

घटक - १

वातावरणाचे घटक, संरचना तापमानाचे वितरण

घटक संरचना :

- १.० उद्दिष्टे
- १.१ प्रस्तावना
- १.२ वातावरणाचे घटक व संरचना
- १.३ तापमानाचे उभ्या व आडव्या पातळीवरील वितरण
- १.४ सौरऊर्जा व तापमान
- १.५ तापमानाच्या वितरणावर परिणाम करणारे घटक
- १.६ समारोप व वातावरण व तापमानाचे महत्त्व
- १.७ प्रश्न - संदर्भ

१.० उद्दिष्टे

- पृथ्वीच्या सभोवताली असणाऱ्या वातावरणाचे स्वरूप - त्याचे घटक व संरचना समजून घेणे.
- सौरऊर्जा वर तापमान यातील संबंध लक्षात घेणे.
- तापमानाच्या वितरणावर परिणाम करणारे घटक अभ्यासणे.
- तापमानाचे आडव्या व उभ्या पातळीतील वितरण लक्षात घेणे.

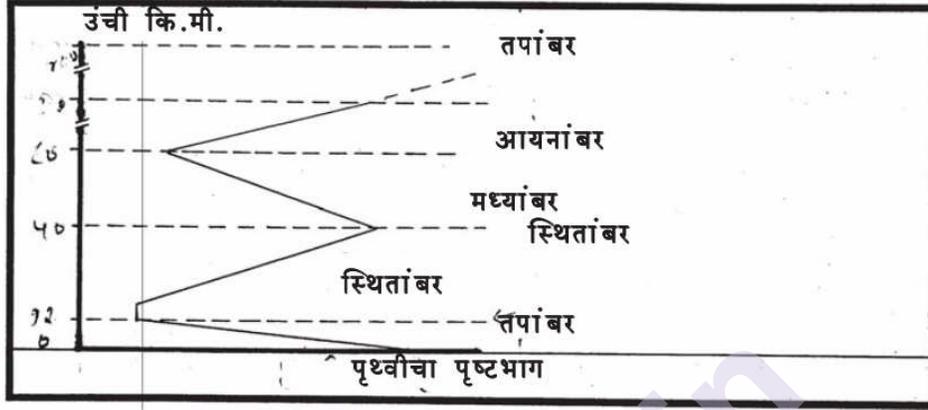
१.१ प्रस्तावना

पृथ्वीच्या सभोवताली असणाऱ्या वायूंच्या आवरणाला (Atmosphere) असे संबोधले जाते. सुरुवातीच्या काळात शास्त्रज्ञांना विविध वायूंची ओळख झाली नव्हती. त्यांना फक्त पाण्याची वाफ ठाऊक होती. त्यांना जेव्हा वेगवेगळ्या वायूंचे अस्तित्व आढळले तेव्हा त्यांच्या लक्षात आले की हे वायू पाण्याच्या वाफेपेक्षा वेगळे आहेत. त्यांना असे वाटले की कदाचित हे वायू एखाद्या दुसऱ्या घटकाची वाफ असतील व त्यामुळे त्यांनी Atoms म्हणजे वाफ - Vapour Sphere म्हणजे गोलाकार आवरण असे नाव दिले असावे.

१.२ वातावरणाचे घटक व संरचना

वातावरणात प्रामुख्याने पुढील घटक आढळतात. (अ) निरनिराळे वायू - नायट्रोजन (७८%) प्राणवायू (२१%) कार्बनडाय ऑक्साईड, ओझोन, ऑरगॉन, निऑन, मिथेन,

हायड्रोजन, हेलियम (ब) पाण्याची वाफ - याचे प्रमाण साधारणतः ४% पर्यंत आढळते. वाळवंटात पाण्याच्या वाफेचे प्रमाण कमी असते. सांद्रीभवन व वृष्टीत पाण्याच्या वाफेचे कार्य महत्त्वाचे आहे. (क) सूक्ष्म धूलीकण - सांद्रीभवन, वृष्टी व विकिकरणात यांचे कार्य महत्त्वाचे असते.



आकृती १.१ वातावरणाचे थर

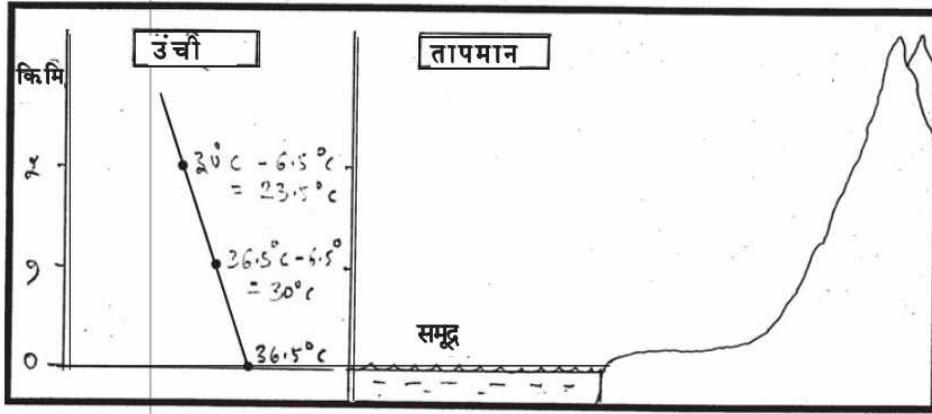
वातावरणाचे थर - सूर्याच्या उष्णतेमुळे पृथ्वीवरील जमीन व पाणी तापतात. भूपृष्ठालगत असलेली हवा तापते. जमिनीपासून उंचीवर जाताना हवेचे तापमान कमी होत जाते. ठराविक अंतरानंतर उंचावर जाताना हवेचे तापमान कमी होत जाते. ठराविक अंतरानंतर उंचावर जाताना तापमान स्थिर होते व नंतर वाढत जाते. पुन्हा ठराविक अंतरानंतर तापमान कमी होऊ लागते. याच आधारावर वातावरणाचे पुढील प्रमुख थर ओळखले जातात. (१) तपांबर (Troposphere) (२) स्थितांबर (Stratosphere) (३) मध्यांबर (Mesosphere) (४) आयनांबर (Ionosphere) (५) बाह्यांबर (Exosphere)

१) तपांबर (Troposphere) : तपांबर हा वातावरणाचा भूपृष्ठालगत असणारे सर्वात महत्त्वाचा थर आहे. Troposphere = Tropo + sphere - 'Tropo' या ग्रीक शब्दाचा अर्थ Turning - वळणे, मिसळणे असा आहे. वातावरणातील सुमारे ७५% वायू, पाण्याची वाफ, धूलिकण इ. याच थरात आढळतात. सूर्याच्या उष्णतेने भूपृष्ठ तापते. भूपृष्ठालगतची हवा तापते. प्रसरण पावते व हलकी होऊन (घनता कमी झाल्याने) वर जाऊ लागते. यामुळे हवेचे उर्ध्वगामी प्रवाह तयार होतात. खालची हवा वर जाते, व वरची हवा खाली येते. ही हवेची मिसळण्याची प्रक्रिया सतत चालू असते.

तपांबरातील हवेचे मिसळणाऱ्या वातावरणाच्या या थरातच हवेच्या स्थितीची विविध रूपे आढळून येते. उदा. सांद्रीभवनाची रूपे - दव, धुके, ढग इ. वृष्टीचे प्रकार - पाऊस, गारा, हिमवृष्टी इ. वाऱ्यांचे प्रकार, वादळे - आवर्त इ. मानवी जीवनावर तसेच मानवी व्यवसायांवर वातावरणाच्या या थराचा खूपच प्रभाव पाडलेला आढळतो.

सर्वसाधारण न्हास दर : वातावरणाच्या सर्वात खालच्या थरात - तपांबरात जमिनीपासून उंचावर जाताना हवेचे तापमान कमी होत जाते. हे तापमान दर कि.मी. ला (१००० मीटर्स)

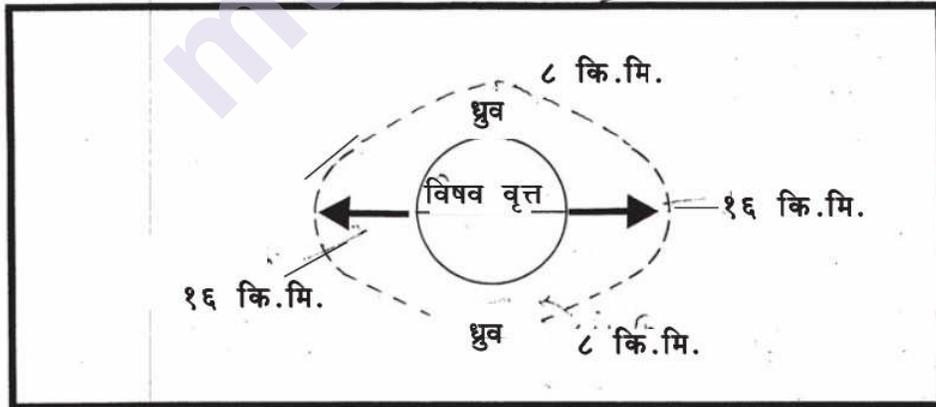
६.५° सेल्सियसने कमी होते. यालाच हवेचा सर्वसाधारण न्हास दर Normal Lapse Rate (N.L.R.) असे संबोधले जाते.



आकृती १.२ : तापमानाचा सर्वसाधारण न्हास दर

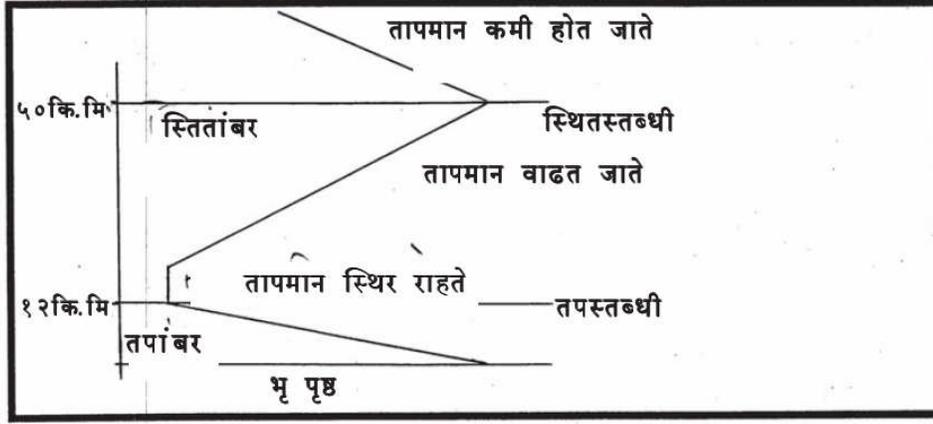
तपस्तब्धीपर्यंत तापमानात सतत घट होत जाते. तपस्तब्धीजवळ तापमान साधारणतः ६० सें. असते. यानंतर तापमान थोड्या उंचीपर्यंत स्थिर राहते व त्यानंतर ५० कि. मी. उंचीपर्यंत तापमान पुन्हा कमी होत जाते. ६० कि.मी. अंतरावर तापमान - ६० से. होते. ६० कि.मी. अंतरानंतर तापमानात पुन्हा वाढ होत जाते. (हे तापमान सुमारे १५०० से पेक्षा जास्त असावे असे मानतात. मात्र या उंचावर हवा अतिशय विरळ असल्यामुळे हे तापमान नेहमीच्या तापमापकाने मोजता येत नाही.)

तपांबर व त्यापुढील हवेचा थर-स्थितांबर यांच्यामधील सीमा ही तपस्तब्धी (Tropo-Pause) या नावाने ओळखली जाते. तपस्तब्धीची उंची विषुववृत्ताकडे १६ कि. मी. तर ध्रुवाकडे ८ कि.मी. असते.



आकृती १.३ तपस्तब्धी

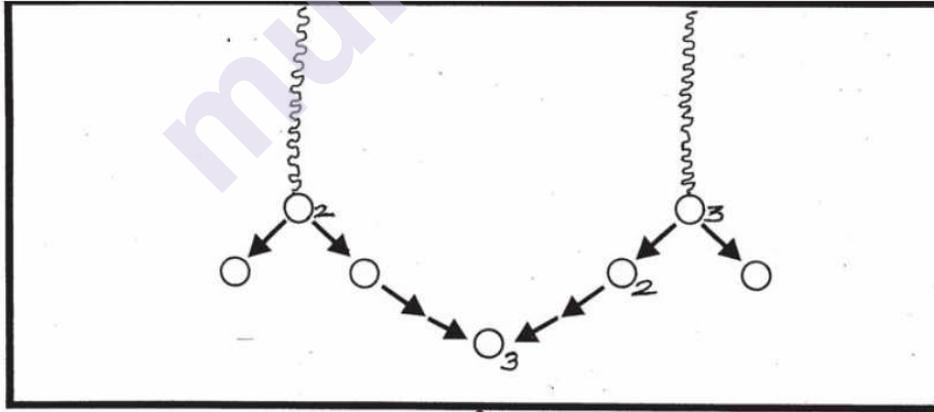
तपस्तब्धी या सीमारेषेवरील थरात उंचावर जाताना तापमानात घट होत नाही हा थर वातावरणाच्या विपरिततेचा थर म्हणून ओळखला जातो. या थरामुळे तपांबरातील सर्व घडामोडी-सांद्रीभवन, वृष्टी, आवर्त-वादळे इ. तपांबरापुरत्याच मर्यादित राहतात. (एखाद्या उब्याचा झाको).



आकृती १.४

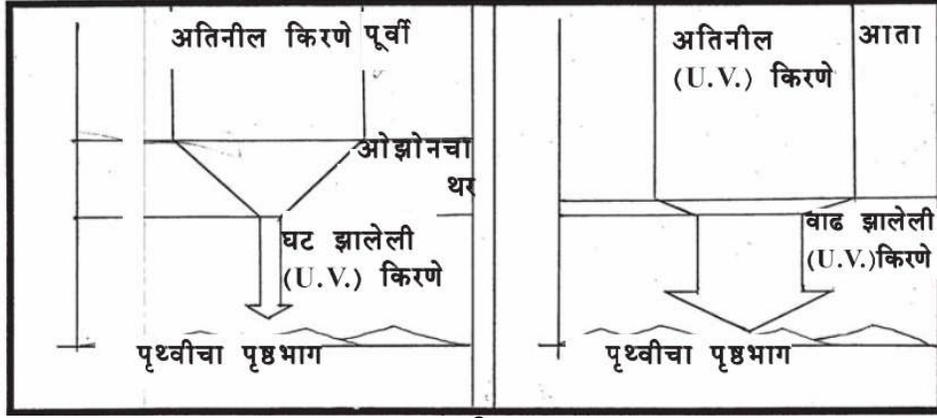
२) **स्थितांबर (Stratosphere)** : तपस्तब्धीपासून सुमारे ५० कि.मी. उंचीपर्यंत स्थितांबर आढळते. या वातावरणाच्या थरात तपांबरप्रमाणे बदलती हवामान स्थिती आढळत नाही. स्थितांबराच्या खालच्या भागात हवेचे तापमान स्थिर असते. मात्र उंचावर जाताना हवेच्या तापमानात वाढ होत जाते. जेट विमाने स्थितांबराच्या खालच्या भागातून जातात.

स्थितांबरात साधारणतः २५ ते ४० कि.मी. उंचीवर ओझोन वायूचा थर आढळतो. ओझोन (O_3) हा वायू ऑक्सिजनच्या तीन रेणूंपासून तयार होतो. (प्राणवायूमध्ये दोन रेणू असतात) सूर्य किरणांतील अल्ट्रा व्हायलेट किरण प्राणवायूवर पडल्यावर हा प्राणवायूचा रेणू (O_2) दुभंगतो व निर्माण झालेले ऑक्सिजनचे रेणू ($O + O$) दुसऱ्या प्राणवायूच्या रेणूला मिळतात ($O + O_2$) व ओझोन (O_3) ची निर्मिती होते.



आकृती १.५

ओझोन (O_3) अल्ट्रा व्हायलेट किरण पडले की तो दुभंगतो व त्याच्या रेणूतून प्राणवायू (O_2) व ऑक्सिजन (O) तयार होतात. ($O_3 = O_2 + O$) ही प्रक्रीया अखंडीत चालू असल्याने अल्ट्रा व्हायलेट-अतीनील किरणांचा वापर अधिक प्रमाणात होते त्यामुळे सूर्याकडून पृथ्वीकडे येणाऱ्या अतीनील किरणांमध्ये घट होते.



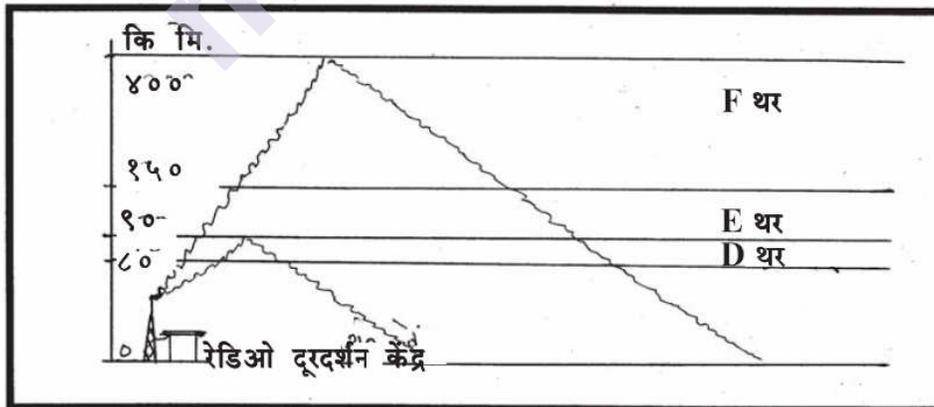
आकृती १.६

सध्या मात्र मानवनिर्मित वायुचे प्रमाण वाढत चालल्यामुळे वातावरणातील ओझोन वायू नष्ट होत आहे - पृथ्वीचे संरक्षक आवरण कमी होत आहे. यामुळे जागतिक तापमानवाढ, अंधत्व, कातडीचा कर्करोग इ. आपत्तीमध्ये वाढ होण्याची शक्यता आहे.

स्थितांबराची उंची ५० कि.मी. पर्यंत असली तरी ध्रुवाकडे स्थितांबराची जाडी जास्त असते तर विषुववृत्ताकडे स्थितांबराची जाडी कमी असते.

३) मध्यांबर (Mesosphere) : सुमारे ५० कि.मी. उंचीपासून ८० कि.मी. उंचीपर्यंत मध्यांबर आढळते. वातावरणाच्या या थरात उंचीनुसार तापमानात घट होत जाते.

या थरात वायुभार अत्यंत कमी असतो. ५० कि.मी. उंचीवर १ मिलीबार तर ८० कि.मी. उंचीवर सुमारे ०.०१ मिलीबार आढळतो. (समुद्रसपाटीला वायुभार १०१३ मिलीबार असतो.)

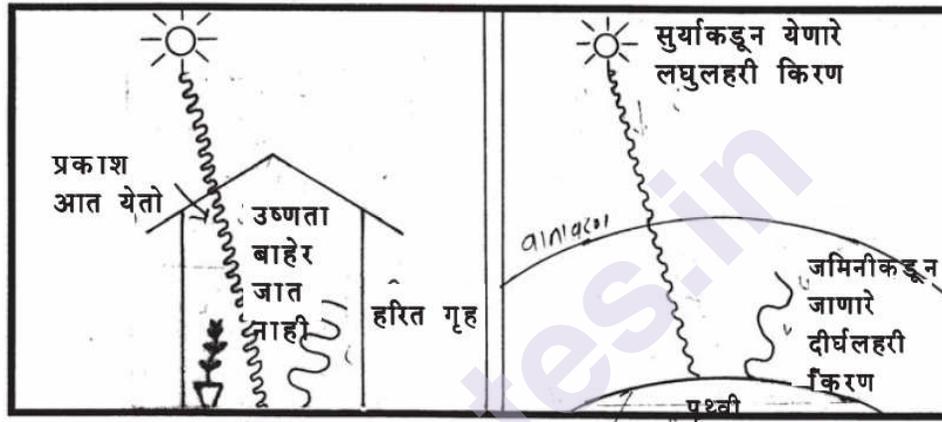


आकृती १.७ रेडिओ / दूरदर्शन लहरींचे परिवर्तन

४) आयनांबर (Ionosphere) : सुमारे ८० कि.मी. उंचीपासून ४०० कि.मी. उंचीपर्यंतच्या वातावरणाच्या भागाला आयनांबर (Ionosphere) किंवा दलांबर या नावाने ओळखले जाते. या थरात विद्युतभारीत आयन्सचे (Ions) प्रमाण अधिक असते. या थरातील

वेगवेगळे भाग 'D', 'E', 'F' थर म्हणून ओळखले जातात. हवेचे प्रसारीत झालेल्या रेडिओ, संदेशवहन लहरी या विद्युत-भारीत थरांमुळे पृथ्वीकडे परत पाठविल्या जातात. त्यामुळे रेडिओचे कार्यक्रम जगभर ऐकता येतात. संपर्क माध्यमाद्वारे आपण जगातील कोणत्याही भागात संपर्क साधू शकतो. या थरात उंचावर जाताना तापमान वाढत जाते.

५) **बाह्यांवर (Exosphere)** : वातावरणाचा हा बाह्य थर मानला जातो. सुमारे ४०० कि.मी. उंचीपासून सुमारे १००० कि.मी. उंचीपर्यंत याचा विस्तार आहे असे मानतात. या थरात हवेची घनता अत्यंत विरळ असते. हायड्रोजन, हेलियम यासारखे हलके वायू या थरात आढळतात. या थरात उंचावर जाताना तापमान वाढत जाते.

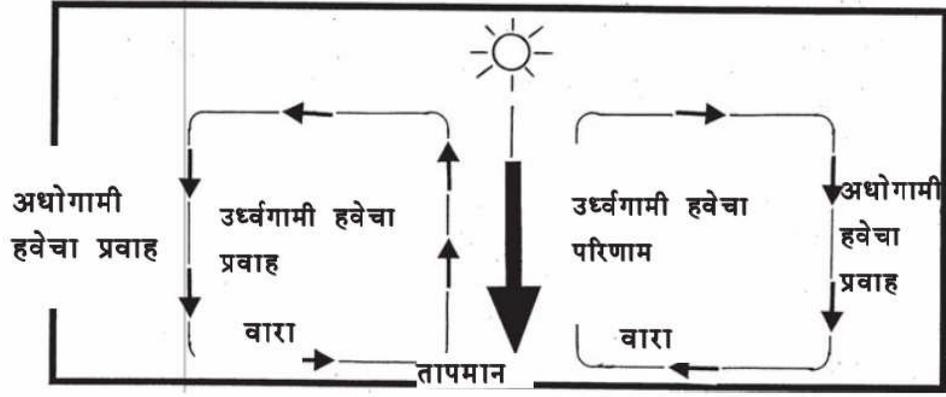


आकृती १.८ हरितगृह परिणाम

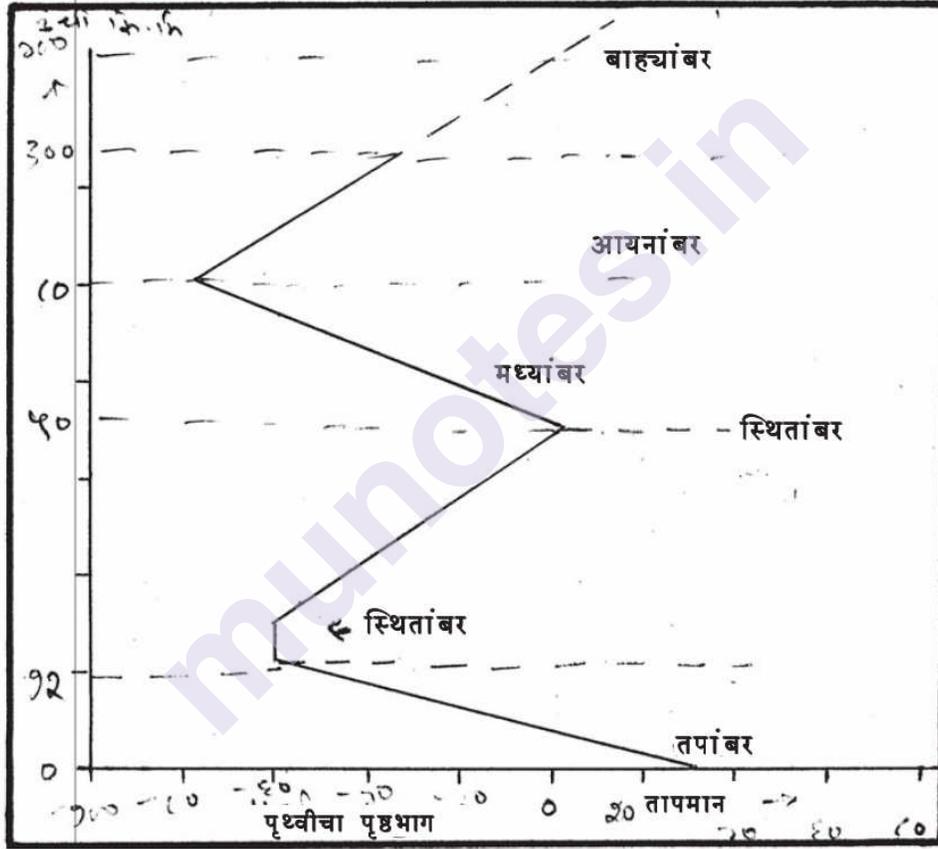
१.३ तापमानाचे उभ्या व आडव्या पातळीवरील वितरण

अ) **तापमानाचे उभ्या पातळीतील वितरण** : सूर्याकडून पृथ्वीकडे येणाऱ्या लघुलहरी किरणांमुळे पृथ्वीचा पृष्ठभाग (जमीन व पाणी) तापतो. या पृष्ठभागाकडून दीर्घलहरी किरणांच्या स्वरूपात उष्णता उत्सर्जित केली जाते. वातावरणातील पाण्याची वाफ, कार्बन डाय ऑक्साईड हे वायू पृथ्वीवरून उत्सर्जित केली जाणारी उष्णता शोषून घेतात यामुळे जमिनीलगतची हवा तापते. उंचावर जाताना पाण्याच्या वाफेचे व कार्बनडाय ऑक्साईडचे प्रमाण कमी होत जाते. त्यामुळे वातावरणाची उष्णता ग्रहण करण्याची क्षमताही कमी होत जाते व उंचावर जाताना हवेचे तापमान कमी होत जाते. साधारणतः १ कि.मी. उंचीवर गेल्यावर हवेचे तापमान ६.५° से. कमी होत जाते. यालाच हवेचा 'सर्वसाधारण न्हासदर' असे संबोधले जाते.

उंचावर जाताना तापमानात सतत घट होत रहाते पण ठराविक उंचीवर आल्यावर (विषुववृत्ताकडे १६ कि.मी. व ध्रुवाकडे ८ कि.मी.) उंचीनुसार तापमानात वाढ होते. सुमारे ५० कि.मी. उंचीवर पुन्हा तापमानात घट होण्यास सुरुवात होते व ८० कि.मी. उंचीवर पुन्हा तापमानात घट होण्यास सुरुवात होते व ८० कि.मी. उंचीनंतर हवेचे तापमान वाढू लागते. याचाच आधार घेऊन हवामान तज्ञांनी वातावरणाचे पुढीलप्रमाणे विविध भाग पाडलेले आहेत.



आकृती १.९ हवेचे अभिसरण प्रवाह



आकृती १.१० तापमानाचे उभ्या पातळीतील वितरण

उंची	वातावरणाचे थर	वातावरणाच्या थरांचे गुणधर्म
कि.मी	बाह्यावरण	उंचीनुसार तापमानात वाढ होते.
८०	मध्यावरण	उंचीनुसार घट होते.
५०	स्थितांबर	उंचीनुसार वाढ होते.
१२	तपांबर	उंचीनुसार घट होते.

हरित गृह परिणाम : सूर्याच्या उर्जेमुळे (सौर उर्जा) जमीन तापते. जमिनीलगतचे हवेचे थर तापतात व अशा प्रकारे वातावरणाला उष्णता भूपृष्ठाकडून मिळते. उंचावर जाताना तापमानात घट होत जाते. वातावरण खालून (भूपृष्ठाकडून) का तापते हे समजण्यासाठी वातावरणाचा हरीत गृह परिणाम (Green House Effect) समजून घ्यावा लागेल.

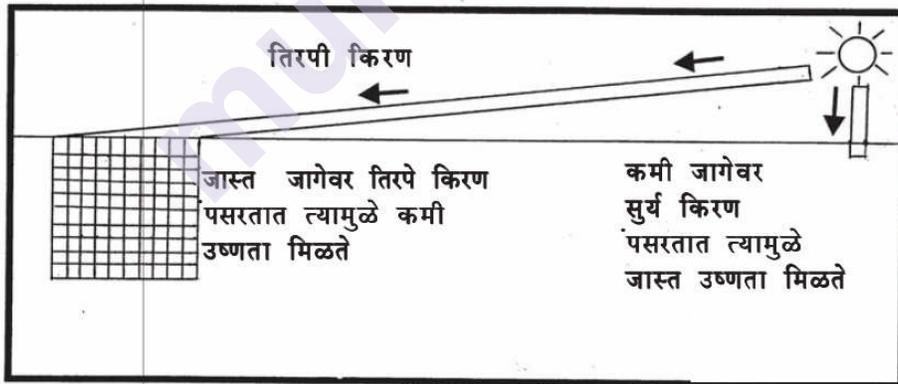
समशीतोष्ण कटिबंधात हिवाळ्यात तापमान खूपच कमी होते. १० से. पेक्षा कमी तापमान वनस्पतींना हानीकारक असते. यासाठी या प्रदेशात काचेच्या घरात वनस्पती वाढवतात. या घरांना (ग्रीन हाऊस) हरीत गृह असे संबोधले जाते. कांच पारदर्शक असते त्यामुळे सूर्यकिरण हे कोणताही अडथळा न येता ग्रीन हाऊसमध्ये येतात. सूर्यप्रकाशामुळे ग्रीन हाऊसमध्ये उष्णता निर्माण होते. मात्र कांच ही उष्णतेची मंदवाहक असल्यामुळे ग्रीन हाऊस-हरीत गृहातील उष्णता बाहेर जाऊ शकत नाही व आतील हवा उबदार राहते. झाडांना पुरेशी उब मिळते. सूर्याची उष्णता पृथ्वी यांच्या तापमानाची तुलना केली असता सूर्याचे तापमान पृथ्वीच्या तापमानापेक्षा खूपच जास्त असते. सूर्य किंवा पृथ्वीतापल्यावर उष्णतेचे उत्सर्जन लहरींच्या स्वरूपात असते. सूर्याची उष्णता अधिक असल्याने सूर्याकडून उत्सर्जित होणारी उष्णता लघु लहरींच्या स्वरूपात असते. तर पृथ्वी तापल्यावर पृथ्वीकडून उत्सर्जित होणारी उष्णता दीर्घ लहरींच्या स्वरूपात असते.

वातावरणातील कार्बन डाय ऑक्साईड, पाण्याची वाफ, मिथेन इ. वायूंना हरीत गृह वायू असे संबोधले जाते हे वायू सूर्याकडून येणारे लघुलहरी किरण अडवू शकत नाहीत. मात्र पृथ्वी/ भूपृष्ठ तापल्यावर उत्सर्जित होणारे दीर्घलहरी किरण अडवितात. वातावरणाच्या या परिणामाला हरीत गृह परिणाम असे संबोधले जाते. वातावरणाच्या खालच्या थरात या वायूंचे प्रमाण जास्त असल्यामुळे वातावरण खालून तापत जाते.

उंचीनुसार तापमान कमी होण्याची कारणे (१) उत्सर्जन- सूर्याकडून येणारी सौरशक्ती सर्वप्रथम पृथ्वीलगतचे वातावरणाचे थर तापविते. हे थर तापल्यानंतर भूभागावरून उत्सर्जित होणाऱ्या उष्णतेने वरचे थर तापविले जातात. म्हणून भूपृष्ठागतचे हवेचे तापमान अधिक तर उंचीनुसार हवेचे तापमान कमी असते. याच बरोबर खालचे थर प्रथम व अधिक तापतात तर वरचे थर उशिरा व कमी तापतात. (२) **वहन-**वहन क्रियेद्वारे हवेच्या तापमानाचे थर खालून वर तापत जातात. वातावरणाच्या खालच्या थरात धूलिकण, हवेचे अणू, सूक्ष्म कण अधिक असतात. ते स्वतः प्रथम व अधिक तापतात. त्यानंतर वरील थरातील कणांना उष्णतेचे संक्रमण करतात. अशा प्रकारे खालून वर वहन क्रियेने उष्णतेचे संक्रमण होते. याच बरोबर खालच्या थरात धूलिकण व अणूंची संख्या अधिक असल्याने उष्णता अधिक असते. तर उंचीनुसार धूलिकण व अणूंचे प्रमाण कमी असल्याने उष्णता ग्रहण करण्याची क्षमता कमी असते. (३) **अभिसरण-**सूर्याकडून येणारी सौरशक्ती प्रथम भूपृष्ठ व भूपृष्ठा लगतची हवा तापविते. हवा हलकी होऊन वर जाते. तर वरील जड व थंड हवा खाली येते. अशा प्रकारे वातावरणाचे थर खालून वर अभिसरण क्रियेने तापत जातात. (४) **शोषण-**तापमानाच्या उभ्या वितरणावर शोषण हा घटकही परिणाम करतो. कारण वातावरणात असणारे जलबाष्प, धूलिकण व वायूचे प्रमाण जास्त असल्याने वातावरणाच्या तळाच्या थरातील घटक अधिक प्रमाणात सौरशक्तीचे शोषण करतात. त्यामुळे तळाच्या थरात तापमान अधिक तर जसजसे उंच जावे तसतसे या घटकांचे प्रमाण कमी-कमी होत जाते. पर्यायाने हवेचे तापमान सुध्दा कमी कमी होत जाते.

तापमानाचे आडव्या किंवा क्षितीज समांतर दिशेतील वितरण: पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील तापमानाच्या आडव्या किंवा क्षितीज समांतर वितरणावर अक्षांशांचा परिणाम होतो. म्हणून तापमानाच्या क्षितीज समांतर वितरणाचे विभाग अक्षवृत्तामुळे जवळपास निश्चित झाले आहेत. त्यांना कटीबंध म्हणून ओळखले जाते. हे कटिबंध खालीलप्रमाणे आहेत. आकृती मध्ये कटिबंध दाखवलेले आहेत. (१) **उष्ण कटिबंध-** विषुववृत्तापासून उत्तरेकडे कर्कवृत्तापर्यंत तर दक्षिणेकडे मकरवृत्तापर्यंत म्हणजे ० अक्षवृत्तापासून $२३^{\circ} १/२$ उत्तर अक्षवृत्त व ० अक्षवृत्तापासून $२३^{\circ} १/२$ दक्षिण अक्षवृत्त म्हणजे या दरम्यानचा पट्टा म्हणजे उष्ण कटिबंध होय. या पट्ट्यात सूर्यकिरण वर्षभर कमी अधिक प्रमाणात लंबरूप पडतात. त्यामुळे या पट्ट्याला सौरशक्ती सर्वाधिक मिळते म्हणूनच येथे हवेचे तापमान वर्षभर अधिक असते. (२) **समशीतोष्ण कटिबंध-** पृथ्वी पृष्ठभागावरील दोन्ही गोलार्धात उत्तरेला $२३^{\circ} १/२$ अक्षवृत्तापासून म्हणजेच कर्कवृत्तापासून $६६^{\circ} १/२$ च्या ध्रुवापर्यंतच्या **आर्टिक वर्तुळ** व दक्षिण गोलार्धातील $२३^{\circ} १/२$ अक्षवृत्तापासून म्हणजेच मकरवृत्तापासून दक्षिणेकडील ध्रुववृत्तापर्यंतच्या **अंटार्क्टिक वर्तुळ** पट्ट्याला समशीतोष्ण कटीबंध असे म्हणतात. या पट्ट्यात सूर्यकिरणे नेहमी तिरपी पडतात. या पट्ट्यातील तापमान उष्ण कटीबंधातील तापमानापेक्षा कमी असते. दोन्ही गोलार्धात $२३^{\circ} १/२$ अक्षवृत्तापासून ४५° अक्षवृत्ताच्या प्रदेशाला उबदार हवेचा पट्टा तर ४५° अक्षवृत्तापासून $६६^{\circ} १/२$ अक्षवृत्ताच्या पट्ट्याला थंड हवेचा पट्टा म्हणून ओळखले जाते.

(३) **शीत कटिबंध-** उत्तरेकडे $६६^{\circ} १/२$ अक्षवृत्तापासून म्हणजेच आर्टिक वर्तुळापासून उत्तर ध्रुवापर्यंत व दक्षिणेला $६६^{\circ} १/२$ अक्षवृत्तापासून म्हणजेच अंटार्क्टिका वर्तुळापासून दक्षिण ध्रुवापासून दक्षिण ध्रुवापर्यंतच्या प्रदेशाला शीत कटिबंध असे म्हणतात.

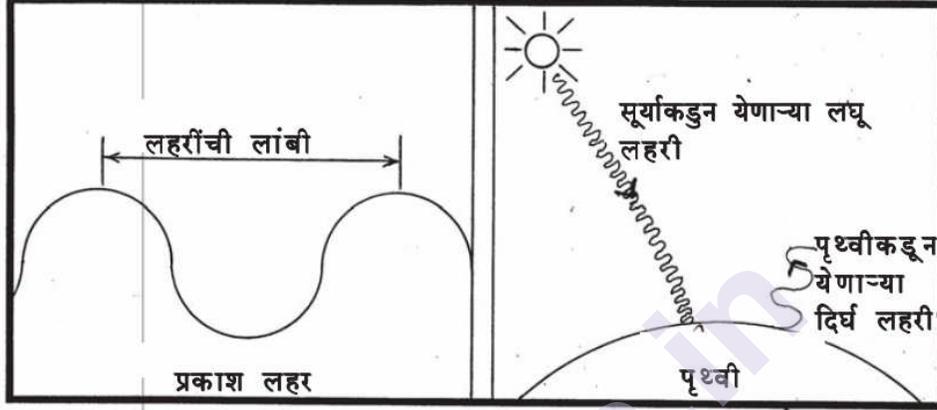


आकृती १.११ तिरपे व लंबरूप किरण

या प्रदेशात सूर्यकिरणे वर्षभर अतिशय तिरपी पडतात त्यामुळे तापमान अतिशय कमी असते. दिनमान व रात्रीमान २४ तासापेक्षा जास्त असते. दोन्ही ध्रुवांजवळ सहा महिन्यांचा दिवस व सहा महिन्यांची रात्र असते.

१.४ सौरउर्जा व तापमान

सौर उर्जा प्रस्तावना : पृथ्वीच्या उर्जा मिळण्याचे एकमेव केंद्र म्हणजे सूर्य होय. सूर्य हा सौरशक्ती पुरविणारा प्रमुख घटक आहे. सूर्यापासून अव्याहतपणे उष्णतेचे उत्सर्जन होते. पृथ्वीला मिळणारी १९.०७ उर्जा सूर्या पासून मिळते. म्हणून उष्णतेचा प्रमुख स्रोत सूर्य हा आहे.



आकृती १.१२ प्रकाश लहर - लघु व दीर्घ

सूर्याचा व्यास पृथ्वीच्या व्यासापेक्षा सुमारे १०९ पटीने अधिक असून सूर्याच्या पृष्ठभागावरून प्रचंड मोठ्या प्रमाणात सौरशक्तीचे उत्सर्जन होते.

सूर्याच्या पृष्ठभागावरून बाहेर पडणारी उष्णता डोळ्यांना दिसत नाही पण वातावरण तापविण्याचे कार्य मात्र अव्याहतपणे करते.

सौरशक्तीची व्याख्या : सूर्यापासून उत्सर्जनाने सर्व दूर अंतराळात फेकल्या जाणाऱ्या उष्णतेला सौरशक्ती असे म्हणतात.

सौरशक्तीचे स्वरूप : पृथ्वीला उष्णता पुरविणारा सूर्य हा महत्त्वाचा घटक आहे. पृथ्वीला सूर्यापासून लघुलहरींद्वारे सौरशक्ती मिळते. या लहरी दर सेकंदाला ३,००,००० कि. मी. वेगाने उष्णता वाहून नेतात. उष्णता उत्सर्जित करणाऱ्या पदार्थाच्या उष्णतेवर या लहरींची लांबी अवलंबून असते. पृथ्वीपासून बाहेर पडणाऱ्या उष्णतेच्या लहरी सूर्य लहरीपेक्षा सुमारे २० पटीने लांब असतात. सूर्यापासून बाहेर फेकल्या गेलेल्या सौरशक्तीच्या फक्त दोन अब्जांश इतकीच सौरशक्ती पृथ्वीला प्राप्त होते. ही सौरशक्ती अत्यल्प वाटत असली तरी २३,००० अब्ज अश्वशक्तीच्या बरोबरीची असते. सौरशक्ती विद्युत चुंबकीय लहरींच्या स्वरूपात प्रवास करित उत्सर्जनाने भूपृष्ठावर येते. सौरशक्ती वातावरणाच्या वेगवेगळ्या थरांमधून प्रवास करित असली तरी त्यामुळे वातावरण तापविले जात नाही. सूर्यकिरण भूपृष्ठावर पोहचतात त्यामुळे भूपृष्ठ तापते. त्यानंतर भूपृष्ठालगतचे वातावरणाचे थर तापतात. सौरशक्ती ही भूपृष्ठावर व वातावरणात बदलाचे काम करते. वातावरणातील विविध अविष्कार घडून येण्यामागचे सूर्य हा एक महत्त्वाचा घटक आहे.

सौर उर्जेतील लहरींची लांबी वेगवेगळी (कमी जास्त) असते. यापैकी ०.४ ते ०.७ मायक्रॉन या पट्ट्यातील किरणे आपल्याला दिसणारा सूर्यप्रकाश मात्र ०.४ मायक्रॉन पेक्षा कमी लहरींची लांबी असणाऱ्या लहरी **अतीनील किरण** म्हणून ओळखले जातात. तसेच ०.७ मायक्रॉनपेक्षा जास्त लहरींची लांबी असणाऱ्या लहरी इन्फ्रारेड किरण म्हणून ओळखले जातात. हे दोन्ही किरण आपल्याला दिसत नाहीत.

सौरशक्तीच्या वितरणावर परिणाम करणारे घटक: पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर सौरशक्ती सर्वत्र सारख्या प्रमाणात मिळत नाही. पृथ्वीच्या सभोवताली असणारे वातावरणाचे थर, वातावरणातील घटक, पृथ्वीचे सूर्यापासूनचे अंतर, दिवस-रात्रीचे स्वरूप, जमीन व पाण्याचे गुणधर्म, जमिनीचा प्रकार, भूपृष्ठाचा उतार, ढगांचे प्रमाण. विकिरण, शोषण-परावर्तन या सर्वच घटकांचा कमी अधिक परिणाम सौरशक्तीच्या वितरणावर होतो. म्हणून सौरशक्ती सर्वत्र समसमान प्रमाणात आढळत नाही.

(१) **सूर्यकिरणांचा पृथ्वीशी होणारा कोन/ अक्षांश** - सूर्य किरणांचा पृथ्वीशी कोन सर्व ठिकाणी सारखा नसतो. सूर्यकिरणांचा पृथ्वीशी होणारा कोन जर लहान म्हणजेच तिरपा असेल तर तेथे सौरशक्ती कमी मिळते. याउलट सूर्यकिरणांचा कोन मोठा म्हणजे लंबरूप असेल तर सूर्यकिरणे लंबरूप पडतात यामुळे सौरशक्ती जास्त मिळते.

लंबरूप किरणे पृथ्वीवर कमी जागा व्यापतात. अधिक उष्णता देतात तर तिरपी किरणे जास्त भाग व्यापतात वा कमी उष्णता देतात त्याच बरोबर तिरप्या किरणांना लंबरूप किरणापेक्षा वातावरणाच्या अधिक थरातून प्रवास करावा लागतो. त्यात बरीचशी उष्णता वातावरणात नष्ट होतो. म्हणून तिरपे किरण पडणाऱ्या ठिकाणी कमी सौरशक्ती मिळते व सूर्य किरण वर्षभर लंबरूप पडतात. तेथे जास्त सौरशक्ती मिळते. ध्रुवीय प्रदेशात सूर्यकिरणे वर्षभर तिरपी पडतात त्यामुळे वर्षभर कमी सौरशक्ती मिळते.

(२) **दिवस व रात्र यांचा कालावधी**- दिवस व रात्रीचा कालावधी हा घटक सुध्दा सौरशक्तीच्या वितरणावर परिणाम करतो.जेथे दिवस मोठा व रात्र लहान असते तेथे अधिक सौरशक्ती मिळते ते जेथे दिवस लहान व रात्र मोठी असते तेथे कमी सौरशक्ती मिळते. जेथे हिवाळा ऋतु असतो तेथे दिवसाचा कालावधी मोठा असल्याने सौरशक्ती कमी मिळते.

२१ मार्च व २२ सप्टेंबर या दोन दिवशी सूर्यकिरणे विषवृत्तावर लंबरूप पडतात त्यामुळे या दोन दिवशी सर्वत्र १२ तासाचा दिवस व १२ तासाची रात्र असते. या दोन दिवशी विषवृत्तीय प्रदेशात सूर्यकिरणे लंबरूपाने पडतात. त्यामुळे सौरशक्ती जास्त मिळते.

२१ जून या दिवशी पृथ्वीचा उत्तरध्रुव सूर्याकडे झुकलेला असतो. त्यामुळे कर्कवृत्तावर सूर्यकिरणे लंबरूपाने पडतात. उत्तर गोलार्धाचा अधिकाधिक भाग सूर्याच्या समोर येतो. दिवस मोठा व रात्र लहान होते. सहाजिकच सौरशक्ती अधिक मिळते. त्यामुळे या कालावधीत उत्तर गोलार्धात उन्हाळा ऋतु असतो.

२१ डिसेंबर या दिवशी पृथ्वीचा दक्षिण ध्रुव सूर्याकडे झुकलेला असतो. त्यामुळे दक्षिण गोलार्धातील अधिकाधिक भाग सूर्याच्या समोर येतो. त्यामुळे दक्षिण गोलार्धात दिवस मोठा व रात्र लहान असते. परिणामी सौरशक्ती अधिक मिळते म्हणून येथे उन्हाळा हा ऋतु असतो.

अशा प्रकारे दिवस व रात्र यांचा कालावधी सुध्दा सौरशक्तीच्या वितरणावर परिणाम करित असतो.

(३) **जमीन व पाण्याचे गुणधर्म**— जमीन व पाण्याचे गुणधर्म हा घटकही सौरशक्तीच्या वितरणावर परिणाम करतो. जमीन अचल, घन, अपारदर्शक असल्याने ती अधिक सौरशक्ती ग्रहण करते व अधिक तापते तर पाणी चल, द्रवरूप व पारदर्शक असल्याने कमी सौरशक्ती ग्रहण करते व अधिक सौरशक्तीचे परावर्तन करते. त्यामुळे जमीनीवर तापमान अधिक तर पाण्यावर तापमान कमी असलेले पहावयास मिळते.

(४) **जमीनीचा प्रकार**— पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर वेगवेगळ्या प्रकारची जमीन आहे. या जमीनीची उष्णता ग्रहण करण्याची क्षमता कमी असते. उदा. खडकाळ किंवा वालुकामय प्रकारची जमीन सौरशक्तीचे अधिक प्रमाणात ग्रहण करते. म्हणून वाळवंटी प्रदेशात उष्णता अधिक असते. तर पाणथळ किंवा नदी खोऱ्यातील जमीन सौरशक्ती कमी प्रमाणात ग्रहण करते त्यामुळे तेथे सौरशक्ती कमी असते.

(५) **वनस्पतीचे अच्छादन**— पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर जेथे जेथे वनाचे आच्छादन आहे तेथे तेथे सौरशक्ती कमी मिळते. कारण वनयुक्त प्रदेशात बरीचशी उष्णता बाष्पीभवन क्रियेत खर्च होते. याच बरोबर वनस्पतीच्या फांद्या व पानावरून बहुतांश सौरशक्ती परावर्तित होते. त्यामुळे बहुतांश सौरशक्ती भूभागापर्यंत पोहचू शकत नाही. त्यामुळे वनाच्छादित प्रदेशात सौरशक्ती कमी मिळते.

(६) **भूपृष्ठाचा रंग** — भूभागावर विविध प्रकारचे खडक व मृदा अस्तित्वात आहे. त्यापैकी पांढरा खडक व मृदा असणाऱ्या ठिकाणी तापमान कमी असते. तर काळा खडक/मृदा सौरशक्तीचे अधिकाधिक शोषण करित कमी परावर्तन करित असल्यामुळे असा खडक व मृदा असणाऱ्या प्रदेशात तापमान अधिक आढळते.

(७) **वातावरणाचा परिणाम**— सूर्यकिरण जेव्हा पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर पोहचतात तेव्हा वातावरणाच्या वेगवेगळ्या थरातून येतात. वातावरणामध्ये धूलीकण, जल, बाष्प, वेगवेगळे वायू आहेत. हे सर्व घटक सौरशक्तीचे विकिरण, शोषण व परावर्तन करतात. त्यामध्ये बरीचशी सौरशक्ती नष्ट होते. त्यामुळे ही भूपृष्ठाला मिळणाऱ्या सौरशक्तीचे प्रमाण कमी होते.

(अ) **विकिरण**— वातावरणात धूलीकरणांची संख्या प्रचंड आहे. येणाऱ्या सूर्याची किरणे या धूलीकरणावर पडतात व विखुरली जातात त्यांना **विकिरण** असे म्हणतात. यामुळे सूर्याकडून येणारी सौरशक्ती भूपृष्ठावर येण्यापूर्वीच काही प्रमाणात नष्ट होते. विकिरण या क्रियेमुळेच आकाशाचा रंग निळा दिसतो.

(ब) **शोषण**— वातावरणात वेगवेगळे वायू, जल, बाष्प, धूलिकण अस्तित्वात आहेत. ते सूर्यापासून येणाऱ्या सौरशक्तीचे मोठ्या प्रमाणावर शोषण करतात त्यामुळे बरीचशी सौरशक्ती भूपृष्ठावर पोचण्यापूर्वीच शोषण क्रियेने नष्ट होते.

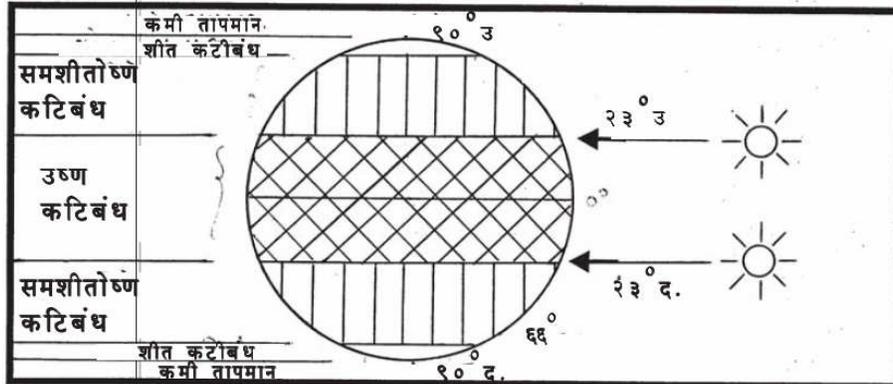
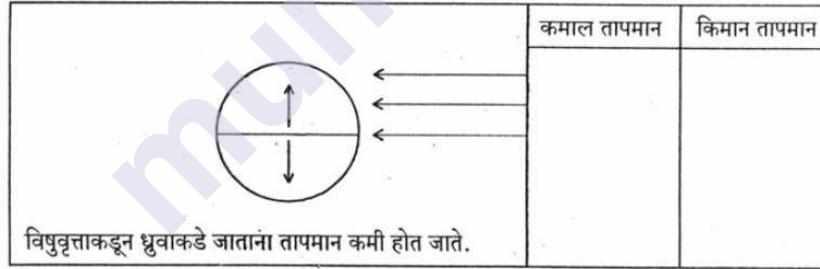
(क) **परावर्तन**— वातावरणातील वेगवेगळे घटक उदा. वायू, धूलिकण, जलबाष्प, ढग, यावरून सौरशक्तीचे परस्पर परावर्तन होते. या सौरशक्तीचा भूपृष्ठाशी संपर्क येत नाही व भूपृष्ठावरील घटकासाठी त्याचा काहीच उपयोग होत नाही ही क्रिया वर्षभर सर्वत्र घडत असते याला **परावर्तन** असे म्हणतात. अशा प्रकारे सौरशक्तीच्या वितरणावर वरील सर्वच घटकांचा कमी अधिक प्रमाणावर परिणाम होतो.

१.५ तापमानाच्या वितरणावर परिणाम करणारे घटक

पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर वेगवेगळ्या ठिकाणी तापमान सारखेच आढळत नाही. एखाद्या ठिकाणाच्या तापमानावर अनेक घटक परिणाम करतात. तापमानाच्या वितरणावर परिणाम करणारे प्रमुख घटक पुढीलप्रमाणे आहेत.

- | | |
|------------------------|----------------------------|
| १) अक्षवृत्त | २) समुद्रसपाटीपासूनची उंची |
| ३) समुद्रापासूनचे अंतर | ४) डोंगर उतार |
| ५) सागर प्रवाह | ६) वारे |
| ७) ढगांचे आच्छादन | ८) दिवसाचा कालावधी |

१) अक्षवृत्त: उष्ण कटिबंधात सूर्यकिरण लंबरूप असतात. (कर्कवृत्त ते मकरवृत्त) लंबरूप किरण पृथ्वीवरील छोट्या जागेत एकवटलेले असतात. तसेच लंबरूप किरण वातावरणातून पृथ्वीकडे येताना वातावरणातील धुलीकण व इतर घटकांचा अडथळा कमी प्रमाणात होतो त्यामुळे लंबरूप सूर्यकिरण ज्या ठिकाणी पडतात त्या ठिकाणी जमिनीचे तापमान / जमिनीलगतच्या हवेचे तापमान जास्त असते. याऊलट तिरप्या किरणांना वातावरणातून अधिक अंतर जावे लागते व त्यामुळे तिरप्या किरणांना वातावरणातील घटकांचा अडथळा निर्माण होतो. तिरप्या किरणांचे परावर्तन, विकिरण होऊन त्यांची तीव्रता कमी होते. तिरपे किरण मोठ्या भूभागावर पसरतात त्यामुळे प्रत्येक घटकाला/भागाला मिळणारी उष्णता अत्यल्प असते. समशीतोष्ण कटिबंधात व सशी कटिबंधात सूर्यकिरण तिरपे असतात व त्यामुळे या कटिबंधात तापमान खूपच कमी असते.

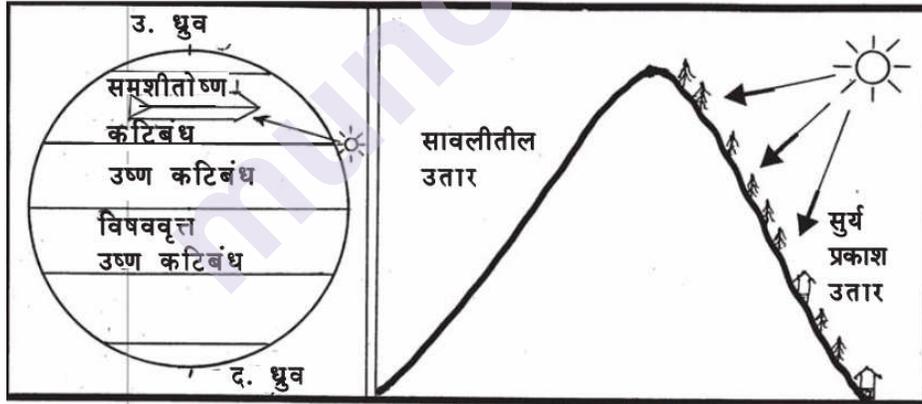


आकृती १.१४ पृथ्वीचे तापमान वितरण

यावरून असे लक्षात येते की, विषुववृत्ताकडून ध्रुवाकडे जाताना तापमान कमी होत जाते.

२) **समुद्रापासुनची उंची:** समुद्रसपाटीपासून उंचावर जाताना हवेचे तापमान कमी होत जाते. सूर्यकिरण पृथ्वीवर लघुलहरी किरणांच्या स्वरूपात येतात. पृथ्वीचा पृष्ठभाग तापतो. या पृष्ठभागाकडून दीर्घ लहरींच्या स्वरूपात उष्णता उत्सर्जित केली जाते. वातावरणातील पाण्याची वाफ, कार्बन डाय ऑक्साईड इ. वायू दीर्घ लहरींच्या स्वरूपातील उष्णता शोषून घेतात. पाण्याची वाफ पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरून बाष्पीभवाच्या प्रक्रियेने वातावरणात मिसळते. तसेच कार्बन डायऑक्साईड ज्वलनाच्या प्रक्रियेने वातावरणात मिसळतो. या दोन्ही वायूंचे प्रमाण पृथ्वीच्या पृष्ठभागालगत अधिक असते त्यामुळे वातावरणाची उष्णता ग्रहण करण्याची क्षमताही भूपृष्ठालगत जास्त असते. उंचावर जाताना पाण्याच्या वाफेचे, कार्बन डाय ऑक्साईडचे प्रमाण कमी होत जाते त्यामुळे वातावरणाची उष्णता करण्याची क्षमताही कमी होत जाते आणि त्यामुळे उंचावर जाताना तापमानात घट होत जाते.

३) **समुद्रापासूनचे अंतर:** जमीन व पाण्याचे तापमानविषयक गुणधर्म वेगवेगळे आहेत. दिवसा सूर्याच्या उष्णतेने जमीन तापते पण पाण्याचे तापमान कमी असते. जमीन लवकर तापते व लवकर थंड होते. पाणी उशीरा तापते व उशीरा थंड होते. त्यामुळे रात्री पाणी उबदार असते तर जमीन थंड असते. या तापमान भिन्नतेमुळे किनाऱ्यावरील प्रदेशात वारे- खारे वारे -मतलई वारे निर्माण होतात त्यामुळे किनाऱ्यावरील प्रदेशात कमाल व किमान तापमानातील फरक कमी असतो. किनाऱ्यापासून दूर, खंडाच्या अंतर्गत भागात जाताना तापमानातील फरक वाढत जातो. खंडाच्या अंतर्गत भागात तापमान कक्षा जास्त असते.



आकृती १.१५ उताराचा तापमानावरील परिणाम

४) **डोंगर उतार:** समशीतोष्ण कटिबंधात सूर्यकिरणे तिरपे असतात. उत्तर गोलार्धात समशीतोष्ण कटिबंधातील दक्षिणेकडील डोंगर उतारांवर अधिक सूर्यप्रकाश मिळतो व त्यामुळे या डोंगर उतारावर वनस्पती आणि वह्यांचे प्रमाण जास्त असते. हा डोंगर उतार Adret Slope या नावाने ओळखला जातो. त्याउलट उत्तरेच्या दिशेला असलेल्या डोंगर उतारावर कमी सूर्यप्रकाश मिळतो त्यामुळे या डोंगर उतारावर वनस्पती तसेच वस्त्यांचे प्रमाण कमी आढळते. हा डोंगर उतार Ubac Slope म्हणून ओळखला जातो. डोंगर उतारांमुळे सूर्यप्रकाश/तापमानावर होणारा परिणाम हा Aspect Effect म्हणून संबोधला जातो.

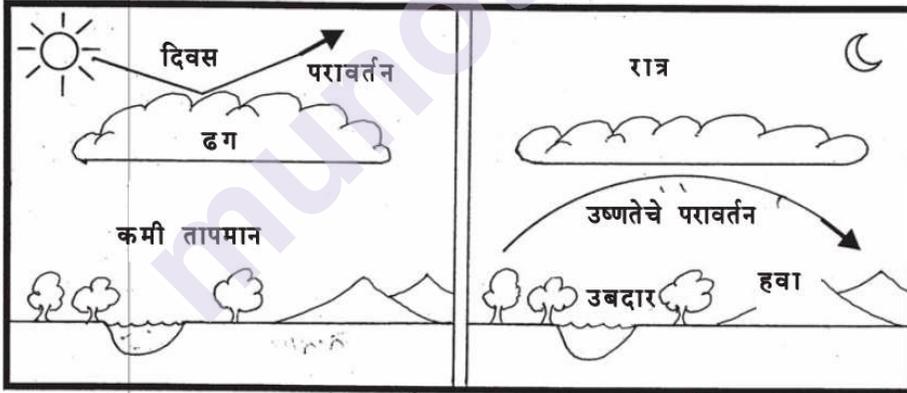
५) **सागर प्रवाह:** उष्ण सागर प्रवाहांमुळे सभोवतालच्या प्रदेशांचे तापमान वाढते. उदा. अटलांटिक महासागरातील गल्फ स्ट्रीम उष्णप्रवाहामुळे पश्चिम युरोपीय देशांचा किनारपट्टीचा भाग उबदार राहतो.

त्याचप्रमाणे शीत सागर प्रवाहांमुळे सभोवतालच्या प्रदेशांचे तापमान कमी होते.

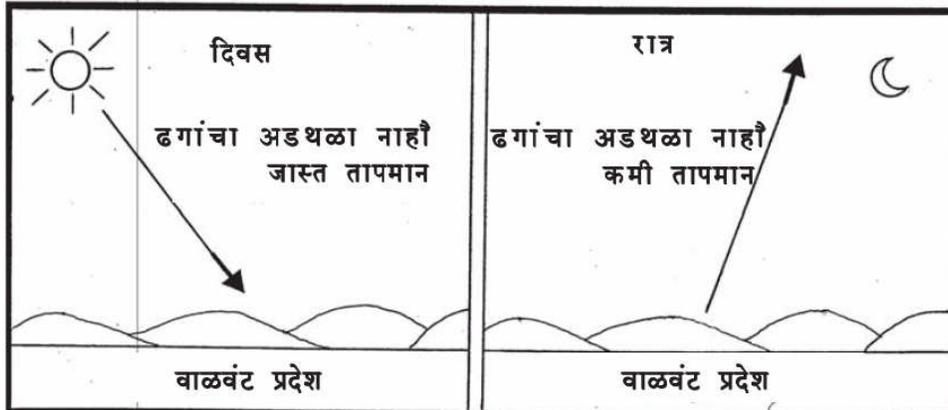
६) **वारे:** उष्ण स्थानिक वाऱ्यांमुळे प्रदेशांचे तापमान वाढते. तर शीत स्थानिक वाऱ्यांमुळे तापमान कमी होते.

७) **ढगांचे आच्छादन:** दिवसा ढगांचे आच्छादन असल्यास सूर्यकिरण ढगांवरून परावर्तित होतात त्यामुळे जमिनीकडे येणाऱ्या उष्णतेत घट होते. रात्री ढगांचे आच्छादन असल्यास पृथ्वीवरून उत्सर्जित केली जाणारी उर्जा ढगांमुळे अडविली जाते. त्यामुळे जमिनीलगतची हवा उबदार राहते. विषुववृत्तीय प्रदेशात सतत ढगांचे आच्छादन असते, त्यामुळे या प्रदेशातील तापमान कक्षा कमी असते. वाळवंटात ढगांचे आच्छादन आढळत नाही त्यामुळे दिवसा सूर्याच्या उष्णतेमुळे तापमान खूप जास्त असते व रात्री पृथ्वीकडून जाणाऱ्या उष्णता लहरींना अडथळा नसल्याने रात्रीचे तापमान खूपच कमी होते.

८) **दिवसाचा कालावधी:** दिवसाचा कालावधी जास्त असल्यास सूर्यप्रकाश अधिक प्रमाणात मिळतो व तापमान वाढते. त्याउलट दिवसाचा कालावधी कमी असल्यास, सूर्यप्रकाशाचे प्रमाण कमी असते व तापमान कमी असते. उन्हाळ्यात दिवसाचा कालावधी जास्त असतो तर हिवाळ्यात दिवसाचा कालावधी कमी असतो म्हणून उन्हाळ्यात गरम होते व हिवाळ्यात थंडी वाजते.



आकृती १.१६



आकृती १.१७

७.६ समारोप व वातावरण व तापमानाचे महत्त्व

वातावरणातील विविध वायू आपल्याला तसेच इतर सजीवां खूपच उपयुक्त आहेत. आपण प्राणवायू घेतो तर झाडे कार्बन डाय ऑक्साईड वायू घेतात. हवेतील नायट्रोजनचे रूपांतर नायट्रेटमध्ये होऊन तो वनस्पतींना उपयुक्त ठरतो.

जलचक्रामुळे पृथ्वीवरील पाणी बाष्पीभवनामुळे वर जाते व सोद्रीयवन प्रक्रियेने ढग तयार होऊन पाऊस पडतो. या प्रक्रियेत अशुद्ध पाणी आपोआप शुद्ध होते. नद्या तयार होतात व त्यांच्या पाण्यावर पिके तयार होतात.

विविध मानवी व्यवसायांचे स्वरूपही तापमानानुसार वेगवेगळे असते. वातावरणातील घडामोडींच्या उदा. दंव, धुके, पाऊस, आवर्त इ. मानवी जीवनावर परिणाम होतो.

७.७ प्रश्न - संदर्भ

प्रश्न १. खालील प्रश्नांची उत्तरे द्या.

१. वातावरणाची उपयुक्तता स्पष्ट करा.
२. सुबक आकृतीच्या सहाय्याने वातावरणाच्या विविध थरांचे स्पष्टीकरण द्या.
३. सौर उर्जेबद्दल माहिती द्या.
४. तापमानाचे उभ्या पातळीतील वितरण स्पष्ट करा.
५. तापमानाच्या वितरणावर परिणाम करणाऱ्या विविध घटकांचे स्पष्टीकरण द्या.

प्रश्न २. टीपा द्या.

- | | |
|------------------------------|-----------------------|
| १. सौर उर्जा | २. तपांबर व स्थितांबर |
| ३. सर्वसादारण न्हास दर (NLR) | ४. वातावरणाचे महत्त्व |
| ५. वातावरणाचे थर | |



घटक - २

वायुभार व वारे

घटक संरचना :

- २.० उद्दिष्ट्ये
- २.१ प्रस्तावना
- २.२ वातावरणातील दाब आणि तापमान यांचा सहसंबंध
- २.३ वायुभार व वाऱ्याचा वेग यातील संबंध
- २.४ वाऱ्याची निर्मितीची कारणे
- २.५ पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील वायुभार पट्टे
- २.६ ग्रहीय वारे
- २.७ मोसमी वारे
- २.८ स्थानिक वारे
- २.९ समारोप
- २.१० प्रश्न

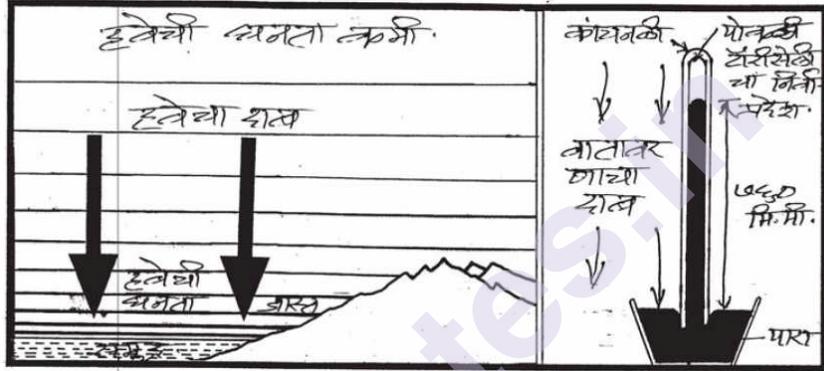
२.० उद्दिष्ट्ये

- वायुभाराची संकल्पना समजून घेणे.
- वायुभार व वारे यांच्यामधील संबंध अभ्यासणे.
- वाऱ्याच्या निर्मितीवर परिणाम करणाऱ्या घटकांचा अभ्यास करणे.
- पृथ्वीवरील वायुभाराचे वितरण अभ्यासणे.
- वाऱ्यांच्या विविध प्रकारांचा अभ्यास करणे.

२.१ प्रस्तावना

जर्मन शास्त्रज्ञ ऑटोफॉन गॅरिक यांनी इ.स १६५१ साली हवेला वजन असते हे शोधून काढले. हवेच्या वजनामुळे निर्माण होणारा दाब म्हणजे वायूभार होय. हा दाब मोजण्याचे उपकरण इटालियन शास्त्रज्ञ टॉरसेली याने शोधले. हवेचा दाब किती आहे हे तेथील हवेच्या घनतेवर अवलंबून असते. साधारणतः समुद्र सपाटीवर एक घन मीटर हवेचे वजन १२०२ ग्रॅम असते.

हवेच्या वजनाप्रमाणेच हवेचा दाब सुद्धा मोजता येतो व हा दाब पौंड किंवा मिलीबार या परिमाणात मोजतात. साधारणपणे समुद्रसपाटीवर एक चौरस इंच जागेवर असलेला हवेचा १४.७ पौंड भार हा एक इंच व्यासाच्या नळीतील २९.९२ इंच असे सांगण्याची पद्धत असून ४५ अक्षांशावरील हवेचा दाब सर्वत्र प्रमाणित मानण्यात येतो. मिली मीटर या परिमाणात हाच भार ७६० मी.मी. इतका भरतो. १९४० पासून हवेचा भार मिलीबार या परिमाणात मोजण्यात येत असून एक ग्रॅम वजनाच्या वस्तूमध्ये एका सेकंदाला एक से.मी. इतका वेग उत्पन्न होण्यासाठी जेवढा भार किंवा दाब लागतो त्याला एक डार्इन असे म्हणतात. अशा १० लक्ष डार्इन्समुळे एक चौरस से.मी. जागेवर पडणारा भार म्हणजे एक बार. एका बाराचा हजाराचा भाग म्हणजे मिलीबार होय. नवीन परिमाणाप्रमाणे २९.९२ इंच भार म्हणजे १०१३.२ मिलीबार होय

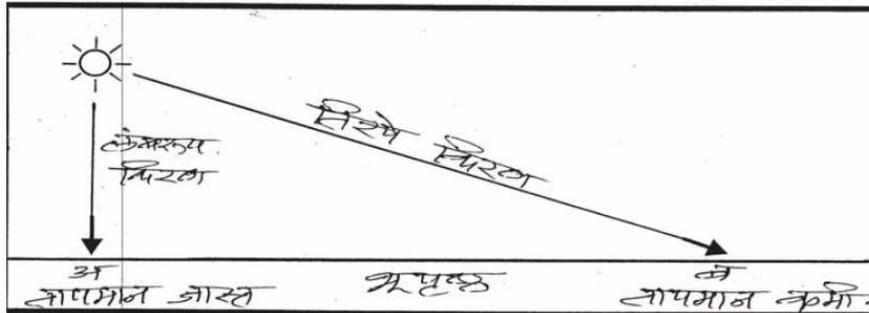


आकृती २.१ वायुभार व वायुभार मापन

यावरून असे स्पष्ट होते की हवेला वजन असते. हवेला दाब असतो. पण तो सर्वत्र सारखा नसतो. हवेच्या दाब किंवा भारात वेळ, काळ व ठिकाणानुसार बदल घडून येतो समुद्र सपाटीवर हवेचा दाब व भार समान असतो.

२.२ वातावरणातील दाब आणि तापमान यांचा सहसंबंध

हवेचा दाब व हवेचे तापमान यांचा जवळपास संबंध आहे. त्यामुळे कमी तापमानाच्या भागात हवेचा दाब जास्त तर जास्त तापमान असणाऱ्या भागात कमी दाब आढळतो. हवेचे तापमान वाढले की हवा प्रसरण पावते ती विरळ होते तीची घनता कमी होते. त्यामुळे वायुभार कमी होतो.



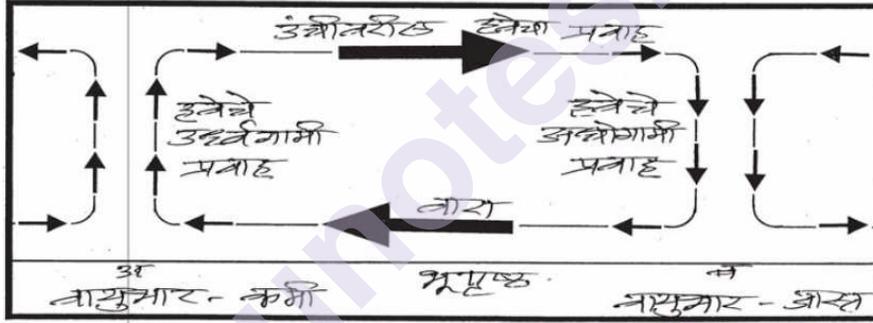
आकृती २.२ सूर्यकिरण व तापमान

वरील आकृतीत अ या ठिकाणी लंबरूप किरण पडताता तर ब या ठिकाणी तिरपे किरण पडतात. यामुळे अ या ठिकाणी सूर्यकिरण थोड्या जागेत एकवटले गेल्यामुळे तापमान जास्त असेल तर ब या ठिकाणी सूर्यकिरण विस्तृत प्रदेशावर पसरल्यामुळे तापमान कमी असेल.

‘अ’ या ठिकाणी तापमान जास्त असल्यामुळे जमीन तापले. जमिनीलगतची हवा तापून प्रसरण पावेल व तिची घनता कमी झाल्याने ती वर जाऊ लागेल. वरची हवा अ स्थानापासून दूर ढकलली जाईल. यामुळे अ ठिकाणी असणाऱ्या हवेचे वजन कमी होईल. यालाच आपण वायुभार कमी झाला असे संबोधतो.

‘ब’ ठिकाणी तिरप्या किरणांमुळे जमीन फारशी तापणार नाही. अ ठिकाणाच तुलनेत ब ठिकाणी वायुभार जास्त असेल त्यामुळे ब हा जास्त वायुभाराचा प्रदेश म्हणून ओळखला जातो.

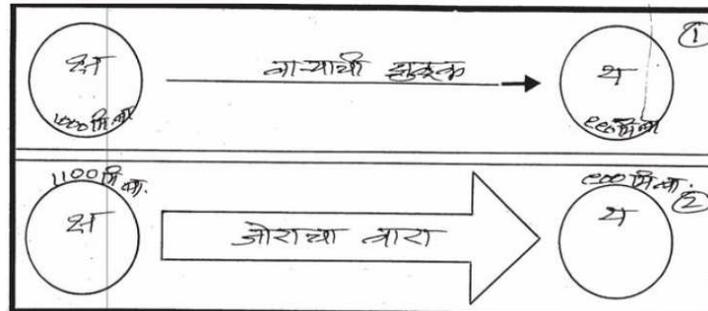
हवा साधारणतः संतुलित अवस्थेत रहाते. अ ठिकाणी कमी वायुभार व ब ठिकाणी जास्त वायुभार यामुळे हवेत असंतुलन निर्माण होते. हे असंतुलन दूर करण्यासाठी जास्त दाबाकडून हवा कमी दाबाच्या प्रदेशाकडे वाहू लागले त्याला वारा असे संबोधले जाते.



आकृती २.३ कमी व जास्त वायुभार

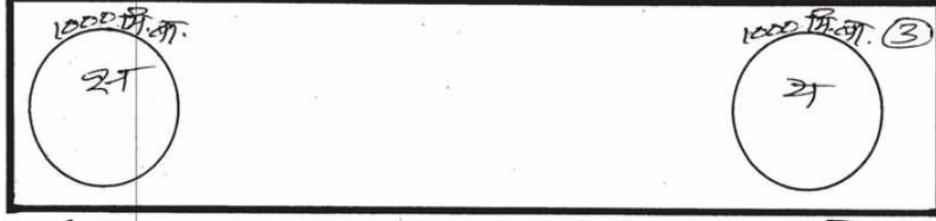
२.३ वायुभार व वाऱ्याचा वेग यातील संबंध

वायुभार हा नकाशावर समभार रेषांनी दर्शविला जातो. (समभार रेषा म्हणजे नकाशावर समान वायुभार असणाऱ्या ठिकाणांना जोडणारी रेषा) वारा नेहमी जास्त वायुभार असलेल्या प्रदेशाकडून कमी वायुभार असलेल्या प्रदेशाकडे वाहतो.



आकृती २.४ वायुभार व वाऱ्याचा वेग

आकृती क्र. १ (१४.४) मध्ये क्ष या ठिकाणी वायुभार १००० मिलीबार (mb) आहे तर या ठिकाणी वायुभार ९०० मिलीबार (mb) आहे. क्ष (१००० mb) चा वायुभार य (९०० mb) पेक्षा जास्त असल्याने क्ष कडील हवा य च्या दिशेने वाहू लागल व त्याला वारा असे संबोधता येईल.



आकृती २.५ समान वायुभार - वारा नाही

आकृती क्र. ३ (१४.५) मध्ये क्ष आणि य या दोन्ही ठिकाणी वायुभार समान आहे. (वायुभारत संतुलन आहे) त्यामुळे वारा वाहणार नाही. (यालाच वारा पडला असेही संबोधले जाते.)

२.४ वाऱ्याची निर्मितीची कारणे

पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर हवेचे तापमान सर्वत्र समान नसते. अक्षांश, समुद्र सपाटीपासूनची उंची, सूर्याचा कोन, पर्वत रांगा व इतर अनेक घटकांचा हवेच्या तापमानावर परिणाम होतो. कारण तापमानामुळे भूपृष्ठावर कमी जास्त दाबाचे पट्टे तयार होतात यांच बरोबर भूपृष्ठावरील हवेच्या दाबातील भिन्नता, उर्ध्वगामी व उधोगामी प्रवाहाची निर्मिती, हवेचा भार किंवा उतार, पृथ्वीचे परिवलन, वायू भाराचा उतार, कोरोऑलिस प्रेरणा, घर्षण या सर्व घटकांच्या परिणामामुळे वाऱ्याची निर्मिती होते व वारे जास्त दाबाच्या प्रदेशाकडून कमी दाबाच्या केंद्राकडे वाहू लागतात.

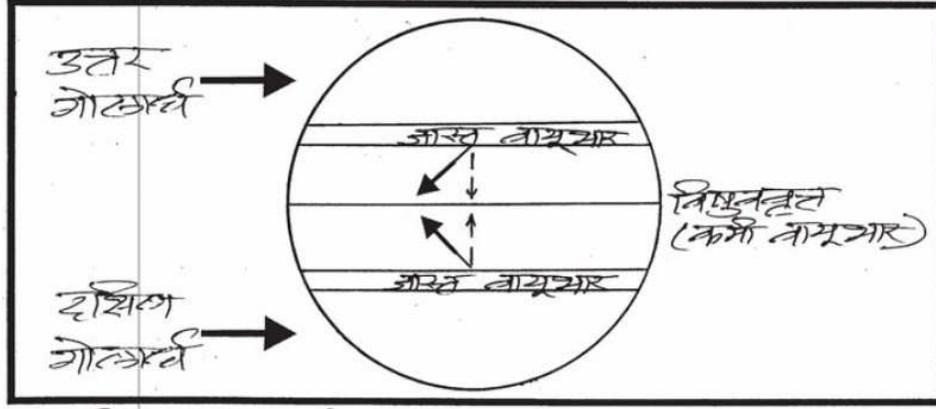
व्याख्या :

१) हवेच्या दाबात भिन्नता निर्माण होऊन भूपृष्ठाला समांतर दिशेने होणाऱ्या हवेच्या हालचालीस वारा असे म्हणतात.

२) जास्त भाराच्या प्रदेशाकडून कमी दाबाच्या प्रदेशाकडे हवा वाहू लागते त्याला वारा असे म्हणतात.

१) कोरोऑलिस प्रेरणा : पृथ्वीच्या गतीमुळे निर्माण होणाऱ्या शक्तीला कोरोऑलिस प्रेरणा असे म्हणतात. वारे नेहमी जास्त दाबाचा प्रदेशाकडून कमी दाबाच्या प्रदेशाकडे समभार रेषांना काटकोन करून वाहतात परंतु पृथ्वी बरोबरच तिच्या भोवती वातावरणही फिरते त्यांच्या वाऱ्याच्या दिशेवर परिणाम होतो.

अ) फेरलचा नियम : पृथ्वीवर निर्माण होणाऱ्या कोरोऑलिस प्रेरणेमुळे उत्तर गोलार्धात हवेच्या जास्त दाबाच्या प्रदेशाकडून कमी दाबाच्या प्रदेशाकडे वाहणारे वारे आपल्या मूळ दिशेपासून उजवीकडे तर दक्षिण गोलार्धात हे वारे आपल्या मूळ दिशेपासून डावीकडे वळतात.



आकृती २.६

ब) **बॉइज बॅलॉटच सिद्धांत** : आपण उत्तर गोलार्धात वाऱ्याच्या दिशेकडे पाठ करून उभे राहिल्यास आपल्या उजव्या बाजूस जास्त दाबाचा प्रदेश व डाव्या बाजूस कमी दाबाचा प्रदेश असतो तर दक्षिण गोलार्धात उजव्या बाजूस नेहमी कमी दाबाचा प्रदेश व डाव्या बाजूस जास्त दाबाचा प्रदेश असतो.

क) **भू-आवर्ती वारे** : उंचावरील वातावरणात हवेच्या दाबाची शक्ती व कोरोऑलिस प्रेरणा यांच्यात संतुलन निर्माण होते त्यामुळे समभार रेषांना वारे समांतर वाहतात या वाऱ्यांना भू-आवर्ती वारे असे म्हणतात.

२) **वायूभार उतार** : वाहणारे वारे नेहमीच जास्त दाबाच्या प्रदेशाकडून कमी दाबाच्या प्रदेशाकडे वाहतात. वायूभार उतार तीव्र असेल तर वारे अधिक गतीने व वायूभार उतार मंद असेल तर वारे कमी गतीने वाहतात. हे वारे अधिक गतीने जेव्हा वाहतात तेव्हा समभार रेषा तीव्र उताराच्या व वारे कमी गतीने वाहतात तेव्हा समभार रेषा मंद उताराच्या असतात. उदा. जूनच्या पहिल्याच आठवड्यात भारतातील भूखंडावरील वायूभार उतारा तीव्र बनल्यामुळे हिंदी महासागर वरील मोसमी वारे तीव्र गतीने भारतीय भूखंडावर प्रवेश करतात तेव्हा ढगांचा गडगडाट, विजेचा लखलखाट होऊन मेघ गर्जनेसह भरपूर पाऊस होतो.

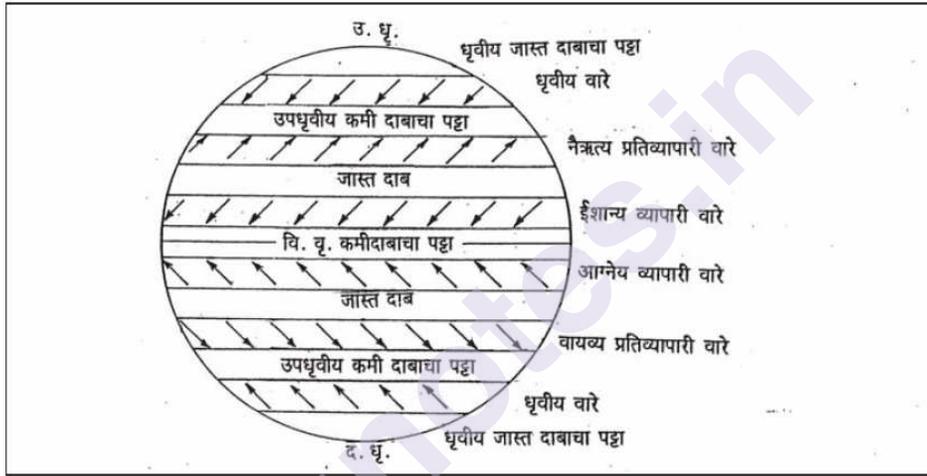
३) **केंद्रोत्सारी प्रेरणा** : पृथ्वीच्या स्वांग परिभ्रमणामुळे केंद्रोत्सारी प्रेरणा निर्माण होते या प्रेरणेमुळे पृथ्वीच्या केंद्राच्या विरुद्ध बाजूला वारे फेकले जातात त्याचा परिणाम वाऱ्याची गती, उष्ण कटिबंधीय आवर्त व चक्री वादळाच्या निर्मितीवर होतो. उदा. वादळे, हरिकेन्स, टोरनॅडो इ. वर या शक्तीचा परिणाम होत असतो.

४) **घर्षण** : वाऱ्याच्या मार्गात अडथळा आल्यास त्याच्यातून वाऱ्याची घर्षण क्रिया घडून येते त्याचा परिणाम वाऱ्याच्या गतीवर व दिशेवर होतो. तर हेच वारे मैदाने, वाळवंटे व समुद्रावरून वाहत असतील तर वाऱ्याच्या मार्गात कोणताही अडथळा न आल्याने ते अधिक गतीने वाहतात.

अशा प्रकारे वाऱ्याच्या निर्मितीवर वाऱ्याची गती व दिशेवर वरील घटकांचा परिणाम होताना आढळतो.

२.५ पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील वायुभार पट्टे

पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर तापमानाचे वितरण समान नाही. वायुभारावर परिणाम करणाऱ्या अनेक घटकामुळे पृथ्वीवर कमी जास्त वायुभाराचे पट्टे निर्माण झाले आहेत. वायुभार पट्टे समुद्रसपाटीचा सरासरी वायुभार दर्शवितात. पृथ्वीचे परिवलन व भूपृष्ठावरील तापमानातील फरक या दोन कारणांमुळे भूपृष्ठावर कमी व जास्त वायुभाराचे पट्टे आढळतात. तापमानाच्या असमान वितरणामुळे वायुभारातही समानता आढळत नाही. त्यामुळे भूपृष्ठावर कमी दाबाचे तीन व जास्त दाबाचे चार असे एकूण सात पट्टे निर्माण झाले आहेत हे पट्टे खालीलप्रमाणे सांगता येईल. हे वायुभार पट्टे आकृतीत दाखवले आहेत.



आकृती २.७ ग्रहीय वारे व वायु पट्टे

१) **विषुववृत्तीय कमी दाबाचा पट्टा** : विषुववृत्तापासून उत्तरेला ५ अंश व दक्षिणेला ५ अंश असा कमी दाबाचा पट्टा तयार झाला आहे. त्या विषुववृत्तीय कमी दाबाचा पट्टा असे म्हणतात. कारण विषुववृत्तावर सूर्य किरणे वर्षभर लंबरूप पडतात त्यामुळे तेथे वर्षभर तापमान जास्त असते. अधिक तापमानामुळे हवा तापून हलकी बनते, विरळ होते, ती वर जाते व त्यामुळे तेथे कमी दाबाचे केंद्र निर्माण झाले आहे. या पट्ट्याला विषुववृत्तीय शांत दाबाचा पट्टा किंवा डोलडूमू असे म्हणतात.

२) **कर्कवृत्तीय व मकरवृत्तीय जास्त दाबाचा पट्टा** : दोन्ही गोलार्धात साधारणपणे २५ ते ३५ अक्षवृत्ताच्या दरम्यान म्हणजे कर्कवृत्त व मकरवृत्तावर जास्त दाबाचे प्रदेश निर्माण झाले आहेत. त्यांना जास्त दाबाचे पट्टे असे म्हणतात. विषुववृत्तीय कमी दाबाच्या पट्ट्यात अधिक उष्णतेने तापलेली हवा हलकी होऊन वर जाते. जसजशी हवा उंच जाते तसतशी थंड व जड बनते. थंड व जड झालेली उंचावरील हवा दोन्ही गोलार्धातील २५ ते ३५ अक्षवृत्ताच्या दरम्यान असलेल्या कर्क व मकरवृत्तावर खाली उतरते त्यामुळे येथे अधिक दाबाचे पट्टे निर्माण झाले आहेत. यांना उपोष्ण कटिबंधीय जास्त दाबाचे पट्टे असेही म्हणतात.

३) **उपध्रुवीय कमी दाबाचे पट्टे** : दोन्ही गोलाधात ५५ ते ६५ अक्षवृत्ताच्या दरम्यान कमी दाबाचे पट्टे निर्माण झाले आहेत. या पट्ट्यात तापमान कमी असले तरी उष्ण सागरी प्रवाहामुळे तापमान अधिक असते. उत्तर गोलार्धापेक्षा दक्षिण गोलार्धात समुद्राचा भाग अधिक असल्याने या पट्टा विस्तृत स्वरूपाचा आढळतो. या बरोबर पृथ्वीच्या परिवलनामुळे या पट्ट्यामागील हवा बाहेर फेकली जाते. त्यामुळेही येथे कमी दाबाचे पट्टे निर्माण होण्यास योग्य परिस्थिती निर्माण होते या पट्ट्याला ध्रुववृत्तीवरील कमी दाबाचे पट्टे असे ही म्हणून ओळखले जाते. या भागात समशीतोष्ण कटिबंधीय आवतनाची निर्मिती होते.

४) **ध्रुवीय जास्त दाबाचे पट्टे** : दोन्ही ध्रुववर तापमान कमी म्हणजे गोठण बिंदूच्या खाली असते. हवेचा दाब जास्त असतो. हवा स्थिर असते यामुळे येथे जास्त वायूभाराचे प्रदेश निर्माण झाले आहेत म्हणून या पट्ट्यांना ध्रुवीय जास्त दाबाचे पट्टे असे म्हणतात.

२.६ ग्रहीय वारे

पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर वातावरणातील विभिन्न कारणामुळे कमी जास्त दाबाचे पट्टे निर्माण होतात तेव्हा जास्त दाबाच्या पट्ट्याकडून कमी दाबाच्या पट्ट्याकडे वारे वाहू लागतात. त्यांना ग्रहीय वारे असे म्हणतात. हे वारे नियमितपणे वाहतात म्हणून त्यांना नित्यवारे किंवा नियमित वारे असे ही म्हणतात. या वाऱ्यांचे व्यापारी वारे, प्रतिव्यापारी वारे व ध्रुवीय वारे असे प्रमुख तीन प्रकार असतात. आकृती १४.७ मध्ये पृथ्वीवरील ग्रहीय वाऱ्यांचे चक्र दाखवलेले आहे.

१) **व्यापारी वारे** : पूर्वीच्या काळी व्यापारासाठी जाणाऱ्या व्यापाऱ्यांच्या शिडाच्या जहाजांना समुद्र प्रवास करण्यासाठी या वाऱ्याचा उपयोग होत असे म्हणून या वाऱ्यांना व्यापारी वारे असे म्हणतात. आजही त्यांना त्याच नावाने ओळखले जाते.

हे वारे उत्तर व दक्षिण या दोन्ही गोलार्धात २५ ते ३५ अक्षवृत्ताच्या दरम्यानच्या जास्त दाबाच्या प्रदेशाकडून म्हणजे कर्कवृत्त व मकरवृत्ताकडून विषुववृत्ताकडील कमी दाबाच्या प्रदेशाकडे वाहतात.

व्यापारी वाऱ्याची वैशिष्ट्ये :

- १) हे वारे वर्षभर नियमित वाहतात.
- २) या वाऱ्याचा वेग ताशी १६ ते २४ कि.मी. इतका असतो. हे वारे समुद्रावरून अधिक तर जमिनीवरून कमी गतीने वाहतात.
- ३) हे वारे समुद्रावरून अधिक तर जमिनीवरून कमी गतीने वाहतात.
- ४) उन्हाळ्यापेक्षा हिवाळ्यात या वाऱ्याचा वेग व विस्तार जास्त असतो.
- ५) सर्व साधारणपणे हे वारे पूर्वेकडून वाहतात म्हणून त्याला पूर्वीय वारे म्हणतात.

- ६) उत्तर गोलार्धात साधारपणे ते ईशान्येकडून नैऋत्येकडे वाहतात म्हणून त्यांना ईशान्य व्यापारी वारे म्हणतात.
- ७) दक्षिण गोलार्धात ते आग्नेयाकडून वायव्येकडे वाहतात म्हणून त्यांना आग्नेय व्यापारी वारे असे म्हणतात.
- ८) हे वारे उष्ण प्रदेशाकडे वाहत असल्याने उष्ण व कोरडे बनतात यामुळे या वाऱ्यापासून सहसा पर्जन्य होत नाही.
- ९) हे वारे उष्ण व कोरडे असून त्यापासून पाऊस होत नसल्याने खंडाच्या पश्चिम भागात उष्ण वाळवंटे निर्माण झाली आहेत.
- १०) या वाऱ्याच्या मार्गातील आकाश निरभ्र, हवा स्वच्छ व आल्हादायक असते.
- ११) हिंदी महासागरातील व्यापारी वारे विषुववृत्ताच्या उत्तरेकडे असल्याने त्यांचे नैऋत्य मौसमी वाऱ्यात रूपांतर होते व मोसमी वारे भारतीय उपखंडावर पाऊस देतात.

२) प्रतिव्यापारी वारे :

दोन्ही गोलार्धात म्हणजे उत्तरेकडील २५ अंश ते ३५ अंश अक्षवृत्ताच्या अधिक दाबाच्या पट्ट्यावरून म्हणजे कर्कवृत्तावरून उपध्रुवीय ५५ अंश ते ६५ अंश अक्षवृत्तावरील कमी दाबाच्या पट्ट्याकडे व दक्षिण गोधालार्धातील २५ अंश ते ३५ अंश अक्षवृत्ताकडील म्हणजे मकर वृत्तीय अधिक दाबाच्या पट्ट्याकडून उपध्रुवीय ५५ अंश ते ६५ अंश अक्षवृत्तावरील कमी दाबाच्या पट्ट्याकडे वाहणाऱ्या वाऱ्यांना प्रतिव्यापारी वारे असे म्हणतात. हे वारे व्यापारी वाऱ्यांच्या विरुद्ध दिशेने वाहतात म्हणून त्यांना प्रतिव्यापारी वारे म्हणून ओळखले जाते.

प्रतिव्यापारी वाऱ्यांची वैशिष्ट्ये :

- १) हे वारे दोन्ही गोलार्धात २५ अंश ते ३५ अंश वरून ५५ अंश ते ६५ अंश अक्षवृत्ताच्या दरम्यान असलेल्या कमी दाब पट्ट्याकडे वाहतात.
- २) या वाऱ्याची सर्वसाधारण दिशा पश्चिमेकडून पूर्वेकडे असते म्हणून या वाऱ्यांना पश्चिमी वारे म्हणतात.
- ३) उत्तर गोलार्धात या वाऱ्याची सर्वसाधारण दिशा नैऋत्येकडून ईशान्येकडे असते तर दक्षिण गोलार्धात या वाऱ्याची दिशा वायव्येकडून आग्नेयेकडे असते.
- ४) हे वारे उष्ण प्रदेशाकडून थंड प्रदेशाकडे वाहतात थंड होत जाताना त्यांच्यातील बाष्पधारण क्षमता आपोआप कमी होते सांद्रीभवन होते व त्यामुळे ते खंडाच्या पश्चिम भागात वर्षभर पाऊस देतात.

- ५) उत्तर गोलार्धात प्रतिव्यापारी वाऱ्यांची दिश व गती अनिश्चित असते, अनेक वेळा ते उग्र रूप धारण करतात.
- ६) दक्षिण गोलार्धात भूभागापेक्षा सागरी भाग अधिक असल्याने या गोलार्धात हे वारे नियमितपणे वाहतात.
- ७) दक्षिण गोलार्धात या वाऱ्याच्या मार्गात कोणताच अडथळा नसल्याने हे वारे अधिक वेगाने वाहतात.
- ८) दक्षिण गोलार्धातील ४० अंश अक्षवृत्ताच्या दरम्यान या वाऱ्याचा प्रचंड आवाज येतो त्यांना गरजणारे ४० असे म्हणतात.
- ९) ५० अंश अक्षवृत्ताच्या दरम्यान हे वारे प्रचंड खवळलेले असतात व अतिशय वेगाने वाहतात म्हणून त्यांना खवळलेले ५० असे म्हणतात.
- १०) ६० अक्षवृत्ताच्या दरम्यान हे वारे वेगाने वाहतात त्याच बरोबर ते थंड बनतात त्यामुळे त्यांना झोंबणारे किंवा वाजणारे ६० म्हणून ओळखले जाते.

३) ध्रुवीय वारे :

दोन्ही गोलार्धातील ध्रुवीय जास्त दाबाच्या प्रदेशाकडून उपध्रुवीय कमी दाबाच्या प्रदेशाकडे म्हणजेच ध्रुवाजवळून ७० अंश ते ८० अंश अक्षवृत्ताकडील पट्ट्याकडे वाहणाऱ्या वाऱ्यांना ध्रुवीय वारे असे म्हणतात.

ध्रुवीय वाऱ्याची वैशिष्ट्ये :

- १) हे वारे ध्रुवाजवळील अधिक भाराच्या प्रदेशाकडून कमी भाराच्या प्रदेशाकडे वाहतात.
- २) हे वारे सर्वसाधारणपणे पूर्वेकडून वाहतात म्हणून त्यांना पूर्व ध्रुवीय वारे असे म्हणतात.
- ३) हे वारे अतिशय थंड व कोरडे असतात ते प्रचंड वेगाने वाहतात.
- ४) या वाऱ्याच्या मार्गात वर्षभर हिमवर्षाव होतो.

२.७ मोसमी वारे

भारतीय उपखंडावर ठराविक काळात वाहणारे वारे म्हणजे मौसमी वारे होय. हा प्रादेशिक वाऱ्याचा एक प्रकार असून खारेवारे मतलई वाऱ्याचे विस्तृत स्वरूप आहे. मौसमी हा शब्द अरबी भाषेतून आला असून त्याचा अर्थ ऋतु असा होतो हे वारे विशिष्ट ऋतुमध्ये वाहतात त्यांना मौसमी वारे असे म्हणतात. या वाऱ्याचे उन्हाळी मौसमी वारे व हिवाळी मौसमी वारे असे प्रकार पडतात.

व्याख्या :

ऋतुमानानुसार दिशा बदलून वाहणाऱ्या वाऱ्यांना मौसमी वारे असे म्हणतात.

मौसमी वाऱ्यांच्या निर्मितीवर परिणाम करणारे घटक

भारतीय उपखंड हे असे एकमेव ठिकाण आहे जेथे मान्सून वारे मोठ्या प्रमाणावर तयार होतात या वाऱ्यांच्या निर्मितीवर अनेक घटकांचा परिणाम होतो त्यापैकी एका घटकाचा जरी अडथळा आला तर त्याचा मान्सूनच्या निर्मितीवर विपरीत परिणाम होतो.

- १) **सूर्याचे उत्तरायण** : २१ मार्च नंतर सूर्याचे उत्तरायण सुरु होते सूर्य कर्कवृत्ताकडे सरकतो त्यावेळी संपूर्ण उत्तर भारतावर सूर्य किरणे लंबरूप पडतात अधिक सौरशक्ती मिळाल्याने तो भाग जास्त तापतो. हवेची पोकळी निर्माण होते. साहजिकच येथे कमी दाबाचे केंद्र बनते हे केंद्र उत्तर भारतातील गंगा, यमुना, नद्यांच्या पात्रापासून वायव्येस सिंधू नदीच्या खोऱ्यापर्यंत विस्तृत असते.
- २) **हिंदी महासागरावरील अधिक दाबाचा पट्टा** : मार्च, एप्रिलमध्ये अधिक तापमानामुळे गंगा, सिंधू नद्यांच्या खोऱ्यात कमी दाबाचे केंद्र निर्माण होते मात्र याचवेळी दक्षिणेकडील हिंदी महासागरावर मात्र सूर्य किरणे तिरपे पडत असल्याने तापमान कमी मिळते त्यामुळे येथे अधिक दाबाचे केंद्र निर्माण होते साहजिकच या अधिक दाबाच्या केंद्रावरून वारे भारतीय भूखंडावरील कमी दाबाच्या केंद्राकडे खेचले जातात.
- ३) **आंतर उष्ण कटिबंधीय केंद्रीभवन पट्टा** : उन्हाळ्यात सूर्याचे भासमान भ्रमण होऊन सूर्य उत्तरेकडे सरकतो तेथे तापमान अधिक होऊन कमी दाबाचे केंद्र निर्माण होते याला आंतर उष्ण कटिबंधीय केंद्रीभवन पट्टा असे म्हणतात हे कमी दाबाचे केंद्र उत्तरेकडे सरकल्याने दक्षिणेकडील अधिक दाबाच्या केंद्रावरून वारे खेचले जातात.
- ४) **जेट प्रवाह** : भूपृष्ठापासून अती उंचीवर नागमोडी स्वरूपाचे जेट वारे वाहतात. या वाऱ्याची एक शाखा तिबेटच्या पठारावर तर दुसरी शाखा हिमालय पर्वताच्या दक्षिणेकडून वाहते. परंतु उन्हाळ्यात दक्षिणेकडून वाहणारी शाखा अचानक आपले स्थान बदलून हिमालयाच्या उत्तरेकडे सरकते त्यामुळे दक्षिणेकडून येणाऱ्या मान्सून वाऱ्यांचा मार्ग सोपा होतो.
- ५) **हिमालय पर्वत** : भारतीय उपखंडावर प्रचंड उंचीचा हिमालय पर्वत अस्तित्वात असल्याने भारतीय उपखंडावरील मान्सून वारे हिमालय पर्वत ओलांडून उत्तरेकडे जाऊ शकत नाहीत.
- ६) **तिबेटचे पठार** : तिबेटच्या पठारावर उष्ण हवेचे चक्र निर्माण होते यातील उष्ण वारे भारतीय भूमीकडे वाहत असावेत त्याचा परिणाम मान्सूनच्या निर्मितीवर होत असावा असा शास्त्रज्ञांचा अंदाज आहे.

- ७) **एलनिनो सागर प्रवाह** : दक्षिण अमेरिका खंडाच्या पश्चिमेकडील पेरु चिलीच्या किनाऱ्यावर अधून-मधून एलनिनो नावाचा उष्ण प्रवाह प्रकट होतो त्यामुळे तेथे कमी दाबाचे केंद्र बनते त्याचा परिणाम भारतीय भूमीकडे वाहणाऱ्या वाऱ्यावर होतो. अनेक वेळा वारे शिथिल पडतात. त्यांचा जोर कमी होतो किंवा वारे उशिराने वाहू लागतात. साहजीकच त्याचा परिणाम मान्सूनची निर्मिती व पर्जन्यावर होतो.

मान्सूनची वैशिष्ट्ये :

- १) **मान्सूनचा उगम व विकास** : मान्सून वाऱ्याच्या उगम व विकासासाठी अनेक घटक कारणीभूत आहेत त्यामध्ये भूपृष्ठावरील परिस्थिती व वातावरणाच्या वरच्या थरातील परिस्थिती हे दोन घटक महत्त्वाची भूमिका बजावतात.

भूपृष्ठावरील परिस्थितीचा अभ्यास करताना असे आढळते की उन्हाळ्यात म्हणजेच मार्च, एप्रिल व मे मध्ये भारताच्या वायव्याकडे कमी भाराचे केंद्र निर्माण होते. याचवेळी भारताच्या दक्षिणेकडील हिंदी महासागरावर मात्र तापमान कमी असल्याने येथे अधिक भाराचे केंद्र निर्माण होते. तेव्हा भारतीय भूखंडावरील कमी दाबाच्या केंद्राकडे हिंदी महासागरावरील अधिक भाराचे केंद्राकडील वारे खेचले जातात. तेव्हा हे वारे सागरावरून भूभागाकडे वाहू लागतात. यांची दिशा नैऋत्यकडून असते म्हणून त्यांना नैऋत्य मौसमी वारे असे म्हणतात. विषुववृत्तावरील कमी दाबाचा पट्टाही भारताच्या भूभागावर सरकतो.



आकृती २.८ मोसमी वारे

भूपृष्ठावरील परिस्थितीप्रमाणेच वातावरणाच्या वरच्या थरातील परिस्थिती मौसमी वाऱ्याच्या निर्मितीवर परिणाम करते. भारताच्या भूभागावरून वाहणारा पश्चिमी जेट वाऱ्याचा प्रवाह अचानक उत्तरेकडे सरकतो यामुळे मौसमी वाऱ्याचा मार्ग खुला होतो याच बरोबर पश्चिमी जेट वाऱ्याची जागा पूर्वीय जेट वारे घेतात. अशा प्रकारे वातावरणाच्या वरच्या थरातील परिस्थिती सुद्धा मौसमी वारे निर्माण होण्यामध्ये महत्त्वाची भूमिका बजावते.

२) मौसमी वाऱ्याचे आगमन :

मौसमी वाऱ्याचे आगमन ही भारतीय उपखंडावरील लोकांच्या जीवनातील एक महत्त्वाची घटना आहे. कारण या प्रदेशातील लोकांचे जीवनमान या पावसावर अवलंबून आहे.

एप्रिल, मे मध्ये उन्हाच्या तीव्रतेने भारतीय उपखंडावर कमी दाबाचे केंद्र तर दक्षिणेकडील हिंदी महासागरावर अधिक दाबाचे केंद्र तयार होते. याच बरोबर जूनच्या पहिल्या आठवड्यात अरबी समुद्रावरील अधिक दाबाचे केंद्र सुद्धा उष्णतामान वाढल्यामुळे नाहीसे होते त्यामुळे हिंदी महासागरापासून भारताच्या वायव्येपर्यंत दाबाचा उतारा सलग बनतो. त्यामुळे या उतारावरून हिंदी महासागरावरील वारे आपल्या पूर्ण क्षमतेने भारतीय उपखंडावर जोराने प्रवेश करतात. भारताच्या पश्चिम किनाऱ्यावर हे वारे प्रचंड वेगाने धडकतात या वाऱ्याच्या जोरामुळे मेघ गर्जनेसेह विजाचा लखलखाट होतो. यालाच मौसमी वाऱ्याची फुटी असेही म्हणतात. हे वारे केरळ किनाऱ्यावर १ जून, कर्नाटकात ५ जून, महाराष्ट्रात ७ जून, मध्यप्रदेश १० जून, लखनौ १५ जून तर पंजाबमध्ये १ जूलै रोजी पोहचतात. या वाऱ्याचे भारतीय उपखंडावरील वास्तव ३ महिने असते हिमालयीन पर्वत रांगेच्या उंचीमुळे हे वार हिमालयाच्या रांगांच्या पलिकडे जाऊ शकत नाहीत.

३) **नैऋत्य मौसमी वाऱ्याच्या शाखा** : नैऋत्य मौसमी वाऱ्यांनी भारतीय उपखंडावर प्रवेश केल्यानंतर त्याच्या दोन शाखा होतात. त्या दोन शाखा खालीलप्रमाणे सांगता येतील -

अ) **अरबी समुद्रावरील शाखा** : अरबी समुद्रातील शाखा जेव्हा भारतीय उपखंडावर प्रवेश करते तेव्हा या शाखेमुळे सह्याद्री पर्वताच्या पश्चिम उतारावर प्रचंड पाऊस होतो. सिंधुदूर्ग जिल्ह्यातील आंबोली येथे सर्वाधिक म्हणजे ३६०० मि.मी. इतकी पावसाची नोंद होते, सह्याद्री पर्वताच्या पूर्व उतारावर मात्र पावसाचे प्रमाण कमी झाल्याने पर्जन्य छायेचा प्रदेश बनला असून येथे जेमतेम ५० ते ७५ से.मी. पावसाची नोंद होते. हेच वारे पुढे अरवली पर्वत, राजस्थानातून भारतीय उपखंडातून वायव्य दिशेने वाहतात परंतु या ठिकाणच्या स्थानिक कारणामुळे येथे पाऊस अल्प होतो.

ब) **बंगालच्या उपसागरावरील शाखा** : बंगालच्या उपसागरावरील वारे १ जूनच्या सुमारास ईशान्य भारतातील आसाम, मेघालय, अरुणाचल प्रदेशात प्रवेश करतात. हिमालयातील गारोखासी टेकड्यातील मौसीनराम येथे ११४१ से.मी. तर चेरापूंजी येथे १०८७ से.मी. पावसाची नोंद झाली आहे. त्याची एक शाखा म्यानमारकडे वळते तर दुसरी शाखा गंगेच्या मैदानाकडे वळते, गंगेच्या मैदानात तिला अरबी समुद्रावरील शाखा मिळते त्याची संयुक्त शाखा पुढे पंजाब पर्यंत प्रवेश करते पण पावसाचे प्रमाण मात्र अल्प असते.

४) **मौसमी वाऱ्याचा लहरीपणा** : भारतीय उपखंडावर पाऊस देणाऱ्या मौसमी वाऱ्यांवर अनेक घटकाचा परिणाम होतो त्यामुळे ते कधी ठराविक वेळेच्या पूर्वी तर कधी ठराविक वेळनंतर येतात, कधी-कधी ते प्रचंड पाऊस देतात. तर कधी कोरडे वाहतात. त्यामुळे अनेक वेळा ओला व कोरडा दुष्काळ पहावयास मिळतो तर काही वेळा एकाच वेळी एकीकडे ओला तर दुसऱ्या ठिकाणी सुका दुष्काळ पहावयास मिळतो अशा प्रकारे मौसमी वाऱ्याचा लहरीपणा जाणवतो.

५) **पर्जन्याचे असमान वितरण** : भारतातील मान्सूनचे वितरण असमान झाले आहे. सह्याद्री पर्वताचा पश्चिम उतार म्हणजेच पश्चिम किनारपट्टी, ईशान्य भारतातील आसाम, मेघालय, त्रिपूरा, मणिपूर, अरुणाचल प्रदेशात पाऊस २०० ते ४०० सें.मी. पेक्षा अधिक होतो. तर ईशान्य भारतातील चेरापूजी, मौसीनराम येथे जगातील सर्वाधिक पावसाची नोंद झाली आहे. हिमाचल प्रदेश, बिहार, पश्चिम बंगाल, ओरिसा, मध्यप्रदेश, पूर्व आंध्रप्रदेश, तामिळनाडूची किनारपट्टी येथे १०० ते २०० सें.मी. पर्जन्यवृष्टी होते तर पंजाब, हरियाणा, पूर्व राजस्थान, मध्यप्रदेश, महाराष्ट्र, कर्नाटक, तामिळनाडू, आंध्रप्रदेश या ठिकाणी ५० ते १०० सें.मी. पाऊस पडतो. राजस्थानच्या पश्चिम भागात वार्षिक सरासरी १० सें.मी. पेक्षाही कमी पाऊस पडतो. यावरून भारतात पावसाचे वितरण असमान आहे हे लक्षात येते.

मान्सून परतीचा कालखंड :

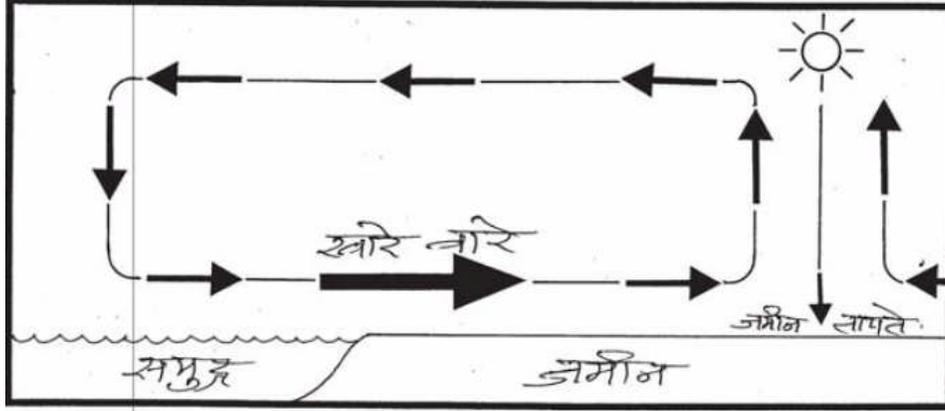
भारतीय उपखंडावर मौसमी वाऱ्यामुळे उन्हाळा, पावसाळा, हिवाळा ऋतु निर्माण होतो. तरी त्यामध्ये ऑक्टोबर ते डिसेंबर पर्यंतच्या कालखंड हा मान्सूनच्या परतीचा कालखंड म्हणून ओळखला जातो. या काळात सूर्याचे दक्षिणायन होते. मकर वृत्तावर सूर्यकिरण लंबरूप पडतात. दक्षिण गोलार्धात उन्हाळा असतो. ऑस्ट्रेलिया येथे कमी दाबाचा पट्टा निर्माण होतो तर भारतीय उपखंडावर जास्त दाबाचा पट्टा निर्माण होतो. ईशान्य मोसमी वारे वाहू लागतात.

बंगालच्या उपसागरावरून भारतीय द्विपकल्पावरून किनाऱ्यावर वाहत येणारे ईशान्य मोसमी वारे तामिळनाडूचा किनारा, आंध्रप्रदेश, केरळमध्ये पाऊस देतात हा पाऊस तामिळनाडूमध्ये ५० से.मी. आंध्रप्रदेश, केरळमध्ये १५ ते २५ से.मी. इतका होतो पावसाबरोबरच बंगालच्या उपसागरावरून वाहणारे वारे अनेक वेळा विध्वंसक स्वरूप धारण करतात त्यामुळे काही ठिकाणी जिवीत व वित्तहानी होते.

२.८ स्थानिक वारे

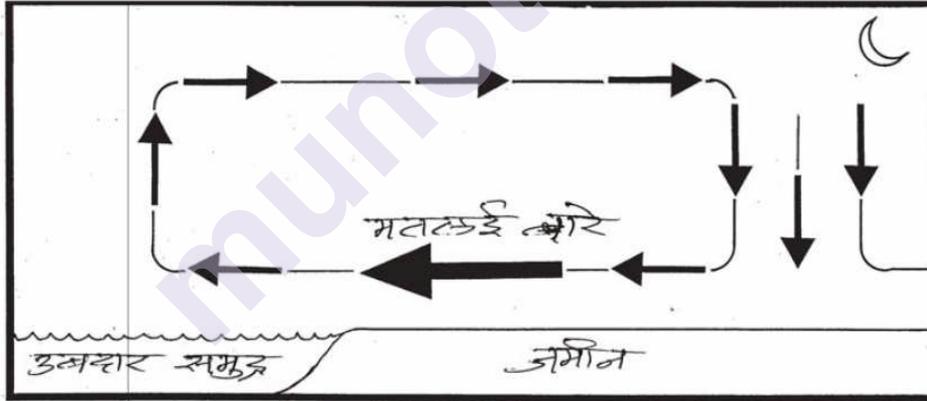
पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर सर्वच प्रदेशात सारख्याच प्रकारचे भूभाग व वातावरण आढळत नाही. पर्वत, पठारे, मैदाने, समुद्र सानिध्य, स्थानिक भूरचना, हवेतील विशिष्ट प्रकारची स्थिती यामुळे काही ठिकाणी तात्कालिक स्वरूपाचे वारे निर्माण होऊन विशिष्ट प्रदेशाकडे वाहतात या वाऱ्यांना वेगवेगळ्या प्रदेशात भिन्न नावाने ओळखले जाते अशा वाऱ्यांना स्थानिक वारे म्हणतात.

१) **खारे वारे व मतलई वारे** : दिवसा सूर्याच्या उष्णतेमुळे जमिनीचा भाग अधिक तापतो. जमिनीलगतची हवा तापते, हलकी होते. जमिनीवर कमी दाबाचे केंद्र निर्माण होते. तेव्हा समुद्रावरील अधिक दाबाच्या केंद्राकडून जमिनीवरून कमी दाबाच्या केंद्राकडे वारे वाहू लागतात त्यांना खारे वारे असे म्हणतात. हे वारे साधारणपणे सकाळी १० ते रात्री ८ पर्यंत वाहतात या वाऱ्यांच्या स्थिती व गतीमध्ये ठिकाणानुसार फरक जाणवतो.



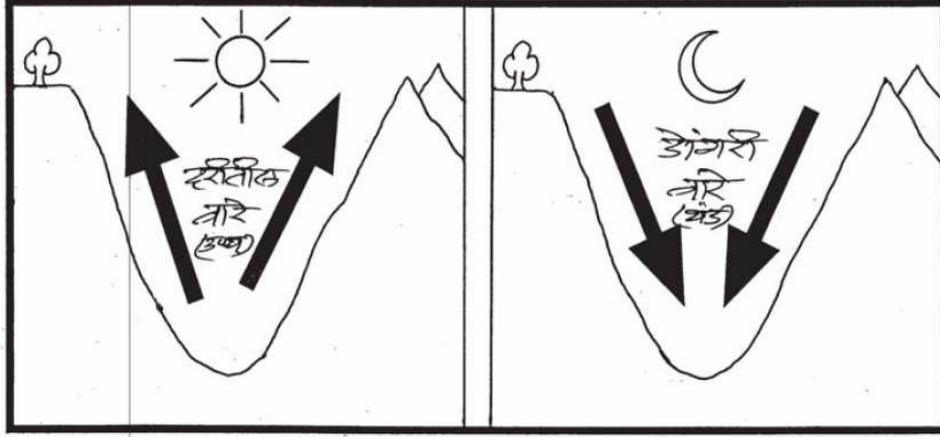
आकृती २.९ खारे वारे

दिवसा ग्रहण केलेली उष्णता जमिनीवरून अधिक उत्सर्जीत होते रात्री जमिनीचे भाग लवकर थंड होतात व जमिनीलगतच्या वातावरणाचे थरही थंड होतात त्यामुळे जमिनीवरी अधिक दाबाचे केंद्र निर्माण होते. जमिनीच्या मानाने समुद्रावरील उष्णतेचे उत्सर्जन मंद गतीने होते साहजिकच तेथे उबदार हवा असते त्यामुळे समुद्रावर कमी दाबाचे केंद्र निर्माण होते. रात्री समुद्राचे पाणी उबदार असते त्यामुळे जमिनीवरील अधिक दाबाच्या केंद्रावरून समुद्रावरील कमी दाबाच्या केंद्राकडे वारे वाहू लागतात हे वारे मातीवरून वाहतात म्हणून त्यांना मतलई वारे असे म्हणतात हे वारे साधारणतः रात्री १० नंतर सकाळी ८ पर्यंत वाहतात.



आकृती २.१० मतलई वारे

२) **दरी वारे व डोंगरी वारे** : हे वारे साधारणपणे डोंगराळ प्रदेशात आढळतात. दिवसा सूर्याची किरणे दरीत पडल्यावर दरीतील हवा तापते. प्रसरण पावते. तिची घनता कमी होते व हलकी होऊन डोंगर उतारांवरून शिखराकडे जाऊ लागते. त्याला दरीतील वारे असे संबोधले जाते. रात्री डोंगर माथ्यावरची हवा थंड होते. तिची घनता वाढते व ही हवा जड होऊन दरीत जाऊ लागते तिला डोंगरी वारे असे संबोधले जाते.



आकृती २.११ दरीतील व डोंगरी वारे

विशिष्ट प्रकारचे स्थानिक वारे :

एखाद्या विशिष्ट प्रदेशात हवेतील बदलामुळे एखाद्या विशिष्ट वेळी निर्माण होवून वाहणाऱ्या वाऱ्यांना विशिष्ट प्रकारचे स्थानिक वारे म्हणतात. नकाशा मध्ये जगातील काही प्रमुख प्रदेशातील स्थानिक वाऱ्यांची स्थाने दाखवलेली आहेत.

- १) **सिरोक्को (Siroco)**: आफ्रिकेच्या उत्तर भागातील सहारा वाळवंट जास्त भाराचा प्रदेश तयार होतो व भूमध्यसमुद्रावर कमी भाराचा प्रदेश तयार होतो. म्हणून सहारा वाळवंटातून भूमध्य समुद्राकडे उष्ण, कोरडे व रेतीयुक्त वारे वाहू लागतात. हे वारे वर्षभर वाहत असतात. उन्हाळ्यात ते फारच प्रभावी असतात.
- २) **खामसीन (Khamsein)** : ईजिप्तमध्ये उष्ण व कोरड्या स्थानिक वाऱ्यांना खामसीन म्हणतात. या अरबी शब्दाचा अर्थ पन्नास असा होतो. एप्रिल, मे आणि जून या कालखंडातील पन्नास दिवस हे वारे सतत वाहत असतात. हे वारे उष्ण, कोरडे व रेतीयुक्त असतात.
- ३) **हरमॅटन (Haratten)** : पश्चिम आफ्रिकेत सहारा वाळवंटावरून गिनीच्या आखाताकडे वाहणाऱ्या ईशान्य व्यापारी वाऱ्यांना हे स्थानिक नाव आहे. हे कोरडे व अति उष्ण असे आहेत. हिवाळ्यापेक्षा उन्हाळ्यात हे अधिक विस्ताराने वाहतात. हे वारे गियानामधील उष्ण व दमट हवेची तीव्रता कमी करीत असल्यामुळे तेथील हवा फारच आल्हादकारक व आरोग्यदृष्ट्या पोषक झाली आहे. म्हणून तेथील लोक या वाऱ्यांना डॉक्टर (हरमॅटन) असे म्हणतात.
- ४) **चिनूक (Chinook)** : उत्तर अमेरिकेतील रॉकी पर्वताच्या उतारावरून पूर्वेकडे वाहणाऱ्या वाऱ्यांना चिनूक वारे असे म्हणतात.

रॉकी पर्वताच्या पश्चिमेकडील अल्बर्टा, मॉंटाना व कोलोरेडो या भूप्रदेशात जास्त वायुभार निर्माण झालेला असतो. त्याचवेळी रॉकी पर्वताच्या पूर्वेकडील भागात कमी वायुभार असतो. त्यामुळे पश्चिमेकडून वारे पूर्वेकडे वाहतात, ते रॉकी पर्वताला अनुसरून वर चढतात व पूर्वेकडून उतरून वाहू लागतात.

पश्चिमेकडून रॉकी पर्वतावर चढणारे वारे थोडे ऊबदार असतात. ते पर्वतावर चढताना त्यातील बाष्पाचे सांद्रीभवन होते व पर्वतमाथ्यावर पाऊस पडतो. पाऊस पडल्याने बाष्पातील सुप्त उष्णता निघून जाते व वारे कोरडे होतात. त्यांचे तापमानही पर्वतावर चढण्यापूर्वी ५ अंश ते १० अंश से. च्या दरम्यान असते. परंतु पूर्व भागी उतरताना काही मिनिटांतच तापमान वाढून ते २० अंश सें. पर्यंत जाते. त्यामुळे रॉकी पर्वताच्या पूर्वेला असलेले जमिनीवरील बर्फ एकदम वितळते.

५) **फॉन (Fohn)** : युरोपातील आल्प्स पर्वताच्या उताराला अनुसरून वाहणाऱ्या उष्ण व कोरड्या वाऱ्यांना फॉन असे म्हणतात. आवर्तांशी या वाऱ्यांचा संबंध असल्यामुळे ते निघून गेल्यावर हे वारे वाहू लागतात. इटालीच्या मैदानी भागातून आल्प्स पर्वतावर ते चढताना ते थंड होत जातात व काही उंचीवर गेल्यानंतर त्यातील बाष्पाचे सांद्रीभवन होऊन पाऊस देतात. नंतर वाफेतील सुप्त उष्णता बाहेर पडून हवेचे तापमान वाढते. पर्वताच्या दुसऱ्या बाजूकडून खाली उतरताना वारे उष्ण व कोरडे होतात. हे वारे ऱ्हाइन व ऱ्होन नद्यांच्या खोऱ्यातून जिन्हीवा सरोवरापर्यंत वाहत जातात.

६) **बोरा (Bora)** : दक्षिण युरोपातील ऑस्ट्रिया व इटालीच्या उत्तर भागात निर्माण झालेल्या जास्त भाराच्या प्रदेशाकडून अड्रियाटिक समुद्राकडे थंड व कोरडे वारे वाहतात. त्यांना बोरा म्हणतात. युरोपातील आल्प्स पर्वताच्या ठराविक रचनेमुळे हे विशिष्ट मार्गाने वाहत असतात. हे भूमिखंडावरून वाहत असल्यामुळे कोरडे असतात. पुढे ते अड्रियाटिक समुद्रावरून वाहतात व बाष्प धारण करून पाऊस देतात. ते वारे फक्त हिवाळ्यात वाहत असतात.

७) **मिस्ट्रल (Mistral)** : दक्षिण युरोपातील ऱ्होन नदीच्या खोऱ्यातून भूमध्यसमुद्राकडे वाहणाऱ्या थंड कोरड्या वाऱ्यांना मिस्ट्रल असे म्हणतात. हे वारे हिवाळ्यात वाहत असून त्यांना वेग ताशी ४० ते ६० कि.मी. पर्यंत असतो.

८) **ब्लिझर्ड (Bizzard)** : कॅनडात व सैबेरियात बर्फाची वादळे निर्माण होतात, त्यांना ब्लिझर्ड असे म्हणतात. जमिनीवरील अति सूक्ष्म हिमकण वाहत जाऊन वातावरणाला धुक्याचे स्वरूप आलेले असते. वातावरणात हिमकण तरंगत असतात. ह्या वाऱ्यांचा वेग दर ताशी १५० कि.मी. पर्यंत असतो.

२.९ समारोप

हवेचा दाब आणि तापमान यांचा व्यस्त संबंध आढळतो. म्हणजेच साधारणतः जास्त तापमान असल्यास वायुभार कमी असतो. जगातील तापमानाचे वितरण समान नाही त्यामुळे वायुभार ही वेगवेगळे आढळतात. जास्त वायूभाराकडून कमी वायुभाराच्या प्रदेशाकडे वाहणाऱ्या हवेला वारा असे म्हणतात. प्रादेशिक व्याप्तीनुसार वाऱ्यांची तीन प्रकार आपण अभ्यासले.

- १) ग्रहीय वारे - जागतिक पातळी
- २) मोसमी वारे - प्रादेशिक पातळी
- ३) स्थानिक वारे - स्थानिक पातळी

२.१० प्रश्न

प्र.१ खाली दिलेल्या प्रश्नांची उत्तरे द्या.

- १) सुबक आकृतीच्या सहाय्याने पृथ्वीवरील वायुभार व वाऱ्यांच्या पट्ट्यांचे वितरण स्पष्ट करा.
- २) ग्रहीय वाऱ्यांची माहिती द्या.
- ३) मोसमी वाऱ्यांची माहिती द्या.
- ४) खारे वारे व मतलई वारे कसे निर्माण होतात व आकृत्यांच्या सहाय्याने स्पष्ट करा.
- ५) डोंगरी वारे व दरीतील वारे कसे निर्माण होतात ते आकृत्यांच्या सहाय्याने स्पष्ट करा.

प्र.२ टीपा लिहा.

- १) व्यापारी वारे
- २) ग्रहीय वारे
- ३) वायुभार व वारे
- ४) वाऱ्यांचे प्रकार
- ५) मोसमी वारे
- ६) खामसीन
- ७) चिनूक व फॉन
- ८) स्थानिक वारे



घटक - ३

आद्रता, सांद्रीभवन व वृष्टी

घटक संरचना :

- ३.० उद्दिष्टे
- ३.१ प्रस्तावना
- ३.२ सांद्रीभवन रूपे
- ३.३ सांद्रीभवनाची रूपे
- ३.४ वृष्टी व वृष्टीचे प्रकार
- ३.५ पर्जन्याचे प्रकार
- ३.६ समारोप
- ३.७ प्रश्न

३.० उद्दिष्टे

- सांद्रीभवनाची प्रक्रिया अभ्यासणे.
- सांद्रीभवनाचे प्रकार समजून घेणे.
- सांद्रीभवनाच्या रूपांची माहिती घेणे.
- दगांच्या विविध प्रकारची ओळख.
- वृष्टीचे विविध प्रकार अभ्यासणे.
- पर्जन्याच्या विविध प्रकारांचा अभ्यास.

३.१ प्रस्तावना

सांद्रीभवन व वृष्टी : प्रस्तावना – सांद्रीभवन ही बाष्पीभवनाच्या अगदीच विरुद्ध घडणारी क्रिया होय. अधिक उष्णतेमुळे पाणी तापते. त्याचे बाष्पात रूपांतर होते. म्हणजेच पाण्याची वाफ तयार होते. कालांतराने पाण्याची वाफ थंड होऊन तीचे तापमान कमी होते व त्याचे पाणी बनते. या संपूर्ण क्रियेसाठी बाष्पयुक्त हवा थंड झाली पाहिजे.

सांद्रीभवन क्रियेमुळे वाफेचे रूपांतर जलबिंदू होते. यावेळी उष्णतेचे उत्सर्जन होऊन हवेतील अदृश्य बाष्पास दृश्यरूप प्राप्त होते. हवेची बाष्पसंपृक्तता तापमानावर अवलंबून असते. म्हणून सापेक्ष आद्रता व दवबिंदू यांचा जवळचा संबंध आहे.

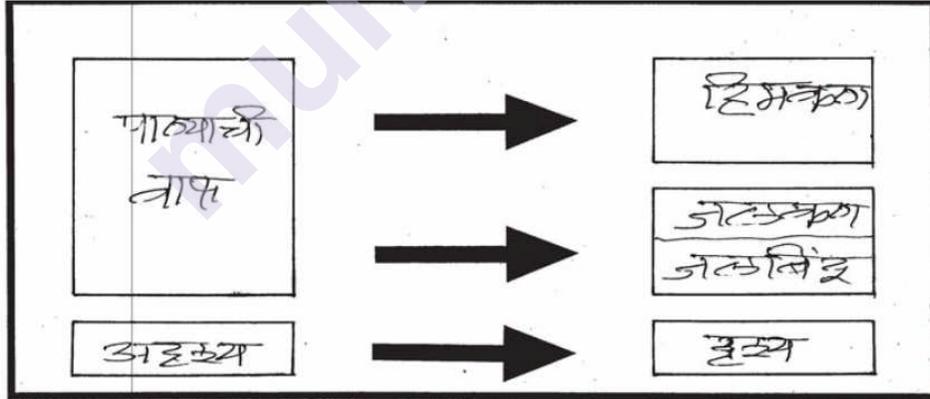
एखाद्या ठिकाणी हवा पुरेशी थंड झाल्यास तिची बाष्पधारण शक्ती कमी होऊन हवेला शेवटी अशा स्थिती प्राप्त होते की एका ठराविक तापमानाला ती हवा बाष्पसंपृक्त होते. म्हणजेच तिची सापेक्ष आर्द्रता १००% होते. एका विशिष्ट तापमानाच्या पातळीवर हवा संपृक्त होते. त्या पातळीला दवांक किंवा दवबिंदू असे म्हणतात.

जर हवेचे तापमान दवबिंदूच्या खाली गेले तर त्या हवेच्या तापमानानुसार आवश्यक तेवढे बाष्प धारण करून बाकीच्या जादा बाष्पाचे रूपांतर जलबिंदूत होते. या क्रियेला **सांद्रीभवन** असे म्हटले जाते.

हवेत सापेक्ष आर्द्रतेचे प्रमाण जास्त असल्यास त्या हवेला दवांक प्राप्त करून तिच्यातील बाष्पाचे सांद्रीभवन होण्यासाठी तापमान थोडे कमी होणे गरजेचे असते. सापेक्ष आर्द्रता १००% झाल्यावरच हवेतील बाष्पाचे सांद्रीभवन घडून येते. सांद्रीभवनामुळे भूपृष्ठावरील वृष्टी होण्यास मदत होते.

३.२ सांद्रीभवन रूपे

व्याख्या : सांद्रीभवन म्हणजे काय? (१) वायुरूप बाष्पाचे जलबिंदूत किंवा हिमकणात परिवर्तन होण्याच्या क्रियेला **सांद्रीभवन** असे म्हणतात. (२) वातावरणामध्ये बाष्पाचा समावेश करून घेण्याची विशिष्ट क्षमता किंवा मर्यादा असते. जेव्हा संपृक्त हवेचे तापमान कमी होते. तेव्हा हवा आवश्यक तेवढे बाष्प धारण करते व राहिलेल्या बाष्पाचे जलबिंदूत किंवा हिमकणात रूपांतर होते या क्रियेला **सांद्रीभवन** म्हणतात.



पाण्याची वाफ सांद्रीभवन हिमकण जलकण जलबिंदू अदृश्य आकृती ३.१ - सांद्रीभवन

सांद्रीभवनाची कारणे - सांद्रीभवनाची क्रिया ही प्रामुख्याने हवा थंड झाल्यामुळे घडून येते. तर हवा खालील घटकांमुळे थंड होते. व सांद्रीभवन होण्यास अनुकूल परिस्थिती निर्माण होते. (१) उष्णतेचे उत्सर्जन (२) उबदार हवेचे थंड भूपृष्ठावरून वाहणे. (३) भिन्न वायूाशीचे झालेले मिश्रण. (४) उष्ण अक्षवृत्ताकडून थंड अक्षवृत्ताकडे हवेचे वहन (५) हवेचे ऊर्ध्वगामी होऊन वाहणे.

१.३ सांद्रीभवनाची रूपे

वरील प्रकारच्या क्रिया घडून सांद्रीभवन झाल्यानंतर सांद्रीभवनाची पुढील रूपे पहावयास मिळतात. (१) दव (DEW) (२) धुके (Fog) व विरळ धुके (Mist) (३) ढग (Cloud) (४) दहीवर (Frost) (५) राईम (Rime)

(१) **दव (DEW)** : दव हा जमिनीवर आढळणारा सांद्रीभवनाचा प्रकार आहे. सूर्य मावळल्यानंतर जमीन हळूहळू थंड होऊ लागते. जमीनी लगतची हवाही थंड होते. पहाटे सूर्योदयापूर्वी जमिनी लगतच्या हवेचे तापमान खूप कमी असते. त्यामुळे त्या हवेची बाष्पधारणक्षमता कमी होते. जास्त असलेली पाण्याची वाफ दवबिंदूच्या स्वरूपात गवतावर, झुडुपांवर धातुंच्या वस्तूवर आढळते सूर्य उगवल्यावर हवेचे तापमान वाढते व दवबिंदूचे बाष्पीभवन होऊन ते नाहीसे होतात. वाळवंटातील झाडांना दवबिंदूमुळे थोडेसे पाणी मिळते. दव वनस्पतींना उपकारक आहे.

तापमान →	> 0° से. (ऊल्यापेक्षा जास्त)	< 0° से. (ऊल्यापेक्षा कमी)
उंचावर	ढग	ढग (हिमपातिकांचे)
जमिनी वर	दव धुके, विरळ धुके	राईम
जमिनीवर	दव	दहीवर

आकृती ३.२ दवबिंदू

(२) **धुके** : धुके म्हणजे भूपृष्ठालगत असलेल्या ढगाचाच एक प्रकार आहे. असे म्हटल्यास वावगे ठरणार नाही. कारण हिवाळ्यात दिनमानापेक्षा रात्रीमान मोठे असल्याने उष्णतेचे उत्सर्जन अधिक होते. तेव्हा भूपृष्ठाबरोबरच भूपृष्ठालगतची हवा ही अधिक थंड होते. अशा वेळी हवेतील सापेक्ष आर्द्रता वाढून ती बाष्पसंपृक्त होते. जलकण धुलिकणा भोवती जमा होतात. व हवेत तरंगत रहातात यालाच धुके असे म्हणतात. थोडक्यात धुके म्हणजे भूपृष्ठाला स्पर्श करणारे किरकोळ प्रमाणावरील मेघच असतात. धुक्याचे देखील एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी स्थलांतर होत असते.

निर्मितीनुसार धुक्याचे प्रकार (अ) उत्सर्जन धुके : दिवसा भूपृष्ठाला मिळालेल्या उष्णतेचे रात्री उत्सर्जन झाल्याने भूपृष्ठ थंड होते. तेव्हा भूपृष्ठाला लागून असलेले हवेचे थरही थंड होतात. अशा हवेचे तापमान दवबिंदू पर्यंत कमी झाल्यास हवेतील बाष्पाचे सांद्रीभवन होऊन धुक्याची निर्मिती होते. त्या **उत्सर्जन धुके** असे म्हणतात.

(क) **आग्रस्थ धुके** : उबदार हवेच्या आगमनाने भूपृष्ठाजवळच्या थंड हवेत पाऊस पडतो आणि दोन्ही वायुराशीच्या तापमानात लक्षणीय फरक असेल तर धुक्यांची निर्मिती होते. त्याला **आग्रस्थ धुके** असे म्हणतात.

(२) **ढग आणि ढगांचे वर्गीकरण** : सांद्रीभवनाचे दुसरे रूप म्हणजे ढग होय. हवेतील बाष्पाचे सांद्रीभवन होऊन त्याचे सूक्ष्म जलकणात किंवा हिमकणात रूपांतर होते. अशा जलबिंदू किंवा हिमकणापासून ढगांची निर्मिती होते. अशा ढगांतील जल बिंदूचा किंवा हिमकणांचा व्यास ०.०२ मी.मी. पासून ०.०६ मी.मी. पर्यंत आढळतो. हे ढग वातावरणात तरंगत असतात. भूषृष्ठापासून वातावरणात ६ कि.मी. उंचीपर्यंत ते पसरलेले असतात. ढगांच्या प्रकारावरून आपणास हवेचा अंदाज कळू शकतो.

१८०१ मध्ये फ्रेंच शास्त्रज्ञ लेमार्क व १८०३ मध्ये हावर्ड यांनी ढगांचे वर्गीकरण केले असून जगभरात त्याला मान्यता मिळाली त्यानंतर जगातील शास्त्रज्ञांनी ढगांच्या अभ्यासाबाबत सर्वत्र एकसूत्रता असावी म्हणून १८९० पासून प्रयत्न केले. १९२२ पासून जगातील मेघांच्या अभ्यासात सुसूत्रता आली व मेघांचा नवीन तक्ता तयार करण्यात आला. त्यात मेघांचे १० प्रकार करण्यात आले ते खालीलप्रमाणे सांगता येतील.

ढगांचे वर्गीकरण पुढील सोप्या पद्धतीने लक्षात ठेवता येईल.

(१) ढगांचे दोन प्रमुख आकार आढळतात. (अ) पट्टीप्रमाणे असणारे ढग स्ट्रॅटस/स्टॅटा म्हणजे थर म्हणून ओळखले जातात. (ब) गठ्ठ्याप्रमाणे असणारे ढग हे क्युम्युलस म्हणून ओळखले जातात.



आकृती ३.३ स्ट्रॅटस क्युम्युलस

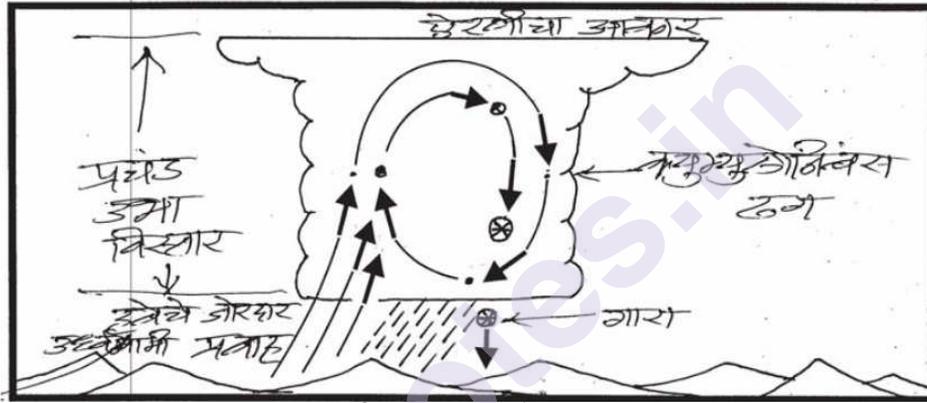
(२) अतिउंचावरचे (६ कि.मी.) ढग सिरस या संबोधनाने ओळखले जातात. (अ) विशिष्ट आकार नसलेले फक्त **सिरस** (ब) पट्टीप्रमाणे आकार असलेले सिरो स्ट्रॅटस (क) गठ्ठ्याप्रमाणे आकार असलेले **सिरो क्युम्युलस**

सिरससिरोस्ट्रॅटस सिरोक्युम्युलस

(३) मध्यम उंचीवरचे (४ कि.मी.) ढग हे अल्टो या नावाने ओळखले जातात. उदा. अल्टो-स्ट्रॅटस अल्टो-क्युम्युलस

(४) कमी उंचीवर (२ कि.मी.) आढळणारे ढग पुढीलप्रमाणे - स्ट्रॅटस, क्युमुलस, क्युमुलोनिंबस, निंबोस्ट्रॅटस व स्ट्रॅटोक्युमुलस. ढगांची ही नावे अंताक्षरी सारखी लक्षात ठेवता येतील. स्ट्रॅटस व क्युमुलस हे दोन मूळ प्रकारचे ढग लक्षात घेतल्यानंतर क्युमुलस वरून क्युमुलोनिंबस-निंबोस्ट्रॅटस-स्ट्रॅटोक्युमुलस इ. लक्षात ठेवता येतील निंबस याचा अर्थ पाऊस/वृष्टी असा आहे. त्यामुळे ज्या ढगांच्या नावात निंबस आहे. उदा. क्युमुलोनिंबस व निंबोस्ट्रॅटस ते पावसाचे ढग म्हणून ओळखले जातात.

क्युमुलोनिंबस हा ढग वैशिष्ट्यपूर्ण असून तो सुमारे २ कि.मी. पासून ६ कि.मी. पर्यंत विस्तारलेला आढळतो. जोरदार उर्ध्वगामी प्रवाहामुळे हा ढग वेगाने वाढत जातो. खूप उंचावर गेल्यावर उर्ध्वगामी हवेच्या प्रवाहांचा जोर कमी होतो व त्यामुळे ढग ऐरणीसारखा आडव्या पातळीत पसरतो. या ढगांसोबत गडगडाटी वादळ, विजा व गारांसोबत आढळून येतात.



आकृती ३.४ क्युमुलोनिंबस ढग

ऐरणीचा आकार प्रचंड उभा विस्तार हवेचे जोरदार उर्ध्वगामी प्रवाह क्युमुलोनिंबस ढग सारा

(१) (अ गट) अति उंचीवरील मेघ (उंची सरासरी ६ ते १३ कि.मी.)

(१) **सिरस मेघ** : हे अतिसूक्ष्म अशा हिमकणापासून तयार होतात. प्रखर सूर्यप्रकाशामुळे ते पक्षाच्या पांढऱ्या पिसान्यासारखे दिसतात. तर कधी कधी विशिष्ट दिशेने वाहणाऱ्या हवेमुळे विखुरले जाऊन घोड्यांच्या शेपटीप्रमाणे भासतात. या मेघापासून सहसा पर्जन्य होत नाही. या ढगांचे आवरण पातळ असते. या ढगांची सावली पडत नाही.

(२) **सिरोक्युमुलस मेघ** : हे मेघ आकाराने लहान विखुरलेले व घुमटाकृती असतात ते उर्मी चिन्हासारखे दिसतात. सकाळी हे ढग अधिक दिसतात. दिवस जसजसा वर येत जातो तसे हे ढग कमी व्हायला लागतात.

(३) **सिरो स्ट्रॅटस मेघ** : हे मेघ पांढऱ्या रंगाचे असून आकाशात पसरलेले असतात या मेघामुळे आकाशाला पांढरा, दुधाळ रंग प्राप्त होतो. ते पातळ असल्याने त्याची सावली पडत नाही. या मेघामुळे चंद्र व सूर्याभोवती खळे तयार होते असे मेघ म्हणजे वादळी हवेची सूचना असते.

- (२) मध्यम उंची वरील मेघ (ब गटातील मेघ) याची उंची सरासरी २ ते ७ कि.मी. असते म्हणून त्यांना मध्यम उंचीवरील मेघ म्हणून ओळखले जाते.
- (४) **आल्टोक्युमुलस मेघ** : हे मेघ लाटाप्रमाणे दिसतात निरनिराळ्या थरांनी बनलेले हे मेघ घुमटाकृती असतात. हे ढग काही प्रमणात पांढरे व काळे दिसतात. मध्य अक्षवृत्तीय पट्ट्यात बहुतेक या ढगापासून पाऊस होत असतो.
- (५) **आल्टो-स्ट्रेटस मेघ** : हे मेघ दाट असून रचना तंतूसारखी असते. हे मेघ राखाडी किंवा निळ्या रंगाचे दिसतात अशा ढगामुळे चंद्र, सूर्य झाकोळले जातात. या मेघापासून प्रचंड पाऊस होतो.
- (३) कमी उंचीवरील मेघ (क गटातील मेघ) हे कमी उंचावरील असून यांची उंची पृष्ठभागापासून २ कि.मी. इतकी असते.
- (६) **स्ट्रेटस मेघ** : हे मेघ राखाडी रंगाचे असून कधी-कधी धुक्यासारखे दिसतात. ते वेगवेगळ्या थरांनी तयार वहोतात. या मेघापासून हलकासा पाऊस पडतो.
- (७) **क्युमुलस मेघ** : हे उभ्या आकाराचे मेघ असून ते जाड, दाट असतात, फुलासारखे दिसतात. या मेघाच्या पायथ्याचा भाग सपाट असतो. ते चांगल्या हवेचे निर्दर्शक असून अनेक वेळा त्यापासून वृष्टी होते.
- (८) **क्युमुलेनिम्बस** : हे मेघ उभ्या व आडव्या दिशेत खूप विस्तारलेले असतात. या मेघामुळे विजा चमकतात, ढगांचा गडगडाट होते. प्रचंड पाऊस होतो. अनेक वेळा गाराही पडतात. हे मेघ घनदाट व काळे असतात.
- (९) **निम्बोस्ट्रेटस मेघ** : हे मेघ अवाढव्य व काळ्या रंगाचे असतात. या मेघांपासून सूर्यकिरण अडविले जातात. त्यामुळे बऱ्याच वेळा काळोख होतो. या मेघापासून पाऊस व हिमवृष्टी होते.
- (१०) **स्ट्रॅटोक्युमुलस मेघ** : हे मेघ अवाढव्य व गोल आकाराचे असतात पाण्याच्या सूक्ष्म कणामुळे राखाडी झालेले असतात. हे ढिगावर ढिग रचल्यासारखे भासतात. हिवाळ्यात या मेघापासून संपूर्ण आकाश झाकले जाते.
- (४) **दहीवर (Forst)** : समशीतोष्ण कटिबंधात हिवाळ्यात जमिनीलगतचे तापमान शून्य अंश सेल्सियसपेक्षा कमी होते. त्यामुळे जमिनीवर होणारे सांद्रीभवन हिमकणांच्या स्वरूपात असते त्याला दहीवर (Forst) असे म्हणतात. हे वनस्पतींना खूप अपायकारक असते.
- (५) **राईम (Rime)** : हा जमिनीलगतच्या सांद्रीभवनाचा प्रकार आहे. समशीतोष्ण कटिबंधात हिवाळ्यात हवेचे तापमान शून्य अंशापेक्षा कमी होते त्यावेळी तारांवर हिमकणांच्या स्वरूपात सांद्रीभवन होते त्या राईम असे संबोधले जाते.

स्थान तापमान ० से गोठणबिंदूपेक्षा जास्त ० से गोठणबिंदूपेक्षा कमी
 उंचावर ढग जलकणांचे ढग हिमस्फटिकांचे जमिनीलगत धुके दाट - विरळ राईम
 जमिनीवर दंव दहि (Forst) आकृती सांद्रीभवनचे प्रकार.

३.४ वृष्टी व वृष्टीचे प्रकार

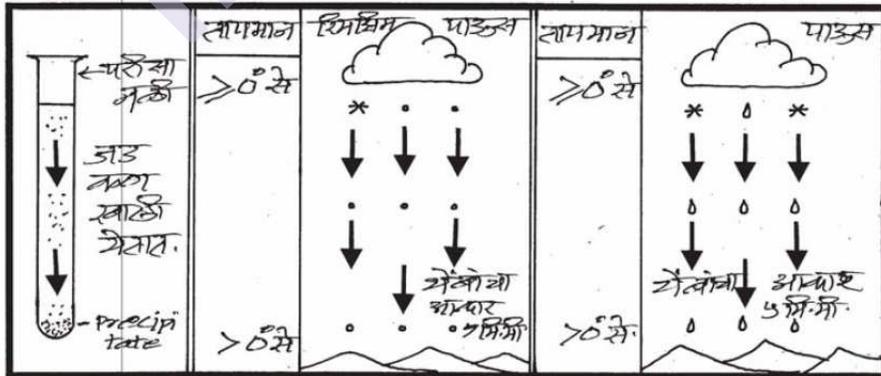
वृष्टी (Precipitation) : रसायनशास्त्रात टेस्ट-ट्यूबमध्ये एखादी रासायनिक प्रक्रिया घडून त्या प्रक्रियेत निर्माण झालेले सूक्ष्म घन कण टेस्ट ट्यूबमध्ये खालच्या दिशेने गेले व टेस्ट ट्यूबच्या तळाशी साठले तर त्या प्रक्रियेस 'Precipitation' असे संबोधले जाते. 'Pre-
 cipitation' किंवा वृष्टी म्हणजे वरून खाली येणे. उदा. आकाशातून पुष्पवृष्टी झाली.
 विमानातून पुष्पवृष्टी केली. थोडक्यात सांद्रीभवन प्रक्रियेने आकाशात तयार झालेला जलकण/
 पाण्याचा थेंब किंवा हिमस्फटिक जमिनीकडे येण्याची क्रिया म्हणजे वृष्टी. वृष्टीचे प्रमुख प्रकार
 पुढील प्रमाणे आहेत. (१) रिमझिम पाऊस 'Drizzle' (२) पाऊस 'Rain' (३) सहिम पाऊस
 'Sleet' (४) हिमवृष्टी 'Snowfall' (५) गारा 'Hail'

(१) **रिमझिम पाऊस (Drizzle)** : ज्यावेळी पावसाच्या थेंबाचा आकार १ मि.मि. किंवा त्यापेक्षा लहान असतो त्याला रिमझिम पाऊस असे संबोधले जाते. यावेळी उंचावरील तसेच जमिनीलगतच्या हवेचे तापमान गोठणबिंदूपेक्षा जास्त असते.

तापमान थेंबाचा आकार १ मि.मि. आकृती - रिमझिम पाऊस

(२) **पाऊस (Rain)** : पावसाच्या थेंबाचा आकार मोठा (५ मि.मि.) असतो. हवेचे तापमान गोठणबिंदूपेक्षा जास्त असते.

तापमान ० से. थेंबाचा आकार १ मि.मि. आकृती - पाऊस



आकृती ३.५ रिमझिम पाऊस

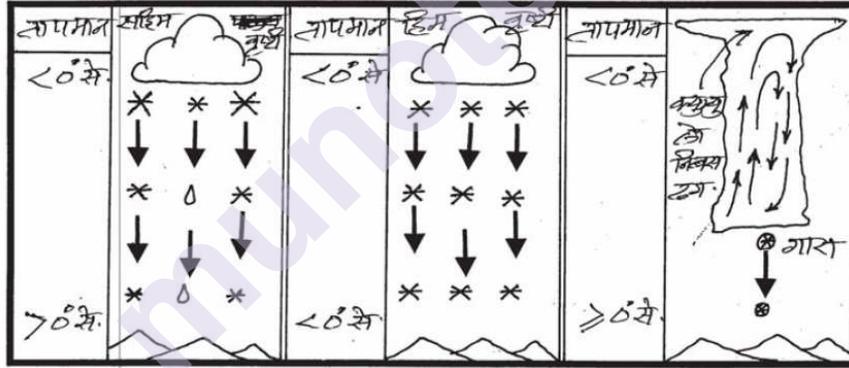
(३) **सहिम पाऊस (Sleet)** : उंचावरील हवेचे तापमान गोठणबिंदूपेक्षा (० से.) कमी असते. पण जमिनीलगतच्या हवेचे तापमान गोठणबिंदूपेक्षा जास्त असते. उंचावर लहान मोठे हिम स्फटिक तयार होतात ते खाली येताना खालच्या हवेचे तापमान जास्त असल्यामुळे वितळू लागतात. छोटे हिमस्फटिक पूर्णतः वितळून त्यांचे रूपांतर पाण्याच्या थेंबात होते तर मोठे

हिमस्फटिक अंशतः वितळून त्यांचा आकार लहान होतो. यामुळे वृष्टीत जलकण व हिमस्फटिक यांचे मिश्रण आढळते व याप्रकारची वृष्टी **सहिम पाऊस** (Sleet) म्हणून ओळखली जाते.

(४) **हिमवृष्टी (Snowfall)** : या प्रकारच्या वृष्टीत हिमस्फटिक असतात. हवेचे तापमान उंचावर तसेच जमिनीलगत गोठणबिंदूपेक्षा कमी असते.

(५) **गारा (Hail)** : गडगडाटी वादळात क्युम्युलोनिंबस ढगात, गारांची निर्मिती होते. जमीन खूप तापल्यावर हवेचे जोरदार उर्ध्वगामी प्रवाह निर्माण होतात. क्युम्युलोनिंबस ढगाची निर्मिती होते. आर्वतामध्येही हवा जोराने वर खेचली जाते व क्युम्युलोनिंबस ढग निर्माण होतो. हवेच्या जोरदार उर्ध्वगामी प्रवाहामुळे सांद्रीभवन प्रक्रियेने जलकण तयार होतात. हे जलकण उंचावर गेल्यावर गोठतात व त्यांचे हिमस्फटिकांत रूपांतर होते. गुरुत्वाकर्षणामुळे हे हिमस्फटिक खाली येऊ लागतात पण हवेच्या जोरदार उर्ध्वगामी प्रवाहात सापडून पुन्हा वर नेले जातात. हिमस्फटिक खाली येताना वर जाताना त्यांना इतर हिमस्फटिक व जलकण चिकटतात गोठतात त्यामुळे मूळ हिमस्फटिकाचा आकार वाढत जातो आणि गारेची निर्मिती होते. छोट्या गारा बोराएवढ्या तर मोठ्या गारा चेंडूएवढ्याही असतात. कालांतराने हवेच्या उर्ध्वगामी प्रवाहांचा जोर कमी होतो व गारेचेही वजन वाढते व जमिनीवर पडते. गारपिटीमुळे पिकांचे तसेच मालमत्तेचे प्रचंड नुकसान होते. माणसे, जनावरे मरतात.

क्युम्युलोनिंबस ढग हवेचा उर्ध्वगामी प्रवाह गार आकृती - गारा.



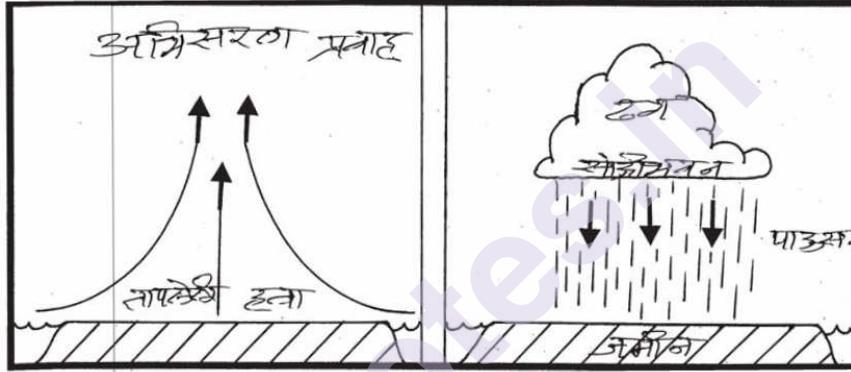
आकृती ३.६

३.५ पर्जन्याचे प्रकार

भूपृष्ठावरील किंवा सागरातील पाण्याचे बाष्पात रूपांतर होते. हे बाष्प वजनाने हलके असल्याने वातावरणात वरवर जाते. त्यामुळे वातावरणातील हवा बाष्पयुक्त बनते. हवेचे तापमान आणखी कमी झाल्यास हवेची सापेक्ष आर्द्रता वाढत जाऊन ती बाष्पसंपृक्त बनते म्हणजेच त्या हवेची सापेक्ष आर्द्रता १००% होते. त्यानंतरही हवेचे तापमान कमी होत गेल्यास हवेतील जास्त झालेल्या बाष्पाचे जलकणात रूपांतर होते. हे जलकण धुलीकणांभोवती जमा होतात. हळूहळू त्यांचे आकारमान वाढत जाऊन जलबिंदूची निर्मिती होते. या जलबिंदूचा व्यास ५ मि.मि. पेक्षा मोठा झाल्यास ते वातावरणात तरंगू शकत नाहीत. त्यामुळे ते पावसाच्या रूपाने भूपृष्ठावर पडतात त्याला पाऊस असे म्हणतात.

अशा प्रकारे जलकणांची निर्मिती होऊन पाऊस पडल्यास विशिष्ट प्रकारची परिस्थिती निर्माण होऊन होते. आवश्यक असते

(१) **आरोह किंवा अभिसरण पर्जन्य** : सूर्याच्या उष्णतेमुळे भूपृष्ठ तापते. भूपृष्ठावरील हवा तापते. प्रसरण पावते. हलकी होते आणि वर जाऊ लागते. वर जाणाऱ्या हवेची जागा घेण्यासाठी सभोवतालची हवा येते. ती ही तापते. हलकी होते आणि वर जाते ही क्रिया सातत्याने चालत राहिल्याने वातावरणात हवेचे अभिसरण प्रवाह निर्माण होतात वर जाणारी हवा उष्ण व बाष्पयुक्त असते. ती उंचावर गेल्यास तिच्यावरील दाब कमी होतो ती प्रसरण पावते आणि आपोआप थंड होते. थंड होऊ लागल्याने तिची बाष्पधारण शक्ती कमी होते. हवेची सापेक्ष आर्द्रता वाढत जाऊन १०० % होते. अशी हवा आणखी वर गेल्यास तिच्यातील जादा बाष्पाचे सांद्रीभवन होऊन जलकण तयार होतात. हे जलकण एकत्र येऊन त्यापासून ढग तयार होतात. त्या जलकणांचा व्यास वाढत गेल्यास ते वातावरणात तरंगू शकत नाहीत.

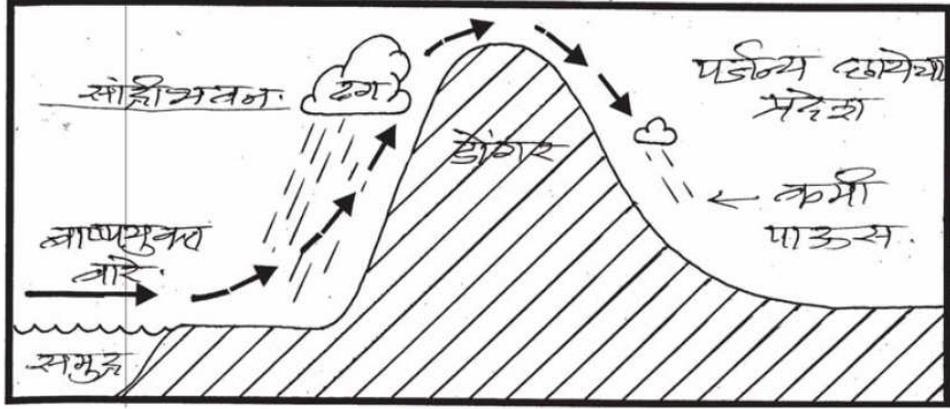


आकृती ३.७ अभिसरण पर्जन्य

जलकण पावसाच्या स्वरूपात भूपृष्ठावर येतात त्याला अभिसरण किंवा आरोह पर्जन्य असे म्हणतात. अशा प्रकारचा पाऊस विषुववृत्तीय प्रदेशात दररोज दुपारनंतर होतो. हा पाऊस मुसळधार स्वरूपाचा असून या पावसाच्या वेळी ढगांचा गडगडाट व विजांचा लखलखाट होतो. आकृती मध्ये आरोह पर्जन्याची क्रिया दाखवलेली आहे.

सांद्रीभवन ढगांची निर्मिती अभिसरण प्रवाह जमीन आकृती - अभिसर पर्जन्य

(२) **प्रतिरोध पर्जन्य** : प्रतिरोध प्रकारचा पाऊस म्हणजे बाष्पयुक्त वारे एखाद्या अडथळ्यामुळे वर जाताना थंड होतात व ढगांची निर्मिती होऊन होणारा पर्जन्य होय. बाष्पयुक्त वारे आपल्या मार्गातील डोंगर रांगा किंवा पर्वताच्या पायथ्याकडून शिखराकडे वरच्या दिशेने वाहतात तेव्हा त्यावरील हवेचा दाब कमी होवून ती प्रसरण पावते. अशी हवा आणखी उंच गेल्यास तापमान आणखी कमी होवून सापेक्ष आर्द्रता १००% होते. यानंतरचीही हवा वर गेल्यास सांद्रीभवनाची क्रिया घडते व सूक्ष्म जलकण तयार होतात. ते जलकण एकत्र येऊन ढगांची निर्मिती होते हे ढग पर्वत किंवा डोंगराला अडवले गेल्याने प्रचंड पाऊस होते. याला प्रतिरोध पर्जन्य असे म्हणतात.



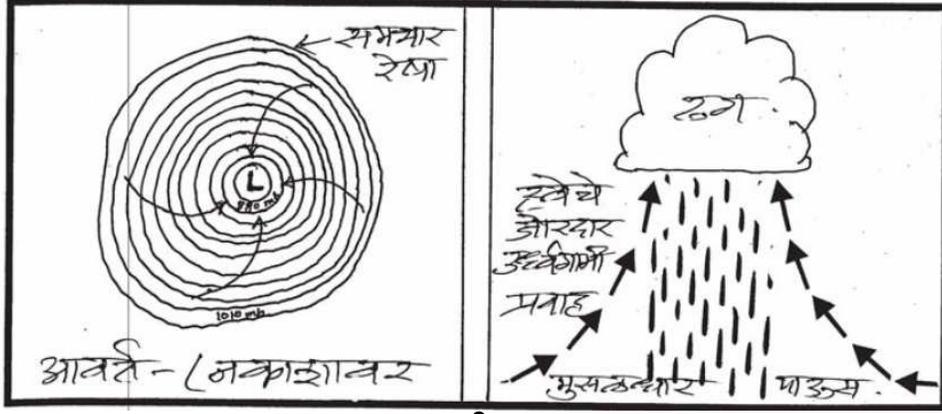
आकृती ३.८ प्रतिरोध पर्जन्य

पर्वताच्या ज्या बाजूकडून वारे वाहत वर येतात त्या बाजूवर भरपूर पर्जन्य पडतो. परंतु विरूद्ध बाजूला मात्र कमी पाऊस होतो. कारण पर्वत ओलांडून वारे विरूद्ध बाजूला गेल्यावर त्याच्यातील बाष्प बरेचसे कमी झालेले असते. याचबरोबर हवा पर्वताच्या माथ्यावरून पायथ्याकडे येते. अशी हवा वरून खाली दाबली जाते. म्हणजेच ती आकुंचन पावते. त्यामुळे हवेचे तापमान वाढते. सापेक्ष आर्द्रता कमी होते. म्हणजेच हवेची बाष्पधारण शक्ती वाढते अशा प्रकारे प्रतिकूल परिस्थिती निर्माण झाल्याने पर्वताच्या विरूद्ध बाजूला अल्प पाऊस पडतो. त्याला पर्जन्यछायेच्या प्रदेश म्हणून ओळखतात. उदा. सह्याद्री पर्वताच्या माथ्यावरील महाबळेश्वर येथे ५७५ से.मी. इतका तर महाबळेश्वर पासून ३२ कि.मी. दूर असणाऱ्या पूर्व उतारावरील वाई येथे मात्र फक्त ७५ सेमी पाऊस होतो. कोकणात पडणारा मोसमी पाऊस हा प्रतिरोध प्रकारचा पाऊस आहे. सह्याद्रीच्या माथ्यावर मुसळधार पाऊस पडते तसेच भारताची पश्चिम किनारपट्टी, हिमालयाचा पायथ्या, ब्राझिलची पश्चिम किनारपट्टी आणि म्यानमारमध्ये प्रतिरोध प्रकारचा पाऊस पडतो. आकृती मध्ये प्रतिरोध पर्जन्याची क्रिया व स्वरूप दाखवले आहे.

सांद्रीभवन बाष्पयुक्त वारे समुद्र डोंगर पर्जन्य छायेचा प्रदेश कमी पाऊस आकृती - प्रतिरोध पर्जन्य

(३) **आवर्त पर्जन्य** : आवर्तीय वाऱ्यापासून पडणाऱ्या पावसाला आवर्त पर्जन्य असे म्हणतात. आवर्त पर्जन्याचे दोन प्रकार पडतात. (१) उष्ण कटिबंधीय आवर्त, (२) मध्य कटिबंधीय आवर्त

उष्ण कटिबंधीय आवर्त होणाऱ्या ठिकाणी मध्यभागी कमी दाबाचे केंद्र असते. सभोवतालच्या अधिक दाबाच्या प्रदेशाकडून कमी दाबाच्या केंद्राकडे वारे चक्राकार पद्धतीने वाहत येतात. तेव्हा हवेची उर्ध्वगामी हालचाल होऊन अभिसरण पर्जन्यासारखा पाऊस होतो. उदा. उन्हाळ्यात बंगालच्या उपसागरावर अशा स्वरूपाचा पाऊस होतो.



आकृती ३.९

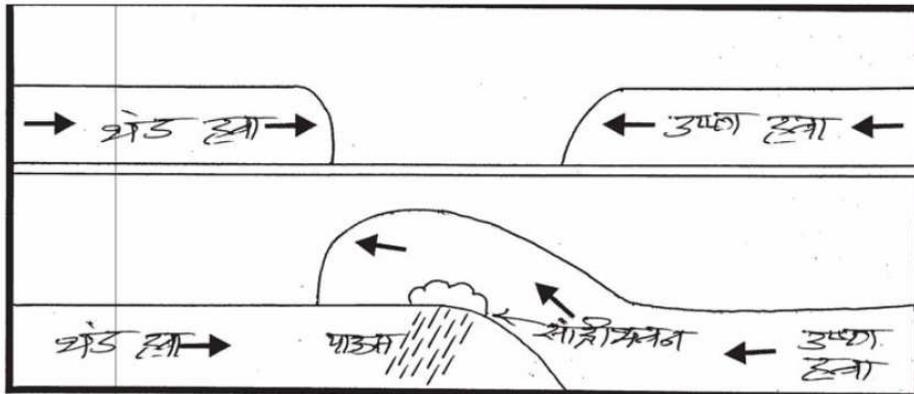
समशीतोष्ण कटिबंधीय आवर्ताची निर्मिती, प्रक्रिया मात्र भिन्न स्वरूपाची असते. समशीतोष्ण कटिबंधात उबदार आणि थंड वायुराशी एकमेकांच्या संपर्कात आल्यामुळे या आवर्ताची निर्मिती होते. जेव्हा भिन्न गुणधर्मांच्या दोन वायुराशी एकत्र येतात. तेव्हा उष्ण वायुराशी हलकी असल्यामुळे वर जाते तर थंड वायुराशी जड असल्यामुळे खाली राहते. उष्ण वायुराशी जेव्हा अधिक वर जाते. तेव्हा तिच्यातील बाष्पाचे सांद्रीभवन होऊन पाउस पडतो. उदा. समशीतोष्ण कटिबंधातील ६० अक्षवृत्ताच्या दरम्यान कमी दाबाच्या पट्ट्याजवळ पश्चिमी वाऱ्याच्या टापुत हिवाळ्यात या प्रकारचा पाऊस होतो. त्याला मध्यकटिबंधीय किंवा समशीतोष्ण कटिबंधीय आवर्त पर्जन्य असे म्हणतात. आवर्ताची क्रिया आकृती मध्ये दाखवली आहे.

समभार रेषा आवर्त (नकाशावर) हवेचे जोरदार उध्वगामी प्रवाह

आकृती - उष्ण कटिबंधीय आवर्त

थंड हवा उष्ण हवा

थंड हवा सांद्रीभवन उष्ण हवा आकृती-समशीतोष्ण कटिबंधीय आवर्त



आकृती ३.१० समशीतोष्ण कटिबंधीय आवर्त

३.६ समारोप

पृथ्वीवरील पाणी एक जादुई पदार्थ आहे. पाण्याची वाफ झाली की ती अदृश्य होते. वाफेचे सांद्रीभवन झाले की ती पुन्हा दृश्य स्वरूपात येते. सांद्रीभवनच्या विविध रुपांचा अभ्यास उपयुक्त व गंमतीदार आहे.

सांद्रीभवन प्रक्रियेने उंचावर ढग तयार होतात. या ढगातील पाणी पावसाच्या जलकणांच्या स्वरूपात किंवा हिमवृष्टीच्याह हिम स्फटिकांच्या रूपात पृथ्वीवर येते.

वृष्टीच्या स्वरूपानुसार वृष्टीचे वेगवेगळे प्रकार ओळखता येतात.

३.७ प्रश्न

प्रश्न १ खालील प्रश्नांची उत्तरे लिहा.

१. सांद्रीभवनाची संकल्पना स्पष्ट करा.
२. सांद्रीभवनाच्या विविध रुपांचे स्पष्टीकरण द्या.
३. ढगांच्या विविध प्रकारांची माहिती द्या.
४. वृष्टीच्या विविध प्रकारांचे स्पष्टीकरण द्या.
५. पर्जन्याचे विविध प्रकार सांगा.

प्रश्न २ टीपा द्या.

- | | |
|---------------------|-----------------------|
| १. आवर्त पर्जन्य | २. ढगांचे प्रकार |
| ३. दंव व धुके | ४. पाऊस व रिमझिम पाऊस |
| ५. प्रतिरोध पर्जन्य | ६. अभिसरण पर्जन्य |
| ७. सहिम वृष्टी | ८. हिमवृष्टी |



घटक - ४

महासागर तळरचना व क्षारता

घटक संरचना :

- ४.० उद्दिष्टे
- ४.१ प्रस्तावना
- ४.२ महासागर तळरचना
- ४.३ प्रशांत महासागराची तळरचना
- ४.४ क्षारता
- ४.५ सागरी जलाच्या क्षारतेवर परिणाम करणारे घटक
- ४.६ क्षारतेचे वितरण
- ४.७ समारोप
- ४.८ प्रश्न

४.० उद्दिष्टे

- महासागर तळ रचनेची आहेत.
- प्रशांत महासागराची तळरचना
- क्षारतेची माहिती घेणे
- क्षारतेवर परिणाम करणारे घटक अभ्यासणे
- क्षारतेचे वितरण समजून घेणे

४.१ प्रस्तावना

महासागराच्या पोटात काय आहे याचे आपल्याला नेहमीच कुतूहल असते. या प्रकरणात आपण महासागर तळरचनेची माहिती घेणार आहोत.

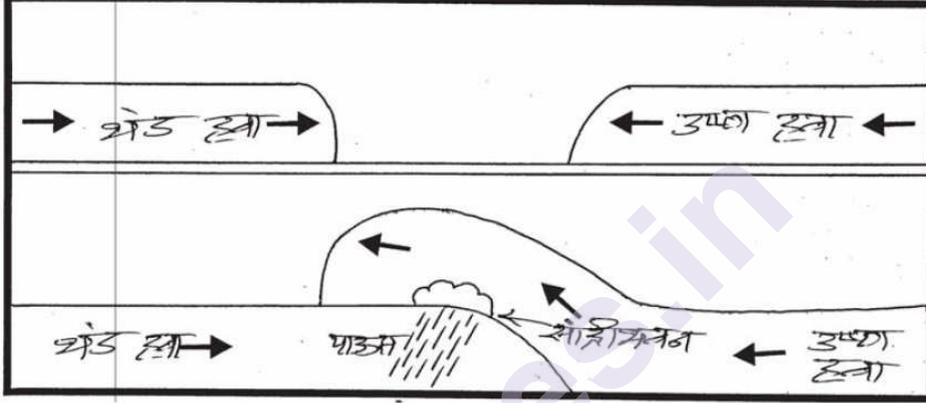
सागराचे पाणी क्षारयुक्त असल्याने खारट असते. हे क्षारतेचे प्रमाण का कमी होते, का वाढते व त्यावर कोणते घटक काम करतात याची माहितीही याच प्रकरणात आपल्याला मिळेल.

४.२ महासागर तळरचना

१) **भूखंडमंच (Continental Shelf)** : जमिनीचा किंवा भूखंडाचा समुद्राकडे झालेला विस्तार किंवा किनाऱ्यालगतची कायम पाण्याखाली असलेली जमीन भूखंडमंच म्हणून ओळखली

जाते. नावाप्रमाणे (मंच / shelf) हा मंद उताराचा सपाट प्रदेश असतो. याचा विस्तार साधारणतः ३० ते १५० कि.मी. असतो. रॉकी अॅण्डीज पर्वतरांगा असलेल्या अमेरिकेच्या किनाऱ्यालगत भूखंडमंच आढळत नाही. (किनाऱ्यालगतच तीव्र उताराचा खण्डान्त उतार (Continental slope) आढळतो.

हिमयुगाच्या शेवटी समुद्राच्या पाण्याची पातळी वाढली व त्यामुळे जमिनीचा किनाऱ्यालगतचा भाग पाण्याखाली जाऊन भूखंडमंचाची निर्मिती झाली असावी असे मानतात. सागरी लाटांच्या खनन कार्यामुळेही लहान प्रमाणात भूखंड मंचाप्रमाणे सपाट प्रदेश तयार झालेले आढळतात.

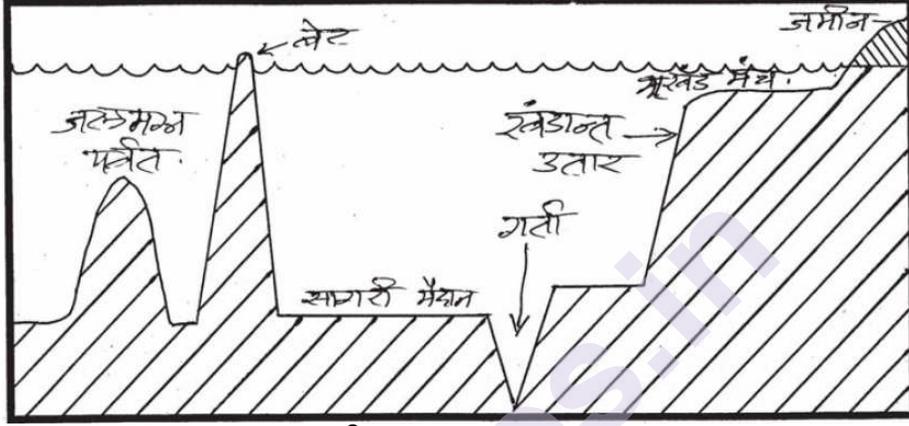


आकृती ४.१

भूखंडमंचाचे फायदे :

- १) भूखंड मंचावर पाणी उथळ असते. त्यामुळे सूर्यप्रकाश तळापर्यंत पोहोचतो. यामुळे पाणवनस्पती व प्लवंगांची मोठ्या प्रमाणावर वाढ होते. हे खाद्य उपलब्ध असल्यामुळे या भागात माशांची संख्या ही जास्त असते. मत्स्यक्षेत्रे म्हणून या प्रदेशाचा विकास होतो. उदा. अमेरिकेतील न्यूफाऊंडलॅण्ड जवळील ग्रँड बँक.
- २) भूखंडमंचाची खोली मर्यादित असल्यामुळे भरतीच्यावेळी सागराच्या पाण्याची पातळी वाढते व त्यामुळे मोठ्या जहाजांना किनाऱ्याकडे येणे सुलभ होते. जगातील बहुतेक मोठी बंदरे - सिंगापूर, हाँगकाँग, रॉटरडॅम, हॅम्बर्ग, लंडन इत्यादी भूखंड मंचावर आहेत.
- २) **खण्डान्त उतार (The Continental Slope) :** भूखंडमंचाच्या टोकाला समुद्राच्या दिशेने जाताना खण्डान्त उतार सुरू झालेला आढळतो. हा उतार साधारणतः तीव्र असतो. (१:२०)
- ३) **सागराच्या तळाशी असलेला मैदानी प्रदेश (Deep sea plains)**
: साधारणतः २ ते ३ किलोमीटर खोलीवर समुद्रात/महासागरात हा मैदानी प्रदेश आढळतो. पूर्वी हा प्रदेश सपाट असावा असे मानले जाते असे पण आधुनिक उपकरणांच्या सहाय्याने या मैदानी प्रदेशावर जलमग्न पठारे, डोंगररांगा, दऱ्या आढळल्या आहेत. या मैदानी प्रदेशावरील काही डोंगर उंच असल्यास त्यांची शिखरे समुद्रपातळीच्या वर येतात व ती महासागरातील बेटे म्हणून ओळखली जातात.

- ४) **गवी (Trenches)** या लांब व अरूंद भेगांच्या स्वरूपात सागरतळावर आढळतात. यांची खोली ९ ते १० कि.मी. असते. बहुतेक गर्ता खंडाच्या जवळ आढळतात. प्रशांत महासागरातील मारियाना गर्ता सर्वात खोल मानली जाते. (खोली १०,९०० मीटर्स - १०.९ कि.मी. पेक्षा जास्त आहे. जमिनीवरील सर्वात उंच शिखर एव्हरेस्टची उंची फक्त ८.८ कि.मी. आहे). इतर गर्ता -
- अ) टोंगा गर्ता (Tonga Trench) ९.४ कि.मी.
- ब) जपानी गर्ता (Japanese Trench) ८.५ कि.मी.



आकृती ४.२ सागर तळ रचना

४.३ प्रशांत महासागराची तळरचना

प्रशांत महासागर जगातील सर्वात मोठा महासागर असून त्याने पृथ्वीचा १/३ भाग व्यापला आहे. याची सरासरी खोली ५००० मी. आहे. याच्या पश्चिमेला आशिया, पूर्व अमेरिका असून उत्तरेला बेरिंगची सामुद्रधुनी आहे तर दक्षिणेला अंटार्क्टिका खंड आहे.

बेरिंगची सामुद्रधुनी (उत्तर)

आशिया पश्चिम प्रशांत महासागर अमेरिका (पूर्व)

अंटार्क्टिका (दक्षिण)

प्रशांत महासागराची सापेक्ष स्थिती

याचा आकार त्रिकोणाकृती असून या महासागरात सुमारे २०,००० बेटे आहेत.

१) **भूखंडमंच (Continental Shelf)** : ऑस्ट्रेलिया, आशिया खंडालगतच्या भागात प्रशांत महासागराच्या भूखंडमंचाचा विस्तार जास्त आहे. त्यावर या खंडालगत असणारी बेटे आढळतात. उदा. क्युराईल, जपान, फिलिपीन्स, इंडोनेशिया, न्यूझीलँड, इ. त्याचप्रमाणे खंडाजवळचे छोटे समुद्रही या भूखंड मंचावर आहेत. उदा. बेरिंगचा समुद्र, ओखोटस्कचा समुद्र, जपानचा समुद्र, पिवळा समुद्र, चीनी समुद्र, जावा समुद्र इ. भूखंडमंचाची सरासरी खोली १ कि.मी. पेक्षा कमी असून विस्तार कमीजास्त आढळतो.

२) **पर्वतरांगा (Ridges):** या महासागरात इतर महासागरांप्रमाणे मध्यवर्ती पर्वतरांगा आढळत नाही. महासागराच्या पूर्व भागात तुरळक जलमग्न पर्वतरांगा आढळतात. यापैकी पूर्व प्रशांत महासागरीय पर्वतरांग किंवा अस्बेट्रॉस पठार विस्तृत आहे. याच्या ईशान्येला कोकोस पर्वतरांग (Cocos Ridge) आहे. सॅन पोलिक्स पर्वतरांग चिलीच्या किनाऱ्याला समांतर आहे. $20^\circ - 40^\circ$ द. अक्षवृत्ताजवळ आग्नेय प्रशांत महासागरीय पठार (South-Eastern Pacific Plateau) आढळते. यांच्या दक्षिणेला पॅसिफिक अंटार्क्टिक पर्वतरांग आढळते. प्रशांत महासागराच्या मध्य भागात 35° उ. ते 17° उ. अक्षवृत्तादरम्यान हवाईयन उंचवटा (Hawaiian Swell) आढळतो. या पर्वतरांगेवर हवाई (Hawaii) आणि होनोलूलू (Honolulu) ही बेटे आढळतात.

महासागराच्या पश्चिम भागात जपान ते अंटार्क्टिक यामधील भागात महासागराची खोली ३ कि.मी. पेक्षा कमी आहे. न्युझिलँडच्या पश्चिमेस 44° द. अक्षवृत्ताजवळ चॅथम उंचवटा (Chatham Rise) आहे.

३) **खोलगट भाग/प्रदेश (Basins) :** प्रशांत महासागरात अनेक ठिकाणी खोलगट प्रदेश आढळतात.

- १) फिजी बेसिन : फिजी बेटांच्या दक्षिणेला आहे.
- २) पूर्व ऑस्ट्रेलियन बेसिन : सुमारे ४ कि.मी. खोलीवर ऑस्ट्रेलियाच्या पूर्वेस गोलाकार बेसिन आढळते.
- ३) दक्षिण ऑस्ट्रेलियन किंवा जेक्रीचे बेसिन : ऑस्ट्रेलियाच्या दक्षिणेस सुमारे ५ कि.मी. खोलीवर हे बेसिन आढळते.
- ४) अॅल्युशियन बेसिन (Aleutian Basin) : अॅल्युशियन बेटांच्या उत्तरेस सुमारे ४ कि.मी. खोलीवर आहे.
- ५) फिलिपाईन्स बेसिन (Philippine Basin) : फिलिपाईन्स बेटांच्या पूर्वेस असून याची खोली ५ ते ६ कि.मी. आहे.
- ६) पश्चिम कॅरोलिन बेसिन : हे गोलाकार बेसिन फिलिपाईन्स बेसिनच्या पूर्वेस आहे.

४) **गर्ता (Trenches/Deep) :** सुमारे ३२ गर्ता प्रशांत महासागरात आहेत त्यापैकी बऱ्याच गर्ता येथील बेटांना पर्वतरांगांना समांतर आहेत. प्रशांत महासागराच्या पश्चिम भागात गर्तांचे प्रमाण अधिक आहे. काही प्रमुख गर्ता पुढील प्रमाणे आहेत.

- १) फिलिपाईन्स गर्ता (Philippine trench) : फिलिपाईन्स बेटांच्या पूर्व किनाऱ्यालगत आढळते. याची खोली सुमारे १०.४ कि.मी. आहे.
- २) अॅल्युशियन गर्ता (Aleutian Trench) : अॅल्युशियन बेटांच्या सभोवती अर्धवर्तुळाकार आकारात ही गर्ता आहे. खोली सुमारे ६ ते ७ कि.मी.
- ३) क्युराईल व जपानी गर्ता (Kurile & Japan Trench) : जपानी बेटांना समांतर आहे. या गर्तेची खोली सुमारे ८ कि.मी. आहे.

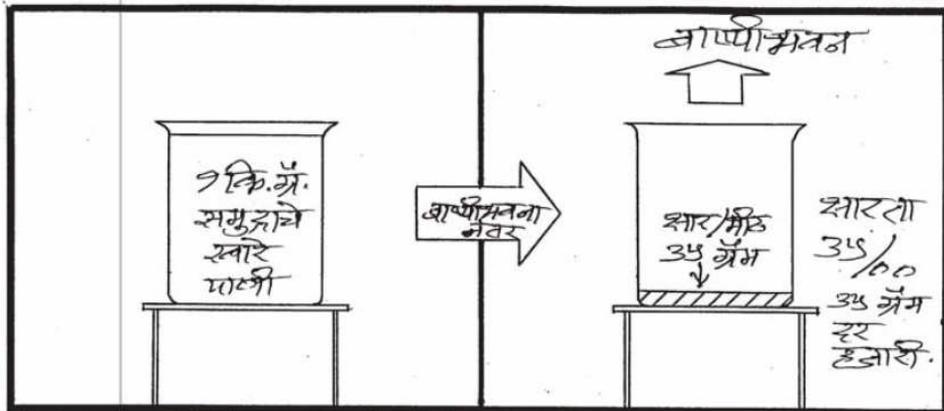
- ४) नीरो गर्ता (Nero Trench) : याची खोली ९ कि.मी. पेक्षा जास्त असून मरियाना बेटांलगत आढळते. यालाच मरियाना गर्ता असेही म्हणतात.
- ५) पेरू-चिली गर्ता (Peru-Chile Trench) अॅण्डीज पर्वताजवळील प्रशांत महासागराच्या पूर्व भागात पेरू/चिली देशांजवळ ही गर्ता आढळते.

४.४ क्षारता

समुद्राचे पाणी खारट असते कारण त्यात क्षार विरघळलेले असतात. वेगवेगळ्या ठिकाणी असलेल्या समुद्रातील क्षारांचे प्रमाणही वेगवेगळे असलेले आढळते. समुद्राच्या पाण्यात किती प्रमाणात क्षार विरघळलेले आहेत यावरून समुद्राच्या पाण्याची (सागरजलाची) क्षारता ठरविली जाते.

समजा आपण एक किलोग्रॅम वजनाचे समुद्राचे पाणी एका भांड्यात घेतले व बाजूला ठेऊन दिले तर बाष्पीभवन प्रक्रियेने हळूहळू पाण्याची वाफ होईल व क्षार (मीठ) खाली शिल्लक राहील. या क्षारांचे वजन केल्यास आपल्याला समुद्राच्या पाण्यातील क्षारतेचे प्रमाण समजेल. समजा क्षारांचे वजन ३५ग्रॅम भरले तर क्षारता ३५ ग्रॅम दर हजारी असे सांगता येईल(१ किलोग्रॅम म्हणजेच १००० ग्रॅम आपण पाणी १ किलोग्रॅम म्हणजेच १००० ग्रॅम घेतले होते. त्यात ३५ ग्रॅम क्षार आढळले. 1000 पैकी $35(35/1000)$. असे मांडता येईल. 100 पैकी 35 लिहिताना आपण $100 = 35\%$ असे लिहितो. 35% याचाच अर्थ क्षारता ३५ दर हजारी.

सागरीजलाचा खारटपणा सर्वत्र सारखा आढळत नाही. समुद्राचे पाणी खारट असते व नद्यांचे पाणी मात्र गोडे असते. मग समुद्राचे पाणी खारट का असते? कारण समुद्राच्या पाण्यात विशिष्ट क्षार(मीठ) व इतर अनेक क्षार पदार्थ पाण्यात विरघळलेले असतात. हे पदार्थ नद्यांच्या पाण्याबरोबर समुद्रात येऊन मिसळतात. त्यामुळेच समुद्राच्या पाण्याला खारटपणा येतो. या खारटपणालाच सागरी जलाची क्षारता (Salinity)म्हणतात.



आकृती ४.३ क्षारता

सर्वसामान्यपणे समुद्राच्या १००० ग्रॅम पाण्यात ३५ ग्रॅम क्षार विरघळलेले असतात. त्यालाच सागरीजलाची क्षारता/लवणता असे म्हणतात. समुद्राच्या पाण्याची क्षारता सामान्यपणे दर हजारी ३५ इतकी असून ती ३५%० अशी लिहितात. दर १००० ग्रॅम सागरीजलात विरघळलेल्या निरनिराळ्या क्षारांचे प्रमाण डिटमर यांच्या मते पुढीलप्रमाणे आढळते.

अ.क्र.	क्षार	प्रमाण ग्रॅम (१००० ग्रॅम पाण्यामध्ये)	शेकडा
१.	सोडिअम क्लोराईड	२७.२१३	७७.८
२.	मॅग्नेशियम क्लोराईड	३.८०७	१०.९
३.	मॅग्नेशियम सल्फेट	१.६५८	४.७
४.	कॅल्शियम सल्फेट	०१.२६०	३.६
५.	पोटॅशियम सल्फेट	०.८६३	२.५
६.	कॅल्शियम कार्बोनेट	०.१२३	०.३
७.	मॅग्नेशियम ब्रोमाईड	०.७५६	०.२
	एकूण	३५.००	१००.००

वरील पदार्थाव्यतिरिक्त इतरही काही क्षारपदार्थ सागरीजलात विरघळलेले असतात. परंतु त्यांचे प्रमाण अतिअल्प असते. डिटमरच्या मते सागरजलात एकूण ४७ क्षार विरघळलेले असून वरील ७ क्षार महत्त्वाचे आहेत. त्यापैकी सोडियम क्लोराईड किंवा मिठाचे प्रमाण सर्वात अधिक आढळते. आयोडिन, फ्लोरिन, निकेल, कोबाल्ट, झिंक इ. क्षार अल्प प्रमाणात आढळतात.

दरवर्षी जगातील नद्या सुमारे १६ कोटी टन क्षार सागरात वाहून आणतात. जॉली या शास्त्रज्ञांच्या मते, पृथ्वीवरील सर्व महासागर, भूवेष्टीत समुद्र, खंडातर्गत समुद्र या सर्वांचे क्षार पदार्थांचे प्रमाण ५० अब्ज टन आहे. हे सर्व क्षार पृथ्वीवर पसरविले तर भूपृष्ठाची उंची ४५.७२ मी ने वाढेल. आणि जर केवळ भूभागावर पसरविले तर १५२.४ मी. ने भूभागाची उंची वाढेल. यावरून सागरजलात क्षारतेचे प्रमाण किती प्रचंड आहे याची कल्पना येते.

सागरजलाची क्षारता सर्वत्र सारखी आढळत नाही क्षारतेचे प्रमाण कमी- जास्त आढळते. कारण सागरजलाच्या क्षारतेवर विविध घटकांचा परिणाम होतो.

४.५ सागरी जलाच्या क्षारतेवर परिणाम करणारे घटक (FACTOR AFFECTING SALINITY OF THE OCEAN)

निरनिराळ्या महासागरात क्षारतेचे प्रमाण वेगवेगळे असते. इतकेच नव्हे तर एकाच महासागरात वेगवेगळ्या ठिकाणी क्षारतेच्या प्रमाणात फरक पडतो. कारण क्षारतेवर अनेक घटकांचा प्रभाव पडतो. यांना 'नियंत्रक कारके' म्हणतात. यामध्ये पुढील घटकांचा समावेश होतो.

(१) **बाष्पीभवनाचा वेग:** बाष्पीभवनाचा आणि क्षारतेचा प्रत्यक्ष संबंध आहे. जेथे तापमान जास्त, तेथे बाष्पीभवनाचा वेग जास्त, परंतु बाष्पीभवना सोबतच वाऱ्यामध्ये आर्द्रतेचे प्रमाण कमी असणे आवश्यक आहे. उदा. कर्कवृत्त व मकरवृत्त येथे बाष्पीभवनाचा वेग जास्त व क्षमताही जास्त असते. परंतु विषुववृत्तावर उच्च तापमान व अधिक बाष्पीभवन होऊनही अत्याधिक आर्द्रतेमुळे क्षारतेचे प्रमाण तेवढे जास्त नसते. थोडक्यात तापमान जास्त, कोरडी हवा, निरभ्र आकाश व वाऱ्याचा वेग जास्त असलेल्या भागात बाष्पीभवन जास्त असल्याने क्षारता जास्त आढळते. वस्ट(Wust) यांच्या मते(१९३५) अटलांटिक महासागरात ४०° उ. अक्षवृत्तावर बाष्पीभवनाचा वार्षिक सरासरीदर ९४ सें. मी. २०° उ. अक्षांशावर १४९ सें. मी. तर विषुववृत्तावर १०५ से.मी. आहे. त्यामुळे विषुववृत्तावरील क्षारता ३४.६८%० आढळते तर २०° उत्तरेला त्यापेक्षा जास्त म्हणजे ३७%० इतकी क्षारता आढळते.

(२) **पर्जन्याचे प्रमाण:** पावसाचे प्रमाण आणि सागरीजलातील क्षारता यांच्यामध्ये संबंध आहे. जेथे पावसाचे प्रमाण जास्त असते तेथे सागरास गोड्या पाण्याचा पुरवठा वाढल्याने सागरीजलाची क्षारता कमी आढळते. कर्कवृत्तीय व मकरवृत्तीय प्रदेशात पडणाऱ्या पावसापेक्षा अधिक पाऊस विषुववृत्तीय प्रदेशात पडतो, त्यामुळे तेथील सागरास गोड्या पाण्याचा पुरवठा अधिक होतो म्हणून विषुववृत्तीय प्रदेशात, क्षारता कमी आढळते. तसेच ध्रुवीय प्रदेशात हिमवृष्टीचे प्रमाण जास्त असते. तेथील भूमीवरील पाण्याचे रूपांतर बर्फाचे होते. कालांतराने ते बर्फ सागरात विलीन होते, त्यामुळे ध्रुवीय प्रदेशातील सागरीजलाची क्षमता कमी आढळते.

(३) गोड्या पाण्याचा पुरवठा: नद्याबरोबरच, हिमवृष्टी, सागरास येऊन मिळणाऱ्या हिमनद्या, बर्फ वितळून समुद्राला होणारा गोड्या पाण्याचा पुरवठा मोठ्या प्रमाणावर होतो. त्याचा सागरजलाच्या क्षारतेवर परिणाम होतो. ज्या सागरांना नद्यांपासून मिळणाऱ्या गोड्या पाण्याचा पुरवठा जास्त होतो तेथील नद्यांच्या मुखाशी क्षारतेचे प्रमाण कमी आढळते. उदा. अँपेझॉन, कांगो, मिसिसिपी, सेन्ट लॉरेन्स, इ. नद्यांच्या मुखाशी क्षारता कमी आढळते.

भूमध्य समुद्राची क्षारता ४०%० आढळते. कारणे येथे बाष्पीभवनाचा वेग जास्त आणि नद्यांद्वारे होणारा गोड्या पाण्याचा पुरवठा कमी आहे. तर काळा समुद्र भूवेष्टित असून सुध्दा या समुद्राची क्षारता केवळ १८%० आहे. कारण या समुद्रास डॅन्युब, नीस्टर, नीपर यासारख्या नद्यांमुळे गोड्या पाण्याचा पुरवठा होतो. बोस्नीयाच्या आखाताजवळ क्षारता केवळ ५% आढळते. कारण या आखाताला नद्यांद्वारे होणारा गोड्या पाण्याचा पुरवठा जास्त आहे.

(४) **वायुभार व वाऱ्याची दिशा:** वाऱ्याची निर्मिती ही वायुभारातील फरकामुळे होते अशा या वाऱ्याचा व वाऱ्याच्या दिशेचा परिणाम व सागरजलाच्या क्षारतेवर होतो. व्यापारी वारे हे पूर्वेकडून पश्चिमेकडे वाहतात. त्यामुळे पूर्वेकडील सागरी पृष्ठभागावरील गरम पाणी पश्चिमेकडे वाहून नेले जाते. त्यामुळे पश्चिमेकडील सागरीपृष्ठभागाचे तापमान वाढल्याने सागरीजलाची क्षारता वाढते. तर पूर्व भागातील गरम पाणी पश्चिमेकडे वाहून नेल्याने तेथे निर्माण झालेली पोकळी भरून काढण्यासाठी सागरजलावरील थंड पाणी वर

आल्यामुळे तेथील सागरजलाची क्षारता कमी आढळते. या उलट परिस्थिती 'प्रतिव्यापारी वाऱ्याच्या पट्ट्यात आढळते. म्हणजेच पूर्व भागात क्षारता जास्त तर पश्चिम भागात क्षारता कमी आढळते. उदा. व्यापारी वाऱ्यामुळे प. आफ्रीकेच्या गिनिच्या किनाऱ्याजवळच्या सागर जलाची क्षारता कमी आढळते. तर द. अमेरिकेच्या पूर्व किनाऱ्यालगतच्या तुलनेने क्षारता जास्त आढळते.

जेव्हा वारे भूद्व-भागाकडून समुद्राकडे वाहतात, तेव्हा किनाऱ्यालगतच्या पृष्ठभागाचे पाणी वाऱ्याबरोबर पुढे ढकलले गेल्यामुळे व तेथील तळावरील पाणी वर आल्यामुळे किनाऱ्याजवळ क्षारता कमी होते. तर वाऱ्याबरोबर पुढे गेलेल्या पाण्यामुळे अंतर्गत भागातील पृष्ठजलाची क्षारता वाढते. याउलट सागराकडून किनाऱ्याकडे वारे वाहतात, त्यावेळी किनाऱ्याजवळ क्षारता कमी होते. तर वाऱ्याबरोबर पुढे गेलेल्या पाण्यामुळे अंतर्गत भागात पृष्ठजलाची क्षारता वाढते. याउलट सागराकडून किनाऱ्याकडे वारे वाहतात. त्यावेळी किनाऱ्याजवळ क्षारता वाढते.

कर्क व मकरवृत्तीय जास्त दाबाच्या पट्ट्यांकडून वारे विकेंद्रित होतात. तसेच तेथील स्तिर हवा व पावसाचे प्रमाण कमी असल्यामुळे या भागात सागरजलाची क्षारता जास्त आढळते.

(५) **सागरी प्रवाह:** सागरी प्रवाहामुळे, सागरीजल परस्परात मिसळल्यामुळे सागरीजलातील क्षारतेत फरक पडतो. गल्फच्या उष्ण सागरीप्रवाहामुळे युरोपच्या वायव्य किनाऱ्यावरील क्षारता वाढली आहे. तर लॅब्रोडेअरच्या थंड प्रवाहामुळे उ. अमेरिकेच्या ईशान्य किनाऱ्याजवळ सागरीजलाची क्षारता कमी आढळते. उत्तर अटलांटिक उष्ण सागरी प्रवाहामुळे नॉर्वेच्या व उत्तर समुद्राच्या पाण्याच्या क्षारतेत वाढ होते. थोडक्यात, विषुवृत्तीय प्रदेशातील गल्फ उष्ण सागरी प्रवाह ध्रुवाकडे जाताना सागरजलाच्या क्षारतेत वाढ करतात. तर ध्रुवीय प्रदेशातील शीत प्रवाह विषुवृत्ताकडे येताना सागरजलाची क्षारता कमी करतात.

(६) **किनाऱ्यालगतचा भू-भाग :** समुद्राच्या सभोवतालच्या प्रदेशाचा परिणाम सागरजलाच्या क्षारतेवर होतो. उदा. तांबडा व भूमध्य समुद्राच्या सभोवतालचा प्रदेश वाळवंटी असल्याने बाष्पीभवनाचे प्रमाण जास्त, कोरडी हवा, व शुद्ध पाण्याचा पुरवठा कमी यामुळे या समुद्रांची क्षारता अनुक्रमे ३४ ते ४०%० आणि ३७ ते ३९%० इतकी आढळते. याउलट बाल्टीक समुद्राच्या भोवतालचा प्रदेश थंड हवामानाचा असल्याने व बाष्पीभवनाचा वेग कमी असल्यामुळे त्याची क्षारता ३ ते १५%० इतकी कमी आढळते.

उस्त यांच्या मते, सागरजलाच्या क्षारतेवर पुढील ३ कारकांचा प्रभाव प्रामुख्याने पडताना दिसून येतो.

- (१) जास्त तापमान, जास्त होणारे बाष्पीभवन, कोरडी हवा, कमी पर्जन्य, गोडया पाण्याचा पुरवठा कमी इ.मुळे सागरजलाची क्षारता जास्त आढळते.
- (२) कमी तापमान, कमी बाष्पीभवन, दमट हवा, जास्त पर्जन्य, गोडया पाण्याचा पुरवठा जास्त व थंड हवामान इ. मुळे सागरजलाची क्षारता जास्त आढळते.
- (३) मिश्रण क्रियेमुळे क्षारतेच्या प्रमाणात परिवर्तन होते.

४.६ सागरजलाच्या क्षारतेचे वितरण (DISTRIBUTION OF SALINITY)

सर्वसाधारणपणे सागर जलाची सरासरी क्षारता ही दर हजारी ३५%० असून प्रत्यक्षात प्रमुख महासागर व समुद्रांची सरासरी क्षारता दर हजारी ३३%० ते ३७%० या दरम्यान आढळते. मात्र त्यामध्ये क्षेत्रानुसार, अक्षवृत्तानुसार, समुद्रस्थानानुसार व खोलीनुसार क्षारतेमध्ये भिन्नता आढळते. त्यानुसार सागरजलाच्या क्षारतेचे वितरण पुढील प्रमाणे दिसून येते.

क्षारतेचे क्षितिज समांतर वितरण: (अ) **अक्षवृत्तानुसार क्षारतेचे वितरण:** सागरजलाच्या क्षारतेवर, प्रमाणावर आणि वितरणावर अक्षांशांचा अधिक परिणाम होताना दिसून येतो. विषुववृत्तापासून जसजसे ध्रुवाकडे जावे, तसतसे तापमान कमी होत जाते. त्यानुसार क्षारतेत फरक पडताना दिसून येतो. मात्र दोन्ही गोलार्धात हे क्षारतेचे वितरण सारखे नाही.

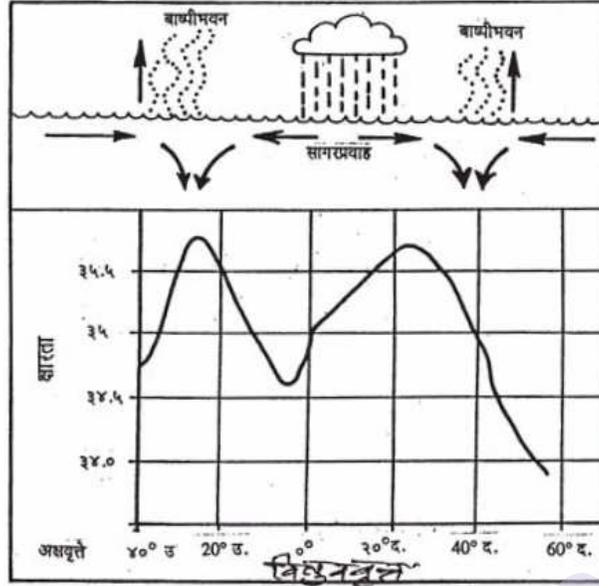
(१) विषुववृत्तीय प्रदेशात वर्षभर सूर्याची किरणे लंबरूप पडत असल्याने येथे तापमान जास्त असते. परंतु दररोज दुपारनंतर आकाश मेघाच्छादित असल्याने बाष्पीभवनाचा वेग मंदावतो. तसेच येथील आरोह प्रकारच्या मुसळधार पावसामुळे गोडया पाण्याचा पुरवठा समुद्राला भरपूर प्रमाणावर होतो. त्यामुळे येथील सागर जलाची क्षारता ३४.५ ते ३५%० इतकी आढळते. उदा. कांगो नदी, अँमेझॉन नदी या मोठ्या बारमाही नद्यांमुळे समुद्रास मोठ्या प्रमाणावर गोडया पाण्याचा पुरवठा होतो.

(२) कर्क व मकरवृत्तीय पट्ट्यातील सागरजलाची क्षारता सरासरी क्षारतेपेक्षा जास्त आढळते. कारण येथील जास्त दाबाकडून वारे हे बाहेरील कमी दाबाच्या पट्ट्याकडे वाहतात. त्यामुळे येथे पावासाचे प्रमाण कमी, उन्हाळ्यात तापमान जास्त, निरभ्र आकाश, बाष्पीभवनाचा वेग जास्त, नद्यांचे प्रमाण कमी त्यामुळे समुद्रास गोडया पाण्याचा होणारा पुरवठा कमी आहे. तसेच या प्रदेशातील वाळवंटी प्रदेशाच्या सान्निध्यामुळे आणि वरील सर्व घटकांच्या एकत्रित परिणामामुळे येथील सागरजलाची क्षारता जास्त आढळते. ती सुमारे ३७%० दरम्यान आढळते.

(३) दोन्ही ध्रुवापर्यंत सूर्याची किरणे तिरपी पडतात. त्यामुळे तापमान कमी, म्हणून बाष्पीभवनाचा वेग कमी, जास्त पर्जन्यामुळे व हिम वितळल्यामुळे गोडया पाण्याचा पुरवठा जास्त होतो. इ. सर्व कारणांमुळे ध्रुवीय प्रदेशातील सागरजलाची क्षारता कमी म्हणजे ३१ ते ३३%० या दरम्यान आढळते. उत्तर व दक्षिण गोलार्धात क्षारता ३४%० असून द. गोलार्धाची सरासरी ३५%० आढळते. अक्षांशानुसार सागरजलाच्या क्षारतेचे वितरण खालीलप्रमाणे दर्शविता येते.

अक्षवृत्तानुसार सागरजलाची क्षमता

अक्षांश	क्षारता दर हजारी %०
७० ^० -५० ^० उत्तर	३०-३१
५० ^० -४० ^० उत्तर	३३-३४
४० ^० -१५ ^० उत्तर	३५-३६
१५ ^० -१० ^० उत्तर	३४.५-३५
१० ^० -३० ^० दक्षिण	३५-३६
३० ^० -५० ^० दक्षिण	३४-३५
५० ^० -७० ^० दक्षिण	३३-३४



आकृती ४.४ क्षारतेचे वितरण

(३) सागरजलाच्या क्षारतेचे प्रादक्षिक वितरण:

(१) अटलांटिक महासागराची क्षारता: अटलांटिक महासागराची सरासरी क्षारता ३५.६७‰ आहे. दक्षिण अटलांटिक महासागरातील १२ ते २० दक्षिण अक्षवृत्तादरम्यान क्षारता जास्त आढळते. (३७‰) तर दक्षिणेकडे कमी-कमी होत जाते. अटलांटिक महासागरास येऊन मिळणाऱ्या नद्यांच्या मुखाची क्षारता कमी आढळते. उदा. सेंट लॉरेंस- ३१‰ अॅमेझॉन- १५‰, कांगो- ३४‰, नायजन- २०‰, सेनेगल- ३४‰ व व्हाईन नदीच्या मुखाशी ३२‰ आढळते.

उत्तर अटलांटिक महासागरातील मध्य भागात २०° ते ३०° उत्तर अक्षवृत्ता दरम्यान सागरजलाची क्षारता जास्त आढळते (३७‰) व त्यानंतर कमी - कमी होत जाते. ४०° अक्षवृत्तावरील उत्तर अटलांटिक महासागरातील पश्चिम किनाऱ्यापेक्षा पूर्व किनाऱ्यालगत गल्फच्या उष्ण प्रवाहामुळे क्षारता जास्त आढळते.

(२) पॅसिफिक महासागराची क्षारता: हा महासागर आकाराने अतिशय विस्तृत असल्याने या महासागराची क्षारतेत मोठी तफावत आढळते. विषवृत्ताजवळ ३४-८५‰ ते १५° ते २०° उ. अक्षवृत्तादरम्यान जास्त (३५‰) क्षारता आढळते व त्यापेक्षाही जास्त क्षारता (३६‰) १५° ते २०° दक्षिण अक्षवृत्तादरम्यान आढळते.

(३) हिंदी महासागराची क्षारता: हिंदी महासागराची क्षारतेत देखील थोडी भिन्नता आढळते. उत्तर हिंदी महासागरात ०° ते १०° अक्षांशाच्या दरम्या ३५.१५‰ क्षारता आढळून येते. त्यानंतर उत्तरेकडे ही क्षारता कमी होत जाते. परंतु १० उत्तर अक्षांशावर बंगालच्या उपसागरात हीच क्षारता ३३.५‰ ते ३०‰ इतकी आढळते. कारण बंगालच्या उपसागरात गंगा नदी द्वारे गोड्या पाण्याचा पुरवठा जास्त होतो. अरबी समुद्राची क्षमता ३६‰ आहे. कारण येथील हवा बरीच शुष्क आहे. त्यामुळे येथे बाष्पीभवनाचा वेग जास्त आहे. तसेच

नदयांमुळे होणारा पाण्याचा पुरवठाही कमी आहे. दक्षिण हिंदी महासागरात पश्चिम किनाऱ्यावर क्षारतेचे प्रमाण जास्त आहे. कारण येथील पर्यावरण शुष्क आहे.

समक्षार रेषा:(Isohalines)

सागरजलाच्या क्षारतेचे वितरण नकाशात दर्शविण्यासाठी समक्षार रेषा काढतात. नकाशात समान क्षारतेची ठिकाणे परस्परांना जोडल्यामुळे ज्या रेषा तयार होतात त्यांना समक्षार रेषा म्हणतात. या समक्षार रेषांचा उपयोग नाविक आणि पाणबुडे यांना होतो. कोणत्या समुद्रात जहाजाचा किती भाग पाण्यात बुडेल ह समजण्यास त्यांचा उपयोग होतो.

४.७ समारोप

सागर तळ रचनेची वैशिष्टे विविध भू आकार आपण अभ्यासले तसेच प्रशांत महासागराच्या तळरचनेचा अभ्यास केला.

क्षारता म्हणजे काय ? समुद्राच्या पाण्यात कोणकोणते क्षार असतात. क्षारतेवर कोणते घटक कार्य करतात व क्षारतेचे प्रादेशिक वितरण आपण या प्रकरणात अभ्यासले.

४.८ प्रश्न

प्रश्न १. सुबक आकृतीच्या सहाय्याने सागर तळरचना स्पष्ट करा.

प्रश्न २. प्रशांत महासागराची तळरचना सांगा.

प्रश्न ३. क्षारता म्हणजे काय ? क्षारता का वाढते अथवा कमी होते ते उदाहरणांसह स्पष्ट करा.



घटक - ५

भरती ओहोटी व सागर प्रवाह

घटक संरचना :

- ५.० उद्दिष्टे
- ५.१ प्रस्तावना
- ५.२ भरती-ओहोटीची निर्मिती
- ५.३ भरती-ओहोटीचे प्रकार
- ५.४ भरती-ओहोटीचे परिणाम
- ५.५ सागर प्रवाह
- ५.६ अटलांटिक महासागरातील सागर प्रवाह
- ५.७ समारोप
- ५.८ प्रश्न

५.० उद्दिष्टे

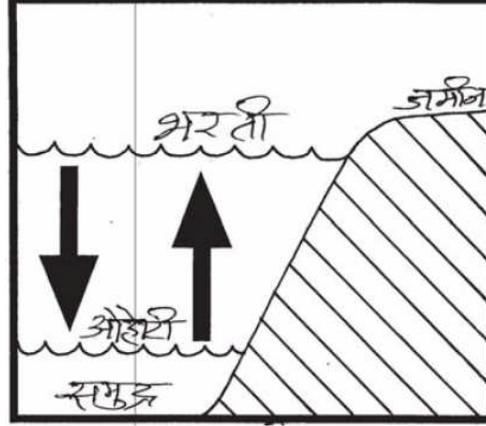
- भरती ओहोटी कशी निर्माण होते ते अभ्यासणे
- भरती ओहोटीचे प्रकार कोणते याची माहिती घेणे
- सागर प्रवाह कसे निर्माण होतात ते पाहणे
- अटलांटिक महासागरातील सागर प्रवाहांची माहिती घेणे.

५.१ प्रस्तावना

सागराच्या पाण्याला दिवसातून दोन वेळा भरती येते व दोन वेळा ओहोटी येते. ही किमया कशी होते? भरती ओहोटी कशी निर्माण होते. तिचे विविध प्रकार कोणते याची माहिती या प्रकरणात मिळेल.

तसेच सागर प्रवाह व अटलांटिक महासागरातील प्रवाह याबद्दलची माहितीही मिळेल.

दिवसातून दोन वेळा सागराच्या पाण्याची पातळी वाढते. त्याला "भरती" असे संबोधले जाते. त्याच प्रमाणे दिवसातून दोन वेळा सागराच्या पाण्याची पातळी कमी होते. त्याला 'ओहोटी' असे संबोधले जाते.



आकृती ५.१ भरती ओहोटी

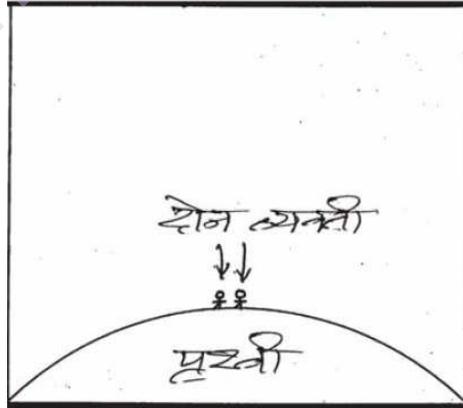
५.२ भरती-ओहोटीची निर्मिती

भरती-ओहोटीच्या निर्मितीवर पुढील तीन प्रेरणांचा प्रभाव दिसून येतो.

- १) गुरुत्वाकर्षण प्रेरणा
- २) केंद्रोपसारी प्रेरणा
- ३) भरती-ओहोटी निर्माण करणारी प्रेरणा
- १) **गुरुत्वाकर्षण प्रेरणा:** गुरुत्वाकर्षण प्रेरणेबाबत न्यूटनने मांडलेला नियम पुढीलप्रमाणे आहे.

विश्वातील कोणत्याही दोन वस्तूंमध्ये आकर्षण आढळते. हा आकर्षणाचा जोर त्या वस्तूंच्या वस्तूमानाच्या सम प्रमाणाम व त्या वस्तूंमधील अंतराच्या वर्गाच्या व्यस्त प्रमाणात असतो.

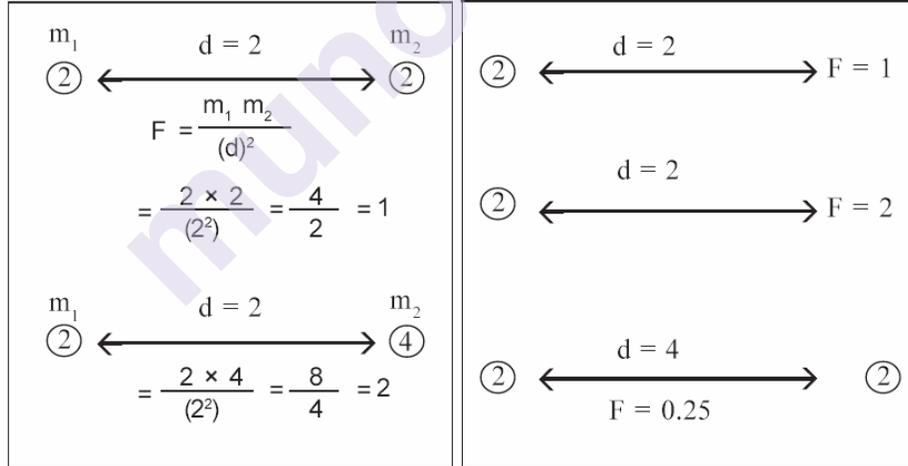
हा नियम आपण टप्प्या-टप्प्याने समजून घेऊ.



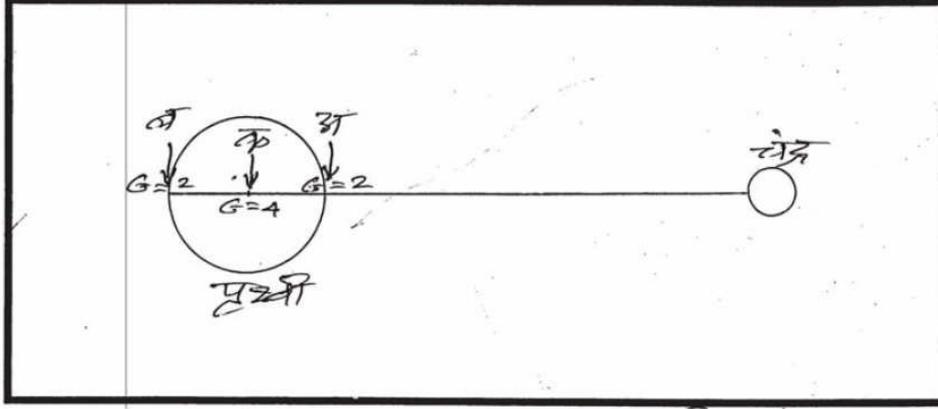
- अ) **विश्वातील कोणत्याही दोन वस्तूंमध्ये आकर्षण आढळते :** समजा तुम्ही व तुमचा मित्र किंवा मैत्रीण समोरासमोर उभे आहात. मग या नियमानुसार तुम्ही एकमेकांकडे खेचले जायला हवे पण तसे होत नाही. कारण जर आपण तुम्ही व तुमचा मित्र/मैत्रीण

या दोन वस्तू मानल्या तरी तुम्ही पृथ्वीवर उभे आहात आणि म्हणून आकर्षणाचा विचार करता आपल्याला पृथ्वीचाही वस्तू म्हणून विचार करावा लागेल. तुम्ही किंवा तुमच्या मित्र/मैत्रीणीपेक्षा पृथ्वीचे वस्तुमान खूपच जास्त आहे. आणि त्यामुळेच तुम्ही दोन मित्रांमधील आकर्षणापेक्षा तुम्ही आणि पृथ्वी यामधील आकर्षण खूपच प्रचंड आहे. पृथ्वीने तुम्हीला खेचून धरल्यानेच (गुरुत्वाकर्षण) तुम्ही एकमेकांकडे खेचले जात नाही.

- ब) **हा आकर्षणाचा जोर त्या वस्तूंच्या वस्तुमानाच्या समप्रमाणात असतो:** या अर्थ वस्तुमा (Mass) जास्त असल्यास आकर्षणाचा जोर जास्त असेल व वस्तुमान कमी असल्यास आकर्षणाचा जोर कमी असेल.
- क) **आकर्षणाचा जोर वस्तूंमधील अंतराच्या, वर्गाच्या व्यस्त प्रमाणात असतो:** याचा अर्थ वस्तूंमधील अंतर कमी असेल तर आकर्षणाचा जोर जास्त असेल व जसजसे वस्तूंमधील अंतर वाढत जाईल तसतसा आकर्षणाचा जोर कमी होत जाईल. मात्र हे कमी होण्याचे प्रमाण त्या वस्तूंमधील अंतराच्या वर्गाच्या व्यस्त प्रमाणात कमी होते. याचाच अर्थ गुरुत्वाकर्षण प्रेरणेशी संबंधित (अ) वस्तुमान व (ब) अंतर या दोन घटकांपैकी अंतर हा घटक अधिक प्रभावी आहे. कारण गुरुत्वाकर्षण प्रेरणेत होणारी घट ही अंतराच्या वर्गाच्या व्यस्त प्रमाणात कमी होते. पुढील उदाहरणाद्वारे हा नियम समजावून घेऊ.



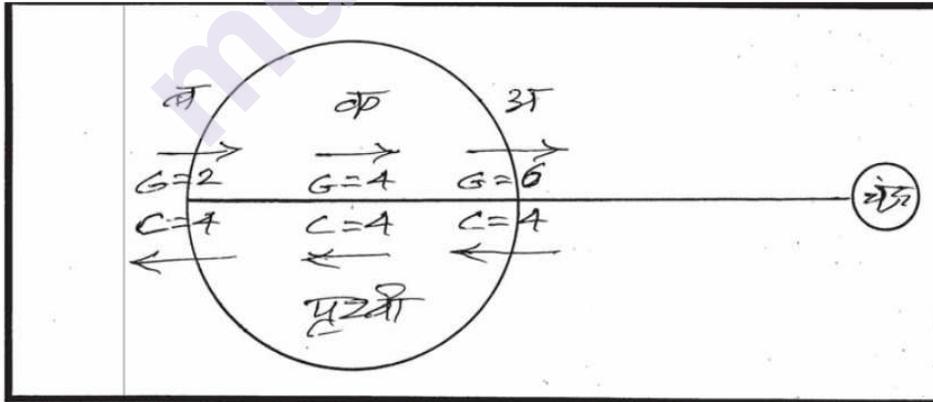
आकृती ५.३ गुरुत्वाकर्षण प्रेरणा - वस्तुमान व अंतर



आकृती ५.४ दूर जाताना गुरुत्वाकर्षण प्रेरणा कमी होते

वरील उदाहरणांपैकी दुसऱ्या उदाहरणात वस्तुमान दुप्पट केल्यामुळे जोरही दुप्पट झाला. तिसऱ्या उदाहरणात अंतर दुप्पट केल्यामुळे जोर अंतराच्या वर्गाच्या प्रमाणात कमी झाला.

सूर्य व चंद्र या दोघांचाही परिणाम पृथ्वीवरील भरती-ओहोटीवर होतो. चंद्राच्या मानाने सूर्याचे वस्तुमान खूपच जास्त आहे. मात्र सूर्य पृथ्वीपासून खूपच दूर आहे. (सुमारे १५० दशलक्ष कि.मी.) पण चंद्र त्या मानाने पृथ्वीच्या खूपच जवळ आहे. सूर्य चंद्रापेक्षा २७ दशलक्ष पटींनी मोठा आहे पण पृथ्वी आणि चंद्र यांच्यातील अंतर ३९० पटींनी जास्त आहे. आणि त्यामुळेच पृथ्वीवरील भरती ओहोटीवर सूर्यापेक्षा चंद्राचा प्रभाव अधिक आहे. अंतर वाढत जाते त्याप्रमाणे गुरुत्वाकर्षण प्रेरणा कमी होत जाते. पृथ्वीवरील वेगवेगळ्या ठिकाणी चंद्राची गुरुत्वाकर्षण प्रेरणा कशी कमी होत जाते ते पुढील आकृतीवरून लक्षात येईल.

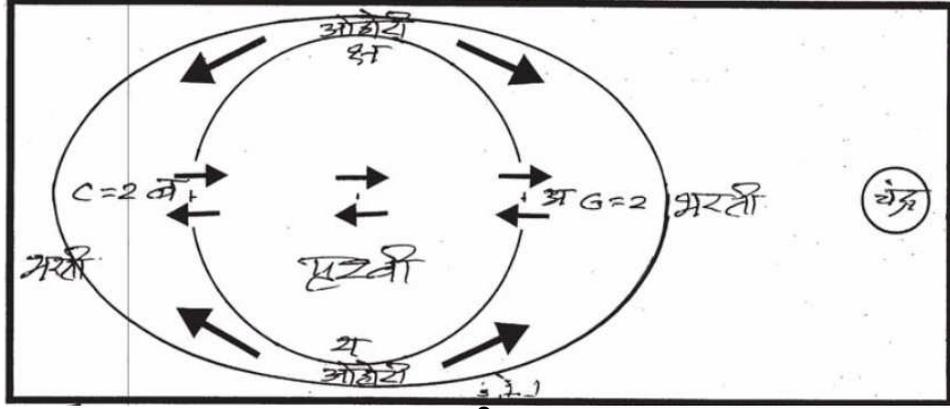


आकृती ५.५ दूर जाताना गुरुत्वाकर्षण प्रेरणा कमी होते

‘अ’ हे ठिकाण पृथ्वीवरील इतर ठिकाणांच्या मानाने चंद्राला अधिक जवळ आहे. त्यामुळे तेथे गुरुत्वाकर्षण प्रेरणा ६ आहे मानू.

‘ब’ हे ठिकाण चंद्रापासून दूर असल्याने या ठिकाणी गुरुत्वाकर्षण प्रेरणा ‘२’ आहे असे मानू.

‘क’ या ‘अ’ व ‘ब’ मधील ठिकाणी गुरुत्वाकर्षण प्रेरणा ‘४’ आहे असे मानू.

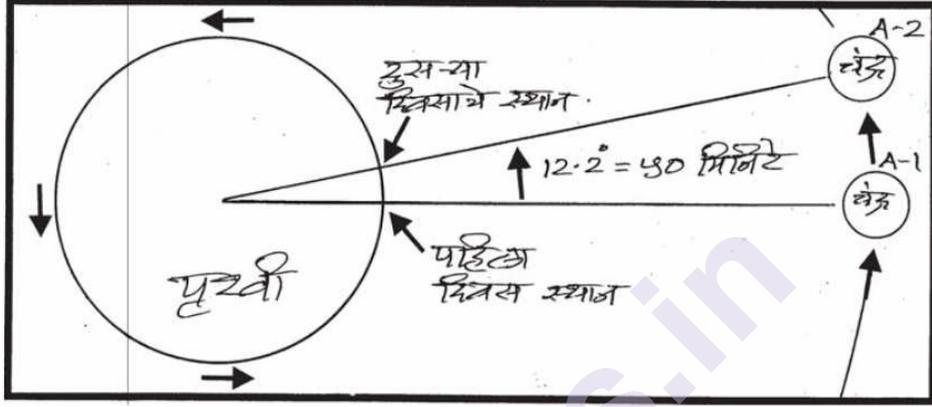


आकृती ५.६

- २) केंद्रोपसारी प्रेरणा : केंद्रोपसारी प्रेरणेची तीन वैशिष्टे आहेत.
 - १) एखाद्या घटकाच्या मध्यभागी असणाऱ्या गुरुत्वाकर्षण प्रेरणेएवढीच केंद्रोपसारी प्रेरणा असते. वरील उदाहरणात केंद्रात - मध्यबिंदू 'क' कडे गुरुत्वाकर्षण प्रेरणा '४' आहे त्यामुळे केंद्रोपसारी प्रेरणाही '४' असेल.
 - २) केंद्रोपसारी प्रेरणा सर्वत्र सारखी राहते: केंद्रोपसारी प्रेरणा मध्यभागी '४' आहे व त्यामुळे 'अ' व 'ब' ठिकाणीही केंद्रोपसारी प्रेरणा '४' असेल.
 - ३) केंद्रोपसारी प्रेरणा गुरुत्वाकर्षण प्रेरणेच्या विरुद्ध दिशेने कार्य करते: आकृतीत बाणांच्या सहाय्याने दोन्ही प्रेरणांच्या दिशा दाखविता येतील.
- ३) **भारती-ओहोटी निर्माण करणारी प्रेरणा:** गुरुत्वाकर्षण प्रेरणा आणि केंद्रोपसारी प्रेरणा एकमेकांच्या विरुद्ध दिशेने कार्य करतात. 'अ' हे ठिकाण चंद्राच्या दिशेला आहे त्यामुळे या ठिकाणी गुरुत्वाकर्षण प्रेरणा ही केंद्रोपसारी प्रेरणेपेक्षा जास्त आहे. $(६-४=२)$ गुरुत्वाकर्षण प्रेरणा ४ आहे आणि म्हणून 'अ' या ठिकाणी निर्माण होणारी 'भरती-ओहोटी निर्माण करणारी प्रेरणा' गुरुत्वाकर्षण प्रेरणेच्या दिशेने कार्य करेल.
'ब' या ठिकाणी केंद्रोपसारी प्रेरणा '४' आहे तर गुरुत्वाकर्षण प्रेरणा '२' आहे व त्यामुळे निर्माण होणारी 'भरती-ओहोटी निर्माण करणारी प्रेरणा' $(४-२=२)$ ही केंद्रोपसारी प्रेरणेच्या दिशेने कार्य करेल. यामुळे 'अ' आणि 'ब' या ठिकाणी भरती येईल. कारण गुरुत्वाकर्षण प्रेरणा ('अ' कडे) व केंद्रोपसारी प्रेरणा ('ब'कडे) यामुळे 'अ' व 'ब' दोन्ही ठिकाणी पाणी ओढले जाईल. हे पाणी 'क्ष' व 'य' या ठिकाणांवरून आल्यामुळे 'क्ष' व 'य' या दोन्ही ठिकाणी समुद्राच्या पाण्याची पातळी कमी होईल व त्या ठिकाणी ओहोटी येईल.
भरती ओहोटी निर्माण करणारी प्रेरणा पृथ्वीवरील घन घटकांनी हलविण्याइतकी ताकदवान नसते कारण घन घटकांतील रेणू एकमेकांच्या जवळ असतात. मात्र द्रव घटकातील (पाणी) रेणू एकमेकांपासून थोडे लांब असतात यामुळे सागराच्या पाण्यावर या प्रेरणांचा परिणाम होतो व भरती-ओहोटी निर्माण होते.

भरती ओहोटीच्या वेळा:

भरती-ओहोटीच्या वेळांवर चंद्राच्या स्थितीचा (स्थानाचा) परिणाम होतो. चंद्र पृथ्वीभोवती फिरतो. पृथ्वी स्वतःभोवती फिरते (पृथ्वीचे परिवलन) यासाठी पृथ्वीला २४ तास लागतात. मात्र याच वेळात १२.२° पूर्वेकडे सरकतो. यामुळे दुसऱ्या दिवशी चंद्रासमोर येण्यासाठी पृथ्वीला १२.२° जास्त फिरावे लागते व त्यासाठी पृथ्वीला ५० मिनिटे जास्त लागतात.



आकृती ५.७ भरती ओहोटी

वरील आकृतीत पहिल्या दिवशी चंद्र अ-१ स्थानावर आहे तर दुसऱ्या दिवशी अ-२ स्थानावर असेल व अ-२ समोर येण्यासाठी पृथ्वीला ५० मिनिटे जास्त लागतील. प्रत्येक दिवशी दोन वेळा भरती येते व दोन वेळा ओहोटी होते.

(एकदा गुरुत्वाकर्षण प्रेरणेमुळे व दुसऱ्यांदा केंद्रोपसारी प्रेरणेमुळे)

चंद्रासमोर पृथ्वी येते तेव्हा गुरुत्वाकर्षण प्रेरणेमुळे भरती येते. आजची गुरुत्वाकर्षण प्रेरणेची भरती आणि उद्याची गुरुत्वाकर्षण प्रेरणेची भरती यांच्यामधील कालावधी २४ तास ५० मिनिटांचा असेल. दोन गुरुत्वाकर्षण प्रेरणेने येणाऱ्या भरत्यांच्या मधल्या काळात केंद्रोपसारी प्रेरणेने येणारी भरती असेल. म्हणजेच २४ तास ५० मि. / २ = १२ तास २५ मिनिटे. याचाच अर्थ गुरुत्वाकर्षण प्रेरणेने येणाऱ्या भरतीनंतर १२ तास २५ मिनिटांनी केंद्रोपसारी प्रेरणेमुळे होणारी भरती असेल. म्हणजेच दोन भरत्यांमधी वेळेचा फरक १२ तास २५ मिनिटे असतो. दोन भरत्यांच्या मधल्या काळात ओहोटी येत.

५.३ भरती-ओहोटीचे प्रकार

भरती-ओहोटीचे दोन प्रमुख प्रकार आहेत.

- १) उधानाची भरती : अमावास्या किंवा पौर्णिमेला येते.
- २) भांगेची भरती : अष्टमीला येते.
- ३) उधानाची भरती : उधानाची भरती अमावस्या किंवा पौर्णिमेला येते.

भरती-ओहोटीवर पुढील प्रेरणा कार्य करतात.

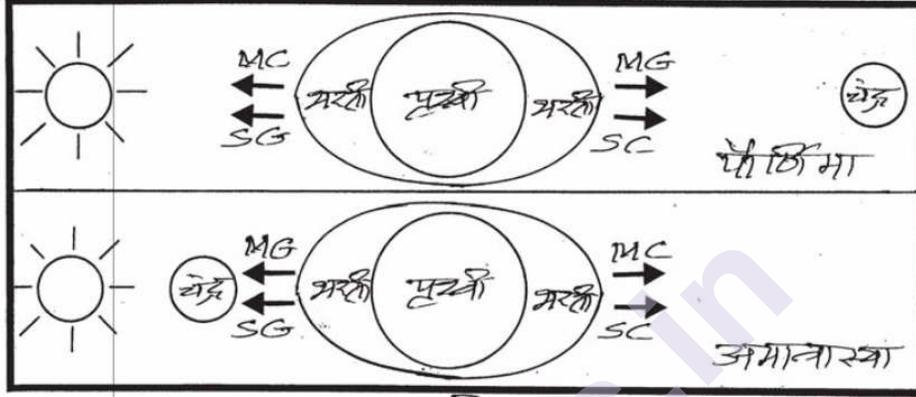
अ)MG = चंद्राची गुरुत्वाकर्षण प्रेरणा

ब)MC = चंद्राची केंद्रोपसारी प्रेरणा

क)SG= सूर्याची गुरुत्वाकर्षण प्रेरणा

ड)SC = सूर्याची केंद्रोपसारी प्रेरणा

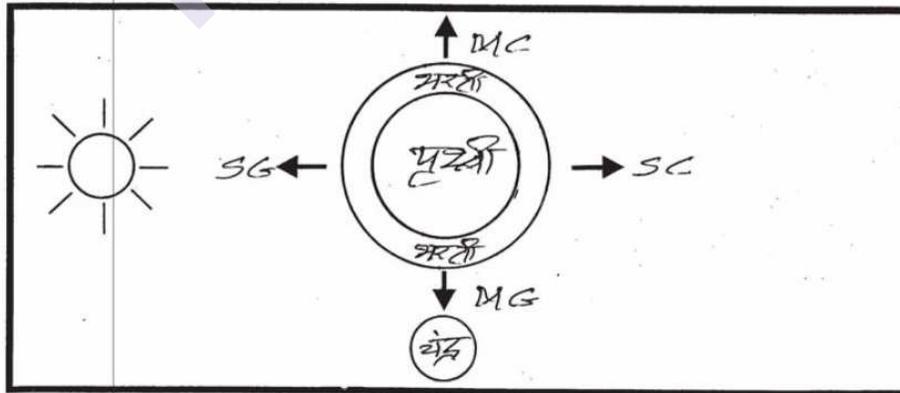
पौर्णिमेला सूर्य, चंद्र आणि पृथ्वी यांची स्थिती पुढीलप्रमाणे असते.



आकृती ५.८ उधानाची भरती ओहोटी

पौर्णिमेला तसेच अमावस्येला सूर्य, चंद्र व पृथ्वी एका रेषेत असतात त्यामुळे भरती-ओहोटीवर परिणाम करणाऱ्या विविध प्रेरणा एकवटल्या जातात यामुळे येणारी उधानाची भरती नेहमीच्या भरतीपेक्षा जास्त असते तर येणारी ओहोटी नेहमीच्या ओहोटीपेक्षा कमी असते.

२) भांगेची भरती - ओहोटी: अमावस्या किंवा पौर्णिमेनंतर येणाऱ्या अष्टमीला भांगेची भरती-ओहोटी निर्माण होते. यावेळी सूर्य व चंद्र सरळ रेषेत नसतात त्यामुळे भरती-ओहोटीवर कार्य करणाऱ्या प्रेरणा विभागल्या जातात.

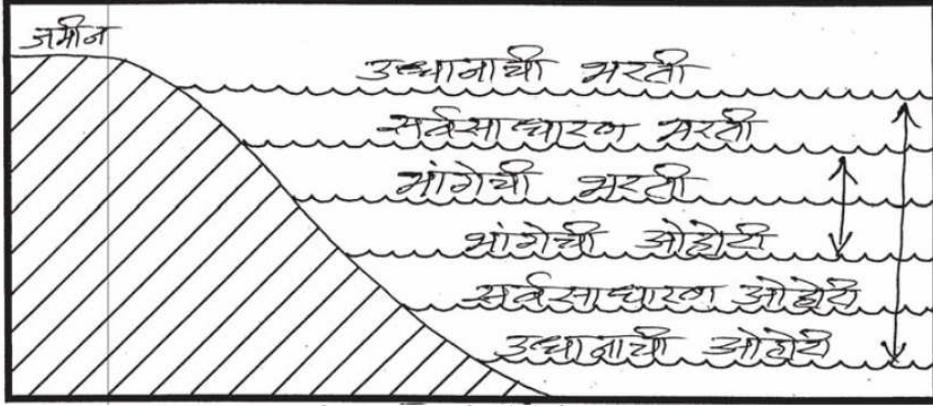


आकृती ५.९ भांगेची भरती ओहोटी

यामुळे येणारी भांगेची नेहमीच्या भरतीपेक्षा कमी असते तर येणारी ओहोटी नेहमीच्या ओहोटीपेक्षा जास्त असते.

भरती ओहोटीच्या कक्षा (Tidal Range) :

ही उधानाच्या भरती-ओहोटीच्या वेळी जास्त असते तर भांगेच्या भरती-ओहोटीच्यावेळी कमी असते.



आकृती ५.१० भरती ओहोटीच्या कक्षा

५.४ भरती-ओहोटीचे परिणाम

भरती ओहोटीचा सर्वात जास्त परिणाम किनाऱ्यावरील प्रदेशांवर अधिक होत असतो.

- १) भरती-ओहोटीचा परिणाम सागरी वाहतूकीवर होतो. म्हणून जलवाहतूक करीत असतांना भरती-ओहोटीच्या वेळा, त्यात निर्माण होणाऱ्या लाटा, त्यांची उंची/खोली यांचा विचार केला जातो. उदा. कलकत्ता बंदरात भरतीमुळे मोठमोठी जहाजे किनाऱ्यांपर्यंत येऊ शकतात.
- २) जेथे नद्या सागरात येऊन मिळतात, तेथे नद्यांच्या मुखातून सागराचे पाणी साचते किंवा ते पाणी नद्यांच्या मुखातून कित्येक अंतरापर्यंत आतमध्ये शिरते. त्यामुळे भरतीमुळे नदीच्या पाण्याची उंची वाढते किंवा नदीच्या पात्रातून पाण्याची उंच अशी पाण्याची भिंत आत सरकत असताना दिसते. त्याला **पाणभिंत, किंवा घोडा** ((Tidal Bore)) असे म्हणतात. उदा. थेम्स नदीत भरतीच्या वेळी सुमारे २ ते ६ मी. उंच पाणभिंत आढळून येते.
- ३) मत्स्य व्यवसायावर देखील भरती-ओहोटीचा परिणाम होतो. भरतीच्यावेळी विविध प्रकारचे मासे किनाऱ्यावर येतात. व त्यामुळे माश्यांचे उत्पन्न घेता येते. त्याचबरोबर भरतीच्या पाण्याबरोबर शंख, शिंपले इ. घटक सुद्धा किनाऱ्यावर येतात. त्यापासून वस्तू बनवून त्या विकल्या जातात.
- ४) जेथे मिठागारे आहेत तेथे आलेल्या भरतीमुळे त्यात सागराचे पाणी भरले जाते व त्याचे बाष्पीभवन होऊन त्यापासून मीठ व इतर पदार्थांचे उत्पन्न घेतले जाते.
- ५) भरतीमुळे निर्माण होणाऱ्या उंच लाटांचा उपयोग विद्युत शक्ती निर्माण करण्याकडे कल दिसून येतो. उदा रशिया, संयुक्त संस्थाने, जपान ब्रिटन, फ्रान्स इ. देशात भरती उर्जा मोठ्या प्रमाणात निर्माण केली जाते.
- ६) सागराला येणाऱ्या भरती-ओहोटीमुळे किनाऱ्यावरील घाण, कचरा, सागरामध्ये दूरपर्यंत वाहून नेले जातात. त्यामुळे पर्यावरण प्रदुषणापासून किनाऱ्याचे संरक्षण केले जाते.

५.५ सागर प्रवाह

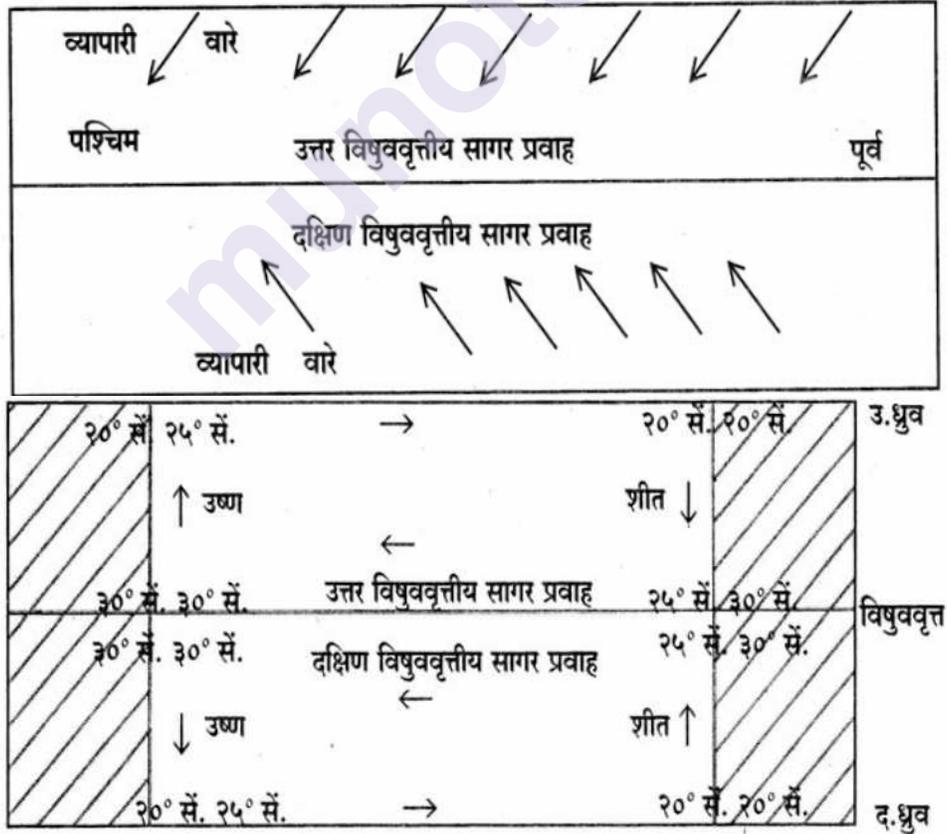
सागराचे पाणी स्थिर नसते. सागरातील पाण्याच्या हालचालींचे तीन गटात वर्गीकरण करता येईल.

- १) लाटा २) भरती-ओहोटी ३) सागर प्रवाह

यापैकी लाटा व भरती-ओहोटी जमिनीच्या जवळ किनाऱ्यालगत आढळतात. तर सागर प्रवाह खोल समुद्रात / किनाऱ्याजवळ आढळतात. लाटा व भरती-ओहोटी यांचा प्रभाव किनाऱ्यापुरता मर्यादित असतो तर सागरप्रवाहांचा परिणाम जगभरातील हवामानावर होतो.

सागर प्रवाहात समुद्रातील - महासागरातील पाणी सतत एकाच दिशेने वाहत रहाते. (अपवाद हिन्दी महासागरातील सागर प्रवाहांचा जे मोसमी वाऱ्याच्या प्रभावामुळे आपली दिशा बदलतात.)

सागर प्रवाह प्रामुख्याने ग्रहीय वाऱ्यामुळे निर्माण होतात. उत्तर व दक्षिण गोलार्धातील व्यापारी वारे विषुवत्ताकडे येताना त्यांच्याबरोबर सागराच्या पाण्यालाही पुढे ढकलतात व त्यामुळे विषुववृत्ताच्या उत्तरेस व दक्षिणेस पूर्वेकडून पश्चिमेकडे जाणारे उत्तर विषुववृत्तीय सागर प्रवाह व दक्षिण विषुववृत्तीय सागर प्रवाह निर्माण होतात.



आकृती ५.१० सागर प्रवाह

वान्याबरोबरच सागरजलाच्या तापमान व क्षारतेमधील फरकाचा परिणामही सागरप्रवाहांवर होतो. विषुववृत्तीय सागर प्रवाह व्यापारी वान्यांच्या प्रभावामुळे पूर्वेकडून पश्चिमेकडे येतात. जमिनीच्या अडथळ्यामुळे व पृथ्वीच्या परिवलनामुळे (Rotation) हे प्रवाह ध्रुवाच्या दिशेने वळतात. खंडाच्या पूर्व किनाऱ्यालगत विषुववृत्तीय प्रवाह ध्रुवांच्या दिशेने (उत्तर गोलार्धात उत्तरेस व दक्षिण गोलार्धात दक्षिणेस जातात.) याचप्रमाणे ध्रुवाकडील सागर प्रवाह खंडांच्या पश्चिम किनाऱ्यालगत विषुववृत्त्याच्या दिशेने येतात.

जमीन लवकर तापते व लवकर थंड होते. पण पाणी उशिरा तापते व सावकाश थंड होते. या गुणधर्मांमुळे विषुववृत्ताकडून ध्रुवाच्या दिशेने जाणारे पाणी व बाजूच्या जमिनीच्या तसेच पाण्यापेक्षा उबदार रहाते आणि म्हणून विषुववृत्ताकडून ध्रुवाच्या दिशेने जाणारे सागर प्रवाह उष्ण सागर प्रवाह म्हणून ओळखले जातात. व ध्रुवाकडून विषुववृत्ताकडे येणारे सागर प्रवाह शीत सागर प्रवाह म्हणून ओळखले जातात.

५.६ अटलांटिक महासागरातील सागर प्रवाह

अटलांटिक महासागर हा अमेरिका व युरोप आणि आफ्रिका खंडांच्यामध्ये आहे. हा महासागर उत्तर तसेच दक्षिण गोलार्धातही आहे. या महासागरात विषुववृत्त्याच्या उत्तरेस 'उत्तर विषुववृत्तीय सागर प्रवाह' आहे तर दक्षिणेस 'दक्षिण विषुववृत्तीय महासागर प्रवाह' आहे तर दक्षिणेस 'दक्षिण विषुववृत्तीय सागर प्रवाह' आहे. हे दोन्ही प्रवाह पूर्वेकडून पश्चिमेला जातात.

उत्तर व दक्षिण विषुववृत्तीय प्रवाह पूर्वेकडून पश्चिमेकडे वाहत जाण्यास व्यापारी वान्यांची मदत होते. हे दोन्ही वाहत ब्राझीलच्या (द. अमेरिका) पूर्व किनाऱ्याकडे येतात. जमिनीच्या अडथळ्यामुळे सागर प्रवाह उत्तर व दक्षिण दिशेकडे वळतात. उत्तरेकडे जाणाऱ्या सागर प्रवाहाचे दोन भाग होतात. १) अँटिलीस प्रवाह व २) कॅरेबियन प्रवाह. यापैकी अँटिलीस प्रवाह उत्तरेकडे वेस्ट इन्डीज बेटांच्या पूर्वेकडून वाहतो तर कॅरेबियन प्रवाह मेक्सिकोच्या आखातात शिरतो व याचाच पुढे गल्फ स्ट्रीम प्रवाह होतो. सागर प्रवाहांना वेगवेगळ्या भागात नावांनी ओळखले जाते. पुढील आकृतीत सागर प्रवाह व त्यांची नावे दर्शविली आहेत.

फ्लोरीडाची सामुद्रधुनी	हेटा रस भूशीर	ग्रॅण्ड बँक	पश्चिम युरोप
फ्लोरीडा प्रवाह	गल्फ प्रवाह	उत्तर अटलांटिक प्रवाह	

सागर प्रवाहांची बदलती नावे

गल्फ स्ट्रीम प्रवाह हा उष्ण सागरप्रवाह असून त्याचा उगम मेक्सिकोच्या आखातात होतो. यामुळे त्याला गल्फ असे संबोधले जाते. यात तीन सागर प्रवाहांचा समावेश होतो.

- १) फ्लोरिडा प्रवाह
- २) गल्फ प्रवाह
- ३) उत्तर अटलांटिक प्रवाह

१) **फ्लोरिडा प्रवाह:** जोरदार व्यापारी वाऱ्यांमुळे मेक्सिकोच्या आखातात महासागरातील पाण्याचे संचयन होते. हे पाणी फ्लोरिडाच्या सामुद्रधुनीतून येत असल्यामुळे त्याला फ्लोरिडा प्रवाह असे संबोधले जाते.

२) **गल्फ प्रवाह:** फ्लोरिडा प्रवाहाला हॅटरस भूशीरापासून गल्फ प्रवाह आणि अमेरिकेचा पूर्व किनारा यामध्ये थंड पाणी आढळते. त्याला शीत भित (उेश्रव थरश्रत्र) असे संबोधले जाते. गल्फ प्रवाहामुळे संयुक्त संस्थाने व युरोपच्या पश्चिम किनाऱ्यावरील हवामानात लक्षणीय फरक पडतो. उन्हाळ्यात समुद्रावरून संयुक्त संस्थानांच्या पूर्व किनाऱ्याकडे वारे येतात हे वारे उष्ण गल्फ प्रवाहावरून येत असल्यामुळे संयुक्त संस्थानांचा पूर्व किनारा उबदार राहतो. मात्र हिवाळ्यात वाऱ्यांची दिशा बदलते. (वायुभार पट्ट्यांच्या स्थलांतरामुळे) हिवाळ्यात वारे किनाऱ्याकडून समुद्राकडे वाहत असल्यामुळे गल्फ स्ट्रीमच्या उष्ण प्रवाहाचा फायदा अमेरिकेच्या पूर्व किनाऱ्याला मिळत नाही.

४०° उ. अक्षवृत्तानंतर प्रतिव्यापारी वाऱ्यांमुळे गल्फ प्रवाहाची दिशा बदलते. तो पूर्वेकडे वळतो. उत्तरेकडून येणारा लॅब्रेडॉर शीत प्रवाह गल्फ प्रवाहात मिसळतो व त्यामुळे न्यूफाऊंड लँड जवळ धुके निर्माण होते. त्याचा जलवाहतुकीस अडथळा निर्माण होतो.

उत्तर अटलांटिक प्रवाह:

४५° उत्तर अक्षवृत्त ओलांडल्यावर गल्फ प्रवाह तीन सागरप्रवाहांमध्ये विभागला जातो. व या तिन्ही प्रवाहांना उत्तर अटलांटिक प्रवाह असे संबोधले जाते.

१) उत्तरेकडे जाणारा सागर प्रवाह ईशान्य दिशेने जातो. या प्रवाहात उत्तरेकडून येणारा शीत लॅब्रेडोर प्रवाह मिसळतो. त्यामुळे त्याचा तापमान व वेग किंचित कमी होतो. याच्या उपशाखा आईसलँड व ग्रीनलँड पर्यंत जातात.

२) पूर्वेकडे जाणारा सागर प्रवाह पश्चिम युरोपीय देशांकडे जातो.

३) तिसरा सागर प्रवाह युरोपीय देशांकडून दक्षिणेला वळतो व आफ्रिका खंडाच्या पश्चिम किनाऱ्यावरून वाहणाऱ्या कॅनरी शीत प्रवाहात मिसळतो.

कॅनरी(Canary Current): शीत प्रवाह: उत्तर अटलांटिक सागरप्रवाह स्पेनच्या किनाऱ्याकडून दक्षिणेकडे वळतो व हाच प्रवाह पुढे कॅनरी प्रवाह या नावाने आफ्रिकेच्या पश्चिम किनाऱ्याजवळून विषुववृत्ताकडे जातो. या शीत प्रवाहामुळे उत्तर आफ्रिकेच्या पश्चिम किनाऱ्यालगतच्या प्रदेशाचे तापमान कमी होण्यास मदत होते.

५) **लॅब्रेडॉर प्रवाह (Labrador current): शीत प्रवाह:** बफिन वे (उपसागर) आणि डेव्हिस सामुद्रधुनी या भागातून लॅब्रेडॉर शीत प्रवाहाची सुरुवात होते. न्यूफाऊंड -लॅंड व ग्रँड- बँक यातून दक्षिणेकडे जात हा प्रवाह ५०° प. रेखावृत्ताजवळ गल्फ स्ट्रीममध्ये मिसळतो. प्रचंड आकाराचे हिमनग या प्रवाहाबरोबर वाहत येतात. गल्फ उष्ण प्रवाहात हा शीत प्रवाह मिसळल्यावर न्यू फाउंडलॅंड जवळ धुके निर्माण होते. यामुळे प्रचंड हिमनग चटकन दिसत नाहीत व बोटीचे अपघात होतात. जलवाहतुकीस अडथळा निर्माण होतो.

न्यूफाऊंडलॅंड धुके गल्फ प्रवाह

६) **ब्राझील प्रवाह (Brazil Current): उष्ण प्रवाह** - दक्षिण विषुववृत्तीय सागर प्रवाह पूर्वेकडून पश्चिमेकडे (आफ्रिकेकडून अमेरिकेकडे) वाहतो. दक्षिण अमेरिकेतील ब्राझीलजवळ पोहोचल्यानंतर याचे दोन भाग होतात. उत्तरेचा भाग उत्तर विषुववृत्तीय सागर प्रवाहात मिसळतो तर दक्षिणेकडचा भाग ब्राझील प्रवाह म्हणून दक्षिण अमेरिकेच्या पूर्व किनाऱ्यालगतच्या भागातून ४०° द. अक्षवृत्तापर्यंत जातो व त्यानंतर पृथ्वीच्या परिवलनामुळे तो पूर्वेकडे वळतो. ब्राझील प्रवाहाचे तापमान व क्षारता जास्त आहे.

७) **फॉकलँड प्रवाह (Falkland Current): शीत प्रवाह** - अंटार्क्टिकाजवळील थंड पाणी फॉकलँड शीत प्रवाहाच्या स्वरूपात दक्षिणेकडून उत्तरेस दक्षिण अमेरिकेच्या पूर्व किनाऱ्यालगत अर्जेन्टिनापर्यंत जाते. हा शीतप्रवाह मोठे हिमनग सोबत घेऊन येतो. नंतर हा प्रवाह ब्राझील प्रवाहात मिसळून पूर्वेकडे South Atlantic drift या नावाने वाहतो.

८) **दक्षिण अटलांटिक प्रवाह:** ब्राझील प्रवाह ४०° द. अक्षवृत्ताजवळ आल्यावर पृथ्वीच्या परिवलनामुळे पूर्वेकडे वळतो व दक्षिण अटलांटिक प्रवाहाची सुरुवात होते. प्रति व्यापारी वाऱ्यामुळे हा प्रवाह पूर्वेकडे वाहण्यास मदत होते. त्यामुळे यास प्रतिव्यापारी प्रवाह (थर्शीशीश्रळशी अँडशी) तसेच अंटार्क्टिक प्रवाह अपीरीलीळल अँडशी असेही संबोधले जाते.

९) **बेग्वेला प्रवाह (Bunguela Current): शीत प्रवाह**-आफ्रिकेच्या पश्चिम किनाऱ्यालगत दक्षिणेकडून उत्तरेला बेग्वेला हा शीत प्रवाह वाहतो. दक्षिण अटलांटिक प्रवाह आफ्रिकेपर्यंत आल्यावर जमिनीच्या अडथळ्यामुळे हा प्रवाह उत्तरेला वळतो व बेग्वेला प्रवाहाची सुरुवात होते. नंतर हा प्रवाह दक्षिण विषुववृत्तीय प्रवाहात मिसळतो.

ब्राझील प्रवाह बेग्वेला प्रवाह आफ्रिका फॉकलँड प्रवाह दक्षिण अटलांटिक प्रवाह

हवेच्या विविध अंगांचे मापन करणाऱ्या उपकरणांचा अभ्यास

हवा स्थितीदर्शक उपकरणे (Weather Instruments):

५.८ प्रश्न

प्र.१ खालील प्रश्नांची उत्तरे लिहा

- १) भरती आहोटी कशी निर्माण होते ते स्पष्ट करा.
- २) सुबक आकृत्यांच्या साहाय्याने उधानाच्या व भांगेच्या भरत्यांमधील फरक स्पष्ट करा.
- ३) सुबक आकृत्यांच्या साहाय्याने पौर्णिमेला व अष्टमीला येणाऱ्या भरत्यांचे स्पष्टीकरण द्या.
- ४) भरती-ओहोटीच्या वेळांमध्ये फरक का पडतो ते स्पष्ट करा.

प्र.२ टिपा द्या.

- १) उधानाची भरती आहोटी
- २) भांगेची भरती आहोटी
- ३) पौर्णिमेची भरती
- ४) आमवस्येची भरती
- ५) गुरुत्वाकर्षण व केंद्रोपसारी प्रेरणा
- ६) भरती ओहोटीचे परिणाम
- ७) अष्टमीची भरती
- ८) सागर प्रवाह
- ९) अटलांटिक महासागरातील उष्ण प्रवाह.
- १०) अटलांटिक महासागरातील शीत प्रवाह.



घटक - ६

प्रात्यक्षिक भाग (ब) वातावरण, हवास्थितीदर्शक नकाशे व उपकरणे

घटक संरचना :

- ६.० उद्दिष्टे
- ६.१ प्रस्तावना

६.० उद्दिष्टे

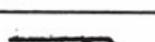
- मानवाच्या दैनंदिन कार्यांवर हवेच्या विविध स्थितीचा, प्रभावाचा अभ्यास करणे.
- हवेच्या उपकरणांची विविध कार्ये व हवेची सांख्यिकी नोंदणीची माहिती समजून घेणे.
- हवेची स्थिती समजण्यास उपयोगात येणाऱ्या विविध तंत्रांचा अभ्यास करणे.
- हवा दर्शक नकाशात वापरण्यात येणारे विविध सांख्यिकीक चिन्हांचा अभ्यास करणे.

६.१ प्रस्तावना

भारतीय हवामान खाते हवास्थितीदर्शक नकाशे तयार करते. या नकाशांमध्ये दैनंदिन हवेची स्थिती सांकेतिक चिन्हांच्या सहाय्याने दर्शविलेली असते. नकाशांचा अभ्यास करण्यापूर्वी नकाशात वापरलेल्या सांकेतिक चिन्हांचा अभ्यास करणे महत्त्वाचे आहे.

हवेची स्थिती दर्शविणारी सांकेतिक चिन्हे

१	रिमझिम पाऊस
●	पाऊस
△	पावसाच्या सरी
▽	गारा
✕	हिमवृष्टी
↑	सरकती हिमवृष्टी
∞	धूसर हवा
≡	अति विरळ धुके
⋮	विरळ धुके
≡	दाट धुके
∞	वावटळ
▽	जोराचा वारा व विजा
♩	वाळूचे वादळ
↘	झीज
↘	गडगडाटी वादळ

वाऱ्याचा वेग	
	५ नॉटस्
	१० नॉटस्
	१५ नॉटस्
	२० नॉटस्
	२५ नॉटस्
	३० नॉटस्
	३५ नॉटस्
	४० नॉटस्
	५० नॉटस्

आकाश स्थिती		सागर स्थिती	
	निरभ्र आकाश	W	लाटांची दिशा
	१/८ आकाश ढगाळलेले	Cm.	शांत समुद्र
	१/४ आकाश ढगाळलेले	Sm.	साधारण/सौम्य समुद्र
	३/८ आकाश ढगाळलेले	Sl.	थोडासा बदल झालेला समुद्र
	१/२ आकाश ढगाळलेले	Mod.	मध्यम स्थितीतील समुद्र
	५/८ आकाश ढगाळलेले	Ro.	खवळलेला समुद्र
	३/४ आकाश ढगाळलेले	V.Ro.	अति/जास्त खवळलेला समुद्र
	७/८ आकाश ढगाळलेले	Hi.	उंच लाटांसह खवळलेला समुद्र
	पूर्ण आकाश ढगाळलेले	V.Hi.	अति उंच लाटांसह खवळलेला समुद्र
	अंधुक आकाश स्थिती	Ph	विलक्षण बदल झालेला तुफानी समुद्र
पर्जन्य स्थिती			
—	०.२५ ते ०.७४ सें.मी.		
	०.७५ ते १.४९ सें.मी.		

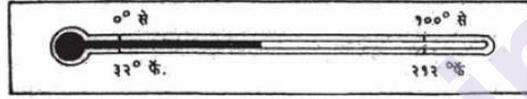
हवेच्या विविध अंगाचे मापन करणाऱ्या उपकरणांचा अभ्यास

रेडिओ आणि दूरदर्शन वरील बातम्यात आणि रोजच्या वर्तमानपत्रात सुध्दा मागील २४ तासातील हवेविषयी माहिती व पुढील २४, ४८ अथवा ७२ तासासाठी हवेची स्थिती कशी असेल या विषयीचा अंदाज दिला जातो. हवेच्या स्थितीची माहिती मिळविण्यासाठी कमीत कमी व जास्तीत जास्त तापमान, हवेचा दाब, आर्द्रता, ढग, वृष्टी यांची माहिती गोळा करावी लागते. ही माहिती मिळविण्यासाठी काही उपकरणांचा वापर करावा लागतो. त्यांतील काही महत्त्वाची उपकरणे म्हणजे (१) तापमापक दर्शक, (२) कमाल व किमान तापमानपक (३) निर्द्रव वायुभार मापक, (४) वातकुक्कुट, (५) अॅनिमोमीटर आर्द्रतामापक व (७) पर्जन्यमापक ही होत.

हवेची स्थिती दर्शविणारी उपकरणे:

१) तापमापक:

पदार्थाला उष्णता दिली की तो प्रसरण पावतो, या गुणधर्माचा वापर तापमापकात करतात. पारा हा धातू असूनही तो द्रव स्वरूपात व प्रवाही असल्यामुळे व उष्णतेतील अल्प फरकासही तो संवेदनशील असल्याने तापमान दर्शविण्यासाठी साध्या तापमापकात पारा वापरतात. तापमापकाच्या नळीतील पाऱ्याचे तापमान वाढल्यास तो प्रसरण पावतो व त्याच्या आकारमानात वाढ होते. हा प्रसरण पावलेला पारा काचेच्या नळीत पुढे सरकतो व काचेच्या नळीवरील आकड्यांच्या सहाय्याने तापमान किती आहे ते आपण सांगू शकतो. तापमान कमी झाल्यास पारा आकुंचन पावतो व तापमान कमी झाल्याचे आपणास तापमापकावरून कळते.

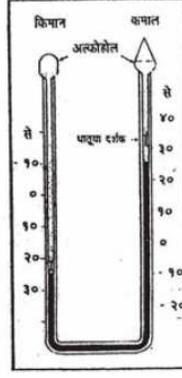


साधा तापमापक

तापमान मोजण्याच्या सेल्सियस आणि फॅरनहाइट अशा दोन पध्दती आहे. पाणी ज्या तापमानाला उकळते तो पाण्याचा उत्कलन बिंदू मानतात. सेल्सियस पध्दतीत पाण्याचा उत्कलन बिंदू 100° से. असतो तर फॅरनहाइट पध्दतीत हाच उत्कलन बिंदू 212° फॅ. असतो. त्याचप्रमाणे ज्या तापमानाला पाणी गोठते त्या तापमानास पाण्याचा गोठणबिंदू असे म्हणतात. सेल्सियस पध्दतीने तो 0° से. तर फॅरनहाइटपध्दतीत 32° फॅ. असते.

कमाल आणि किमान तापमापक:

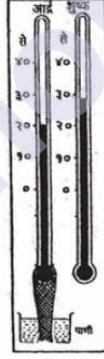
बऱ्याच वेळा दिवसातील कमाल तापमान किंवा किमान तापमान किती होते हे जाणून घेण्याची आवश्यकता भासते. साध्या तापमापकात पाऱ्याच्या स्तंभाची उंची तापमानातील फरकानुसार कमी जास्त होत असते. सतत तापमाकासमोर बसून नदलत्या तापमानाची नोंद करणे शक्य होणार नाही यासाठी कमाल व किमान तापमाकासमोर बसून बदलत्या तापमानाची नोंद करणे शक्य होणार नाही यासाठी कमाल व किमान तापमापकाचा वापर करतात. कमाल तापमापकात पारा वापरतात. तापमान वाढल्यास पारा प्रसरण पावल्याने काचेच्या नळीत पुढे सरकतो. पाऱ्याच्या टोकाशी असलेला लोखंडी तारेचा दर्शकही पाऱ्यामुळे पुढे सरकतो. तापमान कमी झाल्यास पारा आकुंचन पावतो व मागे सरकतो परंतु लोखंडी दर्शक मात्र मागे न सरकता स्थिर रहातो व कमाल तापमान दर्शवितो. प्रत्येक दिवशी तापमापक वापरण्यापूर्वी लोहचुंबकाच्या सहाय्याने लोखंडी दर्शक पाऱ्याच्या पातळीपर्यंत आणला जातो. किमान तापमान दर्शविण्यासाठी अल्कोहोलचा वापर करतात. या प्रकारच्या तापमापकातही लोखंडी दर्शकाचा वापर करतात. तापमान वाढल्यावर अल्कोहोल प्रसरण पावतो पण त्यामुळे लोखंडी दर्शक पुढे सरकत नाही. तापमान जर पूर्वीपेक्षा कमी झाले तर मात्र लोखंडी दर्शक फुग्याकडे सरकतो. अशा प्रकारे लोखंडी दर्शक दिवसभरातील सर्वात कमी तापमान दर्शवितो. कमाल तापमापकातील दर्शकाप्रमाणेच किमान तापमापकातील दर्शक लोहचुंबकाच्या सहाय्याने अल्कोहोलच्या पातळीपर्यंत आणला जातो.



कमाल आणि किमान
तापमापक

(६) आर्द्रतामापक -

या उपकरणाचा वापर हवेतील सापेक्ष आर्द्रता मोजण्यासाठी करतात. या उपकरणात दोन साधी तापमापके असून एका तापमापकाच्या फुग्याभोवती ओले कापड गुंडाळून तो सतत ओला राहिल अशी व्यवस्था केलेली असते. कापडाचे टोक तापमापकाच्या खाली ठेवलेल्या पाण्यात बुडालेले असते. केशाकर्षणाने पाणी वर चढते व त्यामुळे फुगा सतत ओला रहातो.



आर्द्र व सुक्या
फुग्याचे तापमापक

या उपकरणात दोन गुणधर्मांचा वापर केला जातो.

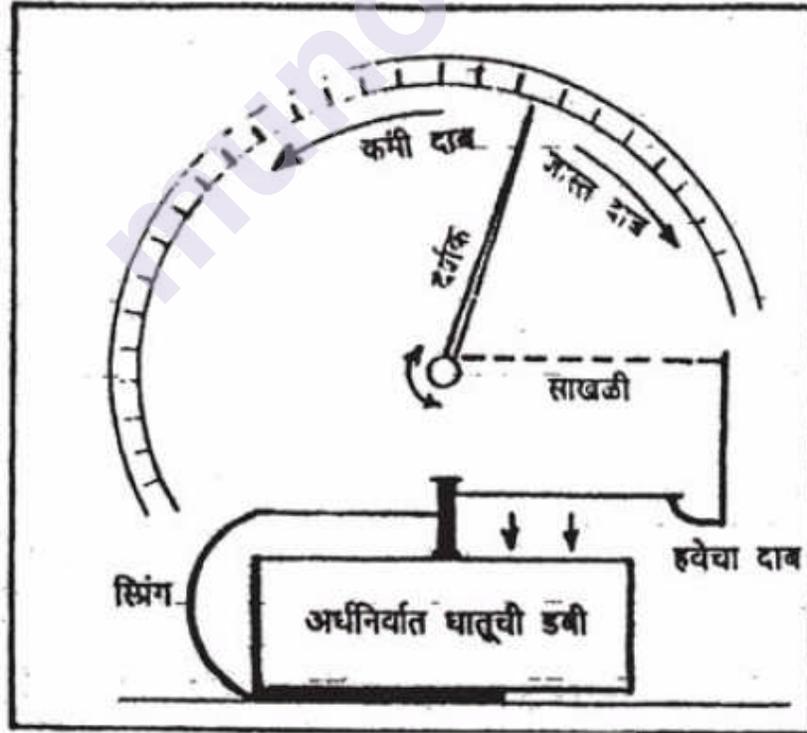
- १) पाण्याचे बाष्पीभवन ही कोणत्याही तापमानाला चालू रहाणारी क्रिया आहे व ज्यावेळी ओल्या फुग्याभोवती गुंडाळलेल्या कापडातील पाण्याचे बाष्पीभवन होते त्यावेळी त्या बाष्पीभवनासाठी लागणारी उष्णता फुग्यातून घेतली जाते व त्यामुळे ओल्या फुग्याचे तापमान नेहमीच सुक्या फुग्याच्या तापमानापेक्षा कमी असते.

२) बाष्पीभवनाचा वेग हवेत असणाऱ्या पाण्याच्या वाफेच्या प्रमाणावर अवलंबून असतो. हवेत पाण्याच्या वाफेचे प्रमाण जास्त असल्यास हवा वाफेने संपृक्त होते व त्यावेळी बाष्पीभवनाचा वेग मंदावतो किंवा बाष्पीभवन होत नाही. त्याउलट हवा कोरडी असल्यास हवेतील पाण्याच्या वाफेचे प्रमाण कमी असते व अशावेळी बाष्पीभवनाचा वेग जास्त असतो. त्यामुळे ओल्या फुग्याच्या तापमापकाचे तापमान सुक्या फुग्याच्या तापमापकापेक्षा बरेच कमी झालेले आढळते.

या दोन्ही तापमापकातील तापमानाची नोंद करून तक्त्याच्या सहाय्याने हवेची आर्द्रता ठरविता येते.

(३) निर्द्रव वायुभारमापकः

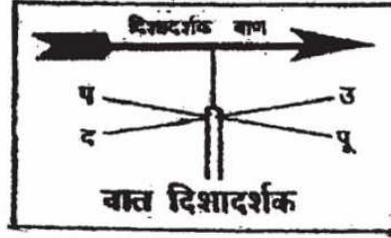
या उपकरणात अर्धनिर्वात केलेल्या पत्र्याच्या डब्याचा वापर केला जाते. या डब्यांची खालची बाजू उपकरणाशी जोडलेली असून वातावरणातील हवेच्या दाबात होणाऱ्या बदलानुसार डब्याच्या वरच्या आवरणात बदल होतात. वातावरणातील हवेचा दाब कमी झाला की डब्याच्या आवरणांचा भाग वर उचलला जातो. ही हालचाल सूक्ष्म स्वरूपात असली तरी तरफेच्या काट्याच्या सहाय्याने उपकरणाच्या तबकडीवर हवेचा दाब दर्शविला जातो. या उपकरणात द्रवरूप पाण्याचा वापर न केल्यामुळे यास निर्द्रव असे संबोधले जाते. वाढत्या उंचीनुसार हवेचा दाब कमी होतो या गुणधर्मावर आधारित असे हे उपकरण असून विमानात उंची मोजण्यासाठी ही याचा वापर करतात.



आकृती ६.४ निर्द्रव वायुभारमापक

(४) वात दिशादर्शक किंवा वातकुक्कुटः

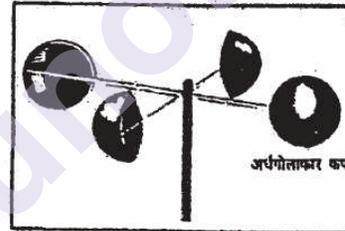
वाऱ्याची दिशा दर्शविणारे हे साधे उपकरण असून यात बाणाचा वापर वाऱ्याची दिशा दर्शविण्यासाठी करतात. बाणाच्या टोकाची विरूद्ध बाजू (किंवा बाणाच्या शेपटीकडील बाजू) रुंद असते. वारा येणाऱ्या दिशेकडे बाणाची रुंद बाजू असल्यास वाऱ्याला अडथळा निर्माण होतो. अशावेळी वाऱ्यामुळे बाण फिरतो व बाणाची अरुंद बाजू किंवा बाणाचे टोक वाऱ्याच्या दिशेकडे वळते. वाऱ्याची दिशा दर्शवितो बाणाच्या खाली असलेल्या पट्ट्यांवर दिशा दर्शविलेल्या असतात.



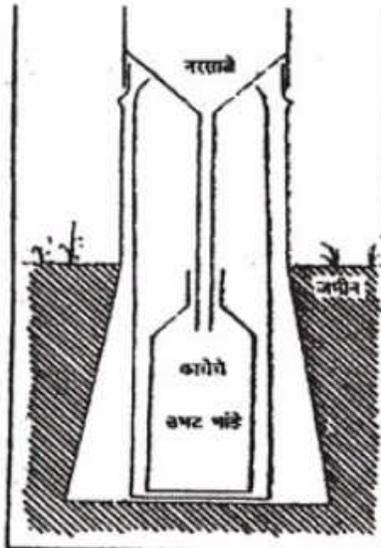
आकृती ६.५

(५) अॅनिमोमीटर (Anemometer) वायुवेगदर्शकः

या उपकरणाचा वापर वाऱ्याचा वेग मोजण्यासाठी करतात. यात ३ किंवा ४ अर्धगोलाकार वाट्या आडव्या दांड्यांवर बसविलेल्या असतात. वाऱ्याच्या जोरामुळे वाट्या कमी किंवा जास्त वेगात फिरतात व त्यावरून वाऱ्याचा वेग तबकडीवर दर्शविला जातो. सर्वसाधारणतः वाट्यांच्या प्रदक्षिणा जेवढ्या होतात त्याच्या तिपटीने वाऱ्याचा वेग असतो. उदा. ५०० प्रदक्षिणा झाल्यास वाऱ्याचा वेग ताशी १,५० मीटर्स किंवा १.५ कि. मी. असेल.



आकृती ६.६ वायुवेगदर्शक



आकृती ६.७ पर्जन्यमापक

पर्जन्यमापक :

एखाद्या ठिकाणचे वार्षिक सरासरी पर्जन्यमान सेंटिमीटरमध्ये किंवा इंचात सांगतात. उदा. चेरापुंजी येथे वार्षिक सरासरी पर्जन्यमान १०८० से. मी. आहे. याचा अर्थ पावसाचे पृथ्वीवर पडलेले पाणी, नाले, ओढे किंवा नदीवाटे वाहून गेले नाही. जमिनीत झिरपले नाही, किंवा त्या पाण्याचे बाष्पीभवन झाले नाही तर त्या पाण्याचा जमिनीवर जो थर साचेल त्याची उंची १०८० से. मी. असेल.

पर्जन्यमापकाचा वापर ठराविक काळात(२४ तासात) पाऊस किती पडला ते ठरविण्यासाठी करतात. या उपकरणात काचेचे भांडे असून त्यावर नरसाळे असते. हे उपकरण उघड्या जागेत ठेवले जाते. पावसाचे पाणी नरसाळ्यातून आत जाते व खालच्या भांड्यात जमा होते. भांड्याच्या तोंडाच्या मानाने नरसाळ्याच्या भोकाचा व्यास कमी असल्यामुळे जमा झालेले पावसाचे पाणी बाष्पीभवनामुळे कमी होत नाही. ठराविक वेळेनंतर भांड्यातील जमा झालेले पावसाचे पाणी मोजपाच्या सहाय्याने मोजतात व त्यावरून किती पाऊस पडला हे ठरविले जाते.

स्वाध्याय :

- प्र.१. हवेची स्थिती म्हणजे काय ? हवेची स्थिती समजण्यासाठी कोणत्या घटकांची स्थिती बघण्यात येते.
- प्र.२. हवेची स्थिती समजण्यासाठी कोणत्या उपकरणांचा उपयोग केला जातो ? सविस्तर आकृत्यांच्या द्वारे त्यांचे नांव व कार्य स्पष्ट करा.
- प्र.३. खालील दिलेल्या हवास्थिती दर्शक उपकरणांद्वारे टिपा लिहा.
 - (अ) आर्द्रता मापक
 - (ब) वायुवेग मापक
 - (क) पर्जन्य मापक
 - (ड) तापमापक
 - (इ) कमाल व किमान तापमापक
 - (फ) वात दिशा दर्शक



प्रथम वर्ष कला शाखेतील भूगोल अभ्यासक्रमांसाठी २०२०-२०२१ पासून
सत्रांतीपरीक्षेसाठी प्रश्नपत्रिकेचा सुधारित नमुना

परीक्षेचा कालावधी : ३ तास

एकूण गुण : १०० (प्रती सत्र)

सूचना :

- १) सर्व प्रश्न (प्रश्न क्र. १ ते ५) सोडविणे अनिवार्य आहे.
- २) आवश्यक ठिकाणी सुबक आकृत्या व आराखड्याचा वापर करा.
- ३) नकाशा पुरवणी मुख्य उत्तरपत्रिकेस जोडा.
- ४) उजवीकडील अंक पूर्ण गुण दर्शवितात.

प्र. १ कोणतेही एक प्रश्न सोडवा. (प्रकरण ५)	२० गुण
अ	
ब	
क	
प्र. २ कोणतेही दोन प्रश्न सोडवा. (प्रकरण १)	२० गुण
अ	
ब	
क	
प्र. ३ कोणतेही दोन प्रश्न सोडवा. (प्रकरण २)	२० गुण
अ	
ब	
क	
प्र. ४ कोणतेही दोन प्रश्न सोडवा. (प्रकरण ३)	२० गुण
अ	
ब	
क	
प्र. ५ कोणतेही दोन प्रश्न सोडवा. (प्रकरण ४)	२० गुण
अ	
ब	
क	

