

বারিমন্ডল (Hydrosphere)

ইউনিট
৫

ভূমিকা

পৃথিবী পৃষ্ঠের মোট আয়তন ৫১ কোটি বর্গকিলোমিটার তন্মধ্যে এর পানি সম্বন্ধিত অংশসমূহকে বারিমন্ডল বলে। এই বারিমন্ডলের আয়তন প্রায় ৩৬ কোটি ২৫ লক্ষ বর্গকিলোমিটার যা ভূ-পৃষ্ঠের শতকরা ৭১ ভাগ জুড়ে বিস্তৃত রয়েছে। উত্তর এবং দক্ষিণ গোলার্ধে আবার বারিমন্ডলের ভিন্নতা রয়েছে। যেমন উত্তর গোলার্ধে পানি রাশির পরিমাণ ৬০.৭ শতাংশ এবং দক্ষিণ গোলার্ধে পানি রাশির পরিমাণ ৮০.৯ শতাংশ। বারিমন্ডলের তলদেশের বৈচিত্র্যপূর্ণ গঠন এবং প্রাকৃতিক সম্পদের জন্য বারিমন্ডলের প্রতি মানুষের আগ্রহ বৃদ্ধি পাচ্ছে।



ইউনিট সমাপ্তির সময়

ইউনিট সমাপ্তির সর্বোচ্চ সময় ২ সপ্তাহ

এই ইউনিটের পাঠসমূহ

- পাঠ - ৫.১ বারিমন্ডলের ধারণা
- পাঠ - ৫.২ সমুদ্র তলদেশের ভূমিরূপ
- পাঠ - ৫.৩ সমুদ্র স্রোতের কারণ ও ফলাফল
- পাঠ - ৫.৪ ভারত মহাসাগরীয় স্রোত
- পাঠ - ৫.৫ জোয়ার ভাটা

পাঠ-৫.১ বারিমন্ডলের ধারণা (Concept of Hydrosphere)



উদ্দেশ্য

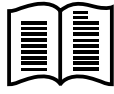
এ পাঠ শেষে আপনি-

- মহাসাগর, সাগর, উপসাগর ও হ্রদের সংজ্ঞা বলতে পারবেন;
- মানচিত্রে মহাসাগর সমূহের অবস্থান দেখাতে পারবেন এবং
- বারিমন্ডলের শ্রেণীবিভাগ ব্যাখ্যা করতে পারবেন।



মূখ্য শব্দ

বারিমন্ডল, মহাসাগর, সাগর, উপসাগর, হ্রদ।



বারিমন্ডলের ধারণা

বারিমন্ডলের ইংরেজি প্রতিশব্দ Hydrosphere. 'Hydro' শব্দের অর্থ পানি এবং 'sphere' শব্দের অর্থ মন্ডল। পৃথিবীর সকল স্থানেই বারিমন্ডলের অস্তিত্ব রয়েছে। যেমন বায়ুমন্ডলে পানি রয়েছে জলীয়বাষ্প হিসাবে, ভূ-পৃষ্ঠে পানি রয়েছে তরল ও কঠিন অবস্থায় এবং ভূ-গর্ভে রয়েছে ভূ-গর্ভস্থ তরল পানি হিসাবে। পৃথিবীর মোট জলরাশির শতকরা ৯৭ ভাগ রয়েছে সমুদ্রে। মাত্র ৩ ভাগ রয়েছে নদী, হিমবাহ, ভূ-গর্ভস্থ, হ্রদ, মৃত্তিকা জীবমন্ডল ও বায়ুমন্ডলে (সারণি ৫.১.১)। মহাসাগর, সাগর ও উপসাগরের জলরাশি লবনাক্ত এবং নদী, হ্রদ ও ভূ-গর্ভের পানি, বৃষ্টির পানি ও ঝর্ণার পানি মিঠা।

আয়তন এবং গভীরতার ভিত্তিতে বারিমন্ডলকে চারটি ভাগে ভাগ করা হয়েছে; যথা : ১। মহাসাগর (Ocean), ২। সাগর (Sea), ৩। উপসাগর (Bay), ৪। হ্রদ (Lake)।

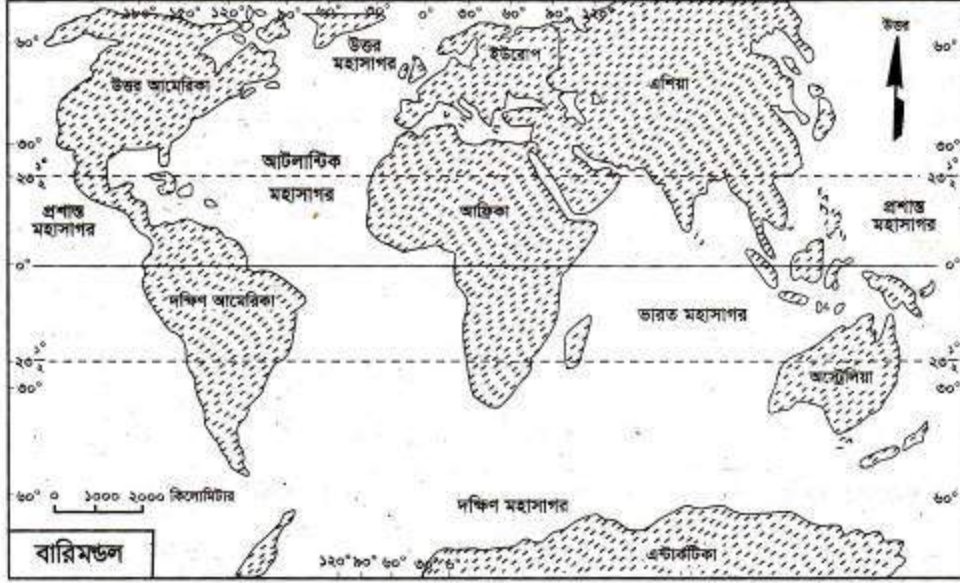
মহাসাগর (Ocean) : উন্মুক্ত বিস্তীর্ণ জলরাশি বা পানিরাশিকে মহাসাগর (Ocean) বলে। পৃথিবীতে মোট পাঁচটি মহাসাগর রয়েছে। যথা: প্রশান্ত মহাসাগর (Pacific Ocean), আটলান্টিক মহাসাগর (Atlantic Ocean), ভারত মহাসাগর (Indian Ocean), উত্তর মহাসাগর (North Ocean), দক্ষিণ মহাসাগর (South Ocean) (চিত্র-৫.১.১)। মহাসাগরসমূহের মধ্যে আয়তন এবং গভীরতার দিক থেকে প্রশান্ত মহাসাগর সবচেয়ে বড়। এর আয়তন ১৬ কোটি ৬০ লক্ষ বর্গকিলোমিটার এবং গড় গভীরতা, ৪,২৭০ মিটার। আয়তনের দিক থেকে আটলান্টিক মহাসাগরের স্থান দ্বিতীয়। এর আয়তন ৮ কোটি ২৪ লক্ষ বর্গকিলোমিটার এবং গভীরতার দিক থেকে আটলান্টিক মহাসাগরের স্থান তৃতীয়। এর গড় গভীরতা ৩,৯৩২ মিটার। ভারত মহাসাগর আয়তন ৭ কোটি ৩৬ লক্ষ বর্গকিলোমিটার। গভীরতার দিক থেকে ভারত মহাসাগরের স্থান দ্বিতীয়। ভারত মহাসাগরের গড় গভীরতা ৩,৯৬২ মিটার। পৃথিবীর উত্তর মেরুর চারদিকে উত্তর মহাসাগর রয়েছে এর আয়তন ১ কোটি ৫০ লক্ষ বর্গকিলোমিটার এবং গভীরতা ৮২৪ মিটার। দক্ষিণ মেরুতে দক্ষিণ মহাসাগরের আয়তন ১ কোটি ৪৭ লক্ষ বর্গকিলোমিটার এবং এর গড় গভীরতা ১৪৯ মিটার (সারণি ৫.১.২)।

সারণি- ৫.১.২: মহাসাগরসমূহের আয়তন, গভীরতা এবং অবস্থান

| মহাসাগর | আয়তন | গড় গভীরতা (মিটার) | অবস্থান |
|-----------|-----------------|--------------------|---|
| প্রশান্ত | ১৬ কোটি ৬০ লক্ষ | ৪,২৭০ | আমেরিকা ও এশিয়ার মধ্যবর্তী |
| আটলান্টিক | ৮ কোটি ২৪ লক্ষ | ৩,৯৩২ | আমেরিকা, ইউরোপ ও আফ্রিকা |
| ভারত | ৭ কোটি ৩৬ লক্ষ | ৩,৯৬২ | আফ্রিকা, ভারত ও অস্ট্রেলিয়া |
| উত্তর | ১ কোটি ৫০ লক্ষ | ৮২৪ | পৃথিবীর উত্তর গোলার্ধ |
| দক্ষিণ | ১ কোটি ৪৭ লক্ষ | ১৪৯ | এন্টর্কটিকা ও ৬০ দক্ষিণ অক্ষাংশের মধ্যবর্তী অংশ |

সারণি : ৫.১.১ জলরাশির অবস্থান ভিত্তিক শতকরা হার

| জলবিভাগের নাম | শতকরা হার (%) |
|-----------------|---------------|
| সমুদ্র | ৯৭.২৫ |
| হিমবাহ | ২.০৫ |
| ভূ-গর্ভস্থ পানি | ০.৬৮ |
| হ্রদ | ০.০১ |
| মাটির আর্দ্রতা | ০.০০৫ |
| বায়ুমন্ডল | ০.০০১ |
| নদী | ০.০০০১ |
| জীবমন্ডল | ০.০০০০৪ |



চিত্র- ৫.১.১ : পৃথিবীর মহাসাগরসমূহের অবস্থান

সাগর (Sea) : সাগর হচ্ছে মহাদেশের উপকূলভাগে মহাসাগরের প্রান্তে অবস্থিত জলভাগ যা প্রাকৃতিক ভূ-প্রকৃতি দ্বারা মহাসাগর থেকে আংশিকভাবে বিচ্ছিন্ন। সংক্ষেপে মহাসাগর অপেক্ষা স্বল্প আয়তন বিশিষ্ট জলরাশিকে সাগর (Sea) বলে। যেমন- জাপান সাগর, ক্যারিবিয়ান সাগর, লোহিত সাগর, ভূমধ্যসাগর।

উপসাগর (Bay) : শুধুমাত্র একদিকে জল এবং বাকী তিনদিক স্থলভাগ দ্বারা পরিবেষ্টিত সেই জলরাশিকে উপসাগর (Bay) বলে। যেমন- মেক্সিকো উপসাগর, পারস্য উপসাগর, বঙ্গোপসাগর।

হ্রদ (Lake) : চারদিকে স্থলভাগ দ্বারা বেষ্টিত বিস্তীর্ণ প্রাকৃতিক জলরাশিকে হ্রদ (Lake) বলে। যেমন- রাশিয়ার বৈকাল হ্রদ আফ্রিকার ভিক্টোরিয়া হ্রদ। যুক্তরাষ্ট্র ও কানাডার সীমান্তে অবস্থিত সুপিরিয়র হ্রদ।

| | | |
|--|------------------------|--|
| | শিক্ষার্থীর কাজ | সতীর্থ শিখন পদ্ধতি অনুযায়ী পৃথিবীর মানচিত্রে মহাসাগরসমূহের অবস্থান মানচিত্রে নির্দেশক কাঠি দিয়ে ক্লাসের অন্যান্য সতীর্থদের প্রদর্শন করবেন। |
|--|------------------------|--|

| | |
|---|---------------------|
| | সারসংক্ষেপ : |
| <p>পৃথিবীর সর্বত্র বারিমন্ডলের অস্তিত্ব রয়েছে। বারিমন্ডলের মোট জলরাশির ৯৭ ভাগ রয়েছে মহাসাগর, সাগর এবং উপসাগরে। বাকী মাত্র ৩ ভাগ রয়েছে নদী, হিমবাহ, ভূ-গর্ভস্থ, হ্রদ, মুক্তিকা এবং জীবমন্ডলে। আয়তন এবং গভীরতার ভিত্তিতে বারিমন্ডলকে মোট চারটি ভাগে ভাগ করা হয়েছে; যথা: ১। মহাসাগর (Ocean), ২। সাগর (Sea), ৩। উপসাগর (Bay), ৪। হ্রদ (Lake)। উন্মুক্ত বিস্তীর্ণ জলরাশিকে বা পানিরাশিকে মহাসাগর বলে। পৃথিবীতে মোট পাঁচটি মহাসাগর রয়েছে : যথা : প্রশান্ত, আটলান্টিক, ভারত, উত্তর ও দক্ষিণ মহাসাগর। সাগর (Sea) হচ্ছে মহাদেশের উপকূল ভাগে মহাসাগরের প্রান্তে অবস্থিত জলভাগ যা প্রাকৃতিক ভূ-প্রকৃতি দ্বারা মহাসাগর থেকে আংশিকভাবে বিচ্ছিন্ন। সংক্ষেপে মহাসাগর অপেক্ষা স্বল্প আয়তন বিশিষ্ট জলরাশিকে সাগর বলে। যেমন- ভূ-মধ্যসাগর, লোহিত সাগর ও জাপান সাগর। তিনদিক স্থলভাগ দ্বারা বেষ্টিত জলরাশিকে উপসাগর (Bay) বলে। যেমন- বঙ্গোপসাগর, পারস্য উপসাগর ও মেক্সিকো উপসাগর। চারদিকে স্থলভাগ দ্বারা বেষ্টিত প্রাকৃতিক জলরাশিকে হ্রদ (Lake) বলে। যেমন- বৈকাল হ্রদ, সুপিরিয়র হ্রদ ও ভিক্টোরিয়া হ্রদ।</p> | |

| | |
|--|-------------------------------|
| | পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৫.১ |
|--|-------------------------------|

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন

- আয়তন এবং গভীরতার দিক থেকে সবচেহিতে বড় মহাসাগর কোনটি?
 - উত্তর মহাসাগর
 - দক্ষিণ মহাসাগর
 - আটলান্টিক মহাসাগর
 - প্রশান্ত মহাসাগর
- বারিমন্ডলের ইংরেজি প্রতিশব্দ কী?
 - Biosphere
 - Hydrosphere
 - Atmosphere
 - উপরের কোনটিই নয়

পাঠ-৫.২

সমুদ্র তলদেশের ভূমিরূপ
(Topography of the Ocean Floor)

উদ্দেশ্য

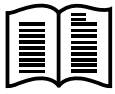
এ পাঠ শেষে আপনি-

- সমুদ্রের তলদেশের ভূমিরূপ ব্যাখ্যা দিতে পারবেন এবং
- মহীসোপান, মহীঢাল, গভীর সমুদ্রের সমভূমি, সমুদ্রখাত, শৈলশিরা প্রভৃতি সচিত্র বর্ণনা করতে পারবেন।



মূখ্য শব্দ

মহীসোপান, মহীঢাল, নিমজ্জিত শৈলশিরা, সমুদ্রখাত।



সমুদ্র তলদেশের ভূমিরূপ

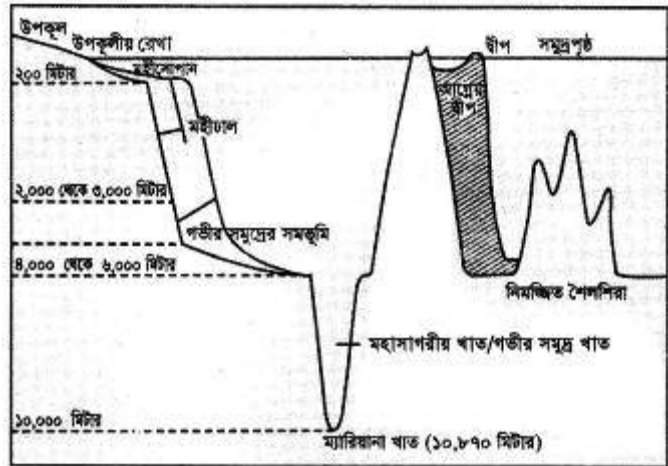
সাগর, মহাসাগরের পানিশিরা উপরিভাগ সমতল দেখা গেলেও সমুদ্র তলদেশের ভূমিরূপ সমতল নয়। স্থলভাগ যেমন বন্ধুর প্রকৃতির অর্থাৎ কোথাও সমভূমি, কোথাও মালভূমি, কোথাও সুউচ্চ পর্বতশৃঙ্গ, আবার কোথাও গভীর খাত, সমুদ্র তলদেশের ভূমির প্রকৃতিও তেমন বন্ধুর। বরং স্থলভাগের তুলনায় কোন কোন ক্ষেত্রে সমুদ্রের তলদেশ অধিক বন্ধুর প্রকৃতির। সমুদ্র তলদেশে অসংখ্য পাহাড়, পর্বত, আগ্নেয়গিরি, মালভূমি, পর্বতচূড়া এবং সুগভীর খাত বর্তমান।

অতীতে জাহাজ হতে শিকল বা শক্ত তারের মাথায় ভারী জিনিস বেঁধে সমুদ্রের মধ্যে নিক্ষেপ করে সমুদ্রের গভীরতা পরিমাপ করা হতো। বর্তমানে অন্যান্য পদ্ধতিসহ শব্দ তরঙ্গের সাহায্যে সমুদ্রের গভীরতা নির্ণয় করা হয়। শব্দ তরঙ্গ প্রতি সেকেন্ডে পানির মধ্য দিয়ে প্রায় ১,৪৭৫ মিটার গিয়ে আবার ফিরে আসে। আর এভাবেই সমুদ্রের গভীরতা পরিমাপ করা হয়। সমুদ্রের গভীরতা সাধারণত ফ্যাদমে (এক ফ্যাদম সমান ছয় ফুট) পরিমাপ করা হয়। তাই এই গভীরতা মাপক যন্ত্রের নাম ফ্যাদমোমিটার।

সমুদ্র তলদেশের ভূমিরূপের শ্রেণিবিভাগ: সমুদ্রের বিভিন্ন স্থানের গভীরতার তারতম্যের ভিত্তিতে সমুদ্র তলদেশের ভূমিরূপকে নিম্নলিখিত পাঁচটি ভাগে বিভক্ত করা যায় (চিত্র- ৫.২.১) যথা:

১. মহীসোপান (Continental Shelf)
২. মহীঢাল (Continental Slope)
৩. গভীর সমুদ্রে সমভূমি (Deep Sea Plains)
৪. নিমজ্জিত শৈলশিরা (Oceanic Ridge)
৫. গভীর সমুদ্র খাত (Oceanic Trench)

মহীসোপান (Continental Shelf) : মহাদেশ-সমূহের চতুর্দিকের স্থলভাগের কিছু অংশ ঢালু হয়ে সমুদ্রের পানির মধ্যে নেমে গেছে। এরূপ সমুদ্রের উপকূল রেখা থেকে সমুদ্রের তলদেশে ক্রমশঃ নিমজ্জিত অংশকে মহীসোপান বা Continental Shelf বলে। এই অঞ্চলটি সমুদ্রের অগভীর অঞ্চল হিসাবেও পরিচিত। মহীসোপানের গড় সর্বোচ্চ গভীরতা ২০০ মিটার এবং মহীসোপান ১° কোণে সমুদ্র তলদেশে নিমজ্জিত থাকে। মহীসোপানের গড় প্রশস্ততা ৭০ কিলোমিটার। মহাদেশের উপকূল যদি বিস্তৃত সমভূমি হয়, তবে মহীসোপান অধিক প্রশস্ত হয়। মহাদেশের উপকূলে পর্বত বা মালভূমি থাকলে মহীসোপান সংকীর্ণ হয়। ইউরোপের উত্তর পশ্চিমে পৃথিবীর বৃহত্তম



চিত্র ৫.২.১: সমুদ্রের তলদেশে ভূমিরূপ

মহীসোপান অবস্থিত। মহীসোপানকে সমুদ্রের অগভীর অঞ্চলও বলা হয়। মহীসোপান অঞ্চলের সামুদ্রিক সঞ্চয় বেশি আবার মহাদেশীয় ভূ-খন্ডের শেষ প্রান্ত বা শেষ সীমাও বলা হয়। মহীসোপানকে প্রধান দুইভাগে ভাগ করা যায় ; যথা : ১। তটদেশীয় অঞ্চল ২। বিনুক অঞ্চল।

তটদেশীয় অঞ্চল : জোয়ারের সময় সমুদ্রের পানি সমুদ্রতীরের যতদূর পর্যন্ত উপরে ফুলে ওঠে এবং ভাটার সময় যতদূর পর্যন্ত নেমে যায় সেই স্থান পর্যন্ত বিস্তৃত অংশকে তটদেশীয় অঞ্চল বলে।

বিনুক অঞ্চল : তটদেশীয় অঞ্চলের পর হতে ঢাল মহীসোপানের শেষ প্রান্ত পর্যন্ত অংশকে বিনুক অঞ্চল বা নেরিটীয় অঞ্চল বলে। মূলত: বিনুক অঞ্চলের শেষ প্রান্ত হতে মহিঢাল আরম্ভ হয়। বিনুক অঞ্চলে সমুদ্রতরঙ্গ সর্বাধিক ক্রিয়াশীল।

মহীঢাল (Continental Slope) : মহীসোপানের পরবর্তী অংশ যা খাড়া ঢাল অবস্থায় গভীর সমুদ্রে নেমে যায় তাকে মহীঢাল বলে। এই খাড়া ঢাল এত অধিক হয় যে কখনও দুই হতে পাঁচ ডিগ্রী কৌণিকভাবে, আবার কখনও বা সম্পূর্ণ খাড়া অবস্থায় সমুদ্রতলে নেমে যায়। মহীঢালের গড় গভীরতা সমুদ্রে ২০০-৩,০০০ মিটার। ঢাল অধিক খাড়া হওয়ার জন্য খুব প্রশস্ত নয়। গড়ে মাত্র ১৬ থেকে ৩২ কিলোমিটার প্রশস্ত। মহীঢালের উপরিভাগ সমান নয়। খুবই বন্ধুর প্রকৃতির। স্থলভাগের পার্বত্য অঞ্চলে যেমন বিভিন্ন ধরনের ক্যানিয়ন থাকে তেমনি সমুদ্রতলে মহীঢালেও অসংখ্য আন্তঃসাগরীয় গিরিখাতের অবস্থান দেখা যায়।

গভীর সমুদ্রে সমভূমি (Deep Sea Plains) : মহাসাগরের তলদেশে মহীসোপান, মহীঢালের পরবর্তী বিস্তীর্ণ প্রায় সমতল অংশকে গভীর সমুদ্রের সমভূমি বলে। গভীর সমুদ্রের সমভূমির গড় গভীরতা ৪,০০০-৬,০০০ মিটার। গভীর সমুদ্রের সমভূমিকে সমুদ্রতলের সমভূমি বলা হলেও প্রকৃতপক্ষে তা সমতল নয়। এই সমভূমির মাঝে মাঝে বহু জলমগ্ন মালভূমি, অনুল্লত পর্বত শ্রেণি রয়েছে, যেমন আটলান্টিকের মধ্যস্থান দিয়ে বিস্তৃত সুদীর্ঘ মধ্য আটলান্টিক শৈলশিরা। আবার কোথাও রয়েছে বিভিন্ন ধরনের আগ্নেয়গিরি। আগ্নেয়গিরিগুলি হতে উৎক্ষিপ্ত নানা প্রকার পদার্থ ও সূক্ষ্ম ভস্ম গভীর সমুদ্রের সমভূমিতে স্তরে স্তরে সঞ্চিত হয়। সমুদ্রের এ গভীর অংশে পলিমাটি, সিল্কুমল, আগ্নেয়জাত সূক্ষ্ম, ভস্ম, লাভা প্রভৃতি স্তরে স্তরে জমা হয়ে পাললিক শিলার সৃষ্টি করে।

নিমজ্জিত শৈলশিরা (Oceanic Ridge) : সমুদ্রের অভ্যন্তরের আগ্নেয়গিরির অগ্ন্যুৎপাতের ফলে নির্গত লাভা সমুদ্রগর্ভে সঞ্চিত হয়ে শৈলশিরার ন্যায় ভূমিরূপ গঠন করে। এই ধরনের ভূমিরূপকে নিমজ্জিত শৈলশিরা বলে। নিমজ্জিত শৈলশিরাগুলোর মধ্যে মধ্য আটলান্টিক শৈলশিরা সবচেয়ে উল্লেখযোগ্য।

গভীর সমুদ্রখাত (Oceanic Trench) : মহাসাগরের তলদেশে বিভিন্ন স্থানে গভীর খাত থাকে। এইগুলিকে গভীর সমুদ্রখাত বলে। গভীর সমুদ্র খাতগুলো সাধারণত আগ্নেয়গিরি, ভূমিকম্পপ্রবণ অঞ্চলে অধিক দেখতে পাওয়া যায়। এই খাতগুলো অল্প পরিসর জায়গা জুড়ে থাকে। গভীর সমুদ্রখাতের গড় গভীরতা সমুদ্র পৃষ্ঠ হতে ৫,৪০০ মিটারের অধিক। গভীর সমুদ্রখাতগুলো প্রশস্ত না হলেও খাড়া ঢালবিশিষ্ট। সমুদ্রতলে মোট সাতান্নটি গভীর সমুদ্রখাত রয়েছে। প্রশান্ত মহাসাগরেই গভীর সমুদ্রখাতের সংখ্যা অধিক। নিউগিনির উত্তরদিকে অবস্থিত প্রশান্ত মহাসাগরের মারিয়ানা খাত পৃথিবীর মধ্যে গভীরতম সমুদ্র খাত এর গড় গভীরতা প্রায় ১০,৮৭০ মিটার। আটলান্টিক মহাসাগরের পোর্টোরিকো খাত (৮,৫৩৮ মিটার) উল্লেখযোগ্য।

মহীসোপান ও মহীঢালের মধ্যে পার্থক্য

| মহীসোপান | মহীঢাল |
|--|---|
| ১. মহীসোপান ধীরে ধীরে সমুদ্রগর্ভে নেমে যায়। | ১. মহীঢাল হঠাৎ সমুদ্র গর্ভে নেমে যায়। |
| ২. মহীসোপানের গভীরতা কম (সর্বোচ্চ গভীরতা ২০০ মিটার) | ২. মহীঢালের গভীরতা অত্যন্ত বেশি (২,০০০-৩,০০০ মিটার বা তার বেশি)। |
| ৩. মহীসোপান অঞ্চল সাধারণত চওড়া বা প্রশস্ত হয়ে থাকে। | ৩. মহীঢাল অঞ্চলের বিস্তৃতি বা প্রশস্ততা কম। |
| ৪. মহীসোপান অঞ্চলেই সামুদ্রিক সঞ্চয় বেশি। | ৪. মহীঢাল অঞ্চলে সামুদ্রিক সঞ্চয় কম তবে এর প্রান্তে সঞ্চয় বেশি। |
| ৫. পৃথিবীর অধিকাংশ বাণিজ্যিক মৎস্যচারণ ক্ষেত্রগুলো মহীসোপান অঞ্চলে গড়ে উঠেছে। | ৫. এ অঞ্চলে বাণিজ্যিক মৎস্যচারণ ক্ষেত্র গড়ে উঠেনি। |

পাঠ-৫.৩

সমুদ্রশ্রোতের কারণ ও ফলাফল

(Causes of Ocean Current and its Result)



উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে আপনি-

- সমুদ্রশ্রোতের সংজ্ঞা বলতে পারবেন;
- সমুদ্রশ্রোতের বৈশিষ্ট্য লিখতে পারবেন এবং
- সমুদ্রশ্রোতের কারণ ও ফলাফল বিশ্লেষণ করতে পারবেন।

| | | |
|--|-------------------|---|
| | মূখ্য শব্দ | সমুদ্রশ্রোত, ঘর্ষণ, বাষ্পীভবন, বায়ুপ্রবাহ, লবণাক্ততা, তাপমাত্রা, আবর্তন, ডর্গাস ব্যাঙ্ক। |
|--|-------------------|---|



সমুদ্রশ্রোত

একস্থান থেকে অন্য স্থানে মহাসাগর ও সাগরের পানির নির্দিষ্ট ও নিয়মিত প্রবাহকে মহাসাগরীয় শ্রোত বা সমুদ্রশ্রোত (Ocean Current) বলে। বায়ুপ্রবাহ সমুদ্রের উপরিভাগের পানির সঙ্গে ঘর্ষণ তৈরি করে এবং ঘর্ষণের জন্য পানিতে ঘূর্ণন তৈরি করে এবং সমুদ্র শ্রোতের সৃষ্টি হয়। উষ্ণতার তারতম্য অনুযায়ী সমুদ্রশ্রোতকে প্রধান দুইভাগে ভাগ করা যায়। যথা : (ক) উষ্ণ শ্রোত ও (খ) শীতল শ্রোত।

সমুদ্রশ্রোতের বৈশিষ্ট্য

১. সমুদ্রের সকল শ্রোত সমুদ্রের অভ্যন্তরীণ ও বাহ্যিক শক্তির প্রভাবে সৃষ্টি হয়।
২. সমুদ্র শ্রোত পৃষ্ঠ প্রবাহ ও আন্তঃপ্রবাহ উভয়ভাবেই প্রবাহিত হতে পারে।
৩. বায়ু প্রবাহের উপর সমুদ্র শ্রোতের গতিবেগ নির্ভর করে।
৪. বায়ুপ্রবাহ ও সৌরশক্তি সমুদ্রশ্রোত সৃষ্টির জন্য দায়ী।
৫. সমুদ্রশ্রোত উত্তর গোলার্ধে ডানদিকে বেঁকে এবং দক্ষিণ গোলার্ধে বামদিকে বেঁকে প্রবাহিত হয়।
৬. সমুদ্রশ্রোত উষ্ণ ও শীতল উভয় প্রকারই হতে পারে।

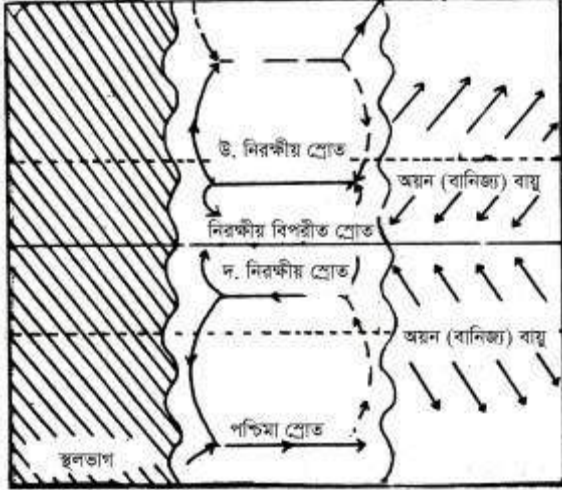
সমুদ্রশ্রোতের গতিবেগের একক- কি.মি./ঘন্টা অথবা নটিক্যাল মাইল/ঘন্টা

সমুদ্র শ্রোতের কারণ : পানির স্বাভাবিক নিয়ম হচ্ছে তার উপরিভাগের সমতা রক্ষা করা। তাই সমুদ্রের একস্থানের পানি অন্য স্থানে প্রবাহিত হয়। নিম্নলিখিত কারণে সমুদ্রশ্রোতের উৎপত্তি হয় যথা:-

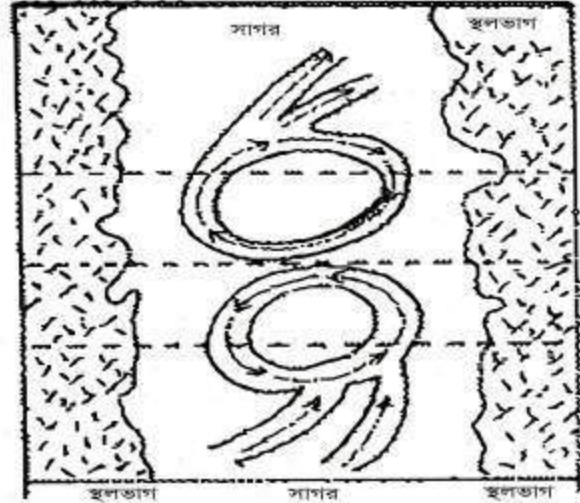
১. বায়ুপ্রবাহ (Wind Movement)
২. পৃথিবীর আবর্তন (Rotation of Earth)
৩. তাপমাত্রার তারতম্য (Variation in Temperature)
৪. লবণাক্ততার তারতম্য (Variation in Salinity)
৫. স্থলভাগের অবস্থান (Presence of Landmasses)
৬. অসম বাষ্পীভবন (Unequal Evaporation)
৭. সমুদ্রের গভীরতা (Depth of the Ocean)

বায়ুপ্রবাহ (Wind Movement):

সমুদ্র শ্রোতের উৎপত্তির প্রধান কারণ বায়ুপ্রবাহ। প্রধান শ্রোতগুলো ভূ-পৃষ্ঠের প্রধান বায়ুপ্রবাহের পথ অনুযায়ী প্রবাহিত হয়। অয়ন বায়ু প্রবাহিত অঞ্চলে সমুদ্রশ্রোত পূর্ব থেকে পশ্চিম দিকে এবং পশ্চিমা বায়ু প্রবাহিত অঞ্চলে পশ্চিম থেকে পূর্ব দিকে প্রবাহিত হয় (চিত্র ৫.৩.১)।



চিত্র- ৫.৩.১ বায়ুপ্রবাহ



চিত্র- ৫.৩.২ পৃথিবীর আবর্তন

পৃথিবীর আবর্তন (Rotation of Earth) : আর্হিক গতির জন্য পৃথিবী নিজ অক্ষে সর্বদা পশ্চিম থেকে পূর্ব দিকে ঘুরছে। এই কারণে সমুদ্রের পানি পশ্চিম থেকে পূর্ব দিকে প্রবাহিত হয়ে সমুদ্রশ্রোতের সৃষ্টি করে। ফলশ্রুতিতে সমুদ্রশ্রোত ফেরেলের সূত্র অনুসারে উত্তর গোলার্ধে ডান দিকে এবং দক্ষিণ গোলার্ধে বাম দিকে বেঁকে প্রবাহিত হয় (চিত্র ৫.৩.২)।

উষ্ণতার তারতম্য (Variation in Temperature) : নিরক্ষীয় অঞ্চলে সূর্য লম্বভাবে কিরণ দেয় ফলে নিরক্ষীয় অঞ্চলের উষ্ণ পানি আয়তনে বৃদ্ধি পায় ও হালকা বলে সমুদ্রের উপরিভাগ দিয়ে উত্তর ও দক্ষিণ দিকে প্রবাহিত হয়। অপরদিকে, পানির সমতা রক্ষা করার জন্য মেরু অঞ্চলের শীতল ও ভারি পানি সমুদ্রের তলদেশ দিয়ে নিরক্ষীয় অঞ্চলে আসতে থাকে। অর্থাৎ উষ্ণতার তারতম্য সমুদ্রশ্রোতকে প্রবাহিত করে।

লবণাক্ততার তারতম্য (Variation in Salinity) : সমুদ্রের অধিক লবণাক্ত অঞ্চল হতে কম লবণাক্ত অঞ্চলের দিকে পানির আন্তঃপ্রবাহ এবং অল্প লবণাক্ত অঞ্চল হতে অধিক লবণাক্ত অঞ্চলের দিকে পানির পৃষ্ঠ প্রবাহ সৃষ্টি হয়। বিভিন্ন প্রাকৃতিক কারণ যেমন বৃষ্টিপাত, বাষ্পীভবন, নদী, বরফ গলা পানি প্রভৃতি কারণে সমুদ্রের সর্বত্র লবণাক্ততার পরিমাণ সমান থাকে না। যেমন নিরক্ষীয় অঞ্চলে অতিরিক্ত বৃষ্টিপাত, মেরু অঞ্চলে কম বাষ্পীভবনের কারণে লবণাক্ততা কম। অপরদিকে বৃষ্টিহীনতার জন্য ক্রান্তীয় অঞ্চলে লবণাক্ততা অধিক।

স্থলভাগের অবস্থান (Presence of Landmasses) : স্বাভাবিকভাবে সমুদ্রশ্রোত প্রবাহিত হওয়ার সময় শ্রোতের সম্মুখে স্থলভাগ থাকলে শ্রোতের দিক পরিবর্তিত হয়ে নতুন শ্রোতের উৎপত্তি হয়।

অসম বাষ্পীভবন (Unequal Evaporation) : সমুদ্রের কোনো অংশে অধিক উত্তাপের জন্য বাষ্পীভবনের পরিমাণ অধিক হলে পানির উচ্চতা কমে যায় ফলে নিকটবর্তী কম উত্তপ্ত অঞ্চল হতে পানি এসে পানির স্বাভাবিক ধর্ম অনুসারে পানির সমতা রক্ষা করে। এভাবে অসম বাষ্পীভবন সমুদ্রশ্রোতকে প্রভাবিত করে।

সমুদ্রের গভীরতা (Depth of the Ocean) : সমুদ্রের গভীরতা কম হলে পানি দ্রুত উত্তপ্ত হয়ে ওপরে উঠে এবং শীতল পানি নিচে নেমে যায়। এভাবে উর্ধ্বগামী ও নিম্নগামী শ্রোতের সৃষ্টি হয়। সূর্যের কিরণ সমুদ্রের গভীরে ২১০ মিটারে অধিক প্রবেশ করতে পারে না। ফলে গভীর সমুদ্রের উপরিভাগ দিয়ে পৃষ্ঠশ্রোত এবং তলদেশ দিয়ে অন্তঃশ্রোত প্রবাহিত হয়।

সমুদ্রশ্রোতের ফলাফল

বায়ুমন্ডলে উষ্ণতার তারতম্য : উষ্ণশ্রোত যে সকল দেশের উপর দিয়ে প্রবাহিত হয় সেই সকল দেশের তাপমাত্রা/উত্তাপ বৃদ্ধি পায়। কিন্তু শীতলশ্রোত প্রবাহিত হলে জলবায়ু অপেক্ষাকৃত শীতল হয়। যেমন-শীতল ল্যাব্রাডর শ্রোতের প্রভাবে উত্তর আমেরিকার সেন্ট লরেন্স নদী ও তার মোহনা বছরের নয় মাস বরফাবৃত থাকে। আবার উষ্ণ উপসাগরীয় শ্রোতের প্রভাবে একই অক্ষাংশে অবস্থিত ব্রিটিশ দ্বীপপুঞ্জের উপকূল সর্বদা বরফমুক্ত থাকে।

বৃষ্টিপাত : উষ্ণশ্রোতের ওপর দিয়ে প্রবাহিত বায়ুতে অধিক জলীয়বাষ্প থাকায় স্থলভাগের ওপর দিয়ে প্রবাহিত হওয়ার সময় বৃষ্টিপাত ঘটায়। অন্যদিকে শীতলশ্রোতের উপর দিয়ে প্রবাহিত বায়ুতে জলীয়বাষ্প না থাকায় বৃষ্টিপাত হয়না বরং তুষারপাত ঘটায়। যেমন- শীতল ল্যাব্রাডর শ্রোতের জন্য ল্যাব্রাডর উপকূলে অধিক তুষারপাত হয়। ইংল্যান্ডের পশ্চিম উপকূলে বৃষ্টিপাত অধিক হওয়ার কারণ হলো আটলান্টিক মহাসাগরের উষ্ণ শ্রোত।


কুয়াশা ও ঝড় : বিপরীতমুখী উষ্ণ ও শীতল শ্রোতের মিলনস্থলে ঘনকুয়াশা ও ঝড়ের সৃষ্টি হয়। এ জন্য নিউফাউন্ডল্যান্ড ও জাপানের পূর্ব উপকূলে জাহাজ চলাচলে বিপন্ন ঘটায়।


বন্দরের সুবিধা : উষ্ণশ্রোতের কারণে বরফ জমতে পারে না। যেমন- উষ্ণশ্রোতের প্রভাবে নরওয়ের উত্তর উপকূলীয় অঞ্চলে শীতকালে বরফ জমে না। এতে বন্দরগুলোতে সারা বছর ব্যবসা বাণিজ্য চালান সম্ভব হয়। উষ্ণ কুরোশিও শ্রোতের জন্য কানাডার পশ্চিম উপকূল বরফমুক্ত থাকে।

জাহাজ চলাচল : শ্রোতের অনুকূলে জাহাজ চালিয়ে শীঘ্র গন্তব্য স্থানে পৌঁছান যায়। যেমন- উষ্ণ উপসাগরীয় শ্রোতের পথে জাহাজ আমেরিকা থেকে ইউরোপ অনেক সহজে অল্প সময়ে যেতে পারে। পক্ষান্তরে ইউরোপ থেকে আমেরিকা পৌঁছাতে বহুসময় লেগে যায়।

হিমশৈল : শীতল সমুদ্র শ্রোতের গতিপথে হিমশৈল থাকার কারণে জাহাজ চলাচল নিরাপদ নয়। কিন্তু উষ্ণশ্রোতের কারণে আটলান্টিক মহাসাগরের উভয় উপকূল ব্যবসা বাণিজ্যে সমৃদ্ধ। যুক্তরাজ্যের বিখ্যাত টাইটানিক জাহাজ ১৯১২ সালে হিমশৈলের সঙ্গে ধাক্কা লেগে প্রথম যাত্রাতেই সমুদ্রে ডুবে গিয়েছিল।

মগ্নচড়ার সৃষ্টি ও মৎস্য বাণিজ্য : উষ্ণ ও শীতল শ্রোতের মিলনস্থলের মগ্নচড়ায় প্রচুর মৎসের সমাগম হয় এবং সেখানে মৎস্য শিকার ও মৎস্য ব্যবসা গড়ে উঠে। যেমন- নিউফাউন্ডল্যান্ডের উপকূলে গ্র্যান্ড ব্যাঙ্ক, সেবল ব্যাঙ্ক, ব্রিটিশ দ্বীপপুঞ্জের উপকূলে ডর্গাস ব্যাঙ্ক মগ্নচড়ার প্রকৃষ্ট উদাহরণ। এই এলাকা পৃথিবীর শ্রেষ্ঠ মৎস আহরণ ক্ষেত্র। অগভীর মগ্নচড়াগুলোতে প্রচুর পরিমাণে প্ল্যাংকটন (এক প্রকার অতি ক্ষুদ্র উদ্ভিদ ও প্রাণী) জন্মায় ও বংশ বৃদ্ধি করে।

| | | |
|---|------------------------|---|
|  | শিক্ষার্থীর কাজ | সমুদ্রশ্রোত বাংলাদেশের জলবায়ুর উপর কি ধরনের প্রভাব ফেলে? এই সম্পর্কে শিক্ষার্থীরা পৃথকভাবে তাদের মতামত প্রদান করবেন। |
|---|------------------------|---|

| | |
|--|---------------------|
|  | সারসংক্ষেপ : |
| মহাসাগর ও সাগরের পানির এক স্থান থেকে অন্য স্থানে নির্দিষ্ট ও নিয়মিত প্রবাহকে মহাসাগরীয় শ্রোত বা সমুদ্রশ্রোত বলে। বায়ুপ্রবাহ ও সৌরশক্তি সমুদ্রশ্রোত সৃষ্টির জন্য দায়ী। সমুদ্রশ্রোত উষ্ণ ও শীতল উভয় প্রকার হতে পারে এবং পৃষ্ঠ এবং আন্তঃপ্রবাহ রূপে প্রবাহিত হয়। সমুদ্রশ্রোতের গতিবেগের একক নটিক্যাল মাইল/ঘন্টা। বায়ুপ্রবাহ, পৃথিবীর আবর্তন, তাপমাত্রার তারতম্য, লবণাক্ততার তারতম্য, স্থলভাগের অবস্থান, অসম বাষ্পীভবন, সমুদ্রের গভীরতা প্রভৃতি কারণে সমুদ্রশ্রোতের সৃষ্টি হয় এবং সমুদ্রশ্রোতের কারণে বিশ্বের বিভিন্ন অঞ্চলে তাপমাত্রা ও বৃষ্টিপাতের তারতম্য হয়। যার ফলে সমুদ্রের কোন স্থানে উষ্ণ সমুদ্রশ্রোত, শীতল সমুদ্রশ্রোত, হিমশৈল, কুয়াশা, ঝড়বৃষ্টি, মগ্নচড়া প্রভৃতি সৃষ্টি হয়। মূলত সমুদ্রশ্রোত আবহাওয়া জলবায়ু এবং অর্থনৈতিক সমৃদ্ধিতে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। | |

| | |
|---|-------------------------------|
|  | পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৫.৩ |
|---|-------------------------------|

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (√) চিহ্ন দিন

নিচের অনুচ্ছেদটি পড়ুন এবং নিম্নের ১ ও ২ নং প্রশ্নের উত্তর প্রদান করুন।

অপু স্কুলের মাল্টি মিডিয়া ক্লাসে বিখ্যাত টাইটানিক ছবিটি দেখলেন এবং যুক্তরাজ্যের বিখ্যাত টাইটানিক জাহাজটি হিমশৈলের সঙ্গে ধাক্কা লেগে প্রথম যাত্রাতেই সমুদ্রে ডুবে গিয়েছিল।

১. সমুদ্রশ্রোত প্রধানত কত প্রকার?

- ক) ২ প্রকার
খ) ৩ প্রকার
গ) ৪ প্রকার
ঘ) ৫ প্রকার

২. জাহাজটি ডুবে যাওয়ার কারণ?

- i) শীতল শ্রোতের কারণে ii) গতিপথে হিমশৈল থাকায়
iii) উষ্ণ শ্রোতের কারণে
কোনটি সঠিক
ক) i খ) ii গ) i ও ii ঘ) iii

৩. সমুদ্র শ্রোত উত্তর ও দক্ষিণ গোলার্ধে কোন দিকে বেঁকে প্রবাহিত হয়?

- ক. ডান দিকে ও বাম দিকে
খ. বাম দিকে ও ডান দিকে
গ. উত্তর দিকে ও দক্ষিণ দিকে
ঘ. দক্ষিণ দিকে ও উত্তর দিকে

পাঠ-৫.৪

ভারত মহাসাগরীয় শ্রোত
(Indian Ocean Current)

উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে আপনি-

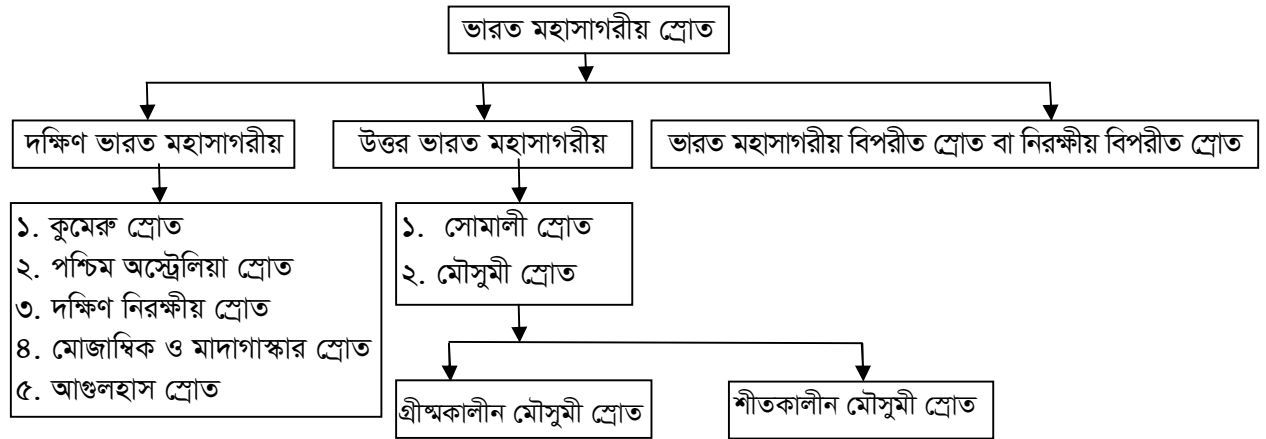
- ভারত মহাসাগরীয় শ্রোত সম্পর্কে বিস্তারিত ব্যাখ্যা ও বিশ্লেষণ করতে পারবেন।

| | | |
|--|-------------------|--|
| | মূখ্য শব্দ | কুমেরু শ্রোত, নিরক্ষীয় শ্রোত, মোজাম্বিক ও মাদাগাস্কার শ্রোত, আগুলহাস শ্রোত। |
|--|-------------------|--|



ভারত মহাসাগরীয় শ্রোত

ভারত মহাসাগরের উত্তরাংশ স্থলভাগ দ্বারা সম্পূর্ণরূপে বেষ্টিত। আবার ভারত মহাসাগরের উত্তরাংশের শ্রোত মৌসুমী বায়ুর দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হওয়ায় ঋতুভেদে শ্রোতের দিক সম্পূর্ণরূপে পরিবর্তিত হয়। অপরদিকে দক্ষিণ ভারত মহাসাগরীয় শ্রোতগুলো আটলান্টিক এবং প্রশান্ত মহাসাগরের শ্রোতের ন্যায় সারাবছর প্রায় একইদিকে প্রবাহিত হয়। উল্লেখিত কারণে ভারত মহাসাগরের শ্রোতসমূহ আটলান্টিক ও প্রশান্ত মহাসাগরের শ্রোতের চেয়ে পৃথক বৈশিষ্ট্য সম্পন্ন। ভারত মহাসাগরের শ্রোতসমূহকে নিম্নরূপে ভাগ করা হয়েছে; যথা-



দক্ষিণ ভারত মহাসাগরীয় শ্রোত (Current of South Indian Ocean)

কুমেরু বা পশ্চিমা শ্রোত (Antarctic or West Wind) : কুমেরু মহাসাগরে প্রবল পশ্চিমা বায়ুর তাড়নায় যে শীতল শ্রোত পশ্চিম থেকে পূর্বদিকে প্রবাহিত হয় তাকে কুমেরু বা পশ্চিমা শ্রোত বলে। এটি পশ্চিমা বায়ুর প্রভাবে অস্ট্রেলিয়ার উপকূলে দুটি শাখায় বিভক্ত হয়। প্রধান শাখাটি অস্ট্রেলিয়ার দক্ষিণ প্রান্ত দিয়ে প্রশান্ত মহাসাগরে প্রবেশ করে। অপর শাখাটি অস্ট্রেলিয়ার পশ্চিম উপকূল দিয়ে উত্তর দিকে প্রবাহিত হয়।

পশ্চিম অস্ট্রেলিয়া শ্রোত (West Australian Current) : অস্ট্রেলিয়ার পশ্চিম উপকূল দিয়ে কুমেরু শ্রোতের যে শাখাটি উত্তর দিকে প্রবাহিত হয় তা পশ্চিম অস্ট্রেলিয়া শ্রোত নামে পরিচিত। শীতল কুমেরু শ্রোতের শাখা বলে এটি একটি শীতল শ্রোত। এই শীতল শ্রোতটি ক্রান্তীয় অঞ্চলে ক্রমশ উষ্ণ হতে থাকে।

দক্ষিণ নিরক্ষীয় শ্রোত (South Equatorial Current) : পৃথিবীর আবর্তন গতি এবং দক্ষিণ-পূর্ব অয়ন বায়ুর কারণে পশ্চিম অস্ট্রেলিয়া শ্রোতটি পশ্চিম দিকে বেঁকে প্রবাহিত হতে থাকে। উক্ত সময়ে প্রশান্ত মহাসাগরের দক্ষিণ নিরক্ষীয় শ্রোতের একটি শাখা এর সাথে মিলিত হয়। এই মিলিত শ্রোত দক্ষিণ নিরক্ষীয় শ্রোত নামে সোজা পশ্চিম দিকে প্রবাহিত হয়। আফ্রিকার দক্ষিণ-পূর্ব উপকূলের মাদাগাস্কার দ্বীপের নিকট পৌঁছে এ শ্রোত তিনটি শাখায় বিভক্ত হয়।

মোজাম্বিক ও মাদাগাস্কার শ্রোত (Mozambique and Madagascar Current) : দক্ষিণ নিরক্ষীয় শ্রোতের যে শাখাটি মাদাগাস্কার (বা মালাগাসি) দ্বীপের পূর্ব পার্শ্ব দিয়ে দক্ষিণে প্রবাহিত হয় তাকে মাদাগাস্কার শ্রোত (বা মালাগাসি শ্রোত) বলা

হয়। অপরদিকে মালাগাসি ও আফ্রিকার মধ্যবর্তী মোজাম্বিক প্রণালীর মধ্য দিয়ে সে শাখাটি দক্ষিণে প্রবাহিত হয় তাকে মোজাম্বিক শ্রোত বলে। নিরক্ষীয় অঞ্চল হতে আগত বলে এই শ্রোত দুটি উষ্ণশ্রোত।

উত্তর ভারত মহাসাগরীয় শ্রোত (Current of North Indian Ocean)

আগুলাহাস শ্রোত (Agulhas Current) : মালাগাসি দ্বীপের দক্ষিণে পরস্পর মিলিত মালাগাসি এবং মোজাম্বিক শ্রোত আফ্রিকার দক্ষিণ-পূর্ব প্রান্তের আগুলাহাস অস্তরীপের পাশ দিয়ে আগুলাহাস শ্রোত নামে প্রবাহিত হয়। এটি উষ্ণশ্রোত হিসাবে পূর্ব দিকে বেঁকে পুনরায় কুমেরু বা পশ্চিমা প্রবাহের সাথে মিলিত হয়।

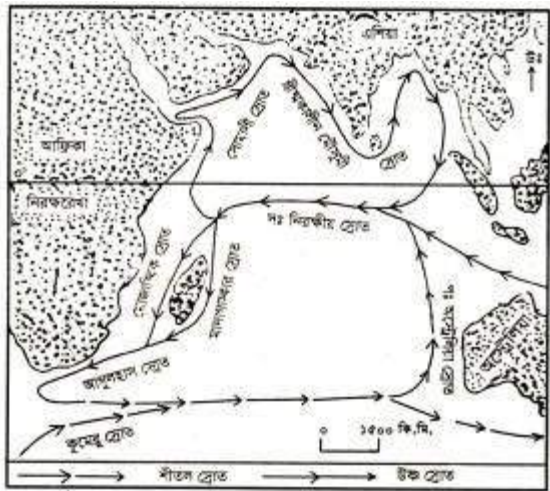
সোমালী শ্রোত (Somali Current) : দক্ষিণ নিরক্ষীয় শ্রোতের যে শাখাটি ভারত মহাসাগরে মালাগাসি দ্বীপের উত্তর হতে পশ্চিম দিকে বেঁকে আফ্রিকার পূর্ব উপকূলের সোমালিয়ার পার্শ্ব দিয়ে সোজা উত্তর দিকে প্রবাহিত হয় সেটি সোমালী শ্রোত নামে পরিচিত। এটি একটি উষ্ণশ্রোত।

মৌসুমী শ্রোত (Monsoon Current) : উত্তর ভারত মহাসাগরের উত্তর উপকূল বরাবর যে শ্রোত মৌসুমী বায়ুর প্রভাবে প্রবাহিত হয় তাকে মৌসুমী শ্রোত বলে। গ্রীষ্মকালে এটি পশ্চিম হতে পূর্বদিকে এবং শীতকালে একই পথে বিপরীত দিকে প্রবাহিত হয়। তাই মৌসুমী শ্রোত দু'প্রকার, যেমন- গ্রীষ্মকালীন ও শীতকালীন মৌসুমী শ্রোত।

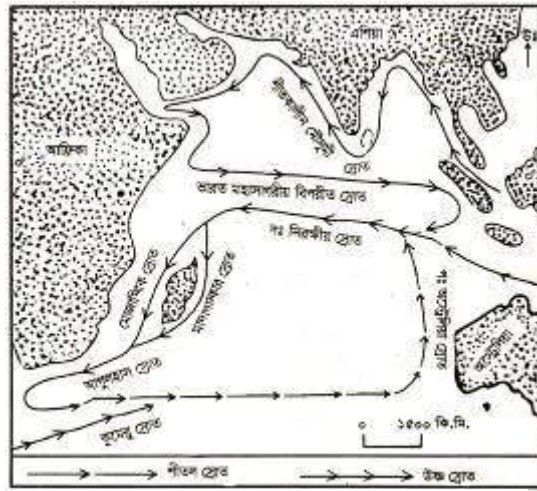
গ্রীষ্মের মৌসুমী শ্রোত (Summer Monsoon Current) : সোমালী শ্রোত গ্রীষ্মকালে দক্ষিণ-পশ্চিম মৌসুমী বায়ুর প্রভাবে আফ্রিকার পূর্ব উপকূল হতে প্রথমে আরব সাগরে প্রবেশ করে পরবর্তীতে এ শ্রোত ভারতের পশ্চিম উপকূল দিয়ে দক্ষিণ দিকে অগ্রসর হয় এবং শ্রীলংকার দক্ষিণ-পূর্বদিকে ঘুরে ভারতের পূর্ব উপকূল দিয়ে বঙ্গোপসাগরে প্রবেশ করে। এই শ্রোতটি গ্রীষ্মের মৌসুমী শ্রোত নামে পরিচিত। একে দক্ষিণ-পশ্চিম মৌসুমী শ্রোতও বলা হয় (চিত্র- ৫.৪.১)।

শীতকালীন মৌসুমী শ্রোত (Winter Monsoon Current) : শীতকালে উত্তর-পূর্ব মৌসুমী বায়ুর প্রভাবে গ্রীষ্মকালের মৌসুমী শ্রোতটি আর থাকেনা। কিন্তু এর পথ অনুসরণ করে একটি বিপরীতমুখী শ্রোতের সৃষ্টি হয়। এই বিপরীতমুখী শ্রোতটি শীতকালীন মৌসুমী শ্রোত বা উত্তর-পূর্ব মৌসুমী শ্রোত নামে পরিচিত (চিত্র- ৫.৪.২)।


ভারত মহাসাগরীয় বিপরীত শ্রোত (Ocean Indian Counter Current) : শীতকালীন মৌসুমী শ্রোতটি আফ্রিকার সোমালিয়ার দক্ষিণে পৌঁছে পূর্ব দিকে বেঁকে যায় এবং নিরক্ষরেখা বরাবর সোজা পূর্বদিকে প্রবাহিত হয় এবং ভারত মহাসাগরের পূর্ব উপকূলে অবস্থিত সুমাত্রা দ্বীপের নিকট পর্যন্ত অগ্রসর হয়, পরিশেষে দক্ষিণে বেঁকে দক্ষিণ নিরক্ষীয় শ্রোতের সাথে মিলিত হয়। এটাই নিরক্ষরীয় বিপরীত শ্রোত বা ভারত মহাসাগরীয় বিপরীত শ্রোত। এটি একটি উষ্ণশ্রোত। এ শ্রোতটি কেবল শীতকালেই দেখা যায়।




চিত্র ৫.৪.১ ভারত মহাসাগরীয় শ্রোত (গ্রীষ্মকালীন শ্রোত)



চিত্র ৫.৪.২ ভারত মহাসাগরীয় শ্রোত (শীতকালীন শ্রোত)

| | | |
|---|------------------------|--|
|  | শিক্ষার্থীর কাজ | ভারত মহাসাগরীয় শ্রোত, তার পার্শ্ববর্তী অঞ্চলের দেশসমূহে কি ধরনের প্রভাব বিস্তার করে? এ সম্পর্কে শিক্ষার্থীরা দলগতভাবে তাদের মতামত প্রদান করবেন। |
|---|------------------------|--|

| | |
|--|---------------------|
|  | সারসংক্ষেপ : |
| আটলান্টিক ও প্রশান্ত মহাসাগরের ন্যায় ভারত মহাসাগর উত্তর ও দক্ষিণ হিমমণ্ডল পর্যন্ত বিস্তৃত নয় এবং ভারত মহাসাগরের উত্তরাংশ সম্পূর্ণরূপে স্থলভাগ দ্বারা বেষ্টিত। যার দরুণ ভারত মহাসাগরীয় শ্রোত সম্পূর্ণ ভিন্ন বৈশিষ্ট্যের এবং ভারত মহাসাগরীয় শ্রোতকে দক্ষিণ ভারত মহাসাগরীয় ও উত্তর ভারত মহাসাগরীয় শ্রোত হিসেবে বর্ণনা করা হয়েছে। | |

| | |
|---|-------------------------------|
|  | পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৫.৪ |
|---|-------------------------------|

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) দিন।

নিচের অনুচ্ছেদটি পড়ুন এবং নিম্নের প্রশ্নের উত্তর প্রদান করুন।

ভারত মহাসাগরের উত্তরাংশ স্থলভাগ দ্বারা সম্পূর্ণরূপে বেষ্টিত এবং ভারত মহাসাগরের উত্তরাংশের শ্রোত মৌসুমী বায়ুর দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হওয়ায় ঋতুভেদে শ্রোতের দিক সম্পূর্ণরূপে পরিবর্তিত হয়। দক্ষিণ ভারত মহাসাগরীয় শ্রোতগুলো আটলান্টিক এবং প্রশান্ত মহাসাগরের শ্রোতের ন্যায় সারাবছর প্রায় একইদিকে প্রবাহিত হয়।

১. ভারত মহাসাগরীয় শ্রোত প্রধানত কত প্রকার?

| | |
|-------------|-------------|
| ক) ২ প্রকার | খ) ৩ প্রকার |
| গ) ৪ প্রকার | ঘ) ৫ প্রকার |
২. উত্তর ভারত মহাসাগরীয় শ্রোতসমূহ হলো-

| | |
|---------------------------------------|------------------|
| i) মৌসুমিক ও মাদাগাস্কার শ্রোত | ii) সোমালী শ্রোত |
| iii) মৌসুমী শ্রোত | |
| কোনটি সঠিক | |
| ক) i খ) ii গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii | |
৩. পশ্চিম অস্ট্রেলিয় শ্রোত একটি-

| | |
|-----------------------|-----------------|
| (ক) উষ্ণ শ্রোত | (খ) শীতল শ্রোত |
| (গ) নাতিশীতোষ্ণ শ্রোত | (ঘ) ক ও গ উভয়ই |
৪. মৌসুমিক ও মাদাগাস্কার শ্রোত একটি-

| | |
|----------------------|----------------|
| (ক) শীতল শ্রোত | (খ) উষ্ণ শ্রোত |
| (গ) ত্রান্তীয় শ্রোত | (ঘ) মেরু শ্রোত |
৫. মৌসুমী বায়ুর প্রভাবে উত্তর ভারত মহাসাগরের উত্তর উপকূল বরাবর যে শ্রোত প্রবাহিত হয় তার নাম-

| | |
|-------------------|-----------------------|
| (ক) মৌসুমী শ্রোত | (খ) মৌসুমিক শ্রোত |
| (গ) আগুলহাস শ্রোত | (ঘ) মাদাগাস্কার শ্রোত |

পাঠ-৫.৫

জোয়ার ভাটা (Tide and Ebb)



উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে আপনি-

- জোয়ার-ভাটার সংজ্ঞা ও কারণ বলতে পারবেন এবং
- জোয়ার-ভাটার শ্রেণীবিভাগ ব্যাখ্যা ও বিশ্লেষণ করতে পারবেন।

| | | |
|--|------------|--|
| | মূখ্য শব্দ | জোয়ার, মহাকর্ষ শক্তি, ভাটা, কেন্দ্রাতিগ শক্তি, ভরা কটাল, মরা কটাল |
|--|------------|--|



জোয়ার-ভাটা

সমুদ্রের পানি নির্দিষ্ট সময় ব্যবধানে একই জায়গায় ফুলে ওঠে আবার অন্য সময় নেমে যায়। এর কারণ মূলত দুটি; যথা- চন্দ্র-সূর্যের আকর্ষণ শক্তি (যা মূলত মহাকর্ষ শক্তি) এবং পৃথিবীর কেন্দ্রাতিগ শক্তি। সমুদ্রের পানির এইরূপ ফুলে ওঠাকে জোয়ার (Tide) এবং নেমে যাওয়াকে ভাটা (Ebb or Low Tide) বলে। সমুদ্রের একই জায়গায় প্রতিদিন দুইবার জোয়ার ও দুইবার ভাটা সংঘটিত হয়।

জোয়ার ভাটার কারণ : জোয়ার ভাটার প্রধান দুটি কারণ হলো-

(ক) মহাকর্ষ শক্তির প্রভাব (The Force of Gravitational Attraction)

(খ) কেন্দ্রাতিগ/বহির্মুখী শক্তি (Centrifugal force)

মহাকর্ষ শক্তির প্রভাব (The Force of Gravitational Attraction) : মহাবিশ্বের সব পদার্থ একটি অপরটিকে আকর্ষণ করে। এ আকর্ষণকে মহাকর্ষ শক্তি বলে। এ কারণে পৃথিবী সর্বদা সূর্যের চারিদিকে এবং চন্দ্র সর্বদা পৃথিবীর চারিদিকে ঘুরছে। মহাকর্ষ শক্তি নিম্ন সূত্রানুযায়ী কাজ করে।

$$F = G \frac{M_1 M_2}{d^2}$$

| | | | |
|--------|----------------|---|-------------------|
| এখানে, | F | = | মহাকর্ষ শক্তি |
| | G | = | মহাকর্ষীয় ধ্রুবক |
| | d | = | দূরত্ব |
| | M ₁ | = | পৃথিবীর ভর/আয়তন |
| | M ₂ | = | চন্দ্রের ভর/আয়তন |

কেন্দ্রাতিগ/বহির্মুখী শক্তি (Centrifugal force) : কেন্দ্রাতিগ শক্তি হলো, কেন্দ্র থেকে চারদিকে নিষ্কিণ্ড হওয়ার প্রবণতা। পৃথিবী তার নিজ কক্ষপথে আবর্তন করছে। ফলে পৃষ্ঠ হতে পানি ও বায়ু ছিটকে যেতে চায়। এভাবে ছিটকে পড়ার প্রবণতাকে কেন্দ্রাতিগ শক্তি বলে। জোয়ার ভাটার সৃষ্টির ক্ষেত্রে কেন্দ্রাতিগ শক্তি একটি প্রধান শক্তি পৃথিবী নিজ কক্ষপথে ঘূর্ণনের সময় নিম্নোক্ত সূত্রানুযায়ী কেন্দ্রাতিগ শক্তি কাজ করে ; যথাঃ

$$F_c = \frac{MV^2}{r}$$

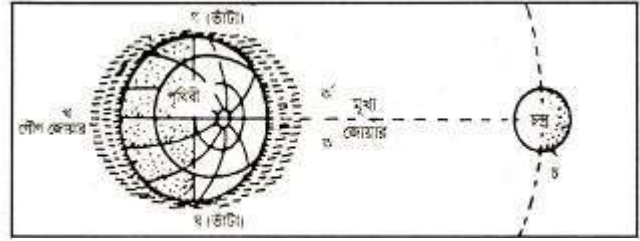
| | | | |
|--------|----------------|---|--|
| এখানে, | F _c | = | কেন্দ্রাবিমুখী শক্তি/কেন্দ্রাতিগ শক্তি |
| | M | = | পৃথিবীর ভর |
| | V | = | পৃথিবীর গতিবেগ |
| | r | = | পৃথিবীর ব্যাসার্ধ |

জোয়ার ভাটার শ্রেণিবিভাগ (Classification of Tides) : জোয়ার ভাটাকে নিম্নলিখিত চারটি ভাগে ভাগ করা হয়েছে ; যথা :

১. মূখ্য জোয়ার (Primary Tide)
২. গৌণ জোয়ার (Secondary Tide)
৩. ভরা কটাল (Spring Tide)
৪. মরা কটাল (Neap Tide)

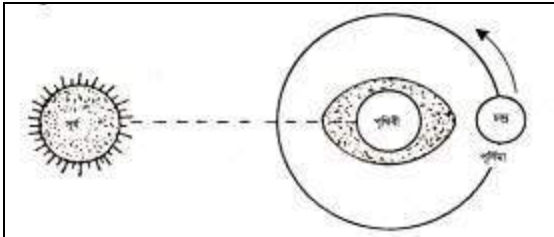
মূখ্য জোয়ার (Primary Tide) : প্রধানত চন্দ্রের আকর্ষণেই জোয়ার ভাটা সংঘটিত হয়। চন্দ্র পৃথিবীর চারদিকে সর্বদা ঘুরছে। আবর্তনকালে পৃথিবীর যে অংশ চন্দ্রের নিকটবর্তী সেখানে চন্দ্রের আকর্ষণ সর্বাপেক্ষা বেশি হয়। ফলে চারদিক হতে পানি এসে চন্দ্রের দিকে ফুলে ওঠে এবং জোয়ার হয়। এরূপে সৃষ্ট জোয়ারকে মূখ্য জোয়ার বা প্রত্যক্ষ জোয়ার বা Primary Tide বলে।

গৌণ জোয়ার (Secondary Tide) : পৃথিবীর যে পাশে চন্দ্র আকর্ষণ করে তার বিপরীত দিকে পৃথিবীকে চন্দ্রের আকর্ষণ শক্তির প্রভাব অপেক্ষাকৃত কম। আবার পানির নিম্নের কঠিন স্থলভাগ যা পৃথিবীর সাথে দৃঢ়ভাবে আবদ্ধ। ফলে তার ওপর চন্দ্রের আকর্ষণ কেন্দ্র স্থলের আকর্ষণেরই সমান এবং বিপরীত দিকের জলরাশি আপেক্ষা স্থলভাগ চন্দ্রের দিকে বেশি আকৃষ্ট হয়। এই সময় চন্দ্রের বিপরীত দিকের জলরাশির ওপর মহাকর্ষণ শক্তির প্রভাব কমে যায় এবং কেন্দ্রাতিগ শক্তির সৃষ্টি হয়। এতে চারদিক হতে পানি ঐ স্থানে এসে জোয়ারের সৃষ্টি করে। এভাবে চন্দ্রের বিপরীত দিকে যে জোয়ার হয় তা গৌণ জোয়ার বা পরোক্ষ জোয়ার বা Secondary Tide বলে (চিত্র- ৫.৫.১)।

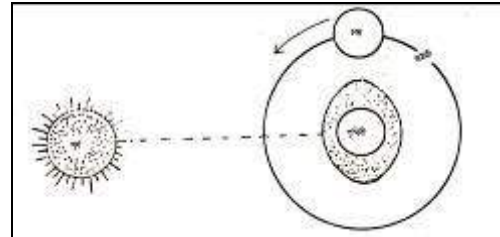


চিত্র ৫.৫.১ জোয়ার ভাটা (মূখ্য জোয়ার ও গৌণ জোয়ার)

ভরা কটাল বা তেজ কটাল (Spring Tide) : অমাবস্যায় চন্দ্র ও সূর্য পৃথিবীর একই দিকে সমান্তরালভাবে অবস্থান করে (চিত্র- ৫.৫.২) এবং উভয়ের মিলিত শক্তিতে আকর্ষণ প্রবল হয় এবং পানি বেশি ফুলে ওঠে। এই ধরনের জোয়ারকে ভরা কটাল বা তেজ কটাল বা (Spring Tide) বলে। অপরদিকে পূর্ণিমা তিথিতে পৃথিবীর একদিকে সূর্য এবং অন্যদিকে চন্দ্র একই সমান্তরালে অবস্থান করে (চিত্র- ৫.৫.৩) এবং চন্দ্রের আকর্ষণে যেখানে মূখ্য জোয়ার হয়, সেখানেই সূর্যের আকর্ষণে গৌণ জোয়ার হয়। আবার চন্দ্রের বিপরীত দিকে যেখানে তার আকর্ষণে গৌণ জোয়ার হয়। অর্থাৎ পূর্ণিমা তিথিতে উভয় বিপরীত স্থানেই জোয়ারের বেগ সর্বাধিক হয়। একেও ভরা কটাল বা তেজ কটাল (Spring Tide) বলে।

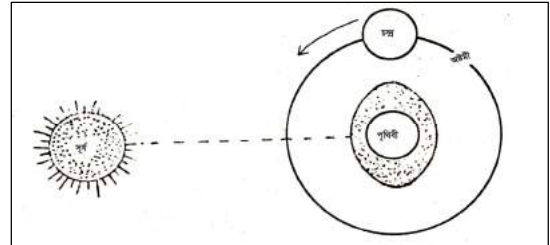


চিত্র ৫.৫.২ অমাবস্যা তিথিতে ভরা কটাল





চিত্র ৫.৫.৩ পূর্ণিমা তিথিতে ভরা কটাল

মরা কটাল (Neap Tide) : অষ্টমী ও একবিংশ তিথিতে চন্দ্র ও সূর্য সমান্তরাল না থেকে উভয়ই পৃথিবীর সাথে এক সমকোণে থেকে পৃথিবীকে আকর্ষণ করে (চিত্র- ৫.৫.৪)। তখন চন্দ্রের আকর্ষণে যেখানে জোয়ার হয় সূর্যের আকর্ষণে সেখানে ভাটা হয়। সূর্যের আকর্ষণের কারণে চন্দ্রের দিকে পানি অধিক স্ফীত হতে পারে না। এই ধরনের জোয়ারকে মরা জোয়ার বা মরা কটাল (Neap Tide) বলে।



চিত্র ৫.৫.৪ মরা কটাল

| | | |
|---|------------------------|--|
|  | কীক্ষার্থীর কাজ | সমুদ্র উপকূলবর্তী দেশসমূহে জোয়ার ভাটার প্রভাবসমূহের তালিকা তৈরি করুন। |
|---|------------------------|--|

| | |
|---|---------------------|
|  | সারসংক্ষেপ : |
| মহাকর্ষ শক্তি এবং কেন্দ্রাতিগ শক্তির কারণে সমুদ্রের পানি নির্দিষ্ট সময় ব্যবধানে একই জায়গায় ফুলে ওঠে আবার অন্য সময় নেমে যায়। সমুদ্রের পানির এইরূপ ফুলে ওঠাকে জোয়ার এবং নেমে যাওয়াকে ভাটা বলে। জোয়ার ভাটাকে প্রধান চারটি ভাগে ভাগ করা হয়েছে। যথাঃ মূখ্য জোয়ার, গৌণ জোয়ার, ভরা কটাল ও মরা কটাল। | |

| | |
|---|-------------------------------|
|  | পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৫.৫ |
|---|-------------------------------|

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) দিন।

- ভরা কটাল বা (Spring Tide) কখন হয়?

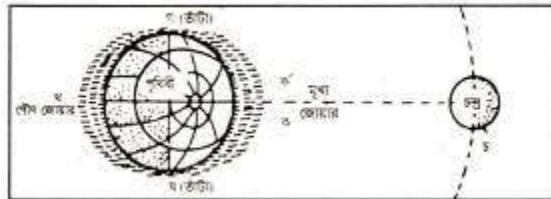
| | |
|--------------------------------|----------------------|
| (ক) অমাবস্যা ও পূর্ণিমা তিথিতে | (খ) ঘূর্ণিঝড়ের সময় |
| (গ) বর্ষার সময় | (ঘ) বন্যার সময় |
- কোন সময়ে চন্দ্র, সূর্য ও পৃথিবী সমকোণে অবস্থান করে?

| | |
|-------------------------|---------------------|
| (ক) ভরা কটালের সময় | (খ) মরা কটালের সময় |
| (গ) মুখ্য জোয়ারের সময় | (ঘ) পূর্ণিমার সময় |

| | |
|---|---------------------------|
|  | চূড়ান্ত মূল্যায়ন |
|---|---------------------------|

সৃজনশীল প্রশ্ন-১

নিম্নের চিত্রটি লক্ষ্য করুন এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দিন।



- উপরের চিত্রটি কীসের?
- জোয়ার-ভাটার কারণ কী?
- সূত্র উল্লেখপূর্বক জোয়ার-ভাটার কারণসমূহ ব্যাখ্যা করুন।
- চন্দ্র ও সূর্যের অবস্থানের জন্য জোয়ার ভাটাকে চারটি শ্রেণীতে বিভক্ত করা হয়েছে। বিশ্লেষণ করুন।

১নং প্রশ্নের নমুনা উত্তর

- উপরের চিত্রটি জোয়ার-ভাটার মূখ্য ও গৌণ জোয়ার দেখানো হয়েছে।
- জোয়ার ভাটার কারণ : জোয়ার ভাটার প্রধান দুটি কারণ হলো-
 - মহাকর্ষ শক্তির প্রভাব (The Force of Gravitational Attraction)
 - কেন্দ্রাতিগ/বহির্মুখী শক্তি (Centrifugal Force)
 - মহাকর্ষ শক্তির প্রভাব (The force of gravitational attraction) : মহাবিশ্বের সব পদার্থ একটি অপরটিকে আকর্ষণ করে। এ আকর্ষণকে মহাকর্ষ শক্তি বলে। এ কারণে পৃথিবী সর্বদা সূর্যের চারিদিকে এবং চন্দ্র সর্বদা পৃথিবীর চারিদিকে ঘুরছে। মহাকর্ষ শক্তি নিম্ন সূত্রানুযায়ী কাজ করে।

$$F = G \frac{M_1 M_2}{d^2}$$

| | | | |
|--------|----------------|---|-------------------|
| এখানে, | F | = | মহাকর্ষ শক্তি |
| | G | = | মহাকর্ষীয় ধ্রুবক |
| | d | = | দূরত্ব |
| | M ₁ | = | পৃথিবীর ভর/আয়তন |
| | M ₂ | = | চন্দ্রের ভর/আয়তন |

কেন্দ্রাতিগ/বহির্মুখী শক্তি (Centrifugal force) : কেন্দ্রাতিগ শক্তি হলো, কেন্দ্র থেকে চারদিকে নিষ্ক্ষিপ্ত হওয়ার প্রবণতা। পৃথিবী তার নিজ কক্ষপথে আবর্তন করছে। ফলে পৃষ্ঠ হতে পানি ও বায়ু ছিটকে যেতে চায়। এভাবে ছিটকে পড়ার প্রবণতাকে কেন্দ্রাতিগ শক্তি বলে। জোয়ার ভাটার সৃষ্টির ক্ষেত্রে কেন্দ্রাতিগ শক্তি একটি প্রধান শক্তি পৃথিবী নিজ কক্ষপথে ঘূর্ণনের সময় নিম্নোক্ত সূত্রানুযায়ী কেন্দ্রাতিগ শক্তি কাজ করে ; যথাঃ

$$F_c = \frac{MV^2}{r}$$

| | | | |
|--------|----------------|---|--|
| এখানে, | F _c | = | কেন্দ্রাবিমুখী শক্তি/কেন্দ্রাতিগ শক্তি |
| | M | = | পৃথিবীর ভর |
| | V | = | পৃথিবীর গতিবেগ |
| | r | = | পৃথিবীর ব্যাসার্ধ |

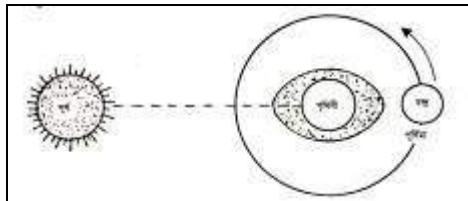
(ঘ) জোয়ার ভাটাকে নিম্নলিখিত চারটি ভাগে ভাগ করা হয়েছে ; যথা :

৫. মূখ্য জোয়ার (Primary Tide)
৬. গৌণ জোয়ার (Secondary Tide)
৭. ভরা কটাল (Spring Tide)
৮. মরা কটাল (Neap Tide)

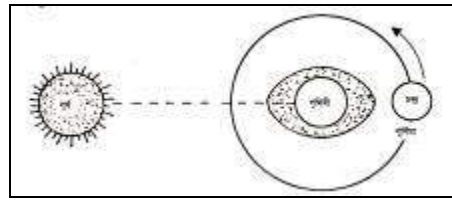
মূখ্য জোয়ার (Primary Tide) : প্রধানত চন্দ্রের আকর্ষণেই জোয়ার ভাটা সংঘটিত হয়। চন্দ্র পৃথিবীর চারদিকে সর্বদা ঘুরছে। আবর্তনকালে পৃথিবীর যে অংশ চন্দ্রের নিকটবর্তী সেখানে চন্দ্রের আকর্ষণ সর্বাপেক্ষা বেশি হয়। ফলে চারদিক হতে পানি এসে চন্দ্রের দিকে ফুলে ওঠে এবং জোয়ার হয়। এরূপে সৃষ্ট জোয়ারকে মূখ্য জোয়ার বা প্রত্যক্ষ জোয়ার বা Primary Tide বলে।

গৌণ জোয়ার (Secondary Tide) : পৃথিবীর যে পাশে চন্দ্র আকর্ষণ করে তার বিপরীত দিকে পৃথিবীকে চন্দ্রের আকর্ষণ শক্তির প্রভাব অপেক্ষাকৃত কম। আবার পানির নিম্নের কঠিন স্থলভাগ যা পৃথিবীর সাথে দৃঢ়ভাবে আবদ্ধ। ফলে তার ওপর চন্দ্রের আকর্ষণ কেন্দ্র স্থলের আকর্ষণেরই সমান এবং বিপরীত দিকের জলরাশি আপেক্ষা স্থলভাগ চন্দ্রের দিকে বেশি আকৃষ্ট হয়। এই সময় চন্দ্রের বিপরীত দিকের জলরাশির ওপর মহাকর্ষণ শক্তির প্রভাব কমে যায় এবং কেন্দ্রাতিগ শক্তির সৃষ্টি হয়। এতে চারদিক হতে পানি ঐ স্থানে এসে জোয়ারের সৃষ্টি করে। এভাবে চন্দ্রের বিপরীত দিকে যে জোয়ার হয় তা গৌণ জোয়ার বা পরোক্ষ জোয়ার বা Secondary Tide বলে।

ভরা কটাল বা তেজ কটাল (Spring Tide) : অমাবস্যায় চন্দ্র ও সূর্য পৃথিবীর একই দিকে সমান্তরালভাবে অবস্থান করে (চিত্র- ১.১) এবং উভয়ের মিলিত শক্তিতে আকর্ষণ প্রবল হয় এবং পানি বেশি ফুলে ওঠে। এই ধরনের জোয়ারকে ভরা কটাল বা তেজ কটাল বা (Spring Tide) বলে। অপরদিকে পূর্ণিমা তিথিতে পৃথিবীর একদিকে সূর্য এবং অন্যদিকে চন্দ্র একই সমান্তরালে অবস্থান করে (চিত্র- ১.২) এবং চন্দ্রের আকর্ষণে যেখানে মূখ্য জোয়ার হয়, সেখানেই সূর্যের আকর্ষণে গৌণ জোয়ার হয়। আবার চন্দ্রের বিপরীত দিকে যেখানে তার আকর্ষণে গৌণ জোয়ার হয়। অর্থাৎ পূর্ণিমা তিথিতে উভয় বিপরীত স্থানেই জোয়ারের বেগ সর্বাধিক হয়। একেও ভরা কটাল বা তেজ কটাল বা (Spring Tide) বলে।

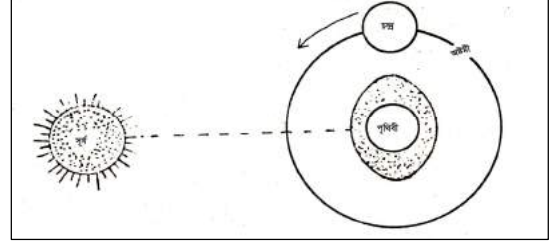


চিত্র ১.১: অমাবস্যায় তিথিতে ভরা কটাল



চিত্র ১.২: পূর্ণিমা তিথিতে ভরা কটাল

মরা কটাল (Neap Tide) : অষ্টমী ও একবিংশ তিথিতে চন্দ্র ও সূর্য সমান্তরাল না থেকে উভয়ই পৃথিবীর সাথে এক সমকোণে থেকে পৃথিবীকে আকর্ষণ করে (চিত্র- ১.৩) তখন চন্দ্রের আকর্ষণে যেখানে জোয়ার হয় সূর্যের আকর্ষণে সেখানে ভাটা হয়। সূর্যের আকর্ষণের কারণে চন্দ্রের দিকে পানি অধিক স্ফীত হতে পারে না। এই ধরনের জোয়ারকে মরা জোয়ার বা মরা কটাল বা (Neap Tide) বলে।



চিত্র ১.৩ মরা কটাল

🔑 উত্তরমালা

- পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৫.১ : ১. (খ) ২. (ঘ)
 পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৫.২ : ১. (খ) ২. (গ) ৩. (ঘ) ৪. (খ) ৫. (ক)
 পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৫.৩ : ১. (ক) ২. (গ) ৩. (ক)
 পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৫.৪ : ১. (খ) ২. (গ) ৩. (খ) ৪. (খ) ৫. (ক)
 পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৫.৫ : ১. (ক) ২. (খ)