

घटक-४

वातावरण (Atmospher)

- ४.१ वातावरणाचे घटक व वातावरणाची संरचना
- ४.२ सौरशक्ती : सौरशक्ती वितरणावर परिणाम करणारे घटक
- ४.३ तापमान : तापमानाचे वितरण
- ४.४ वातावरणीय दाब : वायूभार पट्टे, ग्रहीय वारे

४.१ वातावरणाचे घटक (Composition of Atmosphere)

पृथ्वीच्या सभोवताली जी पोकळी आहे त्या पोकळीत जी हवा आहे त्या हवेच्या वेस्टनाला वातावरण असे म्हणतात. वातावरणाच्या व्याख्या पुढीलप्रमाणे करता येतील.

“पृथ्वीच्या सभोवताली असलेल्या गंधहीन स्वादहीन गंधहीन आणि रंगहीन वायूच्या आवरणास वातावरण असे म्हणतात.”

“पृथ्वी सभोवताली असणाऱ्या वायूंच्या वेस्टनाला वातावरण असे म्हणतात.”

“पृथ्वी सभोवताली असणाऱ्या वायू, बाष्प व धूलिकण यांच्या मिश्रणास वातावरण असे म्हणतात.”

वातावरणात केवळ वायु नसून या वातावरणात अनेक घटक मिसळलेले असतात. त्यांनाच वातावरणाचे घटक असे म्हणतात. वातावरणातील प्रमुख घटक पुढीलप्रमाणे आहेत.

१. वायू (Gases) :

वातावरण हे विविध वायूंचे मिश्रण बनलेले असून यातील काही वायू स्थिर प्रमाणात तर काही वायूंचे प्रमाण बदलत्या स्वरूपात असते.

(i) नायट्रोजन :

वातावरणात नायट्रोजन या वायूचे प्रमाण सर्वाधिक म्हणजेच ७८.१ टक्के इतके आहे. पृथ्वीवरील सर्व जिवावरणाच्या दृष्टीने नायट्रोजन हा वायू खूप महत्त्वपूर्ण आहे वातावरणातील ऑक्सीजन वायूची तीव्रता कमी करण्याचे काम नायट्रोजन करतो.

(ii) ऑक्सीजन :

वातावरणातील ऑक्सीजन वायूला प्राणवायू असे म्हणतात. वातावरणात ऑक्सिजनचे प्रमाण २०.९ टक्के इतके असते. वातावरणाच्या खालच्या थरात ऑक्सिजनचे प्रमाण जास्त असून वातावरणात जसजसे उंच जावे तसतसे ऑक्सिजनचे प्रमाण कमी कमी होत जाते. ऑक्सिजन हा वायू ज्वलनासाठी आवश्यक असतो.

(iii) कार्बन डाय ऑक्साईड :

कार्बन डाय-ऑक्साईड हा वायू वातावरणातील तिसरा महत्त्वाचा वायू आहे. वातावरणातील या वायूचे प्रमाण ०.००३ टक्के इतके आहे. कार्बन डायऑक्साईडची निर्मिती ज्वालामुखीचे उद्रेक, वनस्पतींचे विघटन, प्राण्यांचे श्वसन याद्वारे होते. वनस्पतीच्या प्रकाश संश्लेषणासाठी कार्बन डाय ऑक्साईड या वायूची आवश्यकता असते.

वायु	वातावरणातील टक्केवारी
नायट्रोजन	७८.१०
ऑक्सीजन	२०.९
कार्बनडाय ऑक्साईड	०.००३
ऑरगॉन	०.९३
निऑन	०.००१८

(iv) इतर वायू :

वरील प्रमुख वायूशिवाय वातावरणात अत्यंत कमी प्रमाणात आढळणारे हलके वायू असून यात ऑरगॉन, न्यूऑन क्रिप्टॉन व हेलियम हे महत्त्वाचे वायू आहेत. वातावरणात या वायूंचे प्रमाण खूपच कमी आहे. वातावरणातील ओझोन या वायूच्या थरास पृथ्वीचे संरक्षक कवच असे म्हणतात.

२. बाष्प :

बाष्प ही पाण्याची वायुरूप स्थिती असून बाष्पीभवनाच्या क्रियेद्वारे वातावरणात बाष्पाचे प्रमाण वाढत जाते. बाष्पाचे प्रमाण स्थलकालपरत्वे बदलत जाते. वातावरणाच्या उंचीनुसार बाष्पाचे प्रमाण कमी-कमी होत जाते. वातावरणातील एकूण बाष्पाच्या ९० टक्के बाष्प वातावरणाच्या पाच किलोमीटर उंचीपर्यंत आढळते. वातावरणाला बाष्पाचा पुरवठा जलाशयाच्या बाष्पीभवन व वनस्पतींच्या उत्सर्जनाद्वारे होत असतो. यामुळे वातावरणात वृष्टीची पर्जन्य, दव, दहिवर, राईम व गारा ही रूपे आढळतात.

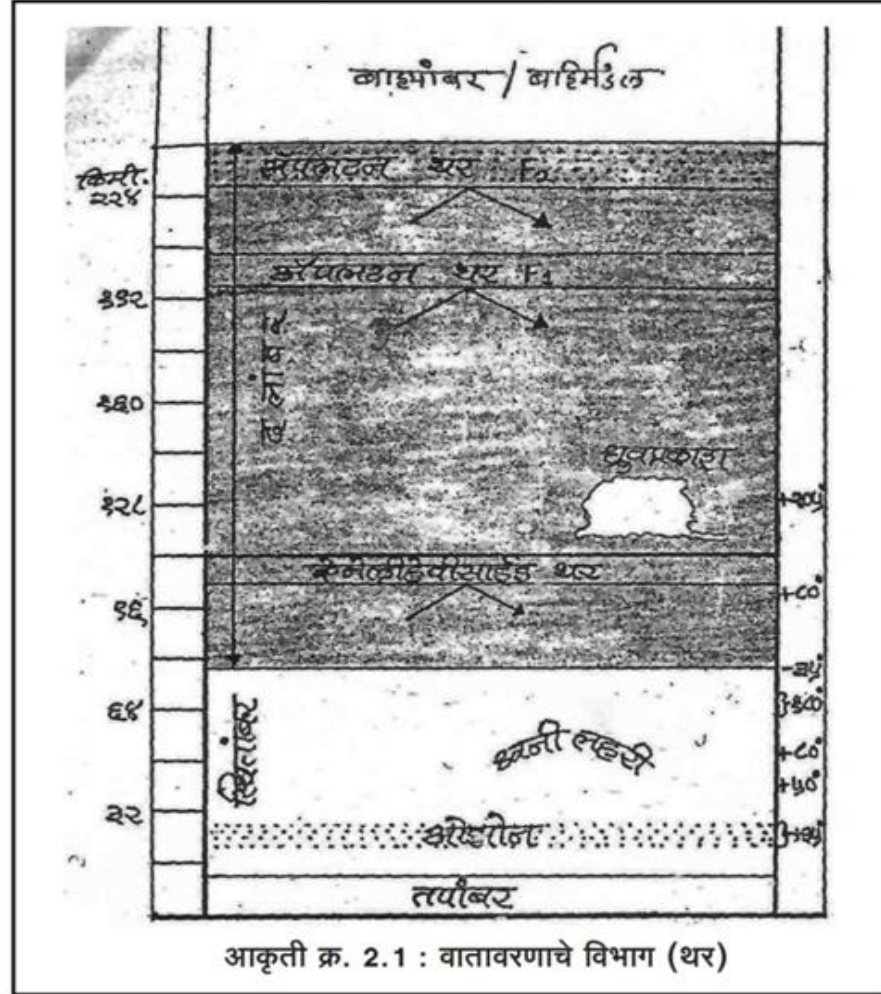
३. धूलिकण :

वातावरणाच्या खालच्या थरात धूलिकण आढळतात. वातावरणातील वायू व बाष्प सोडून इतर जे घनरूप घटक वातावरणात मिसळलेले आढळतात, त्यांना धूलिकण असे म्हणतात. वातावरणात असणाऱ्या याच धूलिकणांमुळे आपणास सूर्योदय व सूर्यास्त होण्यापूर्वी संधिप्रकाश दिसून येतो. वातावरणातील धूलिकणांभोवती बाष्प आकर्षित होतात व जलबिंदू किंवा जलकण निर्माण होऊन वृष्टीची पर्जन्य, दव, धुके, दहिवर इत्यादी रूपे आढळून येतात.

वातावरणाची संरचना (Structure of Atmosphere) :

पृथ्वीच्या सभोवताली विस्तारलेले वातावरण अनेक थरांनी तयार झालेले आहे. वातावरणाचे थर/रचना पुढीलप्रमाणे सांगितली जाते.

वातावरणाचे विभाग (थर)



आकृती क्र. 2.1 : वातावरणाचे विभाग (थर)

१. **तपांबर** : पृथ्वी पृष्ठभागापासून ११ किलोमीटर उंचीपर्यंत वातावरणाच्या सर्वांत खालच्या थराला तपांबर असे म्हणतात. तपांबराची उंची अक्षवृत्त नुसार बदलत जाते. विषुववृत्तावर तपांबराची उंची १६ किलोमीटर तर ४५ अंश अक्षवृत्तावर ही उंची ११ किलोमीटर तर ध्रुवावर ती ८ किलोमीटर असते. या थरात १६० मीटर उंचीला तापमान १ अंश सेल्सिअसने कमी होते. याशिवाय वातावरणाच्या या थरात उष्णतेचे संक्रमण वहन, अभिसरण व उत्सर्जन या तिन्ही अवस्थांद्वारे होत असलेले आढळते. तपांबराच्या या थरात ढग, वादळे, पाऊस, विजा चमकणे व मेघगर्जना असे आविष्कार आढळून येतात.

तपांबर व स्थितांबर यांना अलग करणाऱ्या तीन किलोमीटर जाडीच्या थरास तपस्तब्धी असे म्हणतात. तपस्तब्धीची सरासरी उंची ११ किलोमीटर इतकी असते.

२. **स्थितांबर** : तपस्तब्धी व स्थितस्तब्धी यांच्या दरम्यान असलेल्या वातावरणाच्या थरास स्थितांबर असे म्हणतात. स्थितांबर या थराचा विस्तार ८० किलोमीटर उंचीपर्यंत आहे. मात्र ऋतुमानानुसार व अक्षवृत्तानुसार

स्थितांबर याचा विस्तार बदलत जातो. उन्हाळ्यात स्थितांबर या थराचा विस्तार हिवाळ्यापेक्षा जास्त असतो. स्थितांबरात २५ ते ४० किलोमीटरच्या दरम्यान ओझोन या वायूचे प्रमाण सर्वाधिक असल्यामुळे वातावरणाच्या या थरास ओझोनांबर असेही म्हणतात. ओझोन हा थर सूर्याकडून येणारी अतिनील किंवा जंबूपार (अल्ट्राव्हायलेट) या किरणांचे शोषण करतो. त्यामुळे पृथ्वीवरील सजीव सृष्टीचे संरक्षण होते म्हणून या थरास पृथ्वीचे संरक्षक कवच किंवा संरक्षक छत्री असेही म्हणतात.

स्थितांबराची उंची ५० किलोमीटर असून त्या उंचीवर स्थितस्तब्धी ही स्थितांबराची वरची सीमा आहे.

३. आयनांबर : स्थितस्तब्धीपासून पाचशे किलोमीटर उंचीपर्यंत असणाऱ्या वातावरणाच्या थरास आयनांबर असे म्हणतात. वातावरणाच्या या थरात मुक्त आयन असून ते विद्युतभारित असतात म्हणूनच या थरास आयनांबर असे म्हणतात. या वातावरणाच्या थरातील आयनाभोवती विद्युत चुंबकीय क्षेत्र निर्माण होते आणि तेथूनच विद्युत चुंबकीय लहरी निर्माण होतात. याच लहरी रेडिओ लहरी परावर्तित करित असल्यामुळे बिनतारी संदेश पाठविणे शक्य होते. आयनांबर थराची उंची भूपृष्ठापासून ८० ते ५०० किलोमीटर पर्यंत असून या थरात हवा विरळ असून रेडिओ लहरी, रॉकेट उड्डान या प्रयोगात या थराचा शोध लागलेला आहे.

आयनांबराचे उपथर असून ८० ते ९६ किलोमीटर उंची दरम्यान डी थर असून या थरातून रेडिओच्या दीर्घ लहरी परावर्तित होतात.

९६ ते १४० किलोमीटर उंचीच्या दरम्यान असलेल्या आयनांबराच्या या थरास ई थर किंवा केनिली हेवीसाईड थर असेही म्हणतात. या थरातून रेडिओच्या मध्यम लहरी परावर्तित होतात.

त्यानंतर आयनांबराच्या तिसऱ्या उपथरास अपलटन थर किंवा एफ थर असेही म्हणतात. त्याची उंची १४४ ते ३६० किलोमीटरपर्यंत असते. या थरातून रेडिओच्या लघु लहरी परावर्तित होतात.

४. बहिर्मंडल : पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून ५०० ते ७५० किलोमीटर व त्यापलीकडील वातावरणाच्या थरास बहिर्मंडल असे म्हणतात. इ.स. १९४९ मध्ये लेमन स्पीटझर यांनी या थरास बहिर्मंडल असे नाव दिलेले आहे. वातावरणाच्या या थरात ऑक्सीजन, हायड्रोजन व हेलियम या वायूंचे सूक्ष्म कण मुक्तपणे वावरताना आढळतात. या थरात अणूंची हालचाल ऊर्ध्वगामी दिशेने होते. वातावरणात २००० किलोमीटर उंचीपर्यंत न्यूट्रल कणांचा प्रभाव असतो. त्यापलीकडे मात्र इलेक्ट्रॉन व प्रोटॉन यांचे अस्तित्व ऋण विद्युत भारित व धन विद्युत भारित असतात, म्हणून या थरास चुंबकीय मंडल असे म्हणतात.

४.२ सौरशक्ती

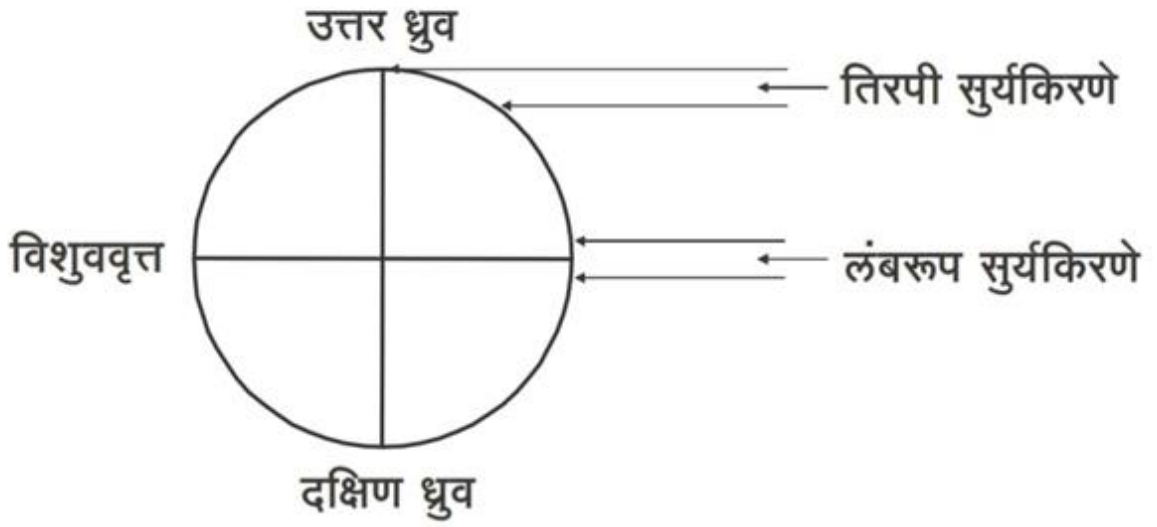
“दर सेकंदाला २,९७,६०० कि.मी. वेगाने प्रवास करणाऱ्या व विद्युत चुंबकीय लघुलहरीद्वारे सूर्याच्या पृष्ठभागावरून अव्याहतपणे उत्सर्जित होणाऱ्या उर्जेला सौरशक्ती असे म्हणतात.”

“सूर्याच्या पृष्ठभागापासून सातत्याने उत्सर्जित होणाऱ्या उष्णतेला सौरशक्ती असे म्हणतात”.

सौरशक्ती वितरणावर परिणाम करणारे घटक (Insolation : Factors affecting on Insolation) :

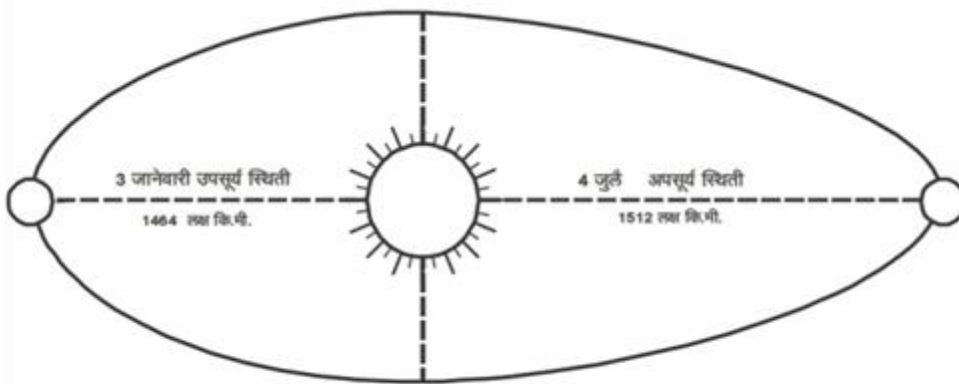
सूर्यापासून पृथ्वीला मिळणाऱ्या सौरशक्तीचे वितरण सर्वत्र सारखे नाही. सौरशक्तीच्या वितरणावर विविध घटकांचा परिणाम होतो. यातील काही प्रमुख घटक पुढीलप्रमाणे आहेत.

१. सूर्यकिरणांचा भूपृष्ठाशी होणारा कोन : पृथ्वीवर ज्याठिकाणी सूर्यकिरणे लंबरूप पडतात तेथे कमी जागा व्यापल्यामुळे सौरशक्ती जास्त मिळते. लंबरूप सूर्यकिरणे वातावरणातून कमी प्रवास करत असल्यामुळे उष्णता वाया जाण्याचे प्रमाण कमी असते. त्यामुळे लंबरूप सूर्यकिरणामुळे सौरशक्ती जास्त मिळते. याउलट तिरपी किरणे भूपृष्ठाचा जास्त भाग व्यापत असल्यामुळे व वातावरणाच्या जास्त भागातून प्रवास करीत असल्याने कमी सौरशक्ती मिळते. तर ध्रुवीय प्रदेशात सूर्यकिरणे तिरपी पडत असल्याने सौरशक्ती मिळण्याचे प्रमाण कमी असते.



आकृती क्र. 2.2 : सूर्यकिरणांचा भूपृष्ठाशी होणारा कोन

२. दिनमान व रात्रीमान कालावधी : पृथ्वीच्या परिभ्रमणामुळे पृथ्वीवर सर्वत्र दिवस व रात्र यांचा कालावधी सारखा नसतो. २४ तासांच्या कालावधीत जर दिनमान कालावधी जास्त असेल तेथे सौरशक्ती मिळण्याचे प्रमाण जास्त असते. परंतु दिनमान लहान असेल व रात्रीमान मोठे असेल तर सौरशक्ती कमी मिळते. दिवस व रात्र यांच्या कालावधीत ऋतुनुसार फरक पडतो.



आकृती क्र. 2.3 : पृथ्वीची अपसूर्य व उपसूर्य स्थिती

३. सूर्य व पृथ्वीमधील अंतर : पृथ्वी सूर्याभोवती लंबवर्तुळाकार मार्गाने भ्रमण करते. या परिभ्रमण काळात कधी सूर्याजवळ

तर कधी सूर्यापासून दूर जाते. ४ जुलै रोजी अपसूर्य स्थितीत पृथ्वीच्या दर चौरस सेंटीमीटर क्षेत्राला १.८८ कॅलरी उष्णता मिळते. ३ जानेवारी रोजी सूर्य व पृथ्वीमधील अंतर १४६४ लक्ष कि.मी. असते. या उपसूर्य स्थितीत पृथ्वीच्या दर चौरस सेंटीमीटरला २.०१ कॅलरी उष्णता मिळते. ही उष्णता सरासरीपेक्षा थोडीशी जास्त असते.

४. जमीन व पाणी यांचे गुणधर्म : उष्णता ग्रहण व उत्सर्जन करण्याचे गुणधर्म जमीन व पाण्याचे भिन्न-भिन्न आहेत. जमीन लवकर तापते व लवकर थंड होते. कारण जमीन घन, अपारदर्शक व स्थिर असल्यामुळे कमी जाडीचा थर लवकर तापवला जातो. मात्र कमी उष्णता साठवल्यामुळे उष्णतेचे उत्सर्जनही लवकर होऊन लवकर थंड होते. उत्तर गोलार्धात जमिनीचे प्रमाण जास्त असल्यामुळे या भूगोलार्धात कमी सौरशक्ती मिळते. दक्षिण गोलार्ध महासागरांनी जास्त व्यापल्यामुळे या जलगोलार्धास जास्त सौरशक्ती मिळते.

५. जमिनीचे स्वरूप : जमिनीच्या स्वरूपानुसार उष्णता शोषण करण्याचे प्रमाण बदलत असते. पृथ्वीवर जमिनीचे प्रकार भिन्न-भिन्न असल्यामुळे खडकाळ जमिनीच्या प्रदेशात सौरशक्ती जास्त शोषून घेतली जाते. याउलट गाळाची व चिकणमातीची जमीन कमी सौरशक्ती शोषून घेते.

६. जमिनीचा रंग : काळ्या रंगाच्या मृदेवरून सौरशक्ती परावर्तनाचे प्रमाण कमी असल्यामुळे काळ्या रंगाच्या मृदेच्या प्रदेशात सौरशक्तीचे वितरण जास्त होते. मात्र जमिनीचा रंग पांढरा असल्यास सौरशक्तीच्या परावर्तनाचे प्रमाण वाढत असते. त्यामुळे अशा प्रदेशात कमी सौरशक्ती शोषल्यामुळे कमी उष्णता मिळते.

७. वनस्पतीचे आच्छादन : जमिनीवरील वनस्पतीच्या आच्छादनाचा परिणाम सौरशक्तीच्या वितरणावर होतो. वनस्पतीचे आच्छादन दाट असल्यास सौरशक्ती भूपृष्ठापर्यंत पोहचू शकत नाही. याशिवाय वनस्पतीमुळे आर्द्रता जास्त असते. त्यामुळे सौरशक्तीचे शोषण होऊन भूपृष्ठाला कमी सौरशक्ती मिळते. म्हणूनच गवताळ कुरणे व घनदाट जंगलाच्या प्रदेशात कमी सौरशक्ती मिळते. याउलट वनस्पती विरहीत ओसाड प्रदेशात सौरशक्तीस अडथळा नसल्यामुळे सौरशक्ती जास्त मिळते. वाळवंटी प्रदेशात वनस्पतींच्या अभावामुळे सौरशक्ती मिळण्याचे प्रमाण जास्त असते.

८. वातावरणाचा परिणाम : सौरशक्ती वातावरणातून पृथ्वी पृष्ठभागाकडे येताना पुढील तीन क्रियांचा परिणाम होतो.

अ) विकिरण : वातावरणातील धुलीकणांचा आकार लहान असेल तर सूर्यकिरणे अडवली जाऊन सौरशक्ती वातावरणात सर्वदूर फेकली जाते. या क्रियेला विकिरण असे म्हणतात. विकिरणाचे प्रमाण जास्त असल्यास त्याठिकाणी कमी सौरशक्ती मिळते.

ब) परावर्तन : वातावरणातील धुलीकणांचा व्यास सौरशक्तीच्या लहरीपेक्षा मोठा असल्यास सूर्यकिरणांचे परावर्तन होऊन सूर्यकिरणे अवकाशाकडे फेकली जातात. ही क्रिया जेथे जास्त प्रमाणात होते त्या ठिकाणी कमी सौरशक्ती मिळते.

क) शोषण : वातावरणातील विविध वायू, धुलीकण व बाष्प यांच्याद्वारे सौरशक्ती भूपृष्ठाकडे येताना शोषून घेतली जाते. त्यामुळे वातावरणात शोषण क्रियेद्वारे बरीचशी सौरशक्ती खर्च होते. शोषण क्रिया ज्याठिकाणी जास्त होते तेथे सौरशक्ती कमी मिळते.

९. पर्वत/डोंगराची दिशा : पृथ्वी पृष्ठभागावरील पर्वतांची दिशा वेगवेगळी आहे. हिमालय पर्वत पूर्व-पश्चिम दिशेत पसरलेला असल्यामुळे पर्वत उताराच्या दिशा उत्तर व दक्षिण आहेत. त्यामुळे सूर्यकिरणांच्या दिशेने उतार असल्यास त्या प्रदेशातील सूर्यकिरणे कमी जागा व्यापतात. त्यामुळे सौरशक्ती जास्त मिळते. हिमालय पर्वताच्या दक्षिणेकडील उतारावर याच कारणामुळे सौरशक्ती जास्त मिळते. याउलट उत्तरेकडील हिमालयाच्या उतारावर सूर्यकिरणे तिरपी पडत असल्यामुळे जास्त जागा व्यापतात, परिणामी सौरशक्ती कमी मिळते.

१०. सूर्यावरील डाग : सूर्यावरील डागांचे चक्र दर ११ वर्षांचे असते. या चक्रानुसार सूर्यडागांचे प्रमाण जास्त असल्यास आल्ट्राव्हायोलेट किरणे अधिक प्रमाणात सूर्याच्या पृष्ठभागापासून उत्सर्जित होतात. त्यामुळे या कालावधीत सौरशक्ती मिळण्याचे प्रमाण वाढत जाते. मात्र इतरवेळी सूर्यावरील डागांचे प्रमाण कमी असल्यामुळे काही प्रमाणात सौरशक्ती कमी मिळते.

४.३ तापमान

सूर्यकिरणामुळे प्रत्यक्ष हवा तापत नाही. प्रथम सौरशक्ती पृथ्वीपृष्ठभागाला मिळते. त्यानंतर भूपृष्ठापासून उत्सर्जित होणाऱ्या उष्णतेपासून वातावरणातील हवा बदलते. हवेचे भूपृष्ठासमोरचे थर अगोदर तापतात नंतर वरचे थर तापतात.

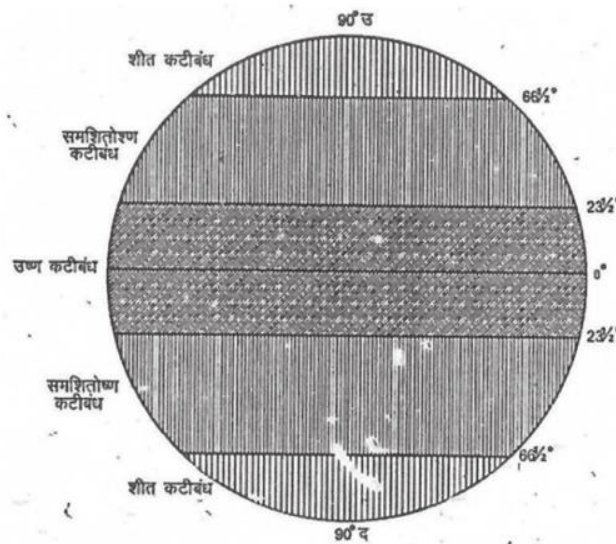
तापमानाचे वितरण (Distribution of Temperature)

पृथ्वीपृष्ठभागावर तसेच वातावरणात हवेच्या तापमानाचे वितरण समान आढळत नाही, कारण हवेच्या तापमानावर परिणाम करणारे घटक असमानरित्या वितरीत झाल्यामुळे तापमानाचे वितरणही कमी जास्त प्रमाणात झालेले आहे. तापमानाचे भौगोलिक वितरण पुढीलप्रमाणे दोन प्रकारे सांगितले जाते.

अ) तापमानाचे आडव्या दिशेतील वितरण किंवा क्षितीज समांतर वितरण (Horizontal Distribution of Temperature) विषुववृत्तापासून उत्तर व दक्षिण ध्रुवापर्यंतच्या अक्षवृत्तानुसार तापमानात बदल होत जातो. अक्षांशानुसार तापमान वितरणाचे तीन विभाग पाडले जातात.

१. उष्ण कटिबंध : विषुववृत्तापासून कर्कवृत्तापर्यंत व दक्षिणेस मकरवृत्तापर्यंत पृथ्वीचा जो प्रदेश येतो, त्याला उष्ण कटिबंध असे म्हणतात. या प्रदेशात वर्षभर सूर्यकिरणे कोणत्या ना कोणत्या तरी ठिकाणी लंबरूप पडतात, त्यामुळे सौरशक्ती जास्त मिळून तापमान जास्त असते.

२. समशितोष्ण कटिबंध : दोन्ही गोलार्धात २३ ते ६६ल या अक्षवृत्तादरम्यान असणाऱ्या प्रदेशास 'समशितोष्ण कटिबंध' असे म्हणतात. या प्रदेशात उन्हाळ्यात तापमान उष्ण तर हिवाळ्यात शीत असते. या विभागात सूर्यकिरणे साधारणतः तिरपी पडत असल्यामुळे तापमान मध्यम असते.



आकृती क्र.२.९ : तापमानाचे अक्षांशानुसार विभाग

३. शीत कटिबंध : उत्तर व दक्षिण गोलार्धातील ६६१/२ अंश उत्तर (आर्क्टिकवृत्त) आणि ६६१/२ अंश (अंटार्क्टिकवृत्त) ते ९०° उत्तर व दक्षिण ध्रुवाच्या दरम्यान असणाऱ्या प्रदेशाला शीत कटिबंध असे म्हणतात. या भागात वर्षभर सूर्यकिरणे खूपच तिरपी पडतात. त्यामुळे सौरशक्ती कमी मिळून तापमान अतिशय कमी असते.

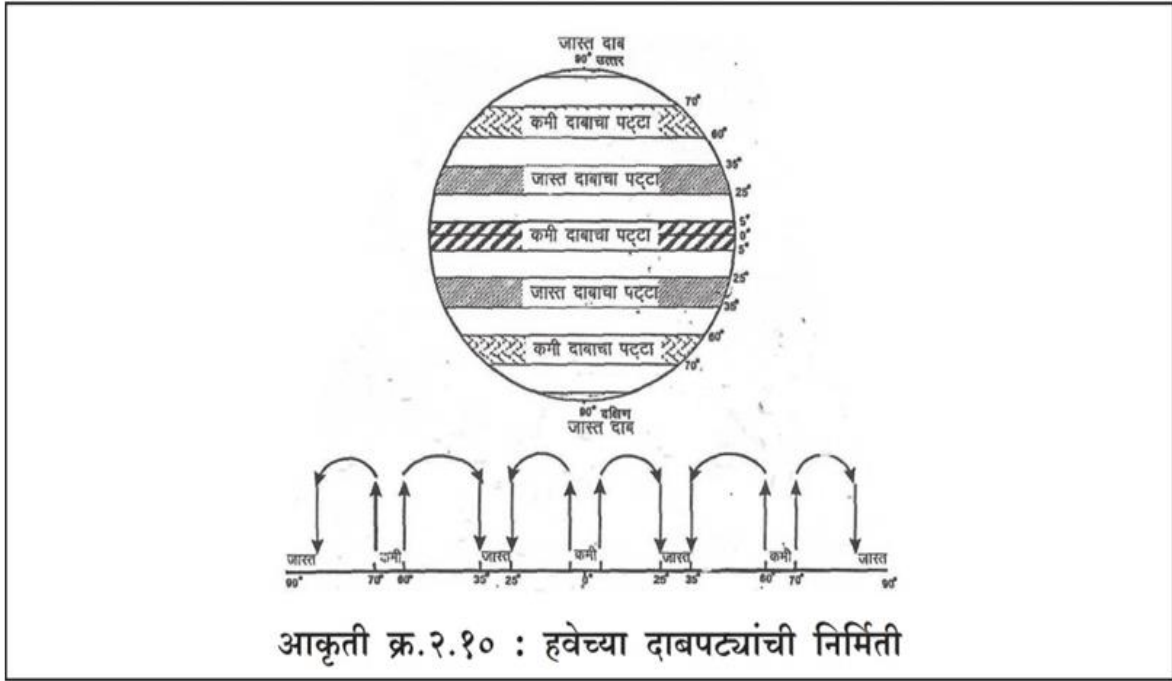
ब) तापमानाचे उभे वितरण (Vertical Distribution of Temperature)

सौरशक्ती पृथ्वीपृष्ठभागाला मिळाल्यानंतर पृथ्वीपृष्ठभागापासून उष्णतेचे उत्सर्जन सुरू होते. त्यामुळे सर्वप्रथम पृथ्वीपृष्ठभागालगतच्या वातावरणाच्या थराचे तापमान वाढू लागते. त्यानंतर वातावरणाचे वरचे थर वहन, उत्सर्जन व अभिसरण क्रियेद्वारे तापविले जातात. वातावरणीय तापमानाच्या विविध निरीक्षणावरून असे आढळते की, समुद्रसपाटीपासून जसजसे उंच जावे तसतसे तापमान कमी-कमी होत जाते. १६० मीटर उंचीला १° सें.ग्रे. तापमान कमी होत जाते. उंचीनुसार तापमान कमी होण्याच्या या दराला तापमानाचा सामान्य हास दर असे म्हणतात. ऋतुमानानुसार तापमान कमी होण्याचा दर थोडाफार बदलतो. उन्हाळ्यात १६० मीटर उंचीला १.१° सें.ग्रे. तापमान कमी होते, तर हिवाळ्यात ०.८° सें.ग्रे. तापमान कमी होते. उंचीनुसार तापमान कमी होण्याची कारणे पुढीलप्रमाणे आहेत. वातावरण प्रत्यक्ष सूर्यकिरणांपासून तापत नाही. सौरशक्तीद्वारे प्रथम पृथ्वी पृष्ठभाग तापविला जातो. नंतर उष्णता उत्सर्जनाने वातावरणाचे खालचे थर तापवले जातात. नंतर त्याच्यावरचे थर तापवले जातात. त्यामुळे कमी उंचीवर जास्त तापमान आणि जास्त उंचीवर कमी तापमान असते. वातावरणाच्या खालच्या थरात बाष्प, वायु व धुलीकणांचे प्रमाण जास्त असल्यामुळे भूपृष्ठापासून उत्सर्जित होणारी उष्णता या घटकापासून शोषली जाते. त्यामुळे तापमान जास्त असते. वातावरणाच्या वरच्या थरात बाष्प, वायु, धुलीकण कमी असल्यामुळे तापमान कमी असते. समुद्रसपाटीलगत हवेचा दाब जास्त असतो. त्यामुळे हवेचे थर दाट असतात. त्यामुळे हवेचे तापमान जास्त असते. परंतु उंचीनुसार हवेचे थर विरळ होत जातात, त्यामुळे तापमान कमी असते.

४.४ वातावरणीय दाब (Atmospheric Pressure)

हवेला वजन असते हे सर्वप्रथम इ.स. १६५१ मध्ये ऑटो फॉन गेरीक या जर्मन शास्त्रज्ञाने सिध्द केले. हवेच्या वजनामुळे निर्माण होणाऱ्या दाबास 'वायुभार' असे म्हणतात. हवेचा दाब इंच, पौंड, किलोग्रॅम, से.मी. व मिलीबार इत्यादी एककात मोजतात. वायुभार मोजण्यासाठी निर्द्रव वायुभारमापक, फॉर्टिन वायुभारमापक आणि वायुभारलेखक या उपकरणांचा वापर केला जातो.

पृथ्वीवर कमी व जास्त दाबाचे प्रदेश निर्माण झालेले आहेत. त्यांनाच वायूभार पट्टे असे म्हणतात. भूपृष्ठावर सर्वत्र एकसारखा हवेचा दाब नाही. पृथ्वीपृष्ठभागावरील तापमानात असलेला फरक व पृथ्वीचे परिवलन या दोन कारणांमुळे पृथ्वीवर कमी व जास्त वायूभाराचे विशिष्ट पट्टे आढळतात. भूपृष्ठावर हवेच्या दाबाचे एकूण ७ दाबपट्टे आढळतात. यापैकी ४ पट्टे जास्त दाबाचे आणि ३ पट्टे कमी दाबाचे आढळतात. पृथ्वीवरील हवेचे दाब पट्टे व त्यांची निर्मिती पुढीलप्रमाणे आहे.



१. विषुववृत्तीय कमी दाबाचा पट्टा (५°उ. ते ५°द.)

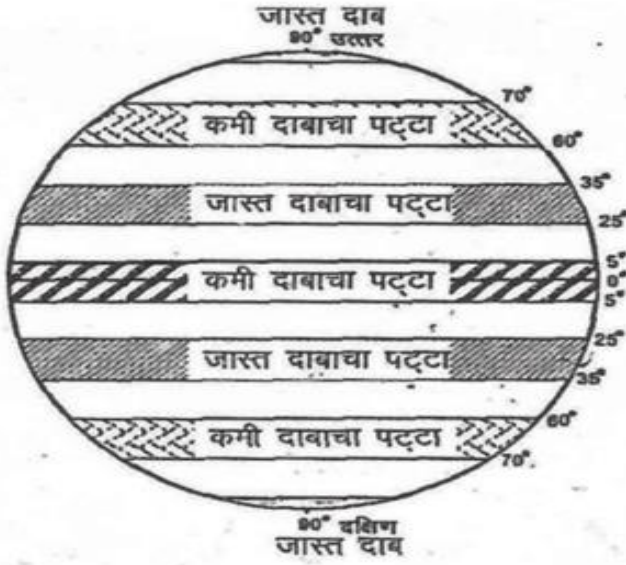
२१ मार्च व २२ सप्टेंबर या दोन्ही दिवशी सूर्यकिरणे विषुववृत्तीय भागात लंबरूप पडतात. २१ जून व २१ डिसेंबर रोजी सूर्यकिरणे अनुक्रमे कर्कवृत्त व मकरवृत्तावर लंबरूप पडतात. परंतु या दोन्ही दिवशी विषुववृत्तावर सूर्यकिरणांचा भूपृष्ठाशी होणारा कोन ६६ व पेक्षा कमी नसतो. म्हणजेच वर्षभर विषुववृत्तावर सूर्यकिरणे लंबरूप पडतात. लंबरूप सूर्यकिरणांमुळे जास्त उष्णता मिळते. त्यामुळे विषुववृत्तीय प्रदेशात वर्षभर अत्याधिक तापमान असते. त्यामुळे भूपृष्ठाच्या संपर्कात असलेली हवा एकसारखी तापते. तापलेली हवा प्रसरण पावल्यामुळे हलकी होऊन वर जाते. त्यामुळे विषुववृत्तीय ५° उत्तर ते ५° दक्षिण प्रदेशात विरळ व हलक्या हवेचे प्रवाह सतत वर जात असल्यामुळे कमी भाराचा पट्टा निर्माण झालेला आहे.

२. कर्क व मकरवृत्तीय जास्त दाबाचे पट्टे (२५° ते ३५° उ.व द.)

उत्तर व दक्षिण गोलार्धात कर्कवृत्त व मकरवृत्ताजवळ २५° ते ३५° उत्तर व दक्षिण अक्षवृत्ताच्या दरम्यान जास्त दाबाचे पट्टे निर्माण होतात. या दाबपट्ट्यांची निर्मिती पुढीलप्रमाणे होते. विषुववृत्तीय प्रदेशातून वर जाणारी उष्ण व हलकी हवा विशिष्ट उंचीवर गेल्यानंतर उत्तर व दक्षिण ध्रुवाकडे वाहू लागते. ही हवा ३०° उच्च अक्षवृत्तावर थंड होऊन जड झाल्यामुळे ३०° अक्षवृत्ताच्या दरम्यान खाली उतरू लागते. या थंड व जड हवेच्या अधोगामी प्रवाहामुळे खालील हवा दाबली जावून जास्त दाबाचा पट्टा निर्माण होतो. पृथ्वीच्या परिवहन गतीमुळे उत्तर व दक्षिण ध्रुवाजवळील हवा दूर जाण्याचा प्रयत्न करते. परंतु पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षण शक्तीमुळे दूर लोटलेली हवा पुन्हा पृथ्वीकडे आकर्षित होऊन २५° ते ३५° उत्तर व दक्षिण अक्षवृत्ताच्या दरम्यान वरून खाली येते. त्यामुळे जास्त दाबाचे पट्टे पृथ्वीवर २५° ते ३५° उत्तर व दक्षिण अक्षवृत्ताच्या दरम्यान आढळतात. यालाच 'उपोषण कटिबंधीय जास्त दाबाचे पट्टे' असे म्हणतात.

3. ध्रुववृत्तावरील कमी दाबाचे पट्टे (६०° ते ७०° उ. व द.)

दोन्ही गोलार्धातातील ६०० ते ७०° अक्षवृत्ताच्या दरम्यान कमी दाबाचा पट्टा निर्माण होतो. या पट्ट्याच्या



प्रदेशात तापमान कमी असूनही हवेचा दाब कमी आहे. कर्क व मकरवृत्तीय प्रदेशात हवेचा दाब जास्त आहे. तसेच ध्रुवीय प्रदेशातही हवेचा दाब जास्त आहे. त्यामुळे या दोन जास्त दाबाच्या प्रदेशादरम्यान कमी दाबाचा पट्टा निर्माण होणे स्वाभाविक आहे. पृथ्वीच्या स्वांग परिभ्रमण गतीमुळे ६० ते ७०° अक्षवृत्ताच्या दरम्यानची हवा बाहेर फेकली जाते. यामुळे हवा विरळ होऊन कमी दाबाचा पट्टा निर्माण होतो. पृथ्वीच्या या प्रदेशात अनेक उष्ण सागरी प्रवाह असल्यामुळे अनेक कमी दाबाची केंद्रे सागरी प्रदेशात निर्माण

झालेली आहेत. या कमी दाबाच्या पट्ट्याला 'उपध्रुवीय कमी दाबाचे पट्टे' असेही म्हणतात.

४. ध्रुवीय जास्त दाबाचा पट्टा (९०° उ. व द.)

ध्रुवीय प्रदेशात पृथ्वीच्या स्वांग परिभ्रमणाचा वेग शून्य असल्यामुळे हवा स्थिर असते. हवेची कोणत्याही दिशेने हालचाल होत नाही. याशिवाय अतिथंड हवामानामुळे तेथे हवेचा जास्त दाबाचा पट्टा निर्माण होतो. वरील विविध कारणामुळे पृथ्वीवर हवेच्या कमी व जास्त दाबाच्या पट्ट्यांची निर्मिती झालेली आहे.

४.४ वाऱ्याचे प्रकार

वाऱ्यांचे ग्रहीय वारे, नियतकालिक वारे व स्थानिक वारे असे मुख्य तीन प्रकार पडतात, यापैकी ग्रहीय वारे यांचा आपण सखोलतेने अभ्यास करणार आहोत.

ग्रहीय वारे (Planetary Winds)

पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर जास्त वायुभार असणाऱ्या प्रदेशाकडून कमी वायुभार असणाऱ्या प्रदेशाकडे वर्षभर नियमितपणे जे वारे वाहतात त्यांना ग्रहीय वारे असे म्हणतात. हे वारे नियमितपणे वाहात असल्यामुळे त्यांना नित्य वारे असेही म्हणतात. पृथ्वीच्या परिवलनामुळे उत्तर गोलार्धात ग्रहीय वारे आपल्या मूळ दिशेच्या उजव्या बाजूस तर दक्षिण गोलार्धामध्ये आपल्या मूळ दिशेच्या डाव्या बाजूस वळतात.

ग्रहीय वाऱ्यांचे मुख्य तीन प्रकार पुढीलप्रमाणे सांगितले जातात.

१. व्यापारी वारे :

पृथ्वीच्या दोन्ही गोलार्धात २५० ते ३५° या अक्षवृत्तांच्या दरम्यान जास्त दाबाचा जो पट्टा निर्माण झालेला असतो, त्या जास्त भाराच्या प्रदेशाकडून ० अंश ते ५ अंश अक्षवृत्तांच्या दरम्यान जो विषुववृत्तीय कमी दाबाचा प्रदेश असतो त्या प्रदेशाकडे वाहणाऱ्या वाऱ्यांना व्यापारी वारे असे म्हणतात. व्यापारी वारे दोन्ही गोलार्धात ५ अंश ते २५ अंश या अक्षवृत्तांच्या दरम्यान वाहत असतात. प्राचीन कालखंडात व्यापारासाठी

शिडाच्या जहाजांचा वापर केला जात असे व या जहाजांना प्रवासासाठी या वाऱ्याचा उपयोग होत होता, म्हणूनच त्यांना व्यापारी वारे असे नाव दिलेले आहे. हे वारे सर्वसाधारणपणे पूर्वेकडून पश्चिमेकडे वाहतात, त्यामुळे त्यांना पूर्वीय वारे असेही म्हणतात.

पृथ्वीच्या परिवलनामुळे पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर असमान दाब पट्टे निर्माण झाल्यामुळे उत्तर गोलार्धात व्यापारी वारे आपल्या मूळ दिशेच्या उजवीकडे वळून वाहतात, त्यामुळे उत्तर गोलार्धात वाहणाऱ्या व्यापारी वाऱ्यांची दिशा ईशान्येकडून नैऋत्येकडे असते म्हणून उत्तर गोलार्धातील व्यापारी वाऱ्यांना ईशान्य व्यापारी वारे असे म्हणतात. याउलट दक्षिण गोलार्धात वाहणारे व्यापारी वारे आपल्या मूळ दिशेच्या डावीकडे वळतात त्यामुळे या वाऱ्यांची दिशा आग्नेयेकडून वायव्येकडे असते म्हणून दक्षिण गोलार्धातील व्यापारी वाऱ्यांना आग्नेय व्यापारी वारे असे म्हणतात.

२. प्रतिव्यापारी वारे :

पृथ्वीवरील उत्तर आणि दक्षिण गोलार्धातील २५ ते ३५ अंश या अक्षवृत्तांच्या दरम्यान निर्माण झालेल्या जास्त दाबाच्या प्रदेशाकडून दोन्ही गोलार्धातील ६० ते ७० अंश या अक्षवृत्तांच्या दरम्यान निर्माण झालेल्या हवेच्या कमी दाबाच्या प्रदेशाकडे जे वारे वाहतात त्यांना प्रतिव्यापारी वारे असे म्हणतात. पूर्वीच्या काळी शिडाच्या जहाजाद्वारे केल्या जाणाऱ्या व्यापारास या वाऱ्यांचा अडथळा होत असे, त्यामुळे त्यांना प्रतिव्यापारी वारे असे म्हणतात. प्रतिव्यापारी वाऱ्याची सर्वसाधारण दिशा पश्चिमेकडून पूर्वेकडे असल्यामुळे या वाऱ्यांना पश्चिमी वारे असेही म्हणतात. दक्षिण गोलार्धात महासागर यांनी सर्वाधिक प्रदेश व्यापलेला असल्यामुळे प्रतिव्यापारी वारे जास्त गतीने वाहतात. दक्षिण गोलार्धातातील ४० अंश अक्षवृत्तावर हे वारे वेगाने वाहत असल्यामुळे त्यांना 'गर्जणारे चाळीस' असे म्हणतात तर याच गोलार्धात ५० अंश दक्षिण अक्षवृत्तापलीकडे त्यांना 'खवळलेले पन्नास' असे म्हणतात. उत्तर गोलार्धाच्या तुलनेत दक्षिण गोलार्धामध्ये प्रतिव्यापारी वाऱ्यांचा वेग जास्त असल्यामुळे त्यांना शूर पश्चिमी वारे असे म्हणतात. व्यापारी वाऱ्याप्रमाणे प्रतिव्यापारी वारे उत्तर गोलार्धात आपल्या मूळ दिशेच्या उजवीकडे वळून वाहतात, त्यामुळे प्रतिव्यापारी वाऱ्याची सर्वसाधारण दिशा नैऋत्येकडून ईशान्येकडे असते म्हणून या वाऱ्यांना नैऋत्य प्रतिव्यापारी वारे असे म्हणतात. दक्षिण गोलार्धात हे वारे आपल्या मूळ दिशेच्या डावीकडे वळतात त्यामुळे दक्षिण गोलार्धात या वाऱ्यांची सर्वसाधारण दिशा वायव्येकडून आग्नेयेकडे असते त्यामुळे या वाऱ्यांना वायव्य प्रतिव्यापारी वारे असे म्हणतात. प्रतिव्यापारी वारेसुद्धा वर्षभर नियमितपणे वाहतात. या वाऱ्यांचा हिवाळा ऋतूत वेग जास्त असतो तर उत्तर गोलार्धात प्रतिव्यापारी वाऱ्यांच्या दिशेवर आवर्त व प्रत्यावर्त यांचा परिणाम होतो.

३. ध्रुवीय वारे :

उत्तर व दक्षिण गोलार्धात ९०° अंश ध्रुवीय प्रदेशात हवेचा जास्त दाब आहे या जास्त दाबाच्या प्रदेशाकडून दोन्ही गोलार्धात ६० ते ७० अंश या अक्षवृत्तादरम्यान असणाऱ्या कमी दाबाच्या प्रदेशाकडे जे वारे वाहतात त्यांना ध्रुवीय वारे असे म्हणतात. या वाऱ्यांची सर्वसाधारण दिशा पूर्वेकडून पश्चिमेकडे असते म्हणूनच या वाऱ्यांना ध्रुवीय पूर्वीय वारे असेही म्हणतात. हे वारे ध्रुवाकडील अतिशय थंड प्रदेशाकडून येत असल्यामुळे ते खूपच थंड असतात. हे वारे ज्या प्रदेशाकडून वाहत जातात त्या प्रदेशाचे तापमान कमी कमी होत जाते.

विषुवृत्तीय प्रदेशात वर्षभर सूर्यकिरणे लंबरूप पडतात त्यामुळे तेथील हवेचे तापमान जास्त असल्यामुळे साहजिकच हवा तापून प्रसरण पावते व उर्ध्वगामी दिशेने जाते. त्यामुळे विषुवृत्तीय प्रदेशात ० ते ५ अंश उत्तर व दक्षिण अक्षवृत्ताच्या दरम्यान कमी वायुभार प्रदेश निर्माण होतो. या विषुवृत्तीय प्रदेशात वर्षातील बराच काळ हवा शांत असते, हवेचे आडव्या दिशेत वहन होत नाही. त्यामुळे या प्रदेशाला विषुवृत्तीय शांत पट्टा किंवा Dold Drum असेही म्हणतात.

तसेच उत्तर आणि दक्षिण गोलार्धात २५ ते ३५ अंश अक्षवृत्ताच्या दरम्यान कर्कवृत्त आणि मकरवृत्त जास्त वायुभार पट्टा निर्माण झालेला आहे. या जास्त वायुभार पट्ट्यातही हवेची आडव्या दिशेत हालचाल होत नाही. या शांत पट्ट्यास अश्व अक्षांश असे म्हणतात. प्राचीन काळी घोड्यांची विक्री शिडाच्या जहाजांद्वारे केली जात असे परंतु हे जहाज शांत पट्ट्यात आल्यानंतर ते पुढे जात नसे त्यामुळे अन्न पाण्याचा साठा संपून जाऊ नये म्हणून व्यापारी घोड्यांना नाईलाजाने सागरात लोटून देत असत. त्यावरूनच या प्रदेशाला अश्व अक्षांश (Horse Latitude) असे नाव पडलेले आहे.