- |                                 |                        |
|---------------------------------|------------------------|
| (ক) লোহা ও ম্যাগনেসিয়াম দ্বারা | (খ) লোহা ও পারদ দ্বারা |
| (গ) লোহা ও নিকেল দ্বারা         | (ঘ) লোহা ও সিসা দ্বারা |

৩। গুরুমন্ডলের বিস্তৃতি প্রায় কত কি.মি?

- |                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| (ক) ২৫০০-২৮০০ কি.মি. | (খ) ২৭০০-৩০০০ কি.মি. |
| (গ) ৭০০-২৯০০ কি.মি.  | (ঘ) ২৮৮৫ কি.মি.      |

নিচের অনুচ্ছেদটি পড়ুন এবং ৪ ও ৫ নং প্রশ্নের উত্তর দিন।

আব্দুর রহমান তাঁর ছাত্রদেরকে পৃথিবীর ভূ-অভ্যন্তরের গঠন ও স্তরসমূহ পাঠদান করান। তার মধ্যে অশুমন্ডল, গুরুমন্ডল ও কেন্দ্রমন্ডলের আলোচনাও ছিল। তিনি পৃথিবীকে কমলালেবুর আকারে বোর্ডে এঁকে ছাত্র-ছাত্রীদের ভূ-অভ্যন্তরের ধারণা দিলেন।

৪। ভূ-অভ্যন্তরের স্তর কতটি?

- |       |       |
|-------|-------|
| (ক) ২ | (খ) ৩ |
| (গ) ৪ | (ঘ) ৫ |

৫। ধারাবাহিকভাবে ভূ-অভ্যন্তরের স্তরগুলো হলো-

- |  |  |
|--|--|
| (ক) অশুমন্ডল, কেন্দ্রমন্ডল ও গুরুমন্ডল | (খ) কেন্দ্রমন্ডল, অশুমন্ডল ও গুরুমন্ডল |
| (গ) গুরুমন্ডল, অশুমন্ডল ও কেন্দ্রমন্ডল | (ঘ) অশুমন্ডল, গুরুমন্ডল ও কেন্দ্রমন্ডল |

## পাঠ-২.৩ শিলা ও এর শ্রেণিবিভাগ (Rock and its Classification)



### উদ্দেশ্য

এই পাঠ শেষে আপনি-

- শিলা কী তা জানতে পারবেন এবং
- শিলার প্রকারভেদ বলতে পারবেন।



### শিলা

ভূ-ত্বক যেসব উপাদান দ্বারা গঠিত তাদের সাধারণ নাম শিলা। ভূ-তত্ত্ববিদগণের মতে, দুই বা ততোধিক খনিজ দ্রব্যের সংমিশ্রণে এসব শিলার সৃষ্টি হয়। ভূ-ত্বক গঠনকারী সকল কঠিন ও কোমল পদার্থই শিলা (চিত্র ২.৩.১)।

উদাহরণস্বরূপ বলা যায়- নুড়ি, কাঁকর, গ্রানাইট, কাঁদা, বালি প্রভৃতি শিলা। অন্যভাবে বলা যায় যে, এক বা একাধিক খনিজের একত্রিত রূপই হচ্ছে শিলা। খনিজের এই মিশ্রণ প্রাকৃতিক অবস্থায় পাওয়া যায়। এক্ষেত্রে প্রতিটি শিলার গঠনকারী খনিজের বৈশিষ্ট্য বজায় থাকে। কোনো কোনো শিলা একটি মাত্র খনিজ পদার্থ দিয়েও গঠিত হতে পারে। এক্ষেত্রে খনিজ ও শিলা একই পদার্থ। যেমন: কেলসাইট একটি খনিজ এবং শিলা হিসাবে এটি চূনাপাথর।

**শিলার শ্রেণিবিভাগ :** ভূ-ত্বক বিভিন্ন প্রকার শিলা দ্বারা গঠিত এবং প্রত্যেক ধরনের শিলা স্বতন্ত্র বৈশিষ্ট্যসম্পন্ন। কোনো শিলা কাঁদার মত নরম এবং কোনো শিলা গ্রানাইট পাথরের মত শক্ত। সব ধরনের শিলাই প্রাকৃতিকভাবে সৃষ্টি। উৎপত্তি ও গঠনের দিক থেকে শিলাকে তিনভাগে ভাগ করা যায়। যথা-

- আগ্নেয় শিলা: উদাহরণ- গ্রানাইট।
- পাললিক শিলা: উদাহরণ-চূনাপাথর।
- রূপান্তরিত শিলা : উদাহরণ-মার্বেল।



চিত্র ২.৩.১: বিভিন্ন প্রকার শিলা

উপরিউক্ত শ্রেণিবিভাগগুলো ছাড়াও প্রত্যেক প্রকার শিলার কতকগুলো উপবিভাগ রয়েছে। যা পরবর্তী পাঠগুলোতে বিস্তারিত আলোচনা করা হয়েছে।

	<b>শিক্ষার্থীর কাজ</b>	শিলা কাকে বলে? উদাহরণসহ লিখুন।
--	------------------------	--------------------------------

	<b>সারসংক্ষেপ</b>
বিভিন্ন প্রকার খনিজ একত্রিত হয়ে যে পদার্থ গঠন করে তাকে শিলা বলে। উদাহরণস্বরূপ বলা যায়- নুড়ি, কাঁকর, গ্রানাইট, কাঁদা, বালি প্রভৃতি শিলা। অর্থাৎ এক বা একাধিক খনিজের একত্রিত রূপই হচ্ছে শিলা। শিলা প্রধানত তিন প্রকার। যথা- আগ্নেয় শিলা, পাললিক শিলা ও রূপান্তরিত শিলা।	

	<b>পাঠোত্তর মূল্যায়ন- ২.৩</b>
--	--------------------------------

সঠিক উত্তরের পাশ টিক (✓) চিহ্ন দিন।

১। ভূ-ত্বক গঠন করে-

- |          |          |                 |          |
|----------|----------|-----------------|----------|
| (ক) শিলা | (খ) খনিজ | (গ) খনিজ ও শিলা | (ঘ) পাথর |
|----------|----------|-----------------|----------|

২। শিলায় এক বা একাধিক কী থাকে ?

- |          |          |                 |          |
|----------|----------|-----------------|----------|
| (ক) শিলা | (খ) খনিজ | (গ) খনিজ ও শিলা | (ঘ) পাথর |
|----------|----------|-----------------|----------|

৩। শিলা প্রধানত কত প্রকার?

- |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|
| (ক) ২ | (খ) ৩ | (গ) ৪ | (ঘ) ৫ |
|-------|-------|-------|-------|

## পাঠ-২.৪ আগ্নেয় শিলা (Igneous Rock)



### উদ্দেশ্য

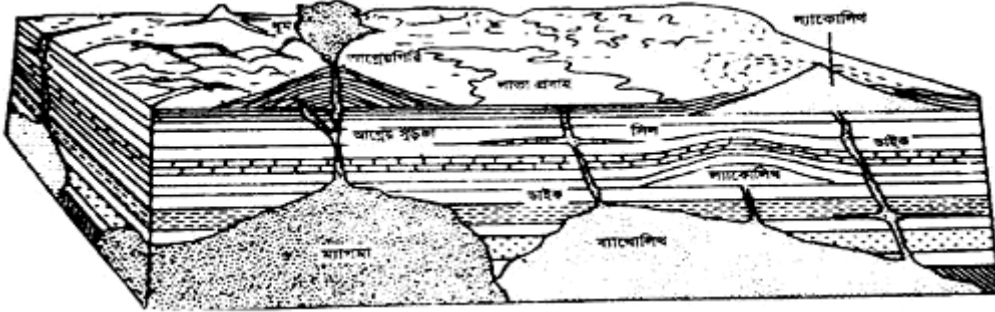
এই পাঠ শেষে আপনি-

- আগ্নেয় শিলার সংজ্ঞা ও বৈশিষ্ট্য বলতে পারবেন এবং
- আগ্নেয় শিলার প্রকারভেদ বর্ণনা করতে পারবেন।



### আগ্নেয় শিলা

সৃষ্টির প্রথমে পৃথিবী উত্তপ্ত গ্যাসীয়পিণ্ড ছিল। এই গ্যাসপিণ্ড ক্রমান্বয়ে তাপ বিকিরণ করে তরল হয়। পরে আরো তাপ বিকিরণ করে উপরিভাগ শীতল ও কঠিন আকার ধারণ করে। এভাবে গলিত অবস্থা থেকে ঘনীভূত বা কঠিন হয়ে যে শিলা গঠিত হয় তাকে আগ্নেয় শিলা বলে। ভূ-অভ্যন্তরে উত্তপ্ত ম্যাগমা শীতল ও কেলাসিত হয়ে আগ্নেয় শিলা গঠিত হয়। অগ্নিময় অবস্থা থেকে এই শিলার সৃষ্টি বলে একে আগ্নেয় শিলা বলা হয় (চিত্র ২.৪.১)। ইংরেজিতে এ ধরনের শিলাকে Igneous Rock বলে। Igneous শব্দের অর্থ আগুন। আগ্নেয় শিলা পৃথিবীর প্রথম পর্যায়ের শিলা বলে একে প্রাথমিক শিলাও বলা হয়। এ শিলায় কোনো স্তর নেই, তাই এই শিলার অপর নাম অন্তরীভূত শিলা। এই শিলায় কোনো জীবাশ্ম নেই। আগ্নেয়গিরি বা ভূমিকম্পের ফলে অনেক সময় ভূ-ত্বকের দুর্বল অংশে ফাটলের সৃষ্টি হয়। তখন পৃথিবীর অভ্যন্তর থেকে উত্তপ্ত গলিত লাভা নির্গত হয়ে আগ্নেয় শিলার সৃষ্টি করে। এভাবে ব্যাসাল্ট ও গ্রানাইট শিলার সৃষ্টি হয়েছে।



চিত্র ২.৪.১: আগ্নেয় শিলা

### আগ্নেয় শিলার বৈশিষ্ট্য

- ১। স্তরবিহীন : উত্তপ্ত গলিত অবস্থা থেকে ঠাণ্ডা হয়ে জমাট বেঁধে এই জাতীয় শিলার সৃষ্টি হয় বলে এতে কোনো স্তর থাকে না।
- ২। জীবাশ্মবিহীন : উত্তপ্ত গলিত পদার্থ থেকে আগ্নেয় শিলার উৎপত্তি বিধায় কোনো প্রাণি বা উদ্ভিদের অস্তিত্ব আশা করা যায় না। এ কারণে এ জাতীয় শিলার মধ্যে জীবাশ্ম পাওয়া যায় না।
- ৩। কেলাসিত : উত্তপ্ত গলিত অবস্থা থেকে তাপ বিকিরণ করে এ জাতীয় শিলা তৈরি হয় বলে ক্ষেত্রবিশেষে কেলাসিত হয় বা নির্দিষ্ট আকারে দানা বাঁধে।
- ৪। অপ্রবেশ্য : আগ্নেয় শিলার দানাগুলির মধ্যে কোনো ছিদ্র না থাকায় এই শিলায় পানি প্রবেশ করতে পারে না। তাই আগ্নেয় শিলা অপ্রবেশ্য।
- ৫। সুদৃঢ় ও সুসংহত : উত্তপ্ত গলিত অবস্থা থেকে তাপ বিকিরণ করে উৎপন্ন হয় বলে এ শিলা সুদৃঢ় ও সুসংহত।
- ৬। প্রাচীনতম : আগ্নেয় শিলার অন্যতম বৈশিষ্ট্য হচ্ছে এটি পৃথিবীর প্রাচীনতম শিলা। এই শিলা থেকে অন্যান্য শিলার উৎপত্তি হয়েছে।
- ৭। অপেক্ষাকৃত ভারী : আগ্নেয় শিলা অন্যান্য শিলার চেয়ে অপেক্ষাকৃত ভারী।

## আগ্নেয় শিলার বুনট

আগ্নেয় শিলার প্রধান উপাদান ম্যাগমা। আগ্নেয়গিরির অগ্ন্যুৎপাতের সময় উত্তপ্ত গলিত পদার্থ ভূ-অভ্যন্তরের গভীর তলদেশ থেকে (প্রায় ২০০ কি.মি.) ভূ-ত্বকের অভ্যন্তরেই জমাটবদ্ধ হয় যা ম্যাগমা নামে পরিচিত। এই ম্যাগমা যখন ভূ-ত্বকের গভীর থেকে ফাঁটল বরাবর সজোরে ভূ-পৃষ্ঠে উঠে এসে প্রবাহিত হয় তখন তাকে লাভা বলে। শিলার বুনট এই ম্যাগমা বা লাভার বৈশিষ্ট্য দ্বারা নিয়ন্ত্রিত। শিলার বুনট বলতে এর গঠনকারী খনিজ উপাদানের আকার, আকৃতি, বিন্যাস বুঝায়। শিলার বুনট খুবই গুরুত্বপূর্ণ। কারণ শিলার উৎপত্তির সময় কী ধরনের পরিবেশ এবং প্রক্রিয়া কাজ করেছে তা বুনটের বৈশিষ্ট্যে প্রতিফলিত হয়। যেমন- ম্যাগমা খুব দ্রুত শীতল ও কেলাসিত হলে মিহি বুনটের শিলা গঠন করে। যেমন- রায়োলাইট। ম্যাগমা ধীরে ধীরে শীতল হলে মোটা বুনটের শিলা গঠন করে। যেমন- গ্রানাইট। আগ্নেয় শিলায় প্রধানত ৫ ধরনের বুনট দেখা যায়। যথা-

- ক) কাঁচের মত দানাহীন, যেমন- গ্যাস।
- খ) এফানিটিক, অতি সূক্ষ্ম দানা এবং খালি চোখে দেখা যায় না। যেমন- ব্যাসল্ট, অ্যাডেসাইট।
- গ) ফেনারেটিক, ক্ষুদ্র দানা, কিন্তু খালি চোখে দেখা যায়। যেমন- গ্রানাইট।
- ঘ) পরফাইটিক, দুই ধরনের দানা বিশিষ্ট (বড় ও ছোট)। যেমন- পরফাইটিক রায়োলাইট।
- ঙ) পাইরোক্লাস্টিক, বৃহৎ আকৃতির দানা বিশিষ্ট আগ্নেয় শিলা। যেমন- টাফ ও ছাই-ধূস।

আগ্নেয় শিলার শ্রেণিবিভাগ : আগ্নেয় শিলাকে দুইভাবে ভাগ করা যায়। যথা-

- ক. উৎপত্তি ও গঠন অনুসারে এবং
- খ. গঠনকারী খনিজ উপাদান অনুসারে।

ক. উৎপত্তি ও গঠন অনুসারে : উৎপত্তি ও গঠন অনুসারে আগ্নেয় শিলাকে পুনরায় দুইভাগে বিভক্ত করা যায়। যথা-

১. বহিঃজ বা নিঃসারী আগ্নেয় শিলা এবং
২. অন্তঃজ বা উদবেধী আগ্নেয় শিলা।

১. বহিঃজ বা নিঃসারী আগ্নেয় শিলা : পৃথিবীর অভ্যন্তরে গলিত পদার্থ জ্বালামুখ বা ফাঁটল দিয়ে বাইরে নির্গত হয়ে ক্রমে ঠাণ্ডা হয়ে যে শিলা গঠিত হয় তাই বহিঃজ আগ্নেয় শিলা। যেমন- ব্যাসল্ট, পিউমিস। ভূ-অভ্যন্তরের গলিত পদার্থগুলোর উৎক্ষিপ্ত হওয়ার উপর ভিত্তি করে এ শিলাকে আবার দুই ভাগে ভাগ করা যায়। যথা-

১.১। বিস্ফোরক প্রকৃতির : অগ্ন্যুৎপাতের সময় কিছু পদার্থ প্রচণ্ড বেগে বাইরে উৎক্ষিপ্ত হয়ে পতিত হয় এবং পরে জমাট বেঁধে শিলায় পরিণত হয়, একে বিস্ফোরক আগ্নেয় শিলা বলে।

১.২। শান্তপ্রকৃতির আগ্নেয় শিলা: অগ্ন্যুৎপাতের সময় অপেক্ষাকৃত ভারী গলিত পদার্থ ধীরে ধীরে ভূ-পৃষ্ঠে পতিত হয়ে শিলায় পরিণত হয়, একে শান্তআগ্নেয়শিলা বলে।

২. অন্তঃজ বা উদবেধী আগ্নেয় শিলা : কোনো কোনো সময় তরল ম্যাগমা ভূ-পৃষ্ঠে পৌঁছাতে না পেরে পৃথিবীর অভ্যন্তরেই জমাট বেঁধে যে শিলা গঠন করে তাকে অন্তঃজ শিলা বলে। অবস্থানের উপর ভিত্তি করে এ শিলাকে আবার দুইভাগে ভাগ করা যায়। যথা-

২.১। পাতালিক: ভূ-পৃষ্ঠের বহু নিচে অবস্থিত এই শিলা কেলাসিত। যেমন- গ্যাব্রো।

২.২। উপ-পাতালিক: ভূ-গর্ভস্থ ম্যাগমা উপরে আসার সময় ভূ-পৃষ্ঠের কাছাকাছি এসে জমাট বেঁধে এই শিলা গঠন করে। যেমন- ডলোরাইট।


খ. গঠনকারী খনিজ উপাদান অনুসারে আগ্নেয় শিলা : এ শিলাকে আবার চারভাগে ভাগ করা যায়। যথা-


১. ফেলস্পিক: অধিক পরিমাণে ফেলস্পার, সিলিকা মিশ্রিত থাকে। এরা হালকা বর্ণের হয়ে থাকে। যেমন- গ্রানাইট, রায়োলাইট।

২. মেফিক : এতে ম্যাগনেসিয়াম ও লোহার পরিমাণ বেশি থাকে। এরা ব্যাসল্ট জাতীয়। এসব ধূসর কালো বর্ণের হয়। যেমন- ব্যাসল্ট, গ্যাব্রো।

৩. উচ্চ মাত্রার মেফিক : অধিক মাত্রায় লোহা ও ম্যাগনেসিয়াম থাকে। প্রধান খনিজ হলো অলিভিন, পাইরাক্সিন। গাঢ় সবুজ থেকে কালো বর্ণের। যেমন- পেরিডোটাইট, কমাডোটাইট।

৪. ফেলসিক ও মেফিকের মাঝামাঝি : এই জাতীয় শিলা এ্যান্ডেসাইট ধরনের। প্রধান খনিজ হলো- হর্নবোল্ড, সোডিয়াম ফেলসপার। বর্ণ গাঢ়। যেমন- ডাইয়োরাইট, অ্যান্ডেসাইট।

	<b>শিক্ষার্থীর কাজ</b>	আগ্নেয় শিলার প্রকারভেদে শ্রেণিবদ্ধ করণ।
---	------------------------	--

	<b>সারসংক্ষেপ</b>
<p>ভূ-অভ্যন্তরে উত্তপ্ত ম্যাগমা শীতল ও কেলাসিত হয়ে আগ্নেয় শিলা গঠিত হয়। অগ্নিময় অবস্থা থেকে এই শিলার সৃষ্টি বলে এক আগ্নেয় শিলা বলা হয়। আগ্নেয় শিলা পৃথিবীর প্রথম পর্যায়ের শিলা বলে একে প্রাথমিক শিলাও বলা হয়। এ শিলায় কোনো স্তর নেই, তাই এই শিলার অপর নাম অন্তরীভূত শিলা। এই শিলায় কোনো জীবাশ্ম নেই। এই শিলা অপেক্ষাকৃত ভারী ও সুদৃঢ়। এই শিলা বিভিন্ন প্রকার হয়ে থাকে। যেমন- বহিঃজ বা নিঃসারী আগ্নেয় শিলা ও অন্তঃজ বা উদ্বেধী আগ্নেয় শিলা।</p>	

	<b>পাঠোত্তর মূল্যায়ন- ২.৪</b>
---	--------------------------------

সঠিক উত্তরের পাশ টিক (✓) চিহ্ন দিন।

১। আগ্নেয় শিলার প্রধান উপাদান কী?

(ক) ম্যাগমা (খ) খনিজ (গ) লবণ (ঘ) আণ্ডন

২। কোনটি আগ্নেয় শিলার বৈশিষ্ট্য নয়-

(ক) সুদৃঢ় (খ) ভারী (গ) স্তরীভূত (ঘ) জীবাশ্মহীন

৩। শিলার বুনট বলতে কী বোঝায়?

(ক) আকার (খ) আকৃতি (গ) বিন্যাস (ঘ) সবগুলো

৪। কোনটি আদি শিলা?

(ক) আগ্নেয় (খ) পাললিক (গ) রূপান্তরিত (ঘ) খনিজ

৫। কোন শিলার উৎস ভূ-গর্ভের এত নিচে যে সেখানে কোন জীব ও প্রাণি থাকে না?

(ক) আগ্নেয় (খ) পাললিক (গ) রূপান্তরিত (ঘ) সবগুলো



## পাঠ-২.৫ পাললিক শিলা (Sedimentary Rock)



### উদ্দেশ্য

এই পাঠ শেষে আপনি—

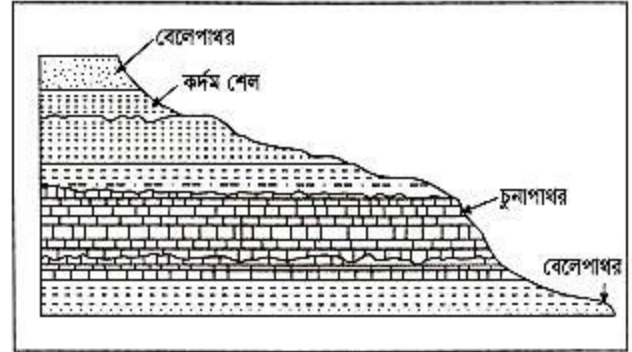
- পাললিক শিলার সংজ্ঞা ও গুরুত্ব বলতে পারবেন এবং
- পাললিক শিলার উৎপত্তি, প্রকৃতি ও শ্রেণিবিভাগ ব্যাখ্যা করতে পারবেন।



### পাললিক শিলা

পলি সঞ্চিত হয়ে যে শিলা গঠন করে তাকে পাললিক শিলা বলে। এ শিলার পলি সাধারণত স্তরে স্তরে সঞ্চিত হয় (চিত্র ২.৫.১)। ভূ-পৃষ্ঠের প্রাথমিক শিলাগুলো যুগ যুগ ধরে রৌদ্র, বৃষ্টি, বায়ুপ্রবাহ সাগর তরঙ্গ প্রভৃতি নানা প্রকার ঘাত-প্রতিঘাত ও রাসায়নিক প্রক্রিয়ায় ক্রমশ দুর্বল হয়ে পড়ে এবং খন্ড-বিখন্ড ও চূর্ণ-বিচূর্ণ হয়ে বালি, কাঁকর, কাঁদা প্রভৃতিতে পরিণত হয়। ক্ষয়িত শিলাকণা জলস্রোত, বায়ু এবং হিমবাহ দ্বারা পরিবাহিত হয়ে পলল বা তলানিরূপে কোনো নিম্নভূমি, হ্রদ এবং সাগরগর্ভে সঞ্চিত হতে থাকে। পরবর্তীতে এসব পদার্থ ভূ-গর্ভের উত্তাপে ও উপরের শিলাস্তরের চাপে জমাট বেঁধে কঠিন শিলায় পরিণত হয়। পাললিক শিলা ভূ-ত্বকের মোট আয়তনের শতকরা ৫ ভাগ। তবে মহাদেশীয় ভূ-ত্বকের উন্মুক্ত অংশের প্রায় ৭৫ ভাগই পাললিক শিলা দ্বারা গঠিত। পলল বা তলানি থেকে গঠিত হয় বলে এরূপ শিলাকে পাললিক শিলা বলে। স্তরে স্তরে সঞ্চিত হয় বলে একে স্তরীভূত শিলাও বলে। চূনাপাথর, বেলেপাথর, পাথুরিয়া কয়লা, সৈন্ধব লবণ, খড়মাটি প্রভৃতি পাললিক শিলার উদাহরণ। ভূ-পৃষ্ঠের ক্রিয়ারত বিভিন্ন প্রাকৃতিক প্রক্রিয়াই পাললিক শিলার উৎপত্তির জন্য কাজ করে। তবে, বিচূর্ণীভবন, পরিবহন, সঞ্চয়ন, সুদৃঢ়করণ ও জোড়ন ইত্যাদি প্রক্রিয়া সবচেয়ে বেশি ভূমিকা রাখে।

পাললিক শিলা আমাদের শিল্প, সমাজ, সংস্কৃতির উন্নয়নে একটি নিয়ন্ত্রণকারী নিয়ামক হিসাবে কাজ করে। আদি মানব জাতি অস্তিত্বের জন্য পাললিক শিলা ব্যবহার করে বিভিন্ন ধরনের হাতিয়ার তৈরি করে। বর্তমান সভ্যতার অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ খনিজ পদার্থ পাললিক শিলা থেকে পাওয়া যায়। যেমন- কয়লা, প্রাকৃতিক গ্যাস, পেট্রোলিয়াম ইত্যাদি। দালান-ইমারত, রাস্তা-ঘাট, ব্রীজ ইত্যাদি নির্মাণে ব্যবহৃত ইট, সিমেন্ট, বালু সবাই আসে শিলা থেকে। গ্যাস তৈরির জন্য প্রয়োজনীয় কোয়ার্টজও এ শিলার অবদান।



চিত্র ২.৫.১: পাললিক শিলার স্তরায়ান

### পাললিক শিলার বৈশিষ্ট্য


- স্তরীভূত** : পাললিক শিলার প্রধান বৈশিষ্ট্য হলো এরা স্তরীভূত অর্থাৎ খনিজ উপাদানসমূহ স্থূল বা সূক্ষ্ম স্তরে স্তরে বিন্যস্ত থাকে। এই স্তরগুলো সাধারণত আনুভূমিকভাবে সজ্জিত থাকে।
- জীবাশ্ম বিশিষ্ট** : পাললিক শিলাস্তরে জীবাশ্মের উপস্থিতি লক্ষ্য করা যায়। যে সকল জীব এই শিলাধ্বলে বাস করে তাদের মৃতদেহ কালক্রমে পলির নিচে চাপা পড়ে। এর ফলে এদের দেহের কঠিন অংশ প্রস্তরীভূত হয়ে জীবাশ্মে পরিণত হয়।
- অকেলাসিত** : এটি কখনও উত্তপ্ত অবস্থা হতে শীতল হয়ে সৃষ্টি হয় না, বিধায় এই শিলা অকেলাসিত (Non-Crystalline) শিলা।
- তরঙ্গচিহ্ন** : এটি তরঙ্গ চিহ্নযুক্ত শিলা। জলভাগের তলদেশে এই জাতীয় শিলার সৃষ্টি হয় বলে এর মধ্যে তরঙ্গচিহ্ন (Ripple Marks) বর্তমান থাকে। আবার বায়ু দ্বারা গঠিত পাললিক শিলায়ও বাতাসের দ্বারা তরঙ্গ চিহ্নের সৃষ্টি হয়।
- কোমলতা** : আণ্বেয় শিলার ভগ্নাংশ সঞ্চিত হয়ে পাললিক শিলার সৃষ্টি হয় বলে এই শিলা অন্য শিলা থেকে অপেক্ষাকৃত কোমল থাকে।


**পাললিক শিলার প্রকৃতি :** পাললিক শিলার বিশেষ উপাদান পলি। এটি বিভিন্ন পর্যায়ের সংমিশ্রণে হতে পারে। যেমন-

১. অন্য শিলা বা খনিজের টুকরা। যেমন- নদীবাহিত নুড়ি।
২. রাসায়নিক অবক্ষেপন, যেমন- লবণ, চুন ইত্যাদি।
৩. জৈব পদার্থ, যেমন- প্রবাল, জলজ উদ্ভিদ ইত্যাদি।
৪. পাললিক শিলার পুরানো পলির বয়স নিম্নস্তরে বেশি এবং উপরের দিকের স্তরে কমতে থাকে।

**পাললিক শিলার শ্রেণিবিভাগ :** গঠনকারী উপাদানের আকৃতি, আকার এবং গঠনগত বৈশিষ্ট্যের ভিত্তিতে পাললিক শিলাকে তিন ভাগে ভাগ করা যায়। নিম্নে এগুলো বর্ণনা করা হলো।

- ১) **যান্ত্রিক প্রক্রিয়ায় গঠিত পাললিক শিলা :** এই শিলা দুই ধরনের হতে পারে। যেমন- আগ্নেয় লাভাজাত এবং পূর্ববর্তী পাললিক বা রূপান্তরিত শিলার ক্ষয়িত চূর্ণ। এ জাতীয় পলিসমূহের আকার ও শিলা গঠনকারী খনিজে অনেক তারতম্য লক্ষ্য করা যায়। উদাহরণ- বেলেপাথর।
- ২) **রাসায়নিক প্রক্রিয়ায় গঠিত পাললিক শিলা :** রাসায়নিক বিচূর্ণীভবন প্রক্রিয়ায় সৃষ্ট পলি অবক্ষেপ থেকে এ শিলার উদ্ভব হয়। এ প্রক্রিয়ায় পানিতে দ্রবীভূত অবস্থায় থাকা পদার্থসমূহ বিভিন্ন অজৈব প্রক্রিয়ার মাধ্যমে সরাসরি তলায় পতিত হয় এবং অবশেষে জমাটবদ্ধ হয়। যেমন- কোথাও আটকে পড়া পানি বাষ্পীভূত হলে এর সাথে দ্রবীভূত লবণ থেকে যায়। এ ক্ষেত্রে বাষ্পায়ন একটি অজৈব প্রক্রিয়া এবং খিতানো লবণকে পলি হিসাবে ধরা হয়। উদাহরণ- চূনাপাথর।
- ৩) **জৈবিক উপায়ে গঠিত পাললিক শিলা :** উদ্ভিদ বা প্রাণির দেহাবশেষজাত পলি থেকে এ শিলার উৎপত্তি হয়। চূনাপাথর এ জাতীয় শিলা। জলজ পরিবেশে অতীতে যে গাছ ছিল তা ভূ-প্রাকৃতিক কারণে ভূ-অভ্যন্তরে চাপা পড়ে যায় এবং ওপরের পলির প্রচন্ড চাপে এর পরিবর্তন হয় এবং কালক্রমে কয়লায় পরিণত হয়। বাংলাদেশের জামালগঞ্জের কয়লা এবং গোপালগঞ্জের পিট কয়লা এ জাতীয় শিলার উদাহরণ।

	<b>শিক্ষার্থীর কাজ</b>	পাললিক শিলার বৈশিষ্ট্যসমূহ উল্লেখ করুন।
---	------------------------	---

	<b>সারসংক্ষেপ</b>
<p>পলি সঞ্চিত হয়ে যে শিলা গঠন করে তাই পাললিক শিলা। পলল বা তলানি থেকে গঠিত হয় বলে এরূপ শিলাকে পাললিক শিলা বলে। এ শিলায় পলি সাধারণত স্তরে স্তরে সঞ্চিত হয়। পাললিক শিলা ভূ-ত্বকের মোট আয়তনের শতকরা ৫ ভাগ। তবে মহাদেশীয় ভূ-ত্বকের উন্মুক্ত অংশের প্রায় ৭৫ ভাগই পাললিক শিলায় গঠিত। স্তরীভূত, জীবাশ্ম বিশিষ্ট, অকেলাসিত, তরঙ্গচিহ্ন ও কোমলতা এর প্রধান বৈশিষ্ট্য। পাললিক শিলা তিন প্রকার। মানুষের দৈনন্দিন জীবনে পাললিক শিলা সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয়।</p>	

	<b>পাঠোত্তর মূল্যায়ন- ২.৫</b>
---	--------------------------------

সঠিক উত্তরের পাশ টিক (✓) চিহ্ন দিন।

- ১। পাললিক শিলার প্রধান বৈশিষ্ট্য কোনটি?
 

(ক) স্তরীভূত	(খ) সুদৃঢ়	(গ) জীবাশ্মহীন	(ঘ) ভারী
--------------	------------	----------------	----------
- ২। পাললিক শিলা প্রধানত কত প্রকার?
 

(ক) ২	(খ) ৩	(গ) ৪	(ঘ) ৫
-------	-------	-------	-------
- ৩। পাললিক শিলা গঠনের পেছনে যে প্রক্রিয়া বেশি ভূমিকা রাখে?
 

(ক) বিচূর্ণীভবন	(খ) পরিবহন	(গ) সঞ্চয়ন	(ঘ) সবগুলো
-----------------	------------	-------------	------------
- ৪। কোন শিলা মানুষের দৈনন্দিন কাজে বেশি ব্যবহৃত হয়?
 

(ক) আগ্নেয়	(খ) পাললিক	(গ) রূপান্তরিত	(ঘ) খনিজ
-------------	------------	----------------	----------
- ৫। কোন শিলায় জীব ও প্রাণির ধ্বংসাবশেষ থাকে?
 

(ক) আগ্নেয়	(খ) পাললিক	(গ) রূপান্তরিত	(ঘ) সবগুলো
-------------	------------	----------------	------------

## পাঠ-২.৬ রূপান্তরিত শিলা (Metamorphic Rock)



### উদ্দেশ্য

এই পাঠ শেষে আপনি—

- রূপান্তরিত শিলার সংজ্ঞা ও গুরুত্ব বলতে পারবেন এবং
- রূপান্তরিত শিলার গঠন প্রক্রিয়া ও শ্রেণিবিভাগ ব্যাখ্যা করতে পারবেন।



### রূপান্তরিত শিলা

অনেক সময় প্রচণ্ড তাপ ও চাপের জন্য রাসায়নিক প্রক্রিয়ায় আগ্নেয় ও পাললিক শিলা নতুন এক ধরনের শিলায় রূপান্তরিত হয় এবং আগের তুলনায় কঠিন ও কেলাসিত হয়, এই শিলাকে রূপান্তরিত শিলা বলে (চিত্র ২.৬.১)। পূর্বের রূপ ও অবস্থার পরিবর্তন হয় বলে একে রূপান্তরিত শিলা বলে। রূপান্তরিত শিলা মূলত আগ্নেয় ও পাললিক শিলার পরিবর্তিত রূপ। যেমন- চুনাপাথর পরিবর্তিত হয়ে মার্বেল, বেলেপাথর পরিবর্তিত হয়ে কোয়ার্টজাইট, কাঁদা পরিবর্তিত হয়ে শ্লেট, গ্রানাইট পরিবর্তিত হয়ে নীসে, কয়লা পরিবর্তিত হয়ে গ্রাফাইটে পরিণত হয়।

রূপান্তরিত শিলা বিশেষভাবে গুরুত্বপূর্ণ। কারণ এটি আগ্নেয় শিলার সাথে একত্রে ভূ-ভাগের শতকরা প্রায় ৮৫ ভাগ গঠন করেছে। ভূ-তাত্ত্বিক সময় ব্যাপী মহাদেশের যে সঞ্চারণ এবং উত্থান-পতন হয়েছে এ শিলা থেকে তা জানা যায়। এ শিলা সূদূর অতীতকালের প্লেট সঞ্চারণের সাক্ষ্য বহন করে। রূপান্তরিত শিলা মার্বেল পাথর, শ্লেট, গার্নেট ইত্যাদির মত মূল্যবান খনিজ সম্পদ ধারণ করে।



চিত্র ২.৬.১: রূপান্তরিত শিলা

**রূপান্তরিত শিলার রূপান্তর প্রক্রিয়া :** শিলার রূপান্তরে তাপ, চাপ ও রাসায়নিক ক্রিয়া প্রধান ভূমিকা রাখে। নিম্নে এগুলো বর্ণনা করা হলে।

**তাপ :** শিলার তাপমাত্রা বৃদ্ধি পাওয়ার সাথে সাথে খনিজ এক অবস্থা থেকে অন্য অবস্থায় পরিবর্তিত হতে শুরু করে। এ অবস্থায় শিলার ভিতর তরলের পরিমাণ বাড়তে থাকে এবং রাসায়নিক ক্রিয়াও ত্বরান্বিত হয়। এ অবস্থায় স্ফটিকের আদি গঠন কাঠামো ভেঙ্গে যায় এবং নতুন করে ভিন্নভাবে তা সংগঠিত হতে থাকে। এভাবেই নতুন শিলার সৃষ্টি হয়।

**চাপ :** ভূ-পৃষ্ঠস্থ শিলার ভায়ে এর তলদেশের শিলার চাপ বৃদ্ধি পায়। ফলে শিলার খনিজসমূহ সংকুচিত হয়। এ অবস্থায় খনিজ আবার কেলাসিত হয়ে আরো ঘন সন্নিবেসিত পরমাণু কাঠামো বিশিষ্ট নতুন শিলার সৃষ্টি করে।

**রাসায়নিক ক্রিয়া :** রাসায়নিক প্রক্রিয়ায় নিম্ন তাপমাত্রাসম্পন্ন খনিজসমূহ গলতে থাকে। এ অবস্থায় পরমাণু সহজেই এ সমস্ত তরলের মাধ্যমে স্থানান্তরিত হতে পারে। যদিও শিলার বেশির ভাগ অংশই কঠিন অবস্থায় থাকে। অধিকতর তাপ ও চাপের কারণে খনিজের বহু পরমাণু কেলাস কাঠামো থেকে মুক্ত হয়ে খনিজ কণায় তরলের মাধ্যমে স্থানান্তরিত হয়ে পরমাণুর এ প্রক্রিয়া ক্রমাগত চলতে থাকে। এ অবস্থায় পুরানো কেলাস কাঠামো ভেঙ্গে নতুন কেলাস গঠন হয়। এভাবে রূপান্তরিত শিলা গঠিত হয়।

### রূপান্তরিত শিলার বৈশিষ্ট্য

ক) **কেলাসিত :** তাপ ও চাপে আগ্নেয় ও পাললিক শিলার পরিবর্তন হয়ে রূপান্তরিত শিলায় পরিণত হয় বলে এটি সাধারণত কেলাসিত।

খ) **কাঠিন্য :** তাপ ও চাপে আগ্নেয় এবং পাললিক শিলা পরিবর্তিত হয়ে রূপান্তরিত শিলায় পরিণত হয় বলে এই শিলার কাঠিন্য অন্যান্য শিলার চেয়ে বেশি। ফলে এটি অধিকতর শক্ত ও মজবুত।

- গ) **জীবাশ্মহীন:** পাললিক শিলার জীবাশ্ম রূপান্তরের ফলে বিলুপ্ত হয়ে যায়। অন্যদিকে, আগ্নেয় শিলায় থেকে রূপান্তরিত হলেও জীবাশ্ম থাকে।
- ঘ) **সমান্তরাল:** রূপান্তরিত শিলার উপাদানগুলো সাধারণত সমান্তরালভাবে অবস্থান করে বলে এটি সমান্তরাল শিলা। এই সমান্তরাল, আনুভূমিক, তির্যক বা বক্র যে কোনোভাবেই হতে পারে।
- ঙ) **তরঙ্গচিত্র:** তাপ ও চাপে এ শিলা তৈরি হয় বলে তরঙ্গচিত্র থাকে না।

**রূপান্তরিত শিলার প্রকারভেদ :** রূপান্তরিত শিলাকে মূলত দুই ভাগে ভাগ করা যায়। যথা-

**ক. উৎসের উপর ভিত্তি করে :** এ শিলা আবার দুই প্রকার। যথা-


**১. আগ্নেয় রূপান্তরিত শিলা :** আগ্নেয় শিলা থেকে রূপান্তরিত হয়ে এই শিলায় পরিণত হলে একে আগ্নেয় রূপান্তরিত শিলা বলে। যেমন- গ্রানাইট থেকে নিস বা নাইস।


**২. পাললিক রূপান্তরিত শিলা :** পাললিক শিলা থেকে রূপান্তরিত হয়ে এই শিলায় পরিণত হয় বলে একে পাললিক রূপান্তরিত শিলা বলে। যেমন- বেলেপাথর থেকে কোয়ার্টজাইট।

**খ. খনিজের বুনট ও গঠন উপাদানের উপর ভিত্তি করে :** এ শিলা দুই প্রকার। যথা-

**১. পত্রায়িত শিলা :** আগ্নেয় ও পাললিক শিলা তাপ ও চাপে পরিবর্তিত হয়ে সমান্তরাল পাতার মত চ্যাপ্টা আকৃতি বিশিষ্ট হলে তাকে পত্রায়িত শিলা বলে। এ ধরনের শিলা খনিজ পাতার মত চ্যাপ্টা বুনট বিশিষ্ট। যেমন- সিস্ট, শ্লেট ইত্যাদি।

**২. অপত্রায়িত শিলা :** আগ্নেয় ও পাললিক শিলা রাসায়নিক প্রক্রিয়ায় পরিবর্তিত হয়ে পাতার মত চ্যাপ্টা আকৃতি ধারণ না করলে তাকে অপত্রায়িত শিলা বলে। এ ধরনের শিলার খনিজের বিন্যাসে কোনো দল থাকে না। যেমন- মার্বেল, কোয়ার্টজাইট ইত্যাদি।

	<b>শিক্ষার্থীর কাজ</b>	রূপান্তরিত শিলার বৈশিষ্ট্যগুলো উল্লেখ করুন।
--	------------------------	---

	<b>সারসংক্ষেপ</b>
<p>অনেক সময় প্রচলিত তাপ ও চাপের জন্য রাসায়নিক প্রক্রিয়ায় আগ্নেয় ও পাললিক শিলা নতুন এক ধরনের শিলায় রূপান্তরিত হয়, যা রূপান্তরিত শিলা নামে পরিচিত। রূপান্তরিত শিলা মূলত আগ্নেয় ও পাললিক শিলার পরিবর্তিত রূপ। যেমন- চুনাপাথর পরিবর্তিত হয়ে মার্বেল, বেলেপাথর পরিবর্তিত হয়ে কোয়ার্টজাইট ইত্যাদি। শিলার রূপান্তরে তাপ, চাপ ও রাসায়নিক ক্রিয়া প্রধান ভূমিকা রাখে। এ শিলা কঠিন ও জীবাশ্মহীন। রূপান্তরিত শিলা বিশেষভাবে গুরুত্বপূর্ণ। কারণ এটি আগ্নেয় শিলার সাথে একত্রে ভূ-ভাগের শতকরা প্রায় ৮৫ ভাগ গঠন করেছে। ভূ-তাত্ত্বিক সময়ব্যাপী মহাদেশের যে সঞ্চারণ এবং উত্থান-পতন হয়েছে এ শিলা থেকে তা জানা যায়।</p>	

	<b>পাঠোত্তর মূল্যায়ন- ২.৬</b>
---	--------------------------------

সঠিক উত্তরের পাশ টিক (✓) চিহ্ন দিন।

- ১। শিলার পরিবর্তনে প্রধান ভূমিকা রাখে কোনটি?  
 (ক) চাপ (খ) তাপ (গ) রাসায়নিক ক্রিয়া (ঘ) সবগুলো
- ২। উৎস অনুসারে রূপান্তরিত শিলা কত প্রকার?  
 (ক) ২ (খ) ৩ (গ) ৪ (ঘ) ৫
- ৩। কোন শিলা থেকে রূপান্তরিত শিলা গঠিত হয়?  
 (ক) পাললিক (খ) আগ্নেয় (গ) কোনটিই নয় (ঘ) ক+খ
- ৪। কোন শিলা অতীতের প্লেট সঞ্চারণের স্বাক্ষর বহন করে?  
 (ক) আগ্নেয় (খ) পাললিক (গ) রূপান্তরিত (ঘ) খনিজ

## পাঠ-২.৭

## খনিজ ও এর শ্রেণিবিভাগ (Mineral and its Classification)



### উদ্দেশ্য

এই পাঠ শেষে আপনি-

- খনিজের সংজ্ঞা ও প্রকারভেদ বর্ণনা করতে পারবেন এবং
- খনিজ ও শিলার পার্থক্য নির্ণয় করতে পারবেন।



### খনিজ

কতগুলো মৌলিক উপাদান প্রাকৃতিক উপায়ে মিলিত হয়ে যে যৌগিক পদার্থের সৃষ্টি করে তাকে খনিজ বলে। অর্থাৎ খনিজ হলো দুই বা ততোধিক মৌলের সমন্বয়। অন্যভাবে বলা যায়, ভূ-পৃষ্ঠে নানা প্রকার রাসায়নিক মৌলিক উপাদান একত্রে মিলিত হয়ে যে যৌগিক পদার্থের সৃষ্টি করে, এগুলো খনিজ (চিত্র ২.৭.১)। তবে কিছু কিছু খনিজ একটি মাত্র মৌল দ্বারাও গঠিত হতে পারে। যেমন- হীরা, সোনা, তামা, রূপা, পারদ ও গন্ধক। এর মধ্যে হীরার কাঠিন্য (Hardness) সবচেয়ে বেশি এবং টেলক এর কাঠিন্য সর্বনিম্ন।



চিত্র ২.৭.১: বিভিন্ন প্রকার খনিজ

### খনিজের বৈশিষ্ট্য

- ১। প্রত্যেকটি খনিজের রাসায়নিক সংকেত ও সংস্থিতি আছে। এটি খনিজের একটি প্রধান বৈশিষ্ট্য।
- ২। খনিজের সুনির্দিষ্ট ভৌত ধর্ম আছে।
- ৩। খনিজ প্রাকৃতিকভাবে গঠিত একটি অজৈব পদার্থ বিশেষ।
- ৪। প্রতিটি খনিজের সুনির্দিষ্ট গুণাবলী বিদ্যমান।
- ৫। খনিজের গায়ে দাগ বা আঁচড় প্রতিরোধক ক্ষমতা হলো কাঠিন্য। খনিজের বৈশিষ্ট্য নিরূপণে কাঠিন্যেও ভূমিকা রয়েছে।
- ৬। খনিজের আপেক্ষিক গুরুত্ব হলো খনিজের ওজনের তুলনায় একই আয়তনের পানির ওজনের অনুপাত। বেশিরভাগ খনিজের আপেক্ষিক গুরুত্বের মান ২.৫৬-৩.৩৭।
- ৭। খনিজের ফাটল খনিজ নির্ণয়ে খুবই উপযোগী। ফাটলের প্রধান বৈশিষ্ট্য হচ্ছে সূক্ষ্ম, অসম, দাঁতাল, বন্ধুর ইত্যাদি।
- ৮। খনিজের পৃষ্ঠ থেকে আলোর প্রতিফলন মাত্রার উপর ঔজ্জ্বল্য নির্ভর করে।
- ৯। খনিজ ভেঙ্গে সমভঙ্গুর, ভাঁজভঙ্গুর, সঙ্কাকৃতি ইত্যাদি ধরনের হয়ে থাকে।
- ১০। বেশিরভাগ খনিজের আকার স্ফটিকাকার।
- ১১। খনিজের স্বাদ ও গন্ধ আছে। সেটা লবণের মত অথবা রসুনের মত গন্ধযুক্ত হতে পারে।
- ১২। কেলাস রূপ হচ্ছে খনিজের বাহ্যিকরূপ, যা মূলত পরমাণুর ভিতরের সুবিন্যস্ত আয়োজন প্রকাশ করে।
- ১৩। খনিজ সহজেই রাসায়নিক প্রক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে।
- ১৪। খনিজ সহজে ক্ষয়প্রাপ্ত হয় না।

### খনিজের গুরুত্ব


১. মৃত্তিকার প্রাথমিক উৎস হচ্ছে খনিজ।
২. কৃষিকাজের জন্য প্রয়োজনীয় পলির উৎস।
৩. খনিজ পদার্থ মৃত্তিকার উর্বরতা ও পুষ্টির ভান্ডার হিসাবে কাজ করে।
৪. বায়ুমন্ডলের গ্যাসীয় পদার্থের প্রধান উৎস।


খনিজের প্রকারভেদ: ভৌত অবস্থা বিবেচনা করে খনিজকে তিন ভাগে ভাগ করা যায়। যথা:

১. কঠিন, ২. তরল এবং ৩. বায়বীয়।

শিলা ও খনিজের পার্থক্য : শিলা ও খনিজের পার্থক্য নিম্নে ছকের মাধ্যমে দেখানো হলো-

ক্রম.	খনিজ	শিলা
১	দুই বা ততোধিক মৌলিক উপাদান প্রাকৃতিক উপায়ে একত্রিত হয়ে যে যৌগিক পদার্থের সৃষ্টি হয় তাকে খনিজ বলে।	বিভিন্ন প্রকার খনিজ প্রাকৃতিক উপায়ে একত্রিত হয়ে যে পদার্থ গঠন করে তাকে শিলা বলে।
২	খনিজ বিভিন্ন রাসায়নিক উপাদানে গঠিত।	বিভিন্ন খনিজের সমন্বয়ে শিলা গঠিত।
৩	অধিকাংশ খনিজ স্ফটিকাকার হয়।	শিলার নির্দিষ্ট কোনো আকার নাই।
৪	খনিজের রাসায়নিক সংকেত ও সংস্থিতি আছে।	শিলার রাসায়নিক সংকেত ও সংস্থিতি নাই
৫	খনিজ রাসায়নিক প্রক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে।	শিলা রাসায়নিক প্রক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে না।
৬	খনিজ ক্ষয়প্রাপ্ত হয় না।	শিলা ক্ষয়প্রাপ্ত হয়।
৭	খনিজের ধর্ম এর গঠনকারী মৌলের দ্বারা নিয়ন্ত্রিত।	শিলার ধর্ম এর গঠনকারী খনিজের দ্বারা নিয়ন্ত্রিত।
৮	খনিজের সুনির্দিষ্ট ভৌত গুণাবলী আছে।	শিলার গুণাবলীর মধ্যে সুনির্দিষ্টতা নাই।
৯	খনিজের অর্থনৈতিক গুরুত্ব অনেক।	শিলার অর্থনৈতিক গুরুত্ব তুলনামূলক কম।

	শিক্ষার্থীর কাজ	পাঁচটি খনিজের নাম লিখুন।
---	-----------------	--------------------------

	সারসংক্ষেপ
<p>ভূ-পৃষ্ঠ নানা প্রকার রাসায়নিক মৌলিক উপাদান একত্রে মিলিত হয়ে যে যৌগিক পদার্থের সৃষ্টি করে, তাকে খনিজ বলে। তবে কিছু কিছু খনিজ একটি মাত্র মৌল দ্বারাও গঠিত হতে পারে। যেমন- হীরা, সোনা, তামা, রূপা, পারদ ও গন্ধক। এর মধ্যে হীরার কাঠিন্য সবচেয়ে বেশি এবং টেলক এর কাঠিন্য সর্বনিম্ন। খনিজ তরল, কঠিন ও বায়বীয় এই তিন ধরনের হয়। শিলা ও খনিজের মূল পার্থক্য হচ্ছে খনিজ বিভিন্ন রাসায়নিক উপাদানে গঠিত আর বিভিন্ন খনিজের সমন্বয়ে শিলা গঠিত।</p>	

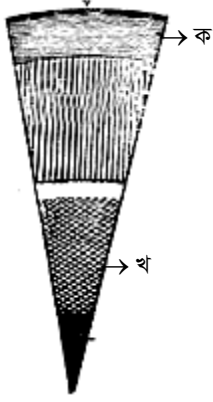
	পাঠোত্তর মূল্যায়ন- ২.৭
---	-------------------------

সঠিক উত্তরের পাশ টিক (✓) চিহ্ন দিন।

- কতগুলো মৌলিক উপাদানের সমন্বিত যৌগিক রূপ হচ্ছে-  
(ক) শিলা (খ) খনিজ (গ) পাথর (ঘ) সবগুলো
- খনিজ কত প্রকার?  
(ক) ২ (খ) ৩ (গ) ৪ (ঘ) ৫
- সবচেয়ে কঠিন খনিজ কোনটি?  
(ক) হীরা (খ) সোনা (গ) তামা (ঘ) রূপা
- সবচেয়ে কোমল খনিজ কোনটি?  
(ক) তামা (খ) রূপা (গ) টেলক (ঘ) পারদ

	চূড়ান্তমূল্যায়ন
---	-------------------

### সৃজনশীল প্রশ্ন-১



- ক. উদ্দীপকে উল্লিখিত চিত্রটি দ্বারা কী প্রকাশ পায় ?  
খ. পৃথিবীর ভূ-অভ্যন্তরকে কতটি স্তরে ভাগ করা যায় ও কী কী?  
গ. ভূ-ত্বকের বৈশিষ্ট্যসমূহ লিখুন।  
ঘ. ক ও খ স্তর দুটি বর্ণনা করুন।

### সৃজনশীল প্রশ্ন-২

একদল শিক্ষার্থী বিভিন্ন প্রকার শিলা নিয়ে বৈশিষ্ট্য অনুসারে কয়েকটি ভাগে সাজিয়ে রাখলেন। তারপর তারা সেই শিলার বৈশিষ্ট্য অনুযায়ী নাম দিলেন। এরপর নাম অনুযায়ী শিলার গঠন ও বৈশিষ্ট্য জানার জন্য তাদের টিউটরের কাছে গেলেন।

- ক. শিলা কাকে বলে?  
খ. শিলা প্রধানত কত প্রকার ও কী কী?  
গ. বিভিন্ন প্রকার শিলার উদাহরণসহ বৈশিষ্ট্য লিখুন।  
ঘ. আগ্নেয় ও পাললিক শিলার পার্থক্য নির্ণয় করুন।

### সৃজনশীল প্রশ্ন-৩

একদল শিক্ষার্থী শিলার বৈশিষ্ট্য বিশ্লেষণ করলেন। তারা দেখলেন কিছু শিলা অনেক কঠিন, কিছু শিলা কোমল ও স্তরীভূত আবার কিছু শিলা জীবাশ্মহীন। তাদের টিউটর বললেন শিলা ও খনিজ এর মধ্যে বিস্তর পার্থক্য আছে।

- ক. আগ্নেয় শিলা কাকে বলে?  
খ. পাললিক শিলার বৈশিষ্ট্য উল্লেখ করুন।  
গ. রূপান্তরিত শিলার রূপান্তর প্রক্রিয়াগুলো আলোচনা করুন।  
ঘ. শিলা ও খনিজের পার্থক্য বর্ণনা করুন।



### উত্তরমালা

পাঠ্যোত্তর মূল্যায়ন- ২.১ :	১. ক	২. ক			
পাঠ্যোত্তর মূল্যায়ন- ২.২ :	১. ক	২. গ	৩. গ	৪. খ	৫. ঘ
পাঠ্যোত্তর মূল্যায়ন- ২.৩ :	১. গ	২. খ	৩. খ		
পাঠ্যোত্তর মূল্যায়ন- ২.৪ :	১. ক	২. গ	৩. ঘ	৪. ক	৫. ক
পাঠ্যোত্তর মূল্যায়ন- ২.৫ :	১. ক	২. খ	৩. ঘ	৪. খ	৫. খ
পাঠ্যোত্তর মূল্যায়ন- ২.৬ :	১. ঘ	২. ক	৩. ঘ	৪. গ	
পাঠ্যোত্তর মূল্যায়ন- ২.৭ :	১. খ	২. খ	৩. ক	৪. গ	