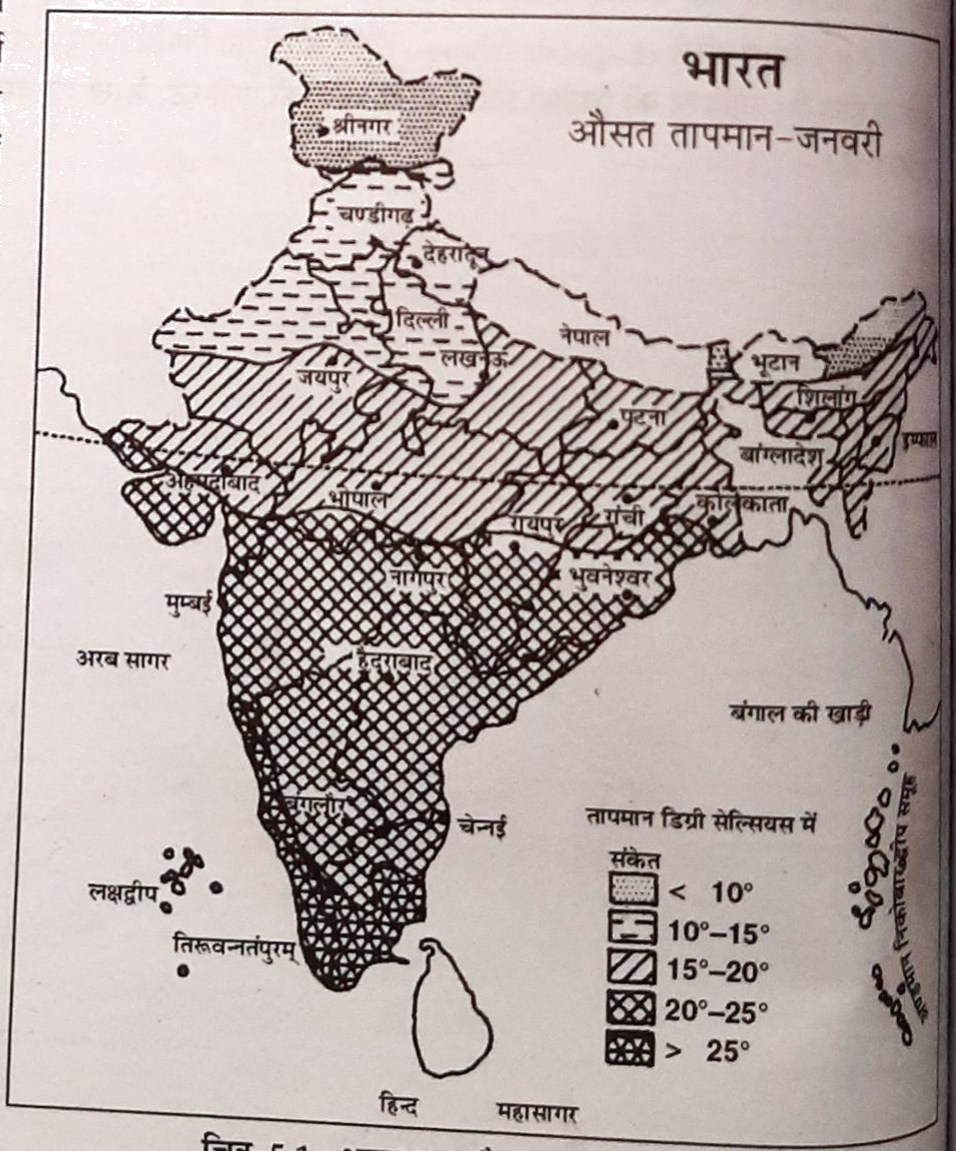
अध्याय-5

जलवायु

(Climate)

किसी भौगोलिक क्षेत्र की दिन-प्रतिदिन की वायुमण्डलीय दशाओं (परिघटनाओं) को **मौसम** कहते हैं तथा मौसमी दशाओं के **निर्माण में योगदान देने वाले तत्त्वों को मौसम के तत्त्व कहते हैं। इनमें तापमान, वायुदाब, आर्द्रता, पवन (वेग एवं दिशा), मेघावरण** आदि प्रमुख हैं। इन तत्त्वों में प्राय: परिवर्तन होता रहता है। दूसरी ओर किसी क्षेत्र या प्रदेश की लम्बी अवधि की प्रचलित मौसमी दशाओं के योग को **जलवायु** कहते हैं। यह समय, अक्षांशीय स्थिति, महाद्वीपीय एवं महासागरीय सापेक्षिक स्थिति तथा उच्चावच लक्षणों से निर्धारित होती है। भारत की जलवायु विभिन्न कारकों से नियंत्रित होती है तथा देश के पर्याप्त विस्तार या उच्चावच व प्रायद्वीपीय अवस्थिति के कारण जलवायु में काफी विविधता मिलती है। इसके उत्तर में पूर्व से पश्चिम तक विशाल हिमालय अवस्थित है जिससे मध्य एशिया से आने वाली ठण्डी पवनें रुक जाती हैं तथा देश में उष्ण कटिबंधीय जलवायु का अनुभव होता है। दूसरी ओर ऊँची पर्वत श्रेणियाँ दक्षिणी-पश्चिमी मानसूनी पवनों को रोककर वर्षा करने में अनुकूलता प्रदान करते हैं। इस प्रकार हिमालय पर्वत तंत्र तथा मानसूनी पवनें भारत को जलवायविक एकता प्रदान करते हैं। इस विशाल एकता में अनेक विविधता भी मिलती हैं।



चित्र-5.1 : भारत का औसत तापमान (जनवरी)

जलवायु की विविधतायें पवनों, तापमान, वर्षा, आर्द्रता एवं शुष्कता के रूप में सागरीय निकटता एवं दूरी, सागर तल से ऊँचाई, पर्वतों से दूरी तथा सामान्य उच्चावच के कारण मिलती है। ग्रीष्मकाल में जम्मू-कश्मीर में तापमान लगभग 22° सेल्सियस रहता है जबकि पश्चिमी राजस्थान में 48°-50° सेल्सियस के मध्य रहता है। शीतकाल में कारगिल या द्रास में तापमान शून्य से 40° सेल्सियस नीचे चला जाता है, दूसरी ओर चेन्नई में तापमान 20° से 22° सेल्सियस के आसपास रहता है। वर्षा की

दृष्टि से भी काफी विविधता मिलती है। जैसलमेर की औसत वार्षिक वर्षा 9 सेमी. है जबकि मेघालय के मॉसिनराम की औसत वार्षिक वर्षा 1141 सेमी. तथा चेरापूँजी की औसत वार्षिक वर्षा 1087 सेमी. है। इस प्रकार जितनी वर्षा दस वर्षों में जैसलमेर में होती है उतनी वर्षा गारो की पहाड़ियों में स्थित तूरा नामक स्थान पर एक ही दिन में हो जाती है।

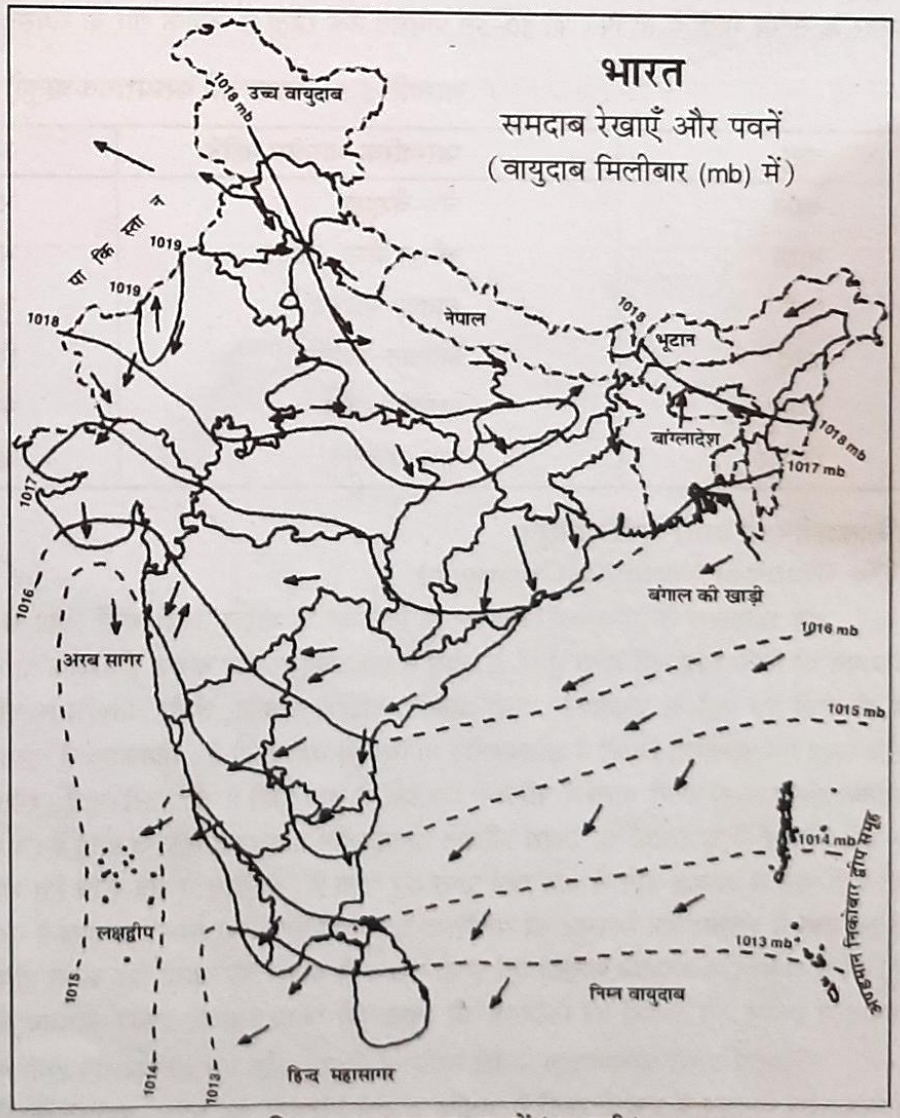
आर्द्रता एवं मौसमी लय की दृष्टि से भी काफी विविधता पायी जाती है। जुलाई और अगस्त के महीनों में गंगा के डेल्टा व उड़ीसा तट पर प्रति तीसरे से पाँचवें दिन चक्रवातीय दशायें बनती रहती हैं, जिनसे भारी वर्षा होती है जबकि कोरोमण्डल तट पर इन्ही दिनों मौसम शुष्क रहता है। मुंबई के सागरतटीय भागों में ग्रीष्मकाल एवं शीतकाल के तापमान में अधिक अन्तर नहीं आता है, क्योंकि यहाँ समुद्री प्रभाव पाया जाता है।

भारत की जलवायु की ऋत्विक विभिन्नताएँ (Seasonal Variations of Indian Climate)

भारत में जलवायु की प्रादेशिक विभिन्नता (Regional Variation) की तरह ही ऋतुओं के अनुसार भी विभिन्नता पायी जाती है जिसे मौसम की विभिन्न ऋतुओं की दशाओं के अनुसार निम्नलिखित रूप में स्पष्ट किया जा सकता है—

शीतकाल में मौसमी दशायें (Weather Conditions in Winter)

यहाँ शीत ऋतु (जनवरी, फरवरी) में सूर्य की स्थिति पृथ्वी के सन्दर्भ में दक्षिणी गोलार्द्ध पर होती है तथा 22 दिसम्बर को सूर्य मकर रेखा पर लम्बवत् होता है। फलस्वरूप भारत में (उत्तरी गोलार्द्ध) शीत ऋतु के कारण उच्च वायुदाब का केन्द्र होता है तथा सम्पूर्ण उप-महाद्वीप में स्वच्छ आकाश व मंद हवायें मिलती हैं। ये मौसमी दशायें मध्य एवं पश्चिमी एशिया के उच्च वायुदाब से प्रभावित होती हैं। इसके कारण पवनें भारत में पश्चिम एवं पूर्व से प्रवेश करती हैं। उत्तरी मैदान में शुष्क पवनें चलती हैं जो व्यापारिक पवनों के सम्पर्क में आती हैं तथा मध्य गंगा घाटी तक चली जाती हैं। फलस्वरूप सम्पूर्ण उत्तरी-पश्चिमी भारत इन उत्तर-पश्चिमी पवनों के प्रभाव में आ जाता है। मौसम काफी सुहावना होता है, मेघाच्छादन 2/10 से अधिक नहीं होता है। इस ऋतु में उत्तरी एवं दक्षिणी भारत के तापमान में सामान्य अन्तर मिलता है, जिसके अन्तर्गत उत्तर से दक्षिण में जाने पर तापमान में वृद्धि होती जाती है। उत्तर में शीतलहर का प्रकोप भी होता है।



चित्र-5.2 : वायुदाब पवनें (जनवरी)

शीतकाल में उत्तरी भारत में न्यूनतम तापमान दिसम्बर-जनवरी में मिलता है। उत्तर में औसत तापमान 15° से 20° सेल्सियस और दक्षिण में 25° से 30° सेल्सियस के मध्य रहता है, सागरीय प्रभाव के कारण तटवर्ती क्षेत्रों में शीतकाल में तापमान 20° सेल्सियस के आसपास रहता है। पश्चिमी राजस्थान में रात्रि का तापमान शून्य से नीचे पहुँच जाता है। जनवरी के अन्तिम सप्ताह तथा फरवरी के प्रारम्भ में तुर्किस्तान एवं केस्पियन सागर की तरफ से ठण्डी पवनें उत्तरी-पश्चिमी भारत में प्रवेश करती हैं, जिनसे तापमान काफी गिर जाता है तथा कोहरा व पाला उत्पन्न होता है। शीतकाल में वर्षा पश्चिमी विक्षोभों से होती है, ये विक्षोभ उत्तरी भारत में भूमध्य सागर से आते हैं। ईरान पर उष्ण एवं शीत वाताग्र भी बनते हैं। इनकी औसत संख्या 4-5 होती है। इनके प्रभाव से सम्पूर्ण उत्तरी भारत सर्दी की चपेट में आता है। हल्की वर्षा होती है, पर्वतीय क्षेत्रों में सामान्य हिमपात होता है। **केन्ड्रयू** के अनुसार पश्चिमी विक्षोभों (चक्रवातों) की सख्या नवम्बर में 2, दिसम्बर में 4, जनवरी में 5, फरवरी में 5, मार्च में 5, अप्रेल में 5 तथा मई में 2 होती है। इसके द्वारा अतिरिक्त कुल वर्षा लगभग 2 प्रतिशत प्राप्त होती है। शीतकालीन या उत्तरी-पूर्वी मानसून से कोरोमण्डल तट (तमिलनाडु) पर वर्षा होती है। इस प्रकार शीतकाल में वर्षा की कमी के कारण वायु में आर्द्रता की कमी होती है। मध्यवर्ती भागों में तापमान एवं आर्द्रता की मात्रा अरब सागर के तटीय भागों में तो फिर भी 40-50 प्रतिशत तक रहती है जबकि थार के रेगिस्तान में शून्य होती है।

सारणी-5.1 : भारत की परम्परागत ऋतुएँ

ऋतु	पारम्परिक भारतीय महीने	अंग्रेजी महीने
वसंत	चैत्र-वैशाख	मार्च-अप्रेल
ग्रीष्म	ज्यै या जैष्ट-आषाढ़	मई-जून
वर्षा	श्रावण-भाद्रपद	जुलाई-अगस्त
शरद्	अश्विन-कार्तिक	सितम्बर-अक्टूबर
हेमन्त	मार्गशीर्ष-पौष	नवम्बर-दिसम्बर
शिशिर	माघ-फाल्गुन	जनवरी-फरवरी

शीतकालीन या उत्तरी-पूर्वी मानसून
(The Winter or North-East Monsoon)

यह शीतकाल के प्रारम्भ में अक्टूबर से दिसम्बर के दौरान उत्तरी-पूर्वी दिशा से आता है। यद्यपि शीतकालीन मानसून के आगमन की तिथि स्पष्ट नहीं है परन्तु पी.के. दास ने इसे अक्टूबर माह बताया है। इसके द्वारा वर्षा प्रायद्वीपीय भारत के तमिलनाडु राज्य में ही होती है। यहाँ के चेंगलपेट, उत्तरी अर्काट, दक्षिणी अर्काट, तंजौर, तिरुचिरापल्ली, मदुराई, रामनाड, तिरुनेलवेली, सलेम, कोयम्बटूर एवं नीलगिरी जिलों में शीतकालीन मानसून से वर्षा होती है। शीतकाल में भारत में वर्षा एवं शीतकालीन मानसून भिन्न हैं, क्योंकि शीतकाल में उत्तरी भारत में पश्चिमी विक्षोभों से वर्षा होती है जो उत्तरी-पूर्वी (शीतकालीन) मानसून से भिन्न है।[1] तमिलनाडु के तटीय जिलों में कुल वर्षा का पचास प्रतिशत शीतकालीन मानसून द्वारा प्राप्त होता है। तमिलनाडु दक्षिण-पश्चिमी मानसून के दौरान पश्चिमी घाट से आबद्ध होने से कम वर्षा प्राप्त कर पाता है। इसलिए ये क्षेत्र कृषि हेतु शीतकालीन वर्षा पर अधिक निर्भर रहते हैं। पी.के. दास ने शीतकालीन मानसून को मलेशिया एवं इण्डोनेशिया पर विकसित तूफानों एवं अवदाबों से अवश्य सहसम्बन्धित किया है। उनके अनुसार ये अवदाब मलाया एवं इण्डोनेशिया से बंगाल की खाड़ी पार करके तमिलनाडु तक पहुँचते हैं। यद्यपि आँकड़ों के अभाव में इन्होंने ऐसे तूफानों की निरंतरता को स्पष्ट नहीं किया इसलिए इनका आगमन आकस्मिक ही माना है।

एशिया में ऊपरी क्षोभमण्डल में जेट स्ट्रीम के ग्रीष्मकालीन एवं शीतकालीन दोनों लक्षण मिलते हैं। उष्णकटिबन्धीय पूर्वी जेट ग्रीष्मकालीन मानसून में प्रभावी रहती है जबकि उपोष्ण पश्चिमी जेट स्ट्रीम (Subtropical Westerly Jet) शीतकालीन मानसून के लक्षण प्रस्तुत करती है।

---

1. Das, P.K. : The Monsoons, NBT, New Delhi, p. 85-93.

उत्तरी-पूर्वी मानसून में वाकर चक्र (Walker Cells) भी प्रकट होते हैं। पूर्वी प्रशान्त महासागर पर वाकर चक्र की अवरोही शाखा (Descending Branch) प्रभावी रहती है, लेकिन इसकी मानसून के सम्बन्ध में सुव्यवस्थित व्याख्या नहीं हो पाई है। शीतकालीन मानसून की उत्पत्ति साइबेरिया पर उत्पन्न विस्तृत प्रति चक्रवात से भी मानी जाती है। इस समय शीत हवाओं के साथ वर्षा होती है।

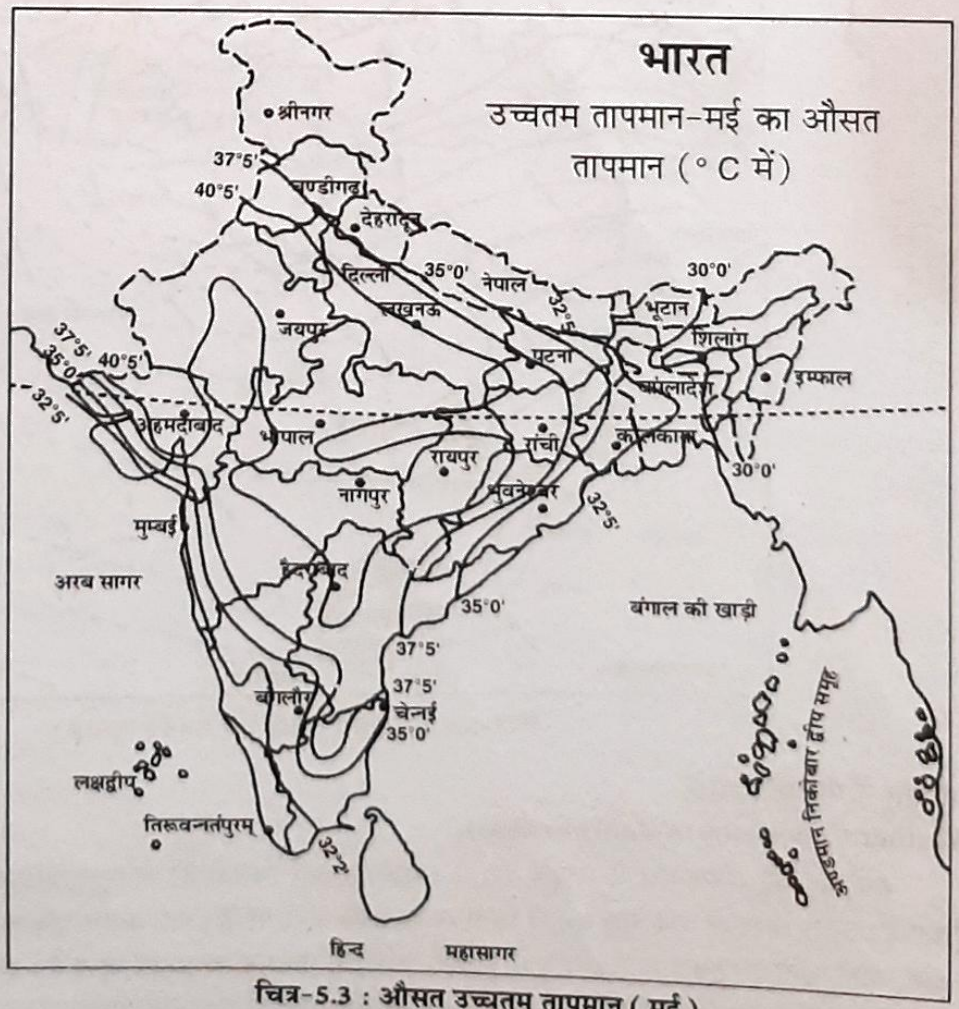
ग्रीष्मकाल में मौसमी दशायें (Weather Conditions in Summer)

मार्च से मध्य जून तक भारत में ग्रीष्मकाल माना जाता है। जब सूर्य की स्थिति पृथ्वी के सन्दर्भ में उत्तरायण होती है तथा सूर्य 21 जून को कर्क रेखा पर लम्बवत् होता है फलस्वरूप तापमान बढ़ जाता है तथा पाकिस्तान, अफगानिस्तान, फारस व मध्य एशिया में उच्च तापमान तथा न्यून भार का क्षेत्र बन जाता है। इस कारण विषुवत रेखा के दक्षिण से दक्षिणी-पूर्वी व्यापारिक पवनें मुड़कर अरब सागर तथा बंगाल की खाड़ी में उतरती हैं, जिनकी दिशा दक्षिणी-पश्चिम होती है। ये ही पवनें भारत के पश्चिमी तट पर मानसून के नाम से आती हैं।

ग्रीष्मकाल में अन्त:उष्ण कटिबन्धीय अभिसरण क्षेत्र (Intertropical Convergence Zone, ITCZ) भी विषुवत वृत्त से खिसक कर भारतीय उप-महाद्वीप में हिमालय के लगभग समानान्तर आ जाता है। यह अभिसरण क्षेत्र एक न्यून दाब की पेटी है, जो मध्य जुलाई तक लगभग 25° उत्तरी अक्षांश पर अवस्थित रहती है। यह पेटी सूर्य के उत्तरायण एवं दक्षिणायन के साथ ही कर्क वृत एवं मकर वृत्त के मध्य अपनी अवस्थिति बदलती रहती है।

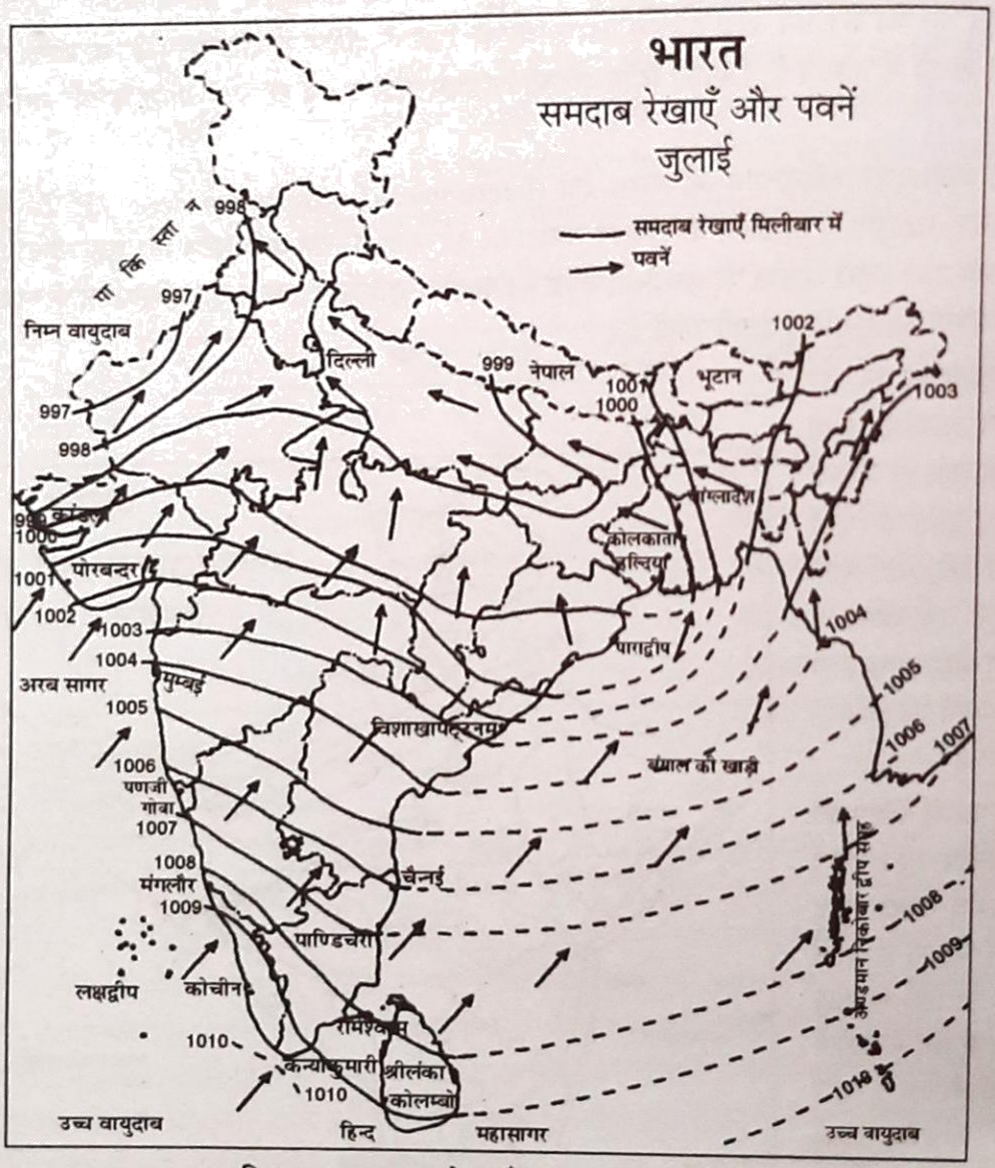
इस निम्न वायुदाब क्षेत्र की ओर सभी दिशाओं से पवनें आकर्षित होती हैं जो उत्तरी गोलार्द्ध के साथ ही दक्षिणी गोलार्द्ध की पवनें (दक्षिणी-पूर्वी व्यापारिक पवनें) भी इस ओर आती हैं। ये पवनें लम्बी दूरी तक सागर के ऊपर से आने के कारण आर्द्रतायुक्त होती हैं। सामान्यतया इन्हीं पवनों को दक्षिण-पश्चिम मानसून कहते हैं।

ग्रीष्मकाल के प्रारम्भ में तापमान बढ़ने के साथ ही स्थानीय पवनें चलने लगती हैं। दिन के समय उत्तरी भारत में धूल भरी गर्म पवनें चलती हैं जिन्हें लू (Loo) कहते हैं। ये 100 से 125 किमी. प्रति घण्टा तक के वेग से चलती हैं। ऐसे ही तूफानों को बंगाल में काल वैशाखी या नार्वेस्टर्स (Norwesters) कहते हैं। इनसे तटीय भागों में काफी नुकसान होता है। ग्रीष्मकाल में तापमान ऊँचा रहता है। तटीय भागों एवं आन्तरिक भागों में तापमान में काफी अन्तर मिलता है। उत्तरी गोलार्द्ध में सूर्य की किरणों का लम्बवत् होना, समुद्र से अधिक दूरी तथा प्रतिचक्रवातीय



चित्र-5.3 : औसत उच्चतम तापमान (मई)

दशाओं के कारण उत्तरी भारत में तापमान ऊँचा रहता है। ग्रीष्मकाल में देश को प्राप्त होने वाली कुल वर्षा का लगभग 10 प्रतिशत प्राप्त होता है। इस मौसम में असोम व बंगाल में काल बैशाखी द्वारा तथा दक्षिणी भारत में आम्र बौछारों (Mango showers) के रूप में वर्षा होती है। असोम में इसे **चाय वृष्टि** कहते हैं तथा आम की फसल के लिए लाभकारी होने के कारण आन्ध्र प्रदेश में इस वर्षा को **आम्र की बौछार** कहते हैं। इस वर्षा को कर्नाटक में **चेरी ब्लासम** (Cherry Blossoms) कहते हैं, जो कहवा की फसल के लिए लाभकारी है। शेष भारत में काफी शुष्क मौसम रहता है। ग्रीष्मकाल में तापमान बढ़ता हुआ अधिकतम 56° सेल्सियस तक पहुँच जाता है। सबसे गर्म स्थान बीकानेर का ब्रियावाली है, जहाँ का अधिकतम तापमान 5 जून, 1991 को 56° सेल्सियस अंकित किया गया।



चित्र-5.4 : समदाब रेखाएँ एवं पवनें (जुलाई)

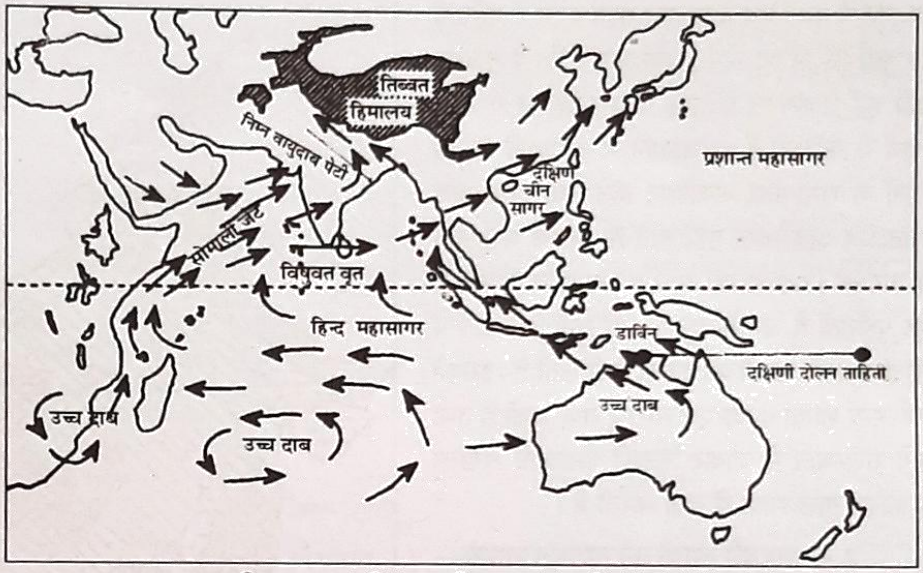
वर्षा ऋतु में मौसमी दशायें
(Weather Conditions in Rainy Season)

वर्षा ऋतु की समयावधि में सम्पूर्ण देश में समरूपता नहीं मिलती है, मानसून विभिन्न स्थानों पर भिन्न-भिन्न तिथियों को पहुँचता है। उत्तरी भारत में वर्षा ऋतु जून से सितम्बर के मध्य मानी गई है। यह अवधि दक्षिण से उत्तर की ओर तथा पूर्व से पश्चिम की ओर घटती जाती है। इस सम्पूर्ण अवधि में दक्षिणी-पश्चिमी मानसून का प्रभाव रहता है। जून सबसे गर्म महीना रहता है। जुलाई-अगस्त में तापमान में गिरावट आती है। सितम्बर में वर्षा के कम होते ही एक बार तापमान फिर बढ़ता है। जून में उच्चतम तापमान के

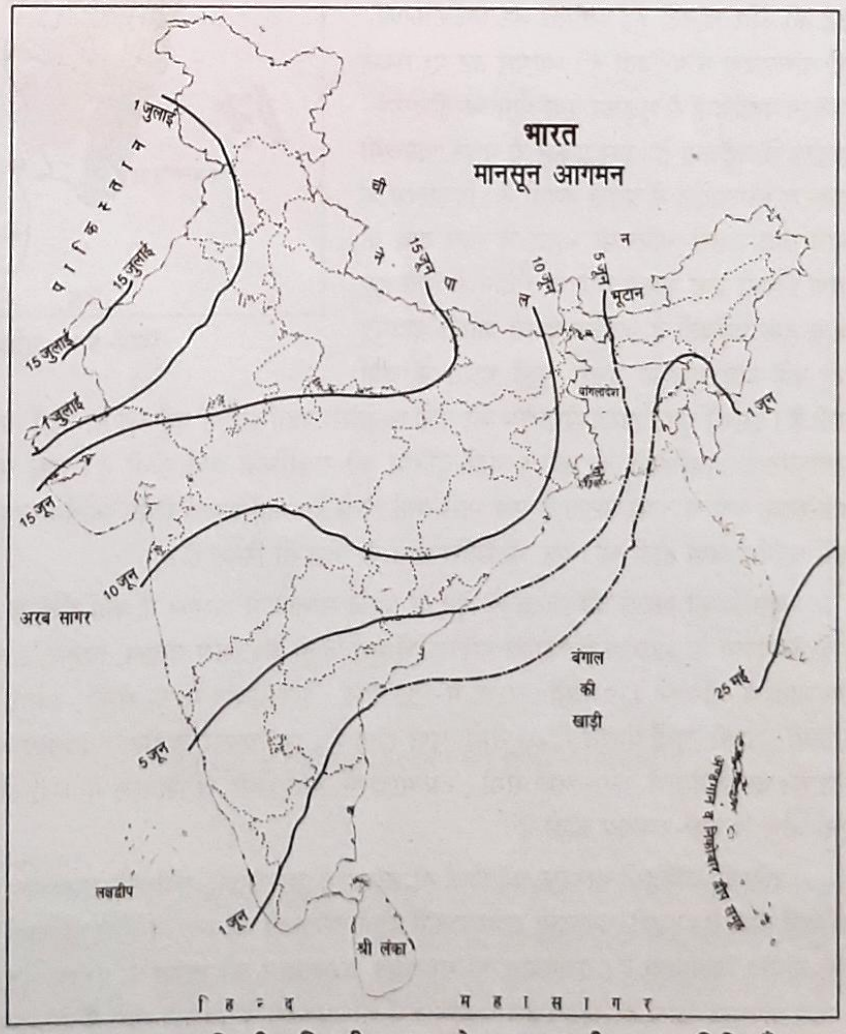
कारण ही न्यून वायुदाब का केन्द्र बन जाता है। फलस्वरूप आर्द्र पवनें इस क्षेत्र की ओर चलने लगती हैं व अचानक वर्षा प्रारम्भ होती है, जिसे *मानसून का प्रस्फोट* कहते हैं। दक्षिण भारत के तटीय भागों में वर्षा जून के प्रथम सप्ताह में प्रारम्भ हो जाती है। केरल तट पर जून के प्रथम सप्ताह में मानसूनी पवनें वर्षा प्रारम्भ कर देती हैं। मालाबार व कोंकण तट पर 10 से 15 जून तक वर्षा प्रारम्भ हो जाती है। यह वर्षा निश्चित एवं निर्धारित न होकर पूर्वा पवनों अथवा गर्त चक्रवातों से प्रभावित रहती है। इस आधार पर केन्ड्यू ने इन मानसूनी पवनों से प्राप्त वर्षा की प्रवृत्ति को **स्पन्दमान धाराएँ** (Pulsating Currents) कहा है। यह पश्चिमी घाट से पूर्व में कम प्रभावी होती है तथा यहाँ ढालों से उतरकर आगे चलने पर शुष्क होने के कारण वर्षा नहीं कर पाती, फलस्वरूप पश्चिमी घाट का पूर्वी भाग वृष्टि छाया वाला क्षेत्र (Rain Shadow Area) बन जाता है। भारत में दक्षिणी-पश्चिमी मानसून दो शाखाओं के रूप में प्रवेश करता है, ये निम्नलिखित हैं—

1. अरबसागर की मानसून शाखा तथा
2. बंगाल की खाडी की मानसून शाखा।

1. अरब सागर की मानसून शाखा— इस शाखा के प्रभाव क्षेत्र में पश्चिम घाट के सहारे केरल, महाराष्ट्र, गुजरात तथा कुछ भाग मध्य प्रदेश के सम्मिलित हैं। यह गुजरात पहुँचते-पहुँचते कमजोर पड़ जाती है। इस शाखा से सर्वप्रथम त्रिवेन्द्रम में वर्षा होती है तत्पश्चात् यह उत्तर में अग्रसर होती है तथा दस दिन बाद ही मुम्बई पहुँच जाती है, जहाँ 187.5 सेमी. वर्षा प्राप्त होती है जबकि यहाँ, केवल 160 किमी. दूर स्थित पुणे में केवल 50 सेमी. वर्षा होती है, क्योंकि यह पवन विमुखी (Leeward) ढालों पर स्थित है। गुजरात तट पर 80 सेमी.

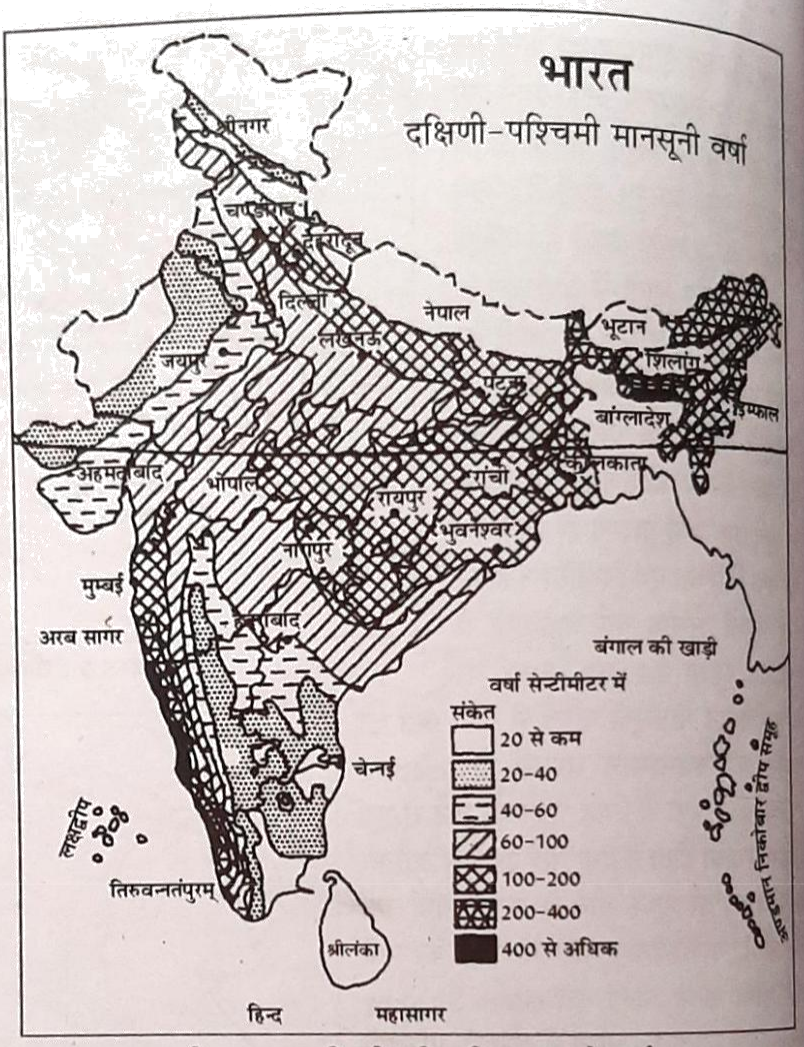


चित्र-5.5 : ग्रीष्मकालीन मानसून परिसंचरण



चित्र-5.6 : दक्षिणी-पश्चिमी मानसून के आगमन की सामान्य तिथियाँ

वर्षा कर ये पवनें पूर्व में मुड़कर मध्य प्रदेश में पहुँचती हैं। जहाँ 75 से 80 सेमी. वर्षा करती हैं। ये गुजरात होती हुई राजस्थान में तथा मध्य प्रदेश से गंगा के मैदान में पहुँचती हैं। राजस्थान में अरावली के इन पवनों के समानांतर अवस्थित होने तथा अन्य कोई धरातलीय अवरोधक नहीं होने के कारण वर्षा नहीं हो पाती है। यह शाखा आगे हरियाणा व हिमाचल तक पहुँचती है जबकि दूसरी ओर गंगा के मैदान में यह बंगाल की खाड़ी की शाखा से मिलती है। इसकी एक अन्य शाखा कच्छ एवं सौराष्ट्र तक जाती है तथा आगे राजस्थान में जाकर बिखरी अरावली श्रृंखला के कारण कुछ मात्रा में वर्षा करती है।



चित्र-5.7 : दक्षिणी-पश्चिमी मानसून से वर्षा

2. बंगाल की खाड़ी की मानसून शाखा— मानसून की यह शाखा मध्यवर्ती बगांल की खाड़ी से उत्तर की ओर चलती हुई म्यांमार तट एवं दक्षिणी-पूर्वी बांग्लादेश में पहुँचती है। म्यांमार तट पर स्थित अराकान पहाड़ियों से मुड़कर एक भाग भारतीय उप-महाद्वीप में पहुँचता है। इस प्रकार ये पवनें पश्चिमी बंगाल व बांग्लादेश में प्रवेश करती हैं। हिमालय के प्रभाव तथा उत्तरी-पश्चिमी भारत में न्यून दाब के कारण इसकी एक शाखा गंगा के मैदान से होते हुए पंजाब तक पहुँचती है जबकि दूसरी शाखा ब्रह्मपुत्र घाटी की ओर मुड़कर उत्तरी-पूर्वी भारत में वर्षा करती है। इसकी पुनः शाखा मेघालय की गारो व खासी पहाड़ियों में पहुँचती है, जहाँ मोसिनराम अवस्थित है। मॉसिनराम की विशिष्ट स्थलाकृतिक अवस्थिति के कारण यहाँ दुनिया की सर्वाधिक वर्षा होती है। यहाँ कीपाकार तंग घाटियाँ हैं, जिनमें पवन प्रवाह आकस्मिक रूप से ऊपर उठता है एवं भारी वर्षा होती है। यहाँ 1141 सेमी. वार्षिक वर्षा होती है जबकि इससे पूर्व चेरापूँजी में 1087 सेमी. वार्षिक वर्षा होती थी। यह भी मॉसिनराम के पास ही स्थित है।

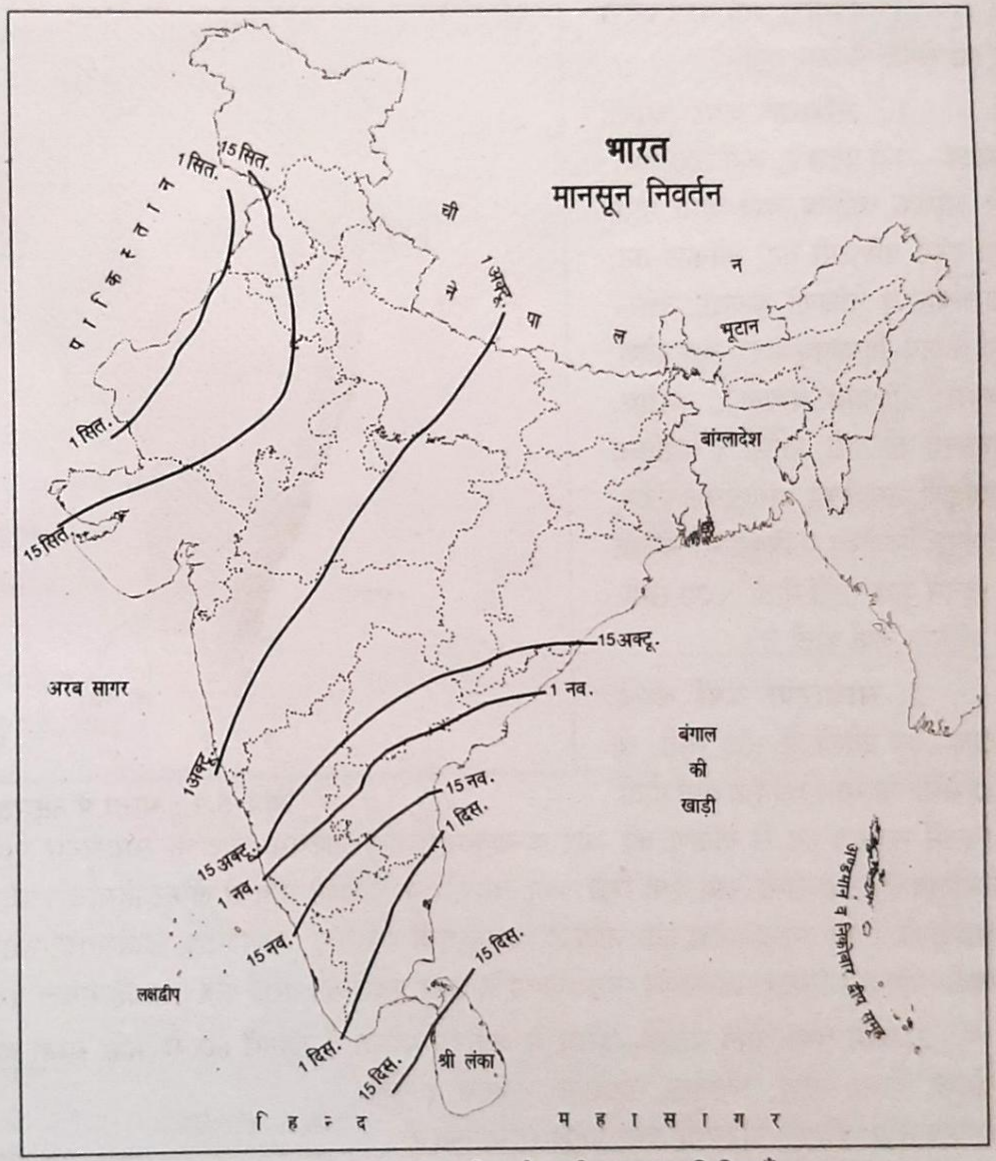
बंगाल की खाड़ी की शाखा से जून के पहले सप्ताह में असोम में वर्षा होती है। साथ ही चेरापूँजी में भी वर्षा होती है। दूसरी शाखा हिमालय के अवरोध के कारण पश्चिम में मुड़ जाती है। इससे बंगाल, बिहार, उत्तरप्रदेश तथा पंजाब में वर्षा होती है। इस समय कोलकाता में औसतन 119 सेमी., पटना में 105 सेमी., इलाहाबाद में 76 सेमी., आगरा एवं मैनपुरी के पास 50-53 सेमी., दिल्ली में 56 सेमी., उत्तरी-पूर्वी पंजाब में 46 सेमी. वर्षा होती है। इसी प्रकार हिमालय पर्वतीय भागों में भी वर्षा पूर्व से पश्चिम की ओर घटती जाती है। दार्जीलिंग में 250-300 सेमी., अल्मोडा में 200 सेमी. व शिमला में 150 सेमी. वर्षा होती है। यह वर्षा लगातार न होकर बीच-बीच में रुक-रुककर होती है।

दक्षिणी-पश्चिमी मानसून की दोनों ही शाखाओं द्वारा उत्तरी-पश्चिमी राजस्थान, पूर्वी तट, विशेषकर तमिलनाडु तट पर पर्याप्त वर्षा नहीं होती है। उत्तरी-पश्चिमी राजस्थान में दोनों शाखाओं की आर्द्रता क्षीण हो जाती है। दूसरा मूल कारण थार के मरुस्थल में बनने वाली तापीय विलोमता है। राजस्थान का मरुस्थल अरबसागर की शाखा के प्रभाव क्षेत्र में स्थित है। सामान्यतः क्षोभमण्डल में ऊँचाई के साथ तापमान घटता है लेकिन इस मरुस्थल में क्षोभमण्डल के निचले भाग में तापमान घटने की जगह बढ़ता है, जिसका कारण धूल

कणों की परत भी है। इस तापीय विलोमता के कारण यहाँ संवाहनीय क्रिया नहीं हो पाती जिससे आर्द्र मानसूनी पवनें ऊपर नहीं उठतीं। फलस्वरूप बादल न बनने से वर्षा नहीं होती है। दूसरी ओर तमिलनाडु के तटीय प्रदेश बंगाल की खाड़ी की शाखा के समानांतर आने से वर्षा से वंचित रह जाता है।

मानसून का निवर्तन (Retreating of Monsoon)

मानसून के निवर्तन या पीछे हटने की अवधि मध्य सितम्बर से दिसम्बर तक मानी गई है। न्यून भार का क्षेत्र उत्तरी भारत से बंगाल की खाड़ी की ओर खिसकने लगता है। उसी समय उत्तरी भारत में तापमान यकायक गिरने लगता है। ऐसा सूर्य के पृथ्वी के सन्दर्भ में दक्षिणायन होने से होता है। जब सूर्य सितम्बर में भूमध्य रेखा पर तथा दिसम्बर में मकर रेखा पर लम्बवत् होता है तो समुद्र पर न्यून दाब का केन्द्र बन जाता है। इसे ही मानसून की वापसी या निवर्तन कहते हैं। यह प्रक्रिया आकस्मिक नहीं होती वरन् सर्वप्रथम उत्तरी भारत में वर्षा क्षीण होती है तथा शुष्क हवाएँ चलती हैं। प्रति चक्रवातीय दशाएँ बन जाती हैं। वायु प्रवाह की दिशा उत्तर-पश्चिम से पूर्व और दक्षिण हो जाती है तथा बंगाल की खाड़ी से होकर लौटती है। मानसून की वापसी उतरी-पश्चिमी भारत से 15 सितम्बर से, मध्यवर्ती भारत से 1 अक्टूबर से तथा दक्षिणी भारत से 1 से 15 दिसम्बर तक हो जाती है। इस दौरान आर्द्रता कम हो जाती है। लेकिन दक्षिण भारत में कुछ स्थानों पर इस लौटते हुए मानसून से वर्षा भी होती है। लौटते मानसून (निवर्तन) की अवधि में बगांल की खाड़ी की जलीय सतह पर उष्ण कटिबंधीय चक्रवात बनते हैं। ये चक्रवात अनेक बार काफी विनाशक होते हैं, जो कृष्णा, कावेरी तथा गोदावरी डेल्टाओं को प्रभावित करते हैं।



चित्र-5.8 : मानसून निवर्तन की सामान्य तिथियाँ

भारत में वार्षिक वर्षा का वितरण (Distribution of Annual Rainfall in India)

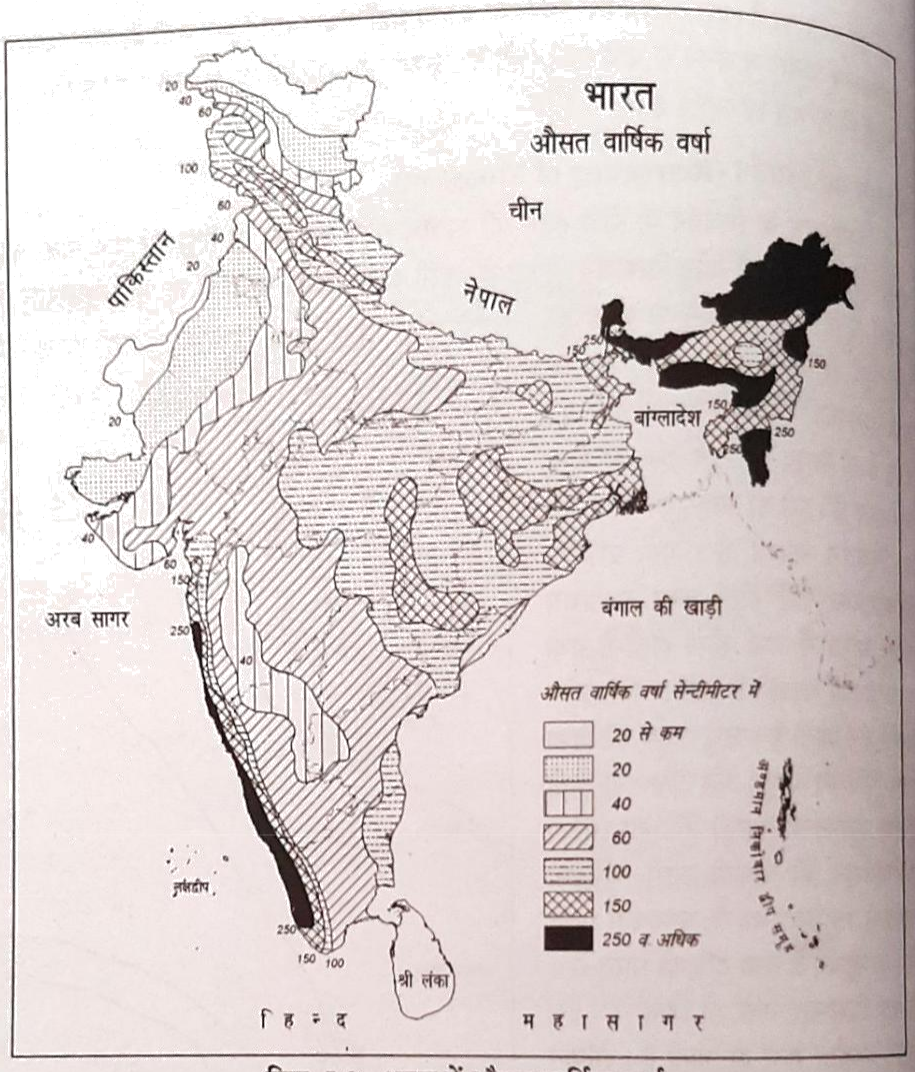
भारत में वर्षा का वितरण सर्वत्र समान नहीं है। सम्पूर्ण देश की औसत वार्षिक वर्षा 117 सेमी. है। इसमें एक ओर उत्तरी-पूर्वी भागों एवं पश्चिमी घाट पर 200 सेमी. से अधिक वर्षा होती है, तो वहीं दूसरी थार के मरुस्थल तथा लद्दाख क्षेत्रों में 20 से 40 सेमी. के मध्य वर्षा प्राप्त होती है। इस प्रकार भारत को वार्षिक वर्षा प्राप्ति के आधार पर अग्रलिखित वर्षा प्रदेशों में विभाजित करते हैं—

1. अधिक वर्षा वाले प्रदेश (200 सेमी. से अधिक वर्षा)

2. साधारण वर्षा वाले प्रदेश (100 से 200 सेमी. वर्षा)

3. कम वर्षा वाले प्रदेश (60 से 100 सेमी. वर्षा)

4. अपर्याप्त वर्षा वाले प्रदेश (60 सेमी. से कम वर्षा)



चित्र-5.9 : भारत में औसत वार्षिक वर्षा

1. अधिक वर्षा वाले प्रदेश—ये वे प्रदेश है, जहाँ 200 सेमी. से अधिक वार्षिक वर्षा प्राप्त होती है। इनमें पश्चिमी तट, कोंकण तट, मालाबार व दक्षिणी कनारा, उत्तर-पूर्व के उप-हिमालय क्षेत्र (उत्तर प्रदेश, बिहार, पश्चिमी बंगाल), असोम, मेघालय की गारो, खासी व जयंतिया पहाड़ियाँ, नगालैण्ड, अरुणाचल प्रदेश, मणिपुर, मिजोरम व त्रिपुरा सम्मिलित हैं। इनमें कुछ भागों में तो 1000 सेमी. से अधिक वर्षा होती है।

2. साधारण वर्षा वाले प्रदेश—इन प्रदेशों में 100 सेमी. से 200 सेमी. के मध्य वार्षिक वर्षा होती है। इनमें गुजरात तट से दक्षिण की ओर कन्याकुमारी तक पश्चिमी घाट के समानान्तर पट्टी, जिसमें पश्चिमी घाट, पूर्वोत्तर ढाल सम्मिलित हैं, 100 सेमी. सम वर्षा रेखा जम्मू-कश्मीर के दक्षिणी भाग से लेकर हिमाचल प्रदेश, उत्तरप्रदेश, उत्तराखण्ड, मध्य प्रदेश, महाराष्ट्र से होकर आन्ध्र प्रदेश तक जाती है। इसमें पूर्वी महाराष्ट्र, मध्यप्रदेश, छत्तीसगढ़, उत्तरी तेलंगाना, ओडिशा, पश्चिमी बंगाल, दक्षिणी-पश्चिमी बिहार, झारखण्ड, उत्तराखण्ड व उत्तर प्रदेश का तराई क्षेत्र तथा हिमाचल प्रदेश एवं जम्मू-कश्मीर सम्मिलित हैं।

3. कम वर्षा वाले प्रदेश—इसमें वे क्षेत्र सम्मिलित हैं जिनमें 60 से 100 सेमी. वार्षिक वर्षा होती है। इनमें तमिलनाडु, कर्नाटक, आन्ध्र प्रदेश, तेलंगाना, महाराष्ट्र, गुजरात व पूर्वी राजस्थान तथा दक्षिणी-पश्चिमी उत्तर प्रदेश सम्मिलित हैं।

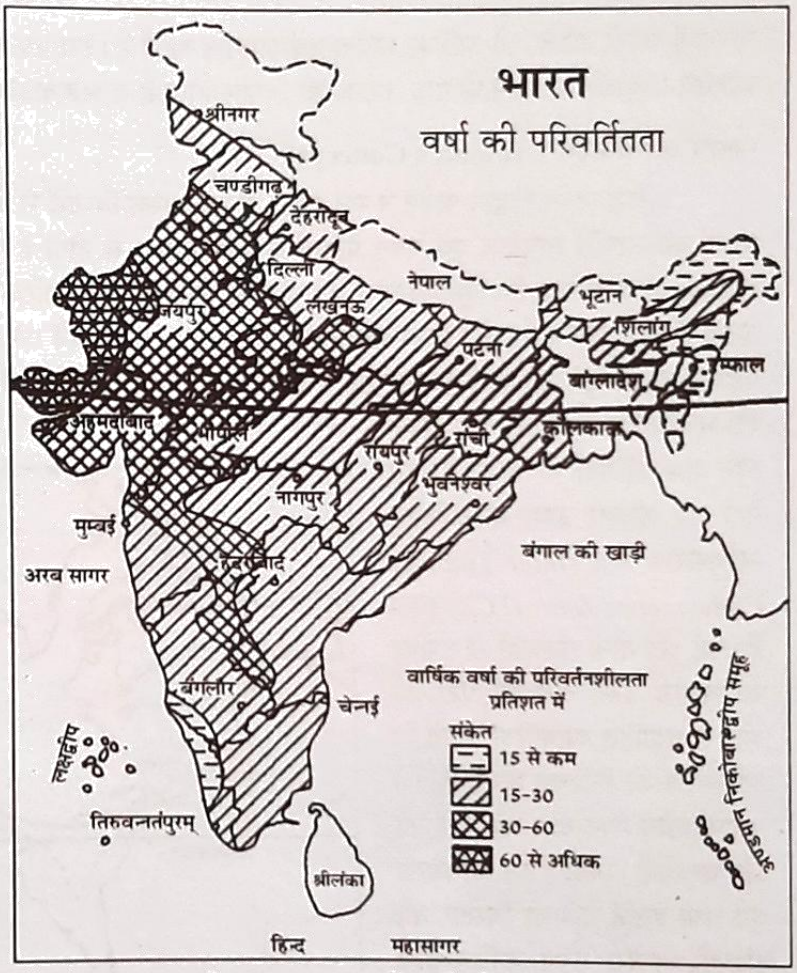
4. अपर्याप्त वर्षा वाले प्रदेश—इन प्रदेशों में वार्षिक वर्षा 60 सेमी. से कम होती है। इनमें पंजाब, हरियाणा, उत्तरी-पश्चिम राजस्थान, कच्छ तथा काठियावाड़, आन्ध्र प्रदेश का रायल सीमा क्षेत्र (कर्नुल, अनंतपुर, कुडप्पा व चित्तूर) व जम्मू और कश्मीर का लद्दाख क्षेत्र सम्मिलित हैं। लद्दाख एवं पश्चिमी राजस्थान में 20 सेमी. से भी कम वार्षिक वर्षा प्राप्त होती है।

बॉक्स-5.1 वर्षा की श्रेणियाँ

क्र.सं.	श्रेणी	मापदण्ड
I.	अतिवृष्टि	सामान्य से 60% अधिक या उससे अधिक।
II.	सामान्य से अधिक	सामान्य से 20% से 59% तक अधिक।
III.	सामान्य	सामान्य से 19% ज्यादा या 19% कम तक।
IV.	सामान्य से कम	सामान्य से 20% से 59% तक कम।
V.	अल्प वृष्टि	सामान्य से 60% या उससे कम।

भारतीय मानसून (Indian Monsoon)

मानसून शब्द की उत्पत्ति अरबी भाषा के *'मौसिम'* शब्द से हुई है, जिसका अर्थ है *'ऋतु या मौसम'*। **वुल्फ** के अनुसार—''मौसम के अनुसार क्रम परिवर्तित करने वाली पवनें मानसून कहलाती हैं।'' **डोबी** के अनुसार—''मानसून दो परस्पर मौसम वाली जलवायु है तथा पवनों का उत्क्रमण मानसूनी जलवायु का मूल सिद्धान्त है।'' इससे अधिक स्पष्ट **करते हुए सिम्पसन ने कहा है कि—''मानसूनी पवनें वास्तव में व्यापारिक एवं पछुआ हवाओं के उत्तर व दक्षिण की ओर स्थानान्तरण से उत्पन्न वायु की धाराएँ हैं।''** मानसून की उत्पत्ति के सम्बन्ध में अनेक संकल्पनाएँ हैं, जिनमें निम्न महत्त्वपूर्ण हैं—



चित्र-5.10 भारत में वर्षा की परिवर्तिता

हेली की तापीय संकल्पना (Thermal Concept of Edmund Halley)

एडमण्ड हेली ने सन् 1686 में 'रॉयल सोसायटी ऑफ इंग्लैण्ड' को एशियाई मानसून की जानकारी दी। इस संकल्पना के अनुसार मानसून की उत्पत्ति जल एवं स्थल के विषम वितरण के कारण होती है तथा मानसूनी पवनें स्थलीय व सागरीय पवनों का ही वृहद् रूप है। ग्रीष्मकाल में अधिक सूर्यातप के कारण स्थलीय भाग पर न्यून वायुदाब के केन्द्र बन जाते हैं, तभी सागरों की ओर से स्थल की ओर पवनें चलती हैं, जिन्हें ग्रीष्मकालीन मानसून कहते हैं, जबकि शीतकाल में यही पवनें स्थलीय भागों के ठण्डे होने के कारण पुनः सागरों की ओर प्रवाहित होने लगती है, जिसे *शीतकालीन या लौटता हुआ मानसून* कहते हैं।

21 मार्च को सूर्य उत्तरी गोलार्द्ध में (कर्क रेखा पर) सीधा चमकता है, जिस कारण अधिकतम सूर्यातप प्राप्त होता है तथा एशिया में बैकाल झील (साइबेरिया) तथा उत्तरी-पश्चिमी पाकिस्तान (पेशावर के पास) में न्यून वायुदाब का केन्द्र बन जाता है। इसके विपरीत दक्षिणी हिन्द महासागर (मकर रेखा पर) एवं उ.-प. आस्ट्रेलिया के समीप उच्च दाब के केन्द्र विकसित हो जाते हैं। अतः महासागरों में स्थित उच्च केन्द्रों से स्थलीय निम्न दाब केन्द्रों की ओर पवनें अग्रसर होती हैं, जो आर्द्र होने के कारण वर्षा करती हैं। इसे ग्रीष्मकालीन मानसून कहते हैं। इसके विपरीत 23 सितम्बर के उपरान्त जब सूर्य दक्षिणी गोलार्द्ध की ओर जाता है तथा 22 दिसम्बर को मकर रेखा पर सीधा चमकने लगता है, तभी एशिया में बैकाल झील तथा उ.-प. पाकिस्तान के समीप उच्च दाब के केन्द्र बन जाते हैं तथा दक्षिणी सागरीय भागों में निम्न दाब के केन्द्र बनते हैं। अतः पवनें स्थल से पुनः सागर की ओर चलती हैं। शुष्क होने के कारण ये वर्षा नहीं करती हैं इसे शीतकालीन मानसून कहते हैं।

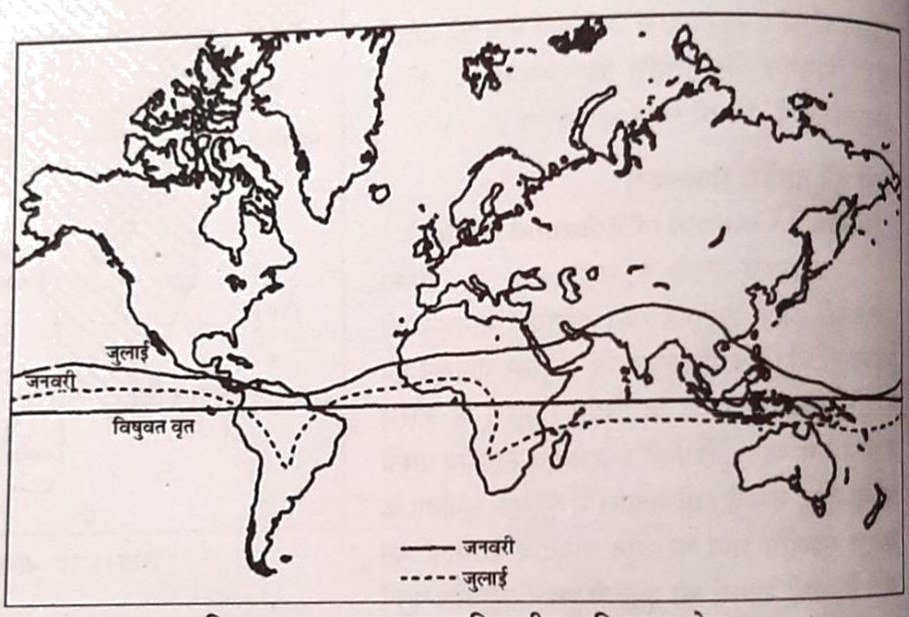
स्पेट की संकल्पना (Spate's Concept)

ओ. एच. के. स्पेट ने मानसून की उत्पत्ति चक्रवातों के कारण मानी है। उनके अनुसार ये चक्रवात तीव्र वायु राशियों के एक स्थान पर संकेन्द्रण से बनते हैं। इनमें एक वायुराशि महाद्वीपीय उष्ण प्रदेशीय है, जिसकी प्रकृति शुष्क है तथा दूसरी वायुराशि मानसून वायुराशि महासागरों से आने वाली मानसूनी वायुराशि है। यह आर्द्र वायुराशि होती है तथा तीसरी वायुराशि महासागरों से आने वाली

मानसूनी पवनों की है, जो अधिक आर्द्रता एवं तापमान वाली है। इस प्रकार नवीन एवं पुरानी वायुराशियों के बीच में महाद्वीपीय उष्ण प्रदेशीय वायुराशि के आने से एक वाताग्र का निर्माण होता है व चक्रवात बन जाता है।

फ्लोन की संकल्पना (Flohn's Concept)

प्रसिद्ध जर्मन विद्वान् फ्लोन ने सन् 1951 में पारम्परिक विचारों से अलग अपने विचार प्रस्तुत किये हैं। उनके अनुसार मानसून पवनों की उत्पत्ति वायुदाब एवं पवन पेटियों के स्थानान्तरण से होती है। उनकी इस संकल्पना को *गतिक संकल्पना (Dynamic Concept)* कहा गया है। भूमध्यरेखीय क्षेत्र में दोनों गोलार्द्धों में व्यापारिक पवनें (उ.-पू व द.-पू. से) आकर मिलती हैं तथा ऊपर उठती हैं जिस कारण यह क्षेत्र निम्न दाब का केन्द्र बनता है। यहाँ पवनें मन्द गति से चलती हैं। इतनी मन्द गति से चलती हैं कि इनकी पहचान काफी मुश्किल होती है। इस क्षेत्र में चलने वाली पवनों को **भूमध्यरेखीय पछुआ पवनें** (Equatorial Westerlies) कहते हैं जो भूमध्यरेखा के दोनों ओर स्थित न्यून दाब की पेटी में चलती हैं। इस पेटी को **अन्तरा उष्ण कटिबंधीय अभिसरण क्षेत्र** *(Inter Tropical Convergence Zone, ITCZ)* कहते हैं। यह क्षेत्र दोनों गोलार्द्धों में उपोष्ण कटिबंधीय उच्च दाब की पेटी की ओर से प्रवाहित व्यापारिक पवनों के अभिसरण को निश्चित करती हैं, जो भूमध्यरेखीय न्यून दाब की पेटी की ओर चलती है। स्पष्ट है इस अभिसरण क्षेत्र तथा इसके दक्षिणी विस्तार को दक्षिणी अन्तरा उष्ण कटिबन्धीय अभिसरण क्षेत्र (Southern Intertropical Convergence Zone, SITCZ) कहते हैं।



चित्र-5.11 : अन्तःउष्ण कटिबन्धीय अभिसरण क्षेत्र

इन दोनों के मध्य न्यून दाब की डोलड्रम पेटी अवस्थित है जिसे भूमध्यरेखीय क्षेत्र की ओर आकर जब ऊपर उठती हैं तो न्यून दाब का क्षेत्र बन जाता है।

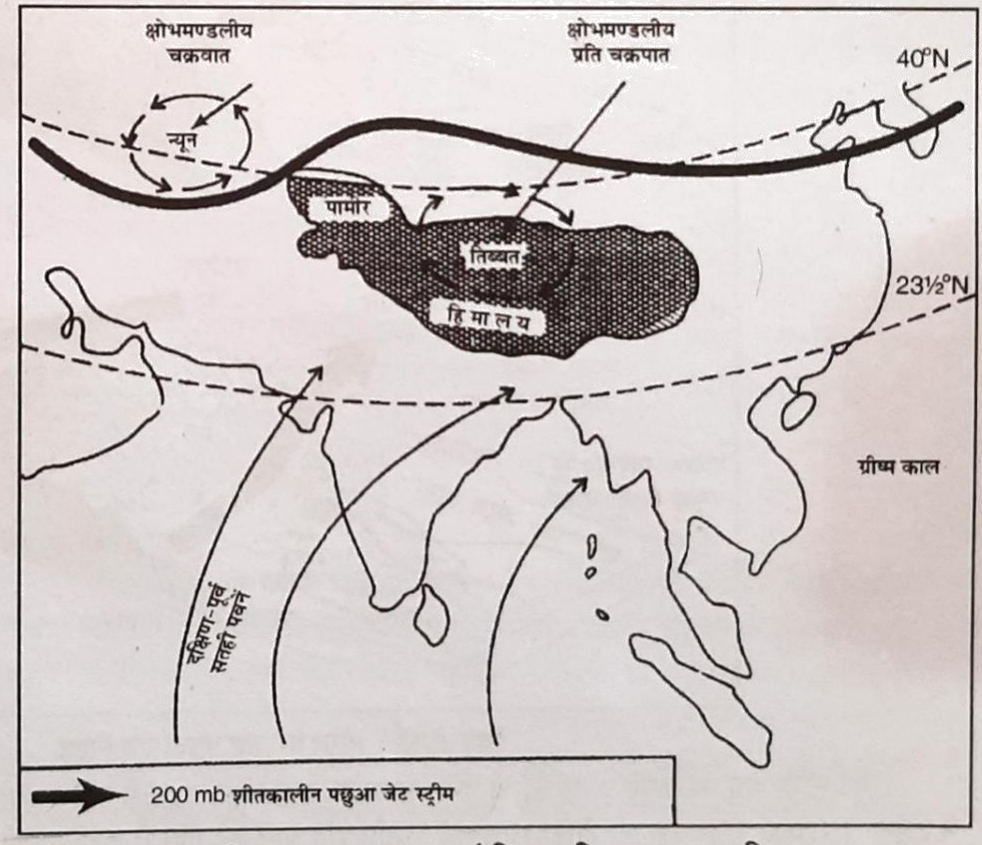
अन्तरा उष्ण कटिबंधीय अभिसरण क्षेत्र की अवस्थिति उत्तरायन एवं दक्षिणायन के समय बदलती रहती है अर्थात् जब सूर्य कर्क रेखा पर लम्बवत् होता है, तो इसका विस्तार 2° से 27° उत्तरी अक्षांशों में होता है तथा जब दक्षिणायन के समय सूर्य मकर रेखा पर लम्बवत् होता है, तो इसका विस्तार 8° से 17° दक्षिण अक्षांशों के मध्य होता है। अभिसरण क्षेत्र (ITCZ) के इस स्थानान्तरण में पूर्वी एवं पश्चिमी गोलार्द्ध में सागरीय भाग अधिक होने के कारण 5° उत्तरी अक्षांश तक ही इसका विस्तार हो पाता है जबकि पूर्वी गोलार्द्ध में इसका स्थानान्तरण 30° उत्तरी अक्षांश तक हो जाता है। मानसून पर इस अभिसरण क्षेत्र के अक्षांशीय विस्थापन का प्रभाव पड़ता है। यदि ऋतुओं के अनुसार वायुदाब की पेटियाँ नहीं खिसकतीं तो मानसूनी पवनों की उत्पत्ति भी नहीं होती। इस प्रकार स्पष्ट है कि मानसून की उत्पत्ति ITCZ के उत्तरायण होने से विषुवतीय पछुआ पवनों के रूप में होती है, जो दक्षिणायन के दौरान धीरे-धीरे खत्म हो जाती हैं। **प्रो. ऐ.के. तिवारी** के अनुसार ITCZ एक वाताग्र क्षेत्र ही है जिसके मध्य अक्षांशों तक खिसकने के कारण ग्रीष्मकालीन मानसूनी वर्षा होती है।

अन्तरा उष्ण कटिबन्धीय अभिसरण का उत्तर या दक्षिण में विस्तार वायुमण्डल के ऊपरी पवन संचरण से भी सम्बन्धित होता है। ऊपरी पवन तंत्र जिसे जेट स्ट्रीम कहते हैं, इसका शीतकाल में ध्रुवों से अधिक ठण्ड के कारण दक्षिणवर्ती विस्तार हो जाता है जबकि

ग्रीष्मकाल में तिब्बत के पठार तक ही सीमित रहती है, जिससे ITCZ का अधिक उत्तर तक विस्तार सम्भव होता है। इसी प्रकार इसके विस्तार पर धरातलीय प्रभाव भी पड़ता है। जैसे ITCZ के उत्तर में विस्तार में पूर्व से पश्चिम में अवस्थित हिमालय पर्वत श्रृंखला की प्रमुख भूमिका है, क्योंकि जेट स्ट्रीम के भारत में विस्तार में हिमालय पर्वत नियंत्रक का कार्य करता है। जेट स्ट्रीम ध्रुवीय पवनों के अधिक प्रबल होने की स्थिति में ही हिमालय को पार कर पाती है।

भारतीय मानसून तथा तिब्बत का पठार

भारतीय मानसून की क्रियाविधि पर 4000 मीटर ऊँचा तिब्बत का पठार प्रभाव डालता है, यह उच्च स्तरीय ऊष्मा स्रोत प्रदान करता है जो मानसून पर उल्लेखनीय प्रभाव डालते हैं। पठार के ऊपर एक उच्च दबाव का प्रदेश है जो उपोष्ण कटिबन्धीय उच्च वायुदाब की पेटी का ही एक हिस्सा है। भारत में इस ऊँचाई पर ग्रीष्मकाल में ITCZ के साथ जुड़ी विषुवतीय द्रोणी (न्यून दाब पेटी) 25° उत्तरी अक्षांश तक खिसक जाती है तथा इस कारण उत्तर से दक्षिण में एक मजबूत वायुदाब अवक्रम (Pressure Gradient) स्थापित हो जाता है। पश्चिम में 600 किमी. तथा पूर्व में 1000 किमी. चौड़ा यह पठार एक अवरोधक का कार्य करता है तथा ऊँचाई अधिक होने से निकटवर्ती क्षेत्रों की तुलना में 2° से 3° C अधिक सूर्यातप प्राप्त करता है व इस प्रकार तिब्बत का पठार वायुमण्डलीय परिसंचरण को प्रथम भौतिक अवरोधक के रूप में तथा दूसरा उच्च स्तरीय उष्मा स्रोत के रूप में प्रभावित करता है। MONEX के सदस्य **माउंग तुन यिन** के अनुसार जून के प्रारम्भ में उपोष्ण जेट स्ट्रीम उत्तरी भारत के ऊपर से पूर्णतया हट जाती है तथा इसी समय जेट स्ट्रीम हिमालय के उत्तर तथा तिब्बत पर स्थानांतरित होकर 40° उत्तरी अक्षांश के पास केन्द्रित हो जाती हैं। यिन का मानना है कि जेट स्ट्रीम के स्थानांतरण एवं सम्पूर्ण यूरेशिया के ऊपर पछुआ पवनों के धीमे होने में सहसम्बन्ध है। तिब्बत का पठार शीतकाल में अत्यधिक ठण्डा हो जाता है जिसके कारण ही मध्य अक्टूबर में जेट स्ट्रीम दक्षिण की ओर बढ़ने लगती है। इसी प्रकार उन्होंने बताया कि ग्रीष्मकालीन मानसून का जून के प्रथम सप्ताह में आकस्मिक आगमन हिमालय के जल गत्यात्मक प्रभाव के कारण होता है न कि उत्तर-पश्चिमी भारत तापजन्य न्यून दाब के केन्द्र के कारण।

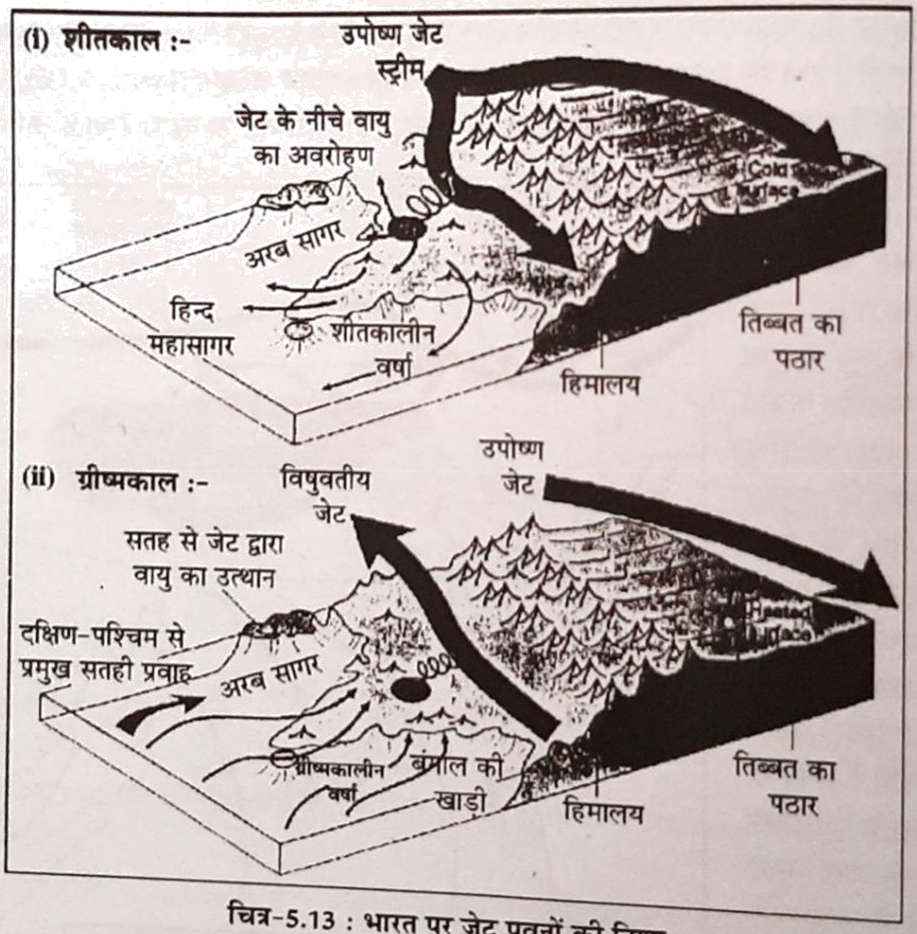


चित्र-5.12 : मानसून एवं तिब्बत-हिमालय उच्च भूमि

इस प्रकार मध्य अक्टूबर में जेट स्ट्रीम के दक्षिणवर्ती प्रवाह के दो भागों में विभक्त होने में तिब्बत की भूमिका महत्त्वपूर्ण है। ग्रीष्मकाल में तिब्बत के पठार के तापन के कारण यह एक प्रमुख उच्च स्तरीय ऊष्मा स्रोत बन जाता है जिस कारण यहाँ प्रति चक्रवात उत्पन्न होते हैं। ग्रीष्मकालीन मानसून के दौरान तिब्बत के पठार पर उत्पन्न एक उष्ण क्रोड प्रति चक्रवात (उच्च वायुदाब) का निर्माण होता है यह मध्य क्षोभमण्डल में 500 mb स्तर पर बनता है। वास्तव में यहाँ प्रवाहित पूर्वी पवनों को उष्णकटिबन्धीय पूर्वी जेट (Tropical Easterly Jet) कहते हैं।

जेट स्ट्रीम की विचारधारा (Concept of Jet Stream)

मानसून उत्पत्ति के बारे में जेट स्ट्रीम अथवा विक्षोभ विचारधारा (Jet Stream or Perturbation School) एक नवीन विचारधारा है। **स्ट्रेहलर** के अनुसार—"जेट स्ट्रीम एक ऐसी जलधारा के समान है जिसके अधिकतम वेग की केन्द्र रेखा अपेक्षाकृत धीमे प्रवाह वाले जल के समकेन्द्रीय वृत्तों से घिरी होती है।" **केन्ड्रयू** के अनुसार—"जेट स्ट्रीम दोनों गोलार्द्धों के मध्य पायी जाने वाली शक्तिशाली वायु पेटी है।" **ट्रिवार्था** के अनुसार—"जेट स्ट्रीम पश्चिम से पूर्व दिशा की ओर प्रचण्ड वेग से चलने वाली एक विशाल पवन धारा है। यह ऊपरी वायुमण्डल में वायु की एक संकरी पेटी है, जिसमें इसकी गति 320 से 480 किमी. प्रति घण्टा होती है।"



चित्र-5.13 : भारत पर जेट पवनों की दिशा

जेट स्ट्रीम वायु का ऊपरी प्रवाह है, जो उत्तरी भारत के ऊपर क्षोभमण्डल में पश्चिम से पूर्व की ओर बहती है। ये मध्य अक्षांशों में 7500 से 12000 मीटर तक की ऊँचाई में हजारों किमी. प्रति घण्टे की गति से चलने वाली पवनें हैं। इनकी चौड़ाई 100 किमी से 500 किमी. के मध्य है। लेकिन सामान्यतया इतना विस्तार हमेशा नहीं मिलता है आम तौर पर ये एक पतली पट्टी के रूप में ही बहती हैं। इनकी गति 200 से 400 किलोमीटर प्रति घण्टे तक होती है। जेट स्ट्रीम उत्तरी गोलार्द्ध में अत्यधिक ऊँचाई पर (9 से 12 किमी.) मध्य अक्षांशों (ग्रीष्मकालीन 35° उ. से 45° उ., शीतकाल में 20° उ.-25° उत्तरी) के मध्य प्रवाहित पछुआ पवनें हैं। यद्यपि जेट स्ट्रीम के बारे में जानकारी द्वितीय विश्व युद्ध के दौरान अमेरिकी बमवर्षक विमानों द्वारा जापानी द्वीपों के ऊपर लगी थी, वर्तमान में इनकी सहायता व्यापारिक एयर क्राफ्ट अपनी गति बढ़ाने में भी लेते हैं। पृथ्वी तल पर वायुदाब की ग्रहीय व्यवस्था पायी जाती है जबकि ऊपरी वायुमण्डल में दो-तीन किमी. की ऊँचाई तक वायुदाब निम्न अक्षांशों के पास कम रहता है, जबकि उच्च अक्षांशों में अधिक रहता है। इसके विपरीत वायुमण्डल में ध्रुवों पर वायुदाब कम एवं निम्न अक्षांशों में अधिक रहता है। वायुमण्डल के ऊपरी भाग में पायी जाने वाली ऐसी वायुदाब व्यवस्था के कारण दोनों ध्रुवों (उत्तर एवं दक्षिण) पर बड़े क्षेत्र में निम्न वायुदाब स्थापित हो जाता है, जिसका

विस्तार भूमध्य रेखा की ओर होता है। ध्रुवों पर कम वायुदाब के कारण दोनों गोलार्द्धों में पवनें पूर्व की ओर चलती हैं। क्षोभमण्डल के ऊपरी भाग में चलने वाली इन पवनों को जेट प्रवाह कहते हैं। उनकी दिशा पश्चिम से पूर्व की ओर होती है। जेट स्ट्रीम शीत ऋतु में भूमध्य रेखा की तरफ तथा ग्रीष्म ऋतु में ध्रुवों की ओर खिसक जाती है। शीत ऋतु में यह भूमध्य रेखा के निकट 20° अक्षांश के समीप होती है। शीतकाल में इनका वेग भी दोगुना हो जाता है।

भारतीय उप-महाद्वीप में जेट पवनें हिमालय के उत्तर और दक्षिण में इसके समानान्तर चलती हैं। प्रमुख जेट स्ट्रीम निम्नलिखित है—

1. ध्रुवीय जेट स्ट्रीम—इसे ध्रुवीय वाताग्र जेट स्ट्रीम भी कहते हैं, क्योंकि यह शीतकाल में वाताग्रों से बनती है। इसका विस्तार 40° से 60° अक्षांशों में रहता है, लेकिन ये ग्रीष्मकाल में उच्च अक्षांशों तक सीमित रहती हैं। ये जेट प्रवाह शीत ध्रुवीय पूर्वा (Cool Polar Easterly) एवं उष्ण पछुआ (Warm westerlies) के मध्य बने वाताग्र से सम्बद्ध रहती है। शीतकाल में इसका विस्तार 30° उत्तरी अक्षांशों तक रहता है। बसंत ऋतु आने पर इसका उत्तर की ओर क्रमिक प्रवास होने लगता है। ग्रीष्मकाल में इसकी स्थिति 50° उत्तरी अक्षांश तक सीमित हो जाती है।

2. उपोष्ण कटिबन्धीय जेट स्ट्रीम (Sub-tropical Jet)—इसका विस्तार 25° अक्षांशों के आसपास रहता है। यह शीतकाल में स्थिर रहती है, जो 9 से 12 किमी. की ऊँचाई में प्रवाहित होती है तथा शीतकाल में भूमध्यसागरीय पश्चिमी विक्षोभों को भारत लाने में सहायक होती है। लेकिन ग्रीष्मकाल आते ही यह क्षीण होकर ध्रुवों की ओर स्थानान्तरित हो जाती है। इसकी उत्पत्ति वाताग्रों से नहीं होती वरन् ये विषुवत् रेखीय क्षेत्र से ऊपरी वायुमण्डलीय परिसंचरण का परिणाम होती हैं।

उत्तरी गोलार्द्ध में सूर्य की किरणों के कोण के बदलने के साथ जेट स्ट्रीम की स्थिति एवं दिशा भी बदलती है, जिसका प्रभाव सतही वायुदाब प्रतिरूप पर भी पड़ता है।

3. भूमध्य रेखीय जेट स्ट्रीम—यद्यपि भूमध्य रेखा के समीप कोरियोलिस प्रभाव नगण्य होता है। फलस्वरूप स्थिर प्रवाह पाया जाता है जिस कारण वायुमण्डल में पूर्ण विकसित पवन प्रवाह का अभाव रहता है। फिर भी यहाँ 25° उत्तरी अक्षांश के पास पूर्वी जेट स्ट्रीम बनती है। ग्रीष्मकाल में यह मध्य भारत से पश्चिम की ओर चलती है (चित्र-5.13)।

जेट स्ट्रीम एवं भारतीय मानसून
(Jet Stream and Indian Monsoon)

जेट स्ट्रीम नामक ऊपरी वायु परिसंचरण एक जगह स्थिर न रहकर पृथ्वी के सन्दर्भ में सूर्य की किरणों के कर्क रेखा, भूमध्य रेखा व मकर रेखा पर लम्बवत् होने या सीधे चमकने पर बदलती रहती है। दूसरे शब्दों में, सूर्य के उत्तरायन एवं दक्षिणायन की स्थिति से प्रभावित होती है। सूर्य जब मकर रेखा पर लम्बवत् होता है, तो उष्ण कटिबन्धीय पश्चिमी जेट स्ट्रीम भी दक्षिण में स्थानान्तरित हो जाती है। सामान्यतया सितम्बर-अक्टूबर में ये 30° उत्तरी अक्षांशों के आसपास रहती है। जो दिसम्बर में 20° उत्तरी अक्षांश (दक्षिण में) तक स्थानान्तरित हो जाती है। यह स्थिति मार्च-अप्रेल तक एक-सी रहती है तथा सूर्य जैसे ही उत्तरायण में होता है, मई-जून आते ही ये पुनः 30° उत्तरी अक्षांशों में खिसक जाती है। इस प्रकार भारतीय उप-महाद्वीप में मानसून काल (जून से सितम्बर तक) में इनका प्रवाह नहीं होता है। वरन् अब ये उत्तर की ओर स्थानान्तरित हो जाती है। इस प्रकार जेट पवनों के इस सामयिक या ऋत्विक स्थानान्तरण का प्रभाव अन्तरा उष्ण कटिबंधीय अभिसरण क्षेत्र (Inter Tropical Convergence Zone–ITCZ) के उत्तरायन एवं दक्षिणायन पर पड़ता है तथा ITCZ के उत्तर एवं दक्षिण में स्थानान्तरण से मानसून प्रभावित होता है। शीतकाल में जेट स्ट्रीम का विस्तार भारतीय मैदान तक हो जाता है तथा ग्रीष्मकाल में इसका उत्तर की ओर खिसकना उत्तरी ITCZ के उत्तरी फैलाव के लिए आवश्यक है, जहाँ तक विषुवतीय पछुआ (Equatorial Westerlies) मानसूनी पवनों के रूप में विस्तृत होती हैं। स्पष्ट है कि ITCZ का उत्तर में खिसकाव मानसून के लिए अनुकूल है, जो जेट स्ट्रीम की दक्षिणी सीमा पर निर्भर करता है। इसमें हिमालय एवं तिब्बत की भूमिका भी महत्वपूर्ण है।

ग्रीष्मकाल में हिमालय पर्वत एवं तिब्बत का पठार गर्म हो जाने के कारण पूर्वी जेट स्ट्रीम का उद्भव होता है। इन दोनों वृहद् भू-आकारों का विस्तार लगभग 45 लाख वर्ग किमी. में है तथा औसत ऊँचाई लगभग 4000 मीटर है। इस क्षेत्र के ग्रीष्मकाल में उष्ण

होने से क्षोभमण्डल के मध्य भाग में घड़ी की सूइयों की दिशा में (Clockwise) वायु परिसंचरण विकसित हो जाता है तथा दो पवन प्रवाह चलते हैं। एक दक्षिण में जो पूर्वी जेट स्ट्रीम के रूप में प्रवाहित होती है तथा दूसरी इसके विपरीत दिशा में उत्तरी ध्रुव की ओर चलती है, जो मध्य एशिया में पश्चिमी जेट स्ट्रीम के रूप में चलती है। दूसरी ओर हिमालय पर्वत के अवरोध के कारण जेट स्ट्रीम का भारतीय मैदान की ओर विस्तार भी नियंत्रित होता है। कोटेश्वरम ने बताया कि तापीय प्रभाव से तिब्बत से ऊपर उठने वाली गर्म हवायें हिन्द महासागर में विषुवत रेखा के निकट नीचे उतरती है तथा ये ही हवायें दक्षिणी-पश्चिमी मानसून के रूप में भारत में पहुँचती हैं। हवाओं के इस चक्र की खोज हेडले ने की थी जिनके नाम पर इसे **हेडले चक्र** (Hadley Cell) भी कहते हैं। कोटेश्वरम के इस विचार की पुष्टि मोनेक्स (MONEX)[2] ने भी की है।

एल-निनो एवं भारतीय मानसून
(El-Nino and Indian Monsoon)

अल-निनो एक उप-सतही (Sub Surface) गर्म जलधारा है, जो सुव्यवस्थित तथा स्थिर मार्ग का अनुसरण करते हुए प्रवाहित होती है। यह भूमध्यरेखीय पवन प्रवाह से सम्बन्धित है तथा यह अपने उत्पत्ति कारकों के साथ-साथ बदलती रहती है। यह पीरू एवं इक्वेडोर के तट के निकट 3° दक्षिणी अक्षांश से 32° दक्षिणी अक्षांश के मध्य प्रवाहित होती है। समय के अनुसार वायुदाब तथा पवन संचार में परिवर्तन से यह प्रत्यक्ष रूप में प्रभावित होती है। यह सापेक्षिक रूप से विश्व जलवायु को प्रभावित करती है।[3] इसकी उत्पत्ति सामान्यत: 3 से 8 वर्षों के अन्तराल पर होती है।

यह धारा क्रिसमस के दौरान उत्पन्न होती है। *इसका नामकरण El-Nino* नामक स्पेनिश भाषा के शब्द पर किया गया है। जिसका तात्पर्य है 'शिशु ईसा' (The boy child, Jesus)। यह प्रशान्त महासागर से पीरू इक्वेडोर के तट के सहारे दक्षिण की ओर प्रवाहित होती है। अनुभव से ज्ञात हुआ है कि इसका प्रवाह प्रतिरूप बदलता रहता है, जो अर्द्ध-चक्रीय (Semi-Cyclic) रूप में परिलक्षित होता है।

कारण (Causes)—जब यह धारा परिवर्तित रूप में प्रकट होती है तो एक विशेष प्रकार की भौगोलिक परिघटना (Geographical Phenomena) उत्पन्न होती है। लेकिन इसके उत्पन्न होने की प्रक्रिया तथा मूल कारणों का पता अभी नहीं लगा पाये हैं।[4] कुछ महत्त्वपूर्ण पर्यावरणीय परिघटनाओं तथा अल-निनो घटना के मध्य कुछ रोचक सहसम्बन्ध अवश्य स्थापित किये गये हैं जिनमें पूर्वी प्रशान्त क्षेत्र के सहारे स्थित अन्त:सागरीय भूकम्पीय गतिविधियाँ (Submarine Seismic Activities) सम्मिलित है जो पृथ्वी की मध्य सागरीय कटक पर सर्वाधिक तीव्र गति से प्रवाहित होने वाली व्यवस्था है। लेकिन यह संयोजन अभी कारण सहित सिद्ध नहीं हुआ है।

परिणाम
(Consequences)

अल-निनो से विगत कुछ वर्षों के दौरान पीरू में नियमित रूप से सामान्य से भारी वर्षा होती है, क्योंकि उष्ण सागर से प्रवाहित वायु संचरण द्वारा तीव्र वाष्पीकरण होने से वायुमण्डल में जलवाष्प की मात्रा में वृद्धि होती है। जब यह हवा पर्वतीय धरातल पर पहुँचती है, तो तीव्र वर्षा करती है। अल-निनो के दौरान पीरू में वेगवती वर्षा (Torrential Rain) होना सामान्य है तथा यहाँ एण्डीज पर्वतीय क्षेत्र में भूस्खलन तथा आकस्मिक बाढ़ (Flash Flood) उत्पन्न हो जाती है।

ठण्डी पीरू की धारा गहरे पोषणयुक्त जल को ऊपर उठाती है जो लाखों मछलियों का प्राथमिक भोजन है इनमें एन्कोवी (मछली) प्रमुख है। इसी खाद्य शृंखला में ये मछलियाँ बड़ी संख्या में पक्षियों को पोषित करती है जो काफी अच्छा उर्वरक (गुवानो) प्रदान करते हैं। लेकिन वर्ष के अन्त में उत्पन्न होने वाली अल-निनो धारा इस ठण्डी धारा का स्थान ले लेती है तथा यहाँ भारी वर्षा

---

2. सन् 1973 में भारतीय एवं सोवियत मौसम वैज्ञानिकों के सहयोग से मानसून वैज्ञानिक प्रयोग (Monsoon Eperiment) हेतु एक दल गठित किया गया था जिसे MONEX नाम दिया गया, इसमें मई से जुलाई तक 1973 तक अरबसागर एवं उत्तरी हिन्द महासागर में अनुसंधान किये थे।
3. Park, C.C. (1997), The Environment, p. 410-11.
4. Glantz, M.H. (1994), Forecasting El-Nino Science as gift to the 21st century. Ecodicision. 12, p. 78-81.

होती है। इसी समय आस्ट्रेलिया, इण्डोनेशिया तथा फिलीपीन्स में तीव्र सूखा पड़ता है। अधिक उत्तर में केलिफोर्निया में शीतकाल गर्म रहता है।

चित्र-5.14 : भारतीय मानसून एवं अल-निनो परिघटना में सम्बन्ध

अल-निनो से जहाँ एक ओर किसान चरागाहों को जल प्राप्त होने से लाभान्वित होते हैं, वहीं दूसरी ओर पीरू के मछुआरों को भारी हानि होती है, क्योंकि तापमान में परिवर्तन होने तथा विषम प्रकृति की वर्षा होने से मछलियाँ मर जाती हैं। सागरीय जल के ऊपरी बहाव या उत्प्रवाह (Upwelling) से सतही पोषक तत्त्वों से भरपूर जल 300 मीटर तक की गहराई में चला जाता है, जहाँ जीवांश पदार्थों का अपघटन उत्पादन से अधिक होता है, क्योंकि प्रकाश के अभाव में प्रकाश संश्लेषण नहीं हो पाता जिससे पादप प्लैंकटन नष्ट हो जाती है जो मछलियों का भोजन है। अत: छोटी मछलियाँ तो शीघ्र ही नष्ट हो जाती हैं। ऐन्सो (ENSO) घटना के दौरान मत्स्यन में भारी कमी आ जाती है।[5]

अल-निनो एवं मानसून—मानसून पर अल-निनो के प्रभाव की जानकारी सर्वप्रथम **गिल्बर्ट वाकर** ने 1924 में दी। उन्होंने बताया कि सागरीय सतह के तापमान से वायुदाब एवं पवनें प्रभावित होती हैं। यह विचारधारा कर्क एवं मकर रेखा के मध्य स्थित हिन्द महासागर एवं प्रशान्त महासागर के जलीय सतह के तापमान पर आधारित है। वाकर महोदय ने बताया कि इन महासागरों पर वायुदाब का उतार-चढ़ाव वाला प्रतिरूप पाया जाता है जिसके अन्तर्गत जब प्रशान्त महासागर पर वायुदाब ऊँचा होता है, तो हिन्द महासागर पर वायुदाब निम्न होता है तथा भारतीय मानसून के लिए यह स्थिति अनुकूल होती है। इसे वाकर ने दक्षिणी दोलन (Southern Oscillation) कहा है। इसका समय 2 से 5 साल तक होता है। दक्षिणी दोलन को **वाकर चक्र** भी कहते हैं।

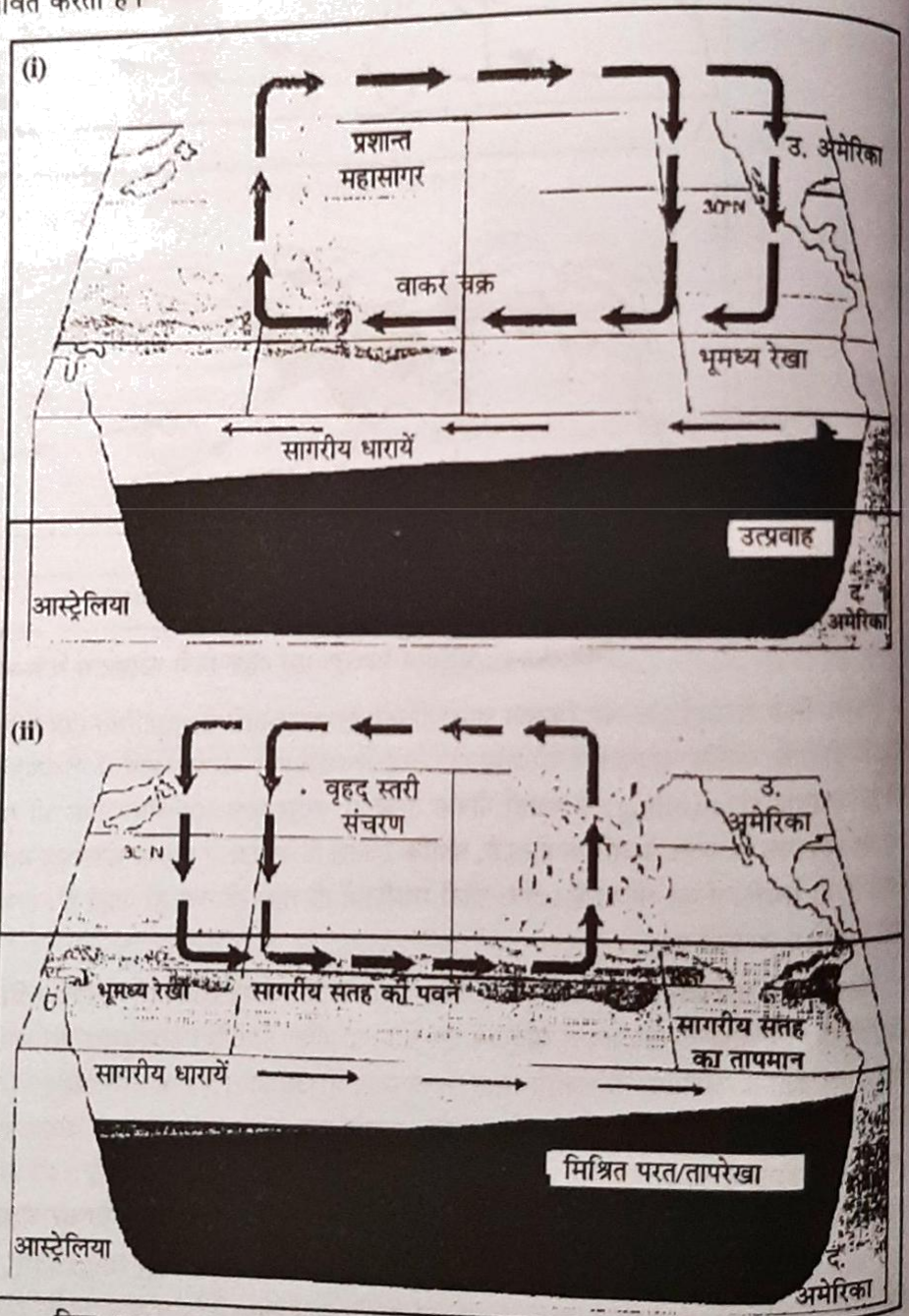
अल-निनो आने के दौरान दक्षिणी-पूर्वी प्रशान्त महासागर के बड़े भाग पर वायुदाब गिर जाता है जिसका केन्द्र तहीती द्वीप है जबकि पश्चिमी प्रशान्त महासागर में इण्डोनेशिया एवं उत्तरी आस्ट्रेलिया के पास वायुदाब में वृद्धि हो जाती है। जब अल-निनो खत्म

5. गुर्जर आर.के. एवं जाट, बी.सी., पर्यावरण भूगोल, पृ. 405-7।

होती है तभी इन दोनों प्रदेशों के मध्य वायुदाब पुनः कम होता है। दक्षिणी-पूर्वी एवं दक्षिणी-पश्चिमी प्रशान्त महासागर के इसी बदलते (उतार-चढ़ाव) वायुदाब के प्रतिरूप को ही दक्षिणी दोलन (Southern Oscillation) कहते हैं। यह परिघटना अल-निनो के कारण उष्णता का अविभाज्य अंग है जो मध्यवर्ती एवं पूर्वी प्रशान्त महासागर में प्रति तीन से सात वर्षों में प्रकट होता है। इसलिए इस परिघटना (Phenomena) को प्रायः *एन्सो* (El-Nino/Southern Oscillation, ENSO) कहते हैं। दक्षिणी दोलन की खोज गिल्बर्ट वाकर ने की थी। इण्डोनेशिया का सागर तल सामान्यतया पीरू से एक मीटर ऊँचा होता है लेकिन अल-निनो के दौरान यह लगभग समान हो जाता है। इसी से परस्पर दक्षिणी प्रशान्त महासागर में वायुदाब की कमी आती है, क्योंकि पूर्वी व्यापारिक पवनें कमजोर हो जाती हैं तथा यह स्थिति भी दक्षिणी दोलन को प्रभावित करती है।

वाकर चक्र (Walker Cell)

इण्डोनेशिया के पास से पवनें संवहन द्वारा ऊपर उठकर दक्षिणी-पूर्वी प्रशान्त महासागर में (दक्षिणी अमेरिकी तट के पास) उतरती हैं जिनका केन्द्र-बिन्दु (प्रमुख क्षेत्र) दक्षिणी प्रशान्त महासागर का पोलिनेशियन तहिती द्वीप है एवं इस तरह इण्डोनेशिया के पास संवहन द्वारा पवन संचार होने से न्यून दाब रहता है। फलस्वरूप इण्डोनेशिया, गुयाना तथा उत्तरी आस्ट्रेलिया में बादल छाये रहते हैं तथा वर्षा होती है, जबकि तहिती द्वीप के पास वाले दक्षिणी प्रशान्त महासागरीय क्षेत्र में ये पवनें नीचे बैठने से वायुदाब अधिक रहता है तथा मौसम सुहावना व शुष्क रहता है। वायुदाब के इस अन्तर से शक्तिशाली दक्षिणी-पूर्वी प्रशान्त महासागर की तरफ दक्षिणी-पूर्वी व्यापारिक पवनें चलती हैं। इस प्रकार भूमध्यरेखीय दक्षिणी प्रशान्त महासागर में इण्डोनेशिया से ऊपर उठकर तहिती की तरफ नीचे उतरती पवनों से बनने वाले पवन प्रवाह चक्र को **वाकर चक्र** (Walker Circulation or Cell) कहते हैं। यह नामकरण इस कोश या चक्र के खोजकर्ता ब्रिटिश मौसम वैज्ञानिक गिल्बर्ट वाकर (Gilbert Walker, 1920) के नाम पर किया गया है।



चित्र-5.15 : वाकर चक्र के दो रूप (i) वाकर चक्र तथा (ii) अल-निनो दशायें (अल-निनो के दौरान वाकर चक्र सामान्य प्रवाह के विपरीत संचरित होता है।)

इसमें यह तथ्य महत्त्वपूर्ण है कि इण्डोनेशिया तथा पूर्वी प्रशान्त महासागर के ऊपर होने वाला यह संवहन एशियाई ग्रीष्मकालीन एवं शीतकालीन मानसून की गतिकी को समझने में उपयोगी है। फ्रेंच पोलिनेशियन द्वीप तहिती तथा उत्तरी आस्ट्रेलिया के डार्विन के मध्य वायुदाब में अन्तर प्राय: दक्षिणी दोलन की तीव्रता को दर्शाता है। इसे दक्षिणी दोलन सूचक (Southern Oscillation Index, SOI)[6] कहा जाता है। विश्व मौसम विज्ञान संगठन (WMO) प्रतिवर्ष जेनेवा (मुख्यालय) से अपने विश्व जलवायु कार्यक्रम में SOI का मान प्रकाशित करता है। इस सन्दर्भ में यदि SOI का मान ऋणात्मक है तो मानसून का कमजोर होना दर्शाता है। अलनिनो के दौरान वाकर चक्र अपनी वास्तविक स्थिति के विपरीत हो जाता है जिसमें पवनें तहिति से ऊपर उठकर इण्डोनेशिया के पास बैठने लगती है।

यह सम्पूर्ण विश्लेषण अल-निनो, दक्षिणी दोलन तथा ग्रीष्मकालीन मानसून के मध्य निकट सम्बन्धों को दर्शाता है। मानसून के पूर्व वाले शीतकाल में आयी अल-निनो शक्तिशाली वाकर चक्र एवं कमजोर मानसून को दर्शाती है, ऐसा सन् 1972 में हुआ था। अनेक बार अल-निनो न आने पर भी मानसून कमजोर रहा है पर ऐसे यह देखा जाता है कि मानसून को अल-निनो के अलावा भी अनेक तन्त्र प्रभावित करते हैं। इसके लिए सन् 1985 में टोगा (Tropical Oceans and the Global Atmosphere, TOGA) नामक अन्तर्राष्ट्रीय प्रोजेक्ट शुरू किया गया, जो ऐसी परिघटनाओं का अध्ययन कर रहा है। टोगा प्रोजेक्ट उष्ण कटिबन्धीय महासागरों के मौसमी अध्ययन की महत्त्वाकांक्षी योजना है।

भारतीय मानसून की भविष्यवाणी (Forcasting of Indian Monsoon)

विश्व मौसम विज्ञान संगठन जेनेवा (World Meteorological Organisation, Geneva) तथा भारत मौसम विभाग (IMD, New Delhi) ने मानसून से सम्बन्धित विस्तृत अध्ययन प्रस्तुत किया है। विश्व में मौसम सम्बन्धी सर्वप्रथम पूर्वानुमान सन् 1860 में **राबर्ट फिट्जराय** ने इंग्लैण्ड में प्रकाशित किया था। भारत में मौसम सम्बन्धी भविष्यवाणी या पूर्वानुमान का प्रथम प्रयास सन् 1880 में **अकाल आयोग** ने किया था। प्रथम पूर्वानुमान सन् 1884 में **ब्लेनफोर्ड** ने प्रकाशित किया। सन् 1877 में भारत में मानसूनी विषमता के कारण भीषण सूखा पड़ा जिसके बाद भारत सरकार ने इसकी भविष्यवाणी तैयार करने का कार्य ब्लेनफोर्ड (H.F. Blanford) को दिया जिन्होंने सन् 1875 में भारत मौसम विभाग की स्थापना भी की थी। ब्लेनफोर्ड ने अपनी प्रथम भविष्यवाणी में कहा था कि—"हिमालयी हिम का विभिन्न विस्तार एवं गहराई उत्तरी-पश्चिमी भारत की जलवायु एवं मौसमी दशाओं पर दीर्घकालीन प्रभाव पड़ता है।" इसके बाद **सर जॉन इलियट** ने सन् 1895 में सम्पूर्ण भारत की मौसमी दशाओं की विस्तृत भविष्यवाणी तैयार की जो निम्न दशाओं पर निर्भर थी—(i) हिमालय का हिमावरण (अक्टूबर से मई), (ii) भारत में मानसून पूर्व की स्थानीय विशेषताएँ तथा (iii) हिन्द महासागर एवं आस्ट्रेलिया के ऊपर स्थित स्थानीय विशेषताएँ। इस क्षेत्र में पूर्वगामी कार्य *सर गिल्बर्ट वाकर* (सन् 1908, 1918 व 1923) ने किया। ये प्रारम्भ में भारतीय मौसम सेवा में महानिदेशक रहे थे। इन्होंने आठ कारकों को मानसून के पूर्वानुमान के लिए प्रयुक्त किया था।

विगत वर्षों में यह देखा गया है कि ये संकेतक या सूचक भारतीय मानसून के पूर्वानुमान में पर्याप्त शक्तिशाली नहीं है। उदाहरण के लिए पूर्वार्द्ध वर्ष में उच्च दाब प्रारम्भ में अनुकूल दशा के रूप में स्वीकार किया गया था, लेकिन कुछ समय उपरान्त मानसून वर्षा तथा इस कारक के मध्य सहसम्बन्ध गुणांक के आधार पर न्यून मानक सिद्ध हुआ। इस प्रकार 1924 में सर गिल्बर्ट वाकर ने चयनित छ: कारकों को उत्तर-पश्चिमी भारत तथा भारतीय प्रायद्वीप पर मानसून के पूर्वानुमान के लिए प्रस्तुत किया।

वर्तमान में भारतीय मानसून के पूर्वानुमान के लिए संश्लिष्ट रूप में अग्रांकित 16 सूचकों (Parameters) को आधार माना जाता है (P.K. Das)—

1. **दबाव** (Pressures)
   (i) भारत में 500 ha Pa[7] कटक की अवस्थिति (अप्रेल में 75° E),
   (ii) (अप्रेल-जनवरी) पोर्ट डार्विन (आस्ट्रेलिया) पर दबाव,

6. P.K. Das, The Monsoons, NBT, New Delhi, P. 37-39.
7. 1 दिसम्बर, 1986 से मिलिबार के स्थान पर हेक्टोपास्कल (Hectopascal, ha Pa) का प्रयोग करने लगे हैं। 1 मिलिबार = 1 ha Pa होता है। प्रयोगशाला सम्बन्धी कार्यों में, वायुदाब की इकाई के रूप में भौतिक शास्त्रियों द्वारा एटमॉस्फियर इकाई का प्रयोग किया जाता है, एक एटमॉस्फियर 29.92 इंच पारे की ऊँचाई या 1013.2 मि.बा. के बराबर होता है।

(iii) अप्रेल में अर्जेन्टीना पर दबाव,

(iv) हिन्द महासागर में भूमध्यरेखीय दबाव (जनवरी से मई),

(v) जनवरी से मई के मध्य उत्तरी गोलार्द्ध में दबाव की अनियमितता,

(vi) जनवरी-फरवरी में उत्तरी गोलार्द्ध में 50 ha Pa कटक द्रोणी।

2. ऊपरी हवाएँ एवं तापमान

(Upper Winds and Temperatures)

(i) बाल्बोआ (स्पेन) पर 10 ha Pa पश्चिमी हवाएँ,

(ii) मई में मध्य भारत का न्यूनतम तापमान,

(iii) मार्च में उत्तरी भारत में न्यूनतम तापमान,

(iv) मार्च में भारत के पूर्वी तट पर न्यूनतम तापमान,

(v) जनवरी एवं फरवरी में उत्तरी गोलार्द्ध का तापमान।

3. हिम आवरण तथा वायुमण्डलीय दोलन

(Snow Cover and Atmospheric Oscillations)

(i) पूर्वार्द्ध दिसम्बर में यूरेशिया पर हिमावरण,

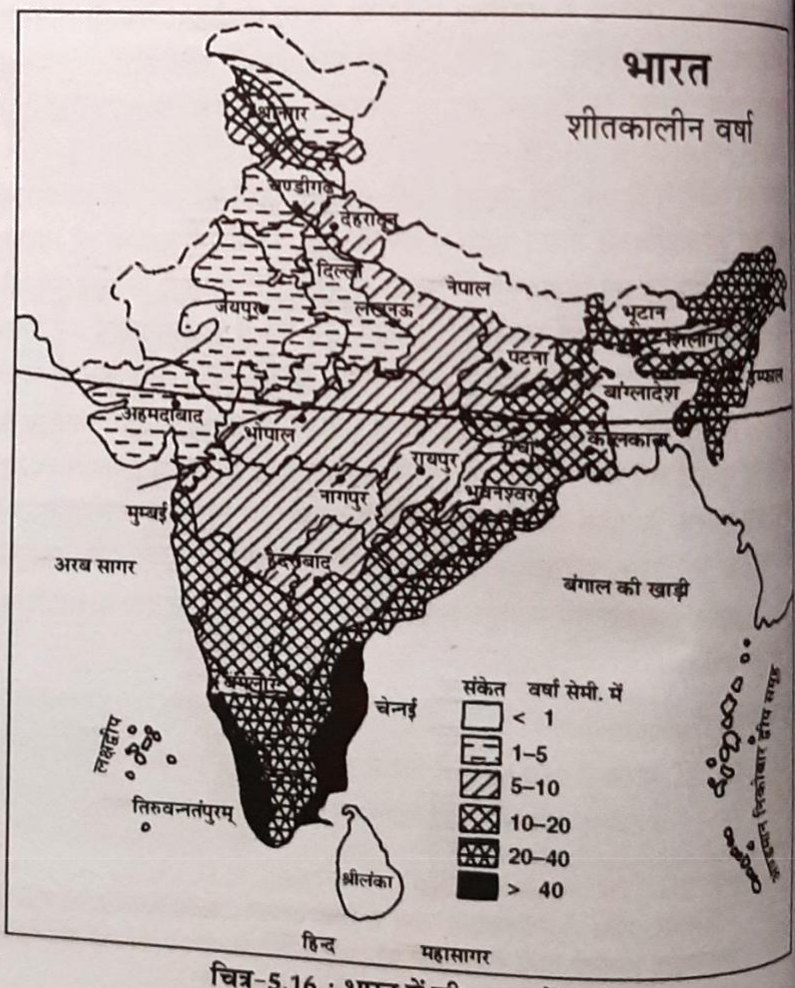
(ii) जनवरी से मार्च का हिमालयी हिमावरण,

(iii) मार्च से मई का ENSO सूचकांक (तहिती व डार्विन दबाव),

(iv) पूर्वार्द्ध वर्ष का एल-निनो वर्ग (प्रशान्त महासागर के दक्षिणी-पूर्वी भूमध्यरेखीय भाग पर सागरीय सतह का आकलित तापमान),

(v) नियत वर्ष का अल-निनो वर्ग (विगत वर्ष के अक्टूबर से नियत वर्ष के मई तक)।

उपर्युक्त 16 सूचकों को भारत में लम्बी दूरी (Long Range) के मौसम के लिए पूर्वानुमान लगाने में एच.एन. श्रीवास्तव एवं एस.एस. सिंह ने सन् 1994 को प्रयुक्त किया था। ये सभी 16 सूचक परस्पर एक-दूसरे से स्वतन्त्र न होकर अन्तर्सम्बन्धित हैं। मौसमी पूर्वानुमानों की तीन श्रेणियाँ हैं; प्रथम **लघु श्रेणी** (Short Range) के पूर्वानुमान, जो 48 घण्टे तक, द्वितीय **मध्य श्रेणी** (Medium Range) के जो 2 से 7 दिन तक तथा तृतीय **दीर्घ श्रेणी** (Long Range) के पूर्वानुमान जो सप्ताह, माह तथा एक ऋतु के लिए मान्य रहते हैं।



चित्र-5.16 : भारत में शीतकाल में वर्षा

हिन्द महासागर द्विध्रुव (Indian Ocean Dipole)—मानसून की क्रिया के दौरान जून से अगस्त तक हिन्द महासागर के पूर्वी एवं पश्चिमी भागों के तापमान में अन्तर की स्थिति को हिन्द महासागर द्विध्रुव कहते हैं। विगत कुछ वर्षों से इसे मानसून की भविष्यवाणी का मानक मानने लगे हैं। इसका ऋणात्मक होना (अधिक अंतर) मानसून के लिए हानिकारक माना जाता है।

पश्चिमी विक्षोभ (Western Disturbances)

भारतीय उप-महाद्वीप के उत्तरी भाग में शीतकाल में उत्तर-पश्चिम की ओर से चलने वाली चक्रवातीय पवन व्यवस्था को पश्चिमी विक्षोभ कहते हैं जिनकी उत्पत्ति भूमध्यसागर तथा पश्चिमी एशिया (केस्पियन सागर) से मानी गई है[8] जबकि केन्ड्रयू ने इनकी उत्पत्ति उत्तरी अटलांटिक क्षेत्र से मानी है, जहाँ से ये भूमध्यसागर होते हुए भारतीय उप-महाद्वीप तक पहुँचते हैं। शीतकाल में मध्य एशिया में उच्च वायुदाब का केन्द्र बन जाता है, जिसके प्रभाव से शीतोष्ण कटिबन्धीय पछुआ पवनें हिमालय के उत्तरी भाग तक चलने लग जाती हैं। इस क्रम में अनेक बार ये पवनें हिमालय पर्वत को भी पार कर लेती हैं, जिससे उत्तर के मैदान में तापमान 4°-5° C. तक गिर जाता है व हिमालय में हिमपात होता है। वास्तव में ये उत्तरी-पश्चिमी भाग से आने वाले चक्रवात हैं, जो भूमध्यसागर से ईरान व पाकिस्तान होते हुए भारत पहुँचते हैं। पश्चिमी विक्षोभों को भारत पहुँचने में पश्चिमी जेट पवनें सहायता करती हैं। विक्षोभ भारत में मुख्यत: दिसम्बर से फरवरी तक प्रभावी रहते हैं। लेकिन कभी कभी इनका प्रभाव मार्च तक भी रहता है जिनसे उत्तरी भारत में शीतकालीन वर्षा प्राप्त होती है, इसे **मावठ** कहते हैं। यह वर्षा गेहूँ, जौ आदि रबी की फसलों के लिए अत्यधिक लाभदायक होती है। इससे नई दिल्ली में 79 मिमी. तथा बनारस में 58 मिमी. वर्षा होती है। स्थानीय मानक से अधिक ठण्डा मौसम हो जाता है तथा हिमालय में हिमपात होता है।

ये पश्चिमी विक्षोभ वास्तव में भूमध्यसागरीय अवदाबों का ही सतत् प्रसार होते हैं। नूतन शोध से ज्ञात हुआ है कि अनेक द्वितीयक अवदाब (Secondary Depression) ईरान के ऊपर विकसित होते हैं जो प्राथमिक रूप से उत्तरी भाग में दक्षिणी-पूर्वी यूरोप तथा दक्षिणी रूस से जुड़े होते हैं। इसी प्रकार विशेष परिस्थितियों में अनेक बार द्वितीयक अवदाब प्राथमिक से अधिक शक्तिशाली होते हैं। ऐसे ही कुछ अवदाब पश्चिमी पवनों से ऊपरी क्षोभमण्डल में विकसित होकर गंगा-सिंधु के मैदान में उतरते हैं। भूमध्यसागर से पंजाब में पहुँचने वाले विक्षोभ कमोबेश रूप में धरातल पर अधिविष्ट (Occluded) रूप में वाताग्री संरचना वाले होते हैं। इनकी बारम्बार गहराई एवं गतिविधि ऊपरी पवन विसरण (Upper Air Divergence) से सम्बन्धित होती है। पश्चिमी विक्षोभों के बारे में **स्पेट** (O.H.K. Spate) ने बताया है कि ये भूमध्यसागरीय चक्रवात हैं या नहीं, यह स्पष्टत: नहीं कहा जा सकता है क्योंकि उत्तरी-पश्चिमी सीमांत के पश्चिम में सूचनाएँ पूर्णत: उपलब्ध नहीं हैं। केन्ड्रयू के अनुसार इन न्यून दाब के विक्षोभों के कारण मेघाच्छादन वाला मौसम बनता है तथा मैदानों में हल्की वर्षा होती है, हिमालय क्षेत्र में हिमपात होता है जिससे शीत लहर चलती है।[9] इस प्रकार भारत में आने वाले इन अवदाबों के प्रभाव हानिकारक एवं लाभकारी दोनों रूपों में परिलक्षित होते हैं। शीतकालीन वर्षा मावठ के रूप में रबी की फसल के लिए अति लाभकारी होती है जबकि फरवरी मार्च में इनके कारण तूफान एवं ओलावृष्टि होती है व दिसम्बर-जनवरी में भी हिमालय में होने वाले हिमपात के कारण उत्तरी भारत में शीतलहर चलती है जिससे विपरीत प्रभाव पड़ते हैं।

काल वैशाखी (Norwesters)

काल वैशाखी मानसून पूर्व में होने वाली बौछारें होती हैं जिनकी उत्पत्ति उत्तरी बंगाल की खाड़ी से समुद्री पवनों के स्थानीय उष्ण एवं शुष्क पवनों से मिलने पर होती है। ये टारनेडो की तरह तूफानी प्रकृति के होते हैं इसीलिए इन्हे पंजाब में **धूली बवण्डर** (Dust Storms), उत्तर प्रदेश में **आँधी** तथा उत्तरी-पूर्वी भारत, पश्चिमी बंगाल में **काल वैशाखी** (Kalbaisakhi) कहते हैं। काल वैशाखी नाम *"वैशाख माह की आपदा (Calamity of the month of Baisakh)"* नाम से बना है अर्थात् वैशाख (अप्रेल-मई) में आने वाले तूफान। इन स्थानीय तूफानों को जो वेगवती पवनों (Violent winds), वेगवती वर्षा (Torrential rains) तथा ओलावृष्टि से सम्बद्ध होता है, को भी **नार्वेस्टर** कहते हैं। इसी प्रकार इससे होने वाली वर्षा को भी अनेक स्थानीय नामों से पुकारते हैं जिनमें दक्षिणी भारत,

8. Western Disturbances Originates as far away of the Mediterrnean or Caspian Sea and hits India from the west, causing a disturbance in the prevailing weather conditions. Hense, it is known as Western Disturbance.
9. These depressions cause cloudy weather and light rains in plains and snowfall in the Himalayas and are followed by cold waves-Kendrew, W.G. The Climate of Continents, p. 158.

विशेषकर केरल व कर्नाटक तट पर **आम्र वर्षा** या **बौछारें** (Mango Showers) तथा कर्नाटक में **चेरी ब्लॉसम** (Cherry Blossoms) व केरल में **फूलों वाली बौछार** (Blossom Showers) कहते हैं, जो कॉफी की फसल के लिए लाभदायक होती है। बंगाल में इन तूफानों का वेग 100-125 किमी. प्रति घण्टा होता है तथा यहाँ बड़ी मात्रा में जन-धन की हानि होती है। पश्चिमी बंगाल में काल वैशाखी के प्रभाव से तापमान 20°-25° C के मध्य रहता है जबकि प्रायद्वीपीय भारत में 30° सेल्सियस रहता है। यहाँ ऐसे तूफानों के आने का मूल कारण शुष्क स्थल का जलीय हवाओं से मिलना है। जब गर्म हवाओं का ठण्डी हवाओं से सम्पर्क होता है, तो चक्रवात बनते हैं। बादलों का निर्माण होता है, धूल भरी आँधी चलती है तथा वर्षा होती है। ये चक्रवात मानसून पूर्व विकसित होते हैं तथा मानसूनी पवनों के साथ आन्तरिक भागों में प्रवेश करते हैं साथ ही ये मानसून को गति भी प्रदान करते हैं।

नार्वेस्टर के बारे में हुए नूतन अध्ययनों से स्पष्ट हुआ है कि ये ऊपरी क्षोभमण्डल में पश्चिमी जेट स्ट्रीम या पश्चिमी विक्षोभों से होने वाले पवन अपसरण से सम्बद्ध होते हैं तथा कभी-कभी ये ऊपरी क्षोभमण्डल के भूतल के निम्नवर्ती पवनों से मिलकर अवस्थिति (Super Position) बनाते हैं, जो अग्रलिखित दशाओं से सम्बद्ध हो जाता है—

1. निम्न स्तरीय अभिसरण (Convergence),
2. ऊपरी वायु अपसरण (Upper air divergence),
3. निचले स्तर पर पर्याप्त नमी का अन्त:प्रवाह तथा
4. अस्थिर पतन दर।

इस प्रकार पवनों के शक्तिशाली संवाहनिक प्रवाह के कारण 15 किमी. की ऊँचाई तक वर्षा स्तरी मेघ बन जाते हैं। ये तड़ित झंझा सदृश्य मौसम एयर क्राफ्ट के लिए भी हानिकारक होता है। इन चक्रवातों द्वारा पर्याप्त मात्रा में वर्षा प्राप्त होती है तथा सघन बसे बंगाल के डेल्टा में समुद्री तूफानों से हानि भी होती है।

भारत के जलवायु प्रदेश (Climatic Regions of India)

भारत को इसके भौगोलिक विस्तार के कारण उप-महाद्वीप कहा जाता है, जिसमें जलवायविक विभिन्नतायें मिलती हैं। तापमान एवं जलवायविक वर्षा के वितरण में स्थानिक सामयिक अन्तर पाया जाता है। देश का उत्तरी भाग स्पष्ट उष्ण कटिबन्ध नहीं होकर आंशिक शीतोष्ण लक्षण भी मिलते हैं जबकि दक्षिणी भारत (कर्क रेखा के दक्षिण) में उष्ण कटिबन्धीय जलवायु की दशायें मिलती हैं। इस आधार पर अनेक विद्वान् भारत की जलवायु को उपोष्ण कटिबन्धीय (Subtropical) जलवायु कहते हैं। कर्क रेखा देश को लगभग दो भागों में विभाजित करती है। इस प्रकार विभिन्न विद्वानों ने समय-समय पर इसे जलवायुविक प्रदेशों में विभाजित किया है। इनका विवरण निम्नलिखित है—

स्टाम्प एवं केन्ड्रयू का वर्गीकरण—स्टाम्प एवं केन्ड्रयू ने भारत को तापमान एवं वर्षा के आधार पर जलवायु प्रदेशों में विभाजित किया। वर्षा के साथ जनवरी की *18° सेल्सियस समताप रेखा* को आधार मानकर देश को दो भागों में विभाजित किया गया है। यह समताप रेखा लगभग कर्क रेखा के सहारे चलती है। इस आधार पर कर्क रेखा के उत्तरी भाग को शीतोष्ण कटिबंध तथा दक्षिणी भाग को उष्ण कटिबंध के रूप में मानकर विभक्त किया तथा इन दोनों भागों को वर्षा के आधार पर पुन: उप-विभागों में बाँटा गया।

1. शीतोष्ण कटिबंधीय भारत (Temperate India)—इसे महाद्वीपीय भारत भी कहा जाता है। जहाँ जनवरी माह का तापमान 18° सेल्सियस से कम रहता है। इसे निम्नलिखित उप-विभागों में पुन: विभाजित किया गया है—

(i) हिमालय प्रदेश, (ii) उत्तरी-पश्चिमी पठार, (iii) उत्तरी-पश्चिमी शुष्क मैदानी भाग, (iv) मध्यम वर्षा का प्रदेश, (v) अधिक एवं मध्यम वर्षा के संक्रमण प्रदेश।

2. उष्ण कटिबंधीय भारत (Tropical India)—इसमें लगभग कर्क रेखा का दक्षिणवर्ती भाग सम्मिलित है जिसमें जनवरी का तापमान 18° सेल्सियस से ऊपर रहता है। इसे निम्नलिखित उप-विभागों में बाँटा गया है—

(vi) अत्यधिक वर्षा का प्रदेश, (vii) अधिक वर्षा वाला प्रदेश, (viii) मध्यम वर्षा का प्रदेश, (ix) कोंकण तट, (x) मालाबार तट, (xi) तमिलनाडु तट।

(i) हिमालय प्रदेश—यह प्रदेश सम्पूर्ण हिमालय पर्वतीय क्षेत्र में फैला हुआ है जहाँ औसत वार्षिक तापमान 12.7° सेल्सियस है। तापमान में ऊँचाई एवं ऋतुओं के अनुसार परिवर्तन आता रहता है। जनवरी में इसके पश्चिमी भाग में तापमान हिमांक तक रहता है। वर्षा पूर्व में 250 सेमी. से अधिक से लेकर पश्चिम में 150 सेमी. तक पहुँच जाती है। शीतकाल में मसूरी, नैनीताल, शिमला व दार्जीलिंग में अनेक स्थानों पर हिमपात होता है।

(ii) उत्तरी-पश्चिमी पठार—यह पठारी भाग सतलज और व्यास नदियों के मध्य स्थित है, जहाँ शीतकाल में तापमान 12.8° सेल्सियस तथा कहीं-कहीं शून्य तक भी पहुँच जाता है जबकि ग्रीष्मकाल में औसत तापमान 24° सेल्सियस रहता है तथा औसत वार्षिक वर्षा 38 सेमी. रहती है। शीतकाल में पश्चिमी विक्षोभों से चक्रवातीय वर्षा होती है।

(iii) उत्तरी-पश्चिमी शुष्क मैदानी भाग—इसमें राजस्थान एवं दक्षिणी-पश्चिमी हरियाणा व दक्षिणी पंजाब सम्मिलित हैं। यहाँ जनवरी का तापमान 13° से 14° सेल्सियस तथा जुलाई का तापमान 43.3° सेल्सियस मिलता है। वर्षा 10 सेमी. से 24 सेमी. के मध्य मिलती है, जयपुर इस प्रदेश का प्रतिनिधि नगर है।

(iv) मध्यम वर्षा का प्रदेश—इसमें पूर्वी राजस्थान से पश्चिमी उत्तर प्रदेश, दिल्ली, पश्चिमी मालवा का पठार सम्मिलित है। यहाँ जनवरी का औसत तापमान 12°-18° सेल्सियस के मध्य तथा जुलाई का तापमान 32°-35° सेल्सियस के मध्य रहता है। मई-जून के महीनों में ऊष्ण पवन लू चलती है। यहाँ औसत वार्षिक वर्षा 40 से 80 सेमी. के मध्य प्राप्त होती है। ग्रीष्मकाल शुष्क रहता है। वर्षा ऋतु में मानसूनी पवनों से वर्षा होती है। कुछ वर्षा शीतकाल में चक्रवातों से भी होती है।

(v) अधिक एवं मध्यम वर्षा के संक्रमण प्रदेश—इसका विस्तार पूर्वी उत्तर प्रदेश तथा उत्तरी बिहार में है। जहाँ जनवरी का तापमान 15° से 18° सेल्सियस तथा जुलाई का तापमान 39° सेल्सियस तक रहता है। वर्षा मानसूनी पवनों से होती है। जो औसत वार्षिक 100 से 150 सेमी. तक होती है।

(vi) अतिवृष्टि वाला प्रदेश—इसमें उत्तरी-पूर्वी भारत के असोम, मेघालय, त्रिपुरा, मिजोरम व नागालैण्ड राज्यों को सम्मिलित किया जाता है। यहाँ जनवरी का तापमान 18° सेल्सियस से अधिक तथा जुलाई में 30° से 35° सेल्सियस के मध्य रहता है। मानसूनी पवनों से वर्षा होती है तथा वर्षा का औसत 200 सेमी. से अधिक है। चेरापूँजी एवं मॉसिनराम यहीं अवस्थित हैं।

(vii) अधिक वर्षा वाला प्रदेश—इसमें पश्चिमी बंगाल, ओडिशा, झारखण्ड एवं दक्षिणी-पूर्वी मध्य प्रदेश सम्मिलित है। यहाँ जनवरी का औसत तापमान 18° से 24° सेल्सियस के मध्य तथा जुलाई का तापमान 29° से 35° सेल्सियस के मध्य रहता है। वार्षिक वर्षा का औसत 100 से 200 सेमी. रहता है।

(viii) मध्यम वर्षा वाला प्रदेश—इस प्रदेश में गुजरात सौराष्ट्र, पश्चिमी मध्य प्रदेश, सह्याद्री पर्वतमाला, महाराष्ट्र का पूर्वी भाग, पूर्वी कर्नाटक तथा उत्तरी-पश्चिमी आन्ध्र प्रदेश सम्मिलित है। यहाँ वर्षा का औसत 75 सेमी. ही रहता है, क्योंकि यह प्रदेश वृष्टि छाया प्रदेश में आ जाता है। यहाँ जनवरी का तापमान 18° सेल्सियस तथा मई का तापमान 32° सेल्सियस रहता है।

(ix) कोंकण तट—यह नर्मदा नदी के मुहाने से लेकर गोवा तक फैला हुआ समुद्री तट है। इस प्रदेश का वार्षिक औसत तापमान 24° सेल्सियस से ऊपर रहता है तथा मानसून की अरबसागर की शाखा से वर्षाकाल में 200 सेमी. से अधिक वर्षा प्राप्त करता है।

(x) मालाबार तट—इसका विस्तार गोवा से लेकर तमिलनाडु के कुमारी अन्तरीप तक है जहाँ का औसत तापमान 21° सेल्सियस तथा तापान्तर 3° सेल्सियस रहता है। वर्षा पर्याप्त मात्रा में प्राप्त होती है, यहाँ की औसत वर्षा 500 सेमी. तक है।

(xi) तमिलनाडु का तटीय प्रदेश—इस प्रदेश में शीतकाल में लौटते हुए मानसून से वर्षा होती है। औसत वार्षिक वर्षा 100-150 सेमी. होती है तथा शीतकालीन तापमान 24° सेल्सियस व वार्षिक ताप परिसर 3° सेल्सियस रहता है।

कोपेन का वर्गीकरण (Koppen's Classification)

कोपेन ने प्रकृति में अनेक सहसम्बन्धों का अध्ययन करके सन् 1900 में विश्व की जलवायु का प्रथम वर्गीकरण प्रस्तुत किया, जिसे बाद में सन् 1918 में कोपेन द्वारा तथा सन् 1928 में उनके शिष्य रूडोल्फ गेगर ने संशोधित किया। 1918 के वर्गीकरण में कुल 5 वर्ग थे—

(1) A = उष्ण कटिबन्धीय आर्द्र जलवायु (Tropical Wet Climate)

(2) B = शुष्क जलवायु (Dry Climate)

(3) C = उष्ण शीतोष्ण जलवायु (Warm Temperate Climate)

(4) D = शीत शीतोष्ण जलवायु (Cold Temperate Climate)

(5) E = ध्रुवीय जलवायु (Polar Climate)

कोपेन का यह वर्गीकरण तापमान एवं वर्षा के आधार पर किया गया था, जो *आनुभाविक* (Empirical) वर्गीकरण कहलाता है। ज्ञात रहे कि कोपेन ने भारत के लिए पृथक् से कोई जलवायु वर्गीकरण प्रस्तुत नहीं किया वरन् उनके द्वारा प्रस्तुत संकेतों के आधार पर यह वर्गीकरण किया गया है। इस वर्गीकरण में उपवर्गों के लिए कुछ छोटे अक्षरों का भी प्रयोग किया गया था, जो निम्नलिखित है—

W = शुष्क जलवायु,

S = स्टेपी जलवायु,

T = टुण्ड्रा जलवायु (उष्णतम माह का तापमान 10°C–0°C के मध्य),

F = हिमाच्छादित जलवायु (उष्णतम माह 0° सेल्सियस से कम),

H = उच्च स्थलीय जलवायु (उच्चावच के कारण विविधता),

f = आर्द्र जलवायु, जहाँ वर्ष भर वर्षा होती है,

m = मानसूनी जलवायु,

s = ग्रीष्म ऋतु शुष्क (Summer dry),

w = शीत ऋतु शुष्क (Winter dry),

h = औसत वार्षिक तापमान 18°C से ऊपर,

c = उष्णतम माह का तापमान 22°C से नीचे,

g = वर्षा पूर्व लम्बी अवधि तक उच्च तापमान रहना।

उपर्युक्त विवरण में कोपेन द्वारा प्रस्तुत मुख्य एवं उन्हीं छोटे अक्षरों (संकेतों) का विवरण दिया जा रहा है जिनका प्रयोग भारतीय वर्गीकरण में किया गया है। अत: कोपेन द्वारा प्रस्तुत जलवायु के विश्व स्तरीय वर्गीकरण अनुसार भारत में निम्नांकित जलवायु प्रदेश विभक्त हो सकते हैं—

1. Amw—यह उष्ण कटिबन्धीय (मानसूनी) आर्द्र जलवायु है जिसमें सबसे ठण्डे माह का तापमान 18° C से ऊपर रहता है तथा इसमें लघु शुष्क ऋतु भी होती है। ऐसी जलवायु भारत में कोंकण एवं मालाबार तटवर्ती क्षेत्रों में पायी जाती है जिनमें गोवा, दक्षिणी-पश्चिमी महाराष्ट्र, पश्चिमी कर्नाटक, केरल तथा कन्याकुमारी तक फैला तमिलनाडु तट सम्मिलित है। इनके अतिरिक्त त्रिपुरा व दक्षिणी मिजोरम में भी यह जलवायु मिलती है। यहाँ शीतकाल शुष्क (w) रहता है तथा ग्रीष्मकाल एवं वर्षाकाल में मानसूनी पवनों द्वारा वर्षा होती है। इस क्षेत्र में 200 सेमी. से अधिक वार्षिक वर्षा प्राप्त होती है। फलस्वरूप सदाबहार वनस्पति पायी जाती है। यह क्षेत्र लगभग सह्याद्री पर्वत का पश्चिमी भाग है, जो मानसूनी पवनों की अरब सागरीय शाखा के एकदम सामने पड़ता है तथा इसका दक्षिणी भाग मानसूनी पवनों के प्रवेश पर ही स्थित है। फलस्दरूप पर्याप्त वर्षा प्राप्त होती है तथा कर्क रेखा के दक्षिण में होने के कारण तापमान भी ऊँचा रहता है।

2. Aw—यह उष्ण कटिबन्धीय जलवायु वर्ग है। यहाँ भी तापमान अति ठण्डे महीने में 18° C से ऊपर रहता है। वह प्रदेश केवल तापमान की दृष्टि से ही प्रदेश से समानता रखता है जिसका प्रमुख कारण इन प्रदेशों का कर्क रेखा के दक्षिण में अवस्थित होना है। यद्यपि यह प्रदेश Amw से अधिक उष्ण है, क्योंकि यह सागर तट से दूरी रखता है। इसमें प्रायद्वीपीय भारत के महाराष्ट्र, तेलंगाना, आन्ध्र प्रदेश, दक्षिणी-पूर्वी कर्नाटक, उत्तरी-पश्चिमी तमिलनाडु, ओडिशा, दक्षिणी बंगाल, झारखण्ड, छतीसगढ़, दक्षिणी मध्य प्रदेश

व गुजरात को सम्मिलित करते हैं जहाँ शीतकाल शुष्क होता है, ग्रीष्मकाल एवं वर्षा ऋतु में वर्षा होती है। 100 सेमी. समवर्षा रेखा इसे पूर्व एवं पश्चिमी भागों के रूप में दो बराबर भागों में बाँटती है। इस प्रकार यहाँ औसत वार्षिक वर्षा 60 से 200 सेमी. के मध्य प्राप्त होती है। इस प्रकार यह मध्यम वर्षा वाला प्रदेश है। गुजरात के कच्छ, काठियावाड़ में कम तथा तमिलनाडु के पूर्वी तट में औसत से अधिक भी वर्षा प्राप्त होती है। इस प्रदेश में जलवायु के घटकों का अन्तर्सम्बन्ध वनस्पति के प्रकार एवं फसल प्रतिरूप के रूप में परिलक्षित होता है जबकि दीर्घकालिक रूप में मृदा निर्माण की प्रक्रिया में भी यहाँ की जलवायु की प्रवृत्ति झलकती है।

3. As—उष्ण कटिबन्धीय जलवायु का ही एक वर्ग जहाँ शीतकाल में वर्षा होती है तथा ग्रीष्मकाल शुष्क रहता है। इसका विस्तार दक्षिणी-पूर्वी आन्ध्र प्रदेश के तटीय भागों तथा पूर्वी तमिलनाडु में मानसून की बंगाल की खाड़ी की शाखा के मार्ग में लगभग समानान्तर पड़ता है।, जिससे ग्रीष्मकाल में वर्षा से वंचित रहता है जबकि लौटते हुए मानसून से नवम्बर से जनवरी तक वर्षा होती है। जब ये पवनें बंगाल की खाड़ी से पुनः आर्द्रता ग्रहण कर लेती हैं, यहाँ होने वाली वर्षा की प्रवृति चक्रवातीय होती है। इस प्रदेश में तापमान ऊँचा (18° C से ऊपर) रहता है तथा वर्षा 60 से 200 सेमी. तक प्राप्त होती है।

4. BShw—यह एक प्रकार की स्टैपी जलवायु है, जहाँ अर्द्ध-शुष्क दशायें पायी जाती हैं तथा सम्भाव्य वाष्पोत्सर्जन अधिक होता है। वार्षिक तापमान ऊँचा (18° C से ऊपर) रहता है। वर्षा का अधिकांश भाग ग्रीष्मकाल तथा शीतकाल में ही प्राप्त होता है। पर्याप्त वर्षा प्राप्त नहीं होती जिस कारण अर्द्ध-शुष्क दशायें बनी रहती हैं। इस जलवायु वर्ग में देश के दो क्षेत्र सम्मिलित हैं तथा दोनों ही भिन्न भौगोलिक अवस्थिति वाले क्षेत्र हैं। प्रथम क्षेत्र अरावली पर्वत श्रृंखला के पश्चिम में लगभग समानान्तर विस्तृत है जिसके ठीक पश्चिम में थार का रेगिस्तान है। यह पर्वतीय एवं मरुस्थलीय दशाओं के मध्य स्थित अर्द्ध-शुष्क प्रदेश है, जहाँ मानसूनीय पवनों की अन्तिम पहुँच में स्थित होने तथा अरावली के समानान्तर व अधिक अवरोधक अवस्थिति एवं ऊँचाई नहीं होने से वर्षा पर्याप्त नहीं होती है। दूसरा प्रदेश प्रायद्वीपीय भारत में पश्चिमी घाट के पूर्वी भाग में वृष्टि छाया प्रदेश में अवस्थित है जिसका मुख्य विस्तार कर्नाटक में है।

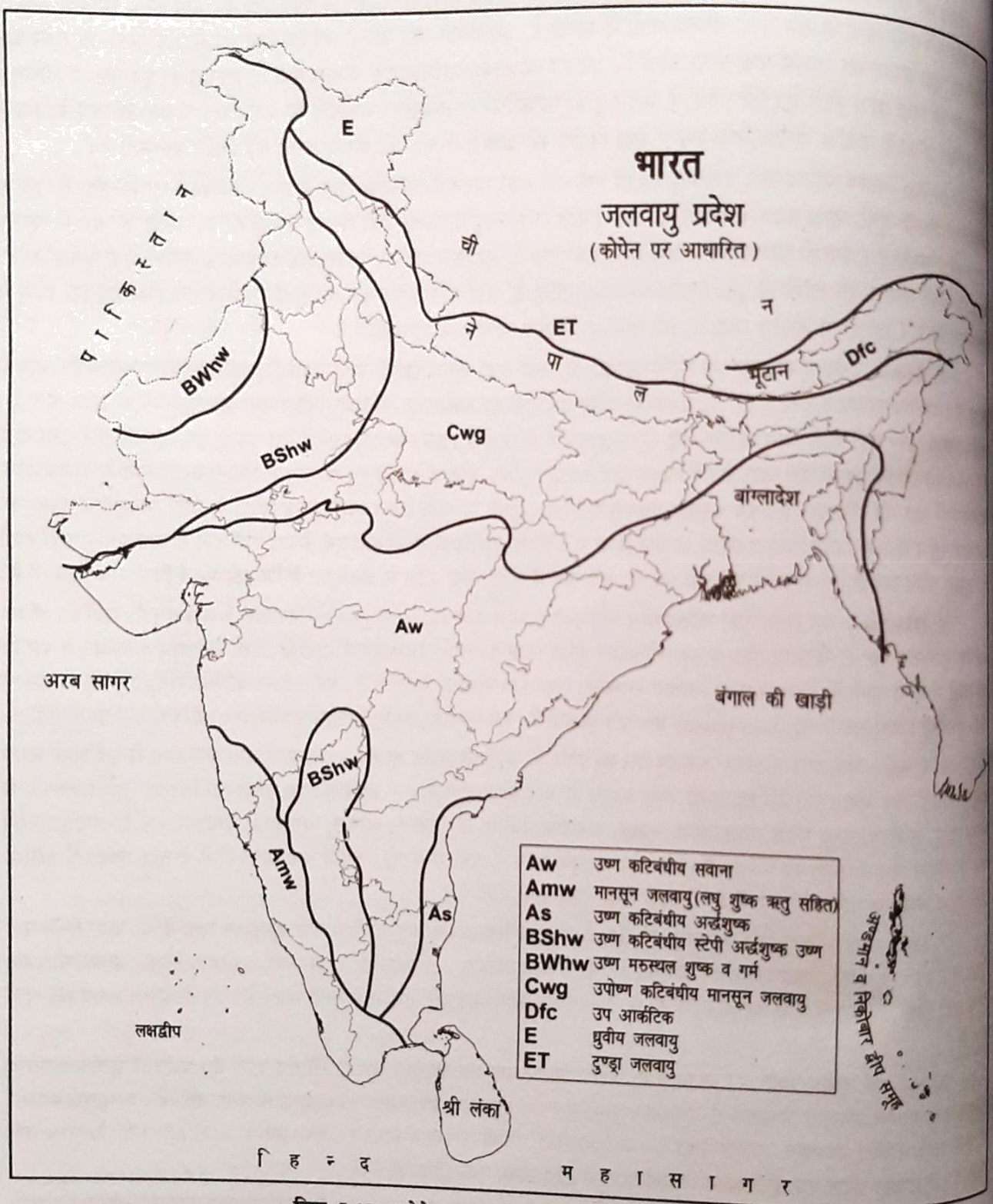
5. BWhw—यह शुष्क उष्ण कटिबन्धीय मरुस्थली (जर्मन शब्द *Wurst = Desert* मरुस्थल) जलवायु है, जहाँ का औसत वार्षिक तापमान 18° C से ऊपर होता है तथा शीतकाल शुष्क रहता है। वर्षा ग्रीष्मकाल में होती है। ऐसी जलवायु राजस्थान में थार के मरुस्थल में पायी जाती है, जिसका मुख्य विस्तार जैसलमेर, बाड़मेर व बीकानेर जिलों में है। यहाँ औसत वार्षिक वर्षा 20 सेमी. से कम ही प्राप्त होती है। यहाँ मरुद्भिद् (Xerophyte) वनस्पति मिलती है। इस प्रदेश में तापीय विलोमता के कारण भी वर्षा कम प्राप्त होती है।

6. Cwg—यह उष्ण शीतोष्ण जलवायु वर्ग का प्रदेश है, जहाँ शीतकाल शुष्क (w) रहता है तथा वर्षाकाल से पूर्व लम्बे समय तक तापमान उच्च बना रहता है तथा लम्बी उष्ण अवधि के बाद ग्रीष्मकाल में वर्षा होती है। इस प्रदेश का विस्तार पूर्वी राजस्थान से लेकर उ.पू. गुजरात, मध्य प्रदेश, उत्तर प्रदेश, पंजाब, हरियाणा, बिहार, उ. बंगाल, असोम, नगालैण्ड, मेघालय तक है अर्थात् सम्पूर्ण गंगा के मैदान में इस प्रदेश का विस्तार है। इस प्रदेश के पूर्वी भाग में 200 सेमी. से अधिक वर्षा प्राप्त होती है तथा मध्यवर्ती भाग में 100-200 सेमी. व पश्चिमी भाग में 40 से 100 सेमी. वर्षा प्राप्त होती है।

7. Dfc—यह शीतशीतोष्ण जलवायु वर्ग (D) है, जिसमें स्थिर आर्द्र ऋतु होती है तथा शुष्कतम माह में भी कम-से-कम 3 सेमी. वर्षा होती है। यहाँ उष्णतम माह का तापमान 22° C से नीचे लेकिन 1-3 माह 10° C से ऊपर (c) रहता है। इस प्रकार कोई ऋतु शुष्क नहीं होती है। देश में ऐसी जलवायु सिक्किम, अरुणाचल प्रदेश व उत्तरी असोम में पायी जाती है। यह हिमालय का उत्तरी-पूर्वी भाग है।

8. E—यह ध्रुवीय प्रकार की जलवायु है, जहाँ उष्णतम माह का तापमान 10° C से कम रहता है। भारत में ध्रुवीय जलवायु उच्चावच के कारण पश्चिमी हिमालय में अवस्थित जम्मू-कश्मीर, हिमाचल प्रदेश तथा उत्तराखण्ड में पायी जाती है। जम्मू एवं कश्मीर के पूर्वी भाग में शीत मरुस्थल-लद्दाख स्थित है। जहाँ 20 सेमी. से भी कम वर्षा होती है। शेष भाग में 20 से 60 सेमी. के मध्य वर्षा होती है। हिमाचल प्रदेश एवं उत्तराखण्ड में वर्षा 100 से 200 सेमी. तक भी होती है।

9. ET—यह ध्रुवीय जलवायु का ही एक वर्ग (E) है जिसे टुण्ड्रा जलवायु कहते हैं। यहाँ उष्णतम माह का तापमान 10° C से 0° C के मध्य (T) रहता है। इसमें उत्तरी उत्तराखण्ड के पर्वतीय भाग सम्मिलित है। यहाँ भी E वर्ग की तरह तापमान में कमी का प्रमुख कारण उच्चावच ही है।



चित्र-5.17 : कोपेन पर आधारित भारत के जलवायु प्रदेश

इन वर्गों के अतिरिक्त H वर्ग भी पाया जाता है जिसे कोपेन ने उच्च भूमि वाली जलवायु के लिए प्रयुक्त किया है। भारत में ऐसी जलवायु हिमालय पर्वतीय क्षेत्र में काराकोरम शृंखला में पायी जाती है।

कोपेन का वर्गीकरण आनुभाविक आँकड़ों के आधार पर किया गया था। यद्यपि यह एक वैज्ञानिक वर्गीकरण था लेकिन फिर भी अनेक कमियाँ रह गई। कोपेन ने तापमान, वर्षा तथा इनकी मौसमी प्रवृत्ति (Regime) व इनके वनस्पति के साथ अनुक्रिया पर ही अधिक बल दिया जबकि वायुदाब, पवनों, आर्द्रता आदि तत्त्वों को महत्त्व नहीं दिया। जलवायु का स्थानिक प्रतिरूप, ऊँचाई (Altitude) भूमि एवं जलीय वितरण आदि से नियंत्रित होता है जिसे भी कोपेन ने सम्मिलित नहीं किया। अत्यधिक अक्षरों के प्रयोग के कारण भी यह वर्गीकरण दुरूह (Complicated) हो गया है।

थार्नथ्वेट का वर्गीकरण
(Thornthwaite's classification)

प्रसिद्ध अमेरिकी जलवायुविद् सी. डब्ल्यू थार्नथ्वेट ने विश्व की जलवायु का प्रथम वर्गीकरण सन् 1931 में प्रस्तुत किया, जिसे सन् 1933 में व्यापक स्वरूप दिया। इन्होंने अपने वर्गीकरण में वर्षा प्रभाविता (T) तथा तापीय दक्षता सूचकों को आधार माना है। ये निम्नलिखित हैं—

1. वर्षा प्रभाविता (Precipitation Effectiveness)—इसमें कुल मासिक वर्षा को मासिक वाष्पीकरण से विभाजित करके वर्षण प्रभाविता अनुपात (P\E ratio) प्राप्त करते हैं तथा 12 महीनों का अनुपात P\E योग करके वर्षण प्रभावित सूची बनाते हैं। इस आधार पर थार्नथ्वेट ने विश्व स्तर पर निम्नांकित आर्द्रता प्रदेश निर्धारित किये थे—

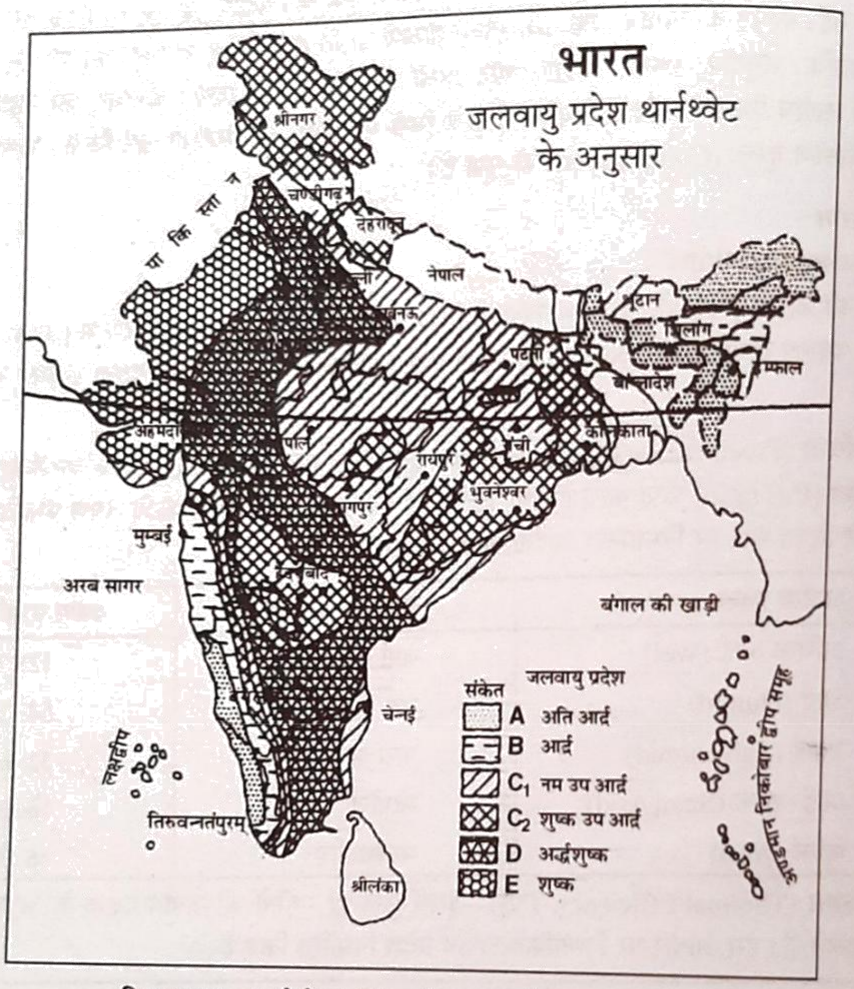
संकेत	आर्द्रता प्रदेश	वनस्पति के प्रकार	वर्षण प्रभाविता सूचकांक
A	अधिक आर्द्र (Wet)	वर्षा वन	128 या ऊपर
B	आर्द्र (Humid)	वन	64-127
C	उपार्द्र (Sub Humid)	घास क्षेत्र	32-63
D	अर्द्ध-शुष्क (Semi Arid)	स्टेपीज	16-31
E	शुष्क (Arid)	मरुस्थलीय	16 से कम

2. तापीय दक्षता (Thermal Efficiency, T\E)—इसमें कुल 12 महीनों की तापीय दक्षता के अनुपात का योग से तापीय दक्षता सूचकांक निकालते हैं। इस आधार पर निम्नांकित तापीय प्रदेश निर्धारित किए हैं—

प्रतीक	तापीय प्रदेश	तापीय दक्षता सूचकांक
A'	उष्ण कटिबन्धीय (Tropical)	128 ऊपर
B'	समशीतोष्ण कटिबन्धीय या मध्य तापीय (Mesothermal)	64-127
C'	शीतोष्ण कटिबन्धीय या सूक्ष्म तापीय (Micro thermal)	32-63
D'	टैगा (Taiga)	16-31
E'	टुण्ड्रा (Tundra)	1-15
F'	पाला या हिमाच्छादित (Frost)	0

इस प्रकार थार्नथ्वेट महोदय ने उपर्युक्त सारणियों में संकेतों की सहायता से सम्पूर्ण विश्व के 32 जलवायु वर्ग बनाये थे। इनमें कुछ छोटे अक्षरों का भी प्रयोग किया गया था, जो निम्नलिखित हैं—

r = वर्ष भर वर्षण
s = ग्रीष्मकाल में वर्षा की कमी (ग्रीष्मकाल शुष्क)
w = शीतकाल शुष्क
d = वर्ष भर शुष्कता



चित्र-5.18 : थार्नथ्वेट पर आधारित भारत के जलवायु प्रदेश

इस आधार भारत को निम्नलिखित जलवायु प्रदेशों में विभाजित किया जा सकता है—

1. AA'r-उष्ण कटिबन्धीय आर्द्र जलवायु—इस प्रदेश में वर्ष भर तापमान ऊँचा रहता है व आर्द्रता भी पर्याप्त रहती है। इसका विस्तार कोंकण, मालाबार तटीय क्षेत्र, गंगा का डेल्टा, मेघालय, असोम का दक्षिणी भाग, मिजोरम तथा त्रिपुरा में प्रत्येक मौसम में पर्याप्त वर्षा (r) होती है।

2. BA'w-उष्ण कटिबन्धीय आर्द्र जलवायु—इस प्रदेश में शीतकाल शुष्क रहता है तथा ग्रीष्मकाल में पर्याप्त वर्षा होती है। ऐसी जलवायु पश्चिमी घाट एवं पश्चिमी बंगाल में मिलती है।

3. BB'w-मध्यतापीय या समशीतोष्ण कटिबन्धीय आर्द्र जलवायु प्रदेश—इसमें शीतकाल शुष्क रहता है तथा वर्षा ग्रीष्मकाल में होती है। इसका विस्तार असोम, मेघालय, मिजोरम व नगालैण्ड में है।

4. CA'w-उष्ण कटिबन्धीय उपार्द्र जलवायु प्रदेश—इसमें उपार्द्र (Sub humid) दशायें मिलती हैं तथा वर्षा ग्रीष्मकाल में होती है व शीतकाल शुष्क रहता है। यह देश का सबसे बड़ा जलवायु प्रदेश है जिसमें उत्तर प्रदेश, दक्षिणी बिहार, झारखण्ड, द. एवं पूर्वी गुजरात, द.पू. राजस्थान, मध्य प्रदेश, छत्तीसगढ़, ओडिशा, आन्ध्र प्रदेश आदि सम्मिलित हैं।

5. CA'w-यह भी उष्ण कटिबन्धीय उपार्द्र जलवायु वर्ग का प्रदेश है लेकिन इसमें शीतकाल में वर्षा होती है। इसका विस्तार तमिलनाडु के पूर्वी भागों पर है।

6. CB'w-मध्य तापीय उपार्द्र जलवायु प्रदेश—इसमें शीतकाल शुष्क तथा ग्रीष्मकाल आर्द्र रहता है। इसका विस्तार गंगा के मैदान में है। वर्षा की पर्याप्तता के आधार पर घास प्रदशों में सम्मिलित करते हैं।

7. DA'w-उष्ण कटिबन्धीय अर्द्ध-शुष्क जलवायु प्रदेश—इसमें शीत ऋतु शुष्क (w) एवं ग्रीष्मकाल में वर्षा होती है। इसका विस्तार गुजरात के कच्छ प्रदेश एवं अरावली पर्वत सहित दोनों ओर के भाग सम्मिलित हैं जो राजस्थान में अवस्थित हैं।

8. DB'w-मध्यतापीय अर्द्ध-शुष्क जलवायु प्रदेश—इसका विस्तार उत्तरी-पश्चिमी राजस्थान, पश्चिमी पंजाब, हरियाणा में है जिसमें शीतकाल शुष्क व ग्रीष्मकाल में वर्षा होती है। यह स्टेपीज तुल्य जलवायु प्रदेश है।

9. DB'd-मध्यतापीय या समशीतोष्ण अर्द्ध-शुष्क जलवायु प्रदेश—इसमें प्रत्येक मौसम में वर्षा की कमी पायी जाती है अर्थात् शुष्कता बनी रहती है। दक्षिणी भारत में पश्चिमी घाट के पूर्वी भाग में स्थित वृष्टि छाया प्रदेश में ऐसी जलवायु पायी जाती है।

10. D'-टैगा तुल्य जलवायु—इसमें तापीय दक्षता सूचकांक काफी कम (16-31) होता है। हिमालय के निचले भागों में ऐसी जलवायु मिलती है, जहाँ अपेक्षाकृत लम्बी शीत ऋतु मिलती है व तापमान कम पाया जाता है।

11. E'-टुण्ड्रा जलवायु प्रदेश—इस प्रकार की जलवायु उन प्रदेशों में मिलती है जहाँ वर्ष भर तापमान हिमांक से नीचे रहता है तथा शीतकाल में सदैव हिमपात होता है। भारत में उच्च हिमालय क्षेत्र व लद्दाख में ऐसी जलवायु मिलती है।

12. EA'd-उष्ण कटिबन्धीय मरुस्थलीय जलवायु—इसमें प्रत्येक मौसम में वर्षा की कमी रहती है अर्थात् शुष्कता बनी रहती है। इसका विस्तार पश्चिमी राजस्थान के रेगिस्तान में है।

जैव-जलवायुविक मण्डल (Bio-Climatic Zones)

भौगोलिक अध्ययनों में ली (Lee) ने जैविक सुविधाओं के संदर्भ में जलवायु दशाओं का अध्ययन किया है। उन्होंने तापमान एवं आर्द्रता की दशाओं का उपयोग करते हुए गर्म एवं ठण्डे महीनों का निर्धारण किया है। ली के अनुसार 30° C से अधिक तापमान वाले क्षेत्र उष्ण, 20° C से 30° C तापमान वाले क्षेत्र उपोष्ण, 10° C से 20° C तापमान वाले क्षेत्र शीतोष्ण तथा 10° C से कम तापमान वाले क्षेत्र शीतल (Cool), कहलाते हैं। इसी प्रकार वाष्प दाब के आधार पर आर्द्र (Wet, > 20mm), नम (Moist, 15-20mm Humidity), आर्द्र (Humid, 10-15mm) एवं शुष्क (Dry, < 10mm) आदि वर्ग बनाये गये हैं। ली द्वारा बताई गई इन दशाओं के आधार पर भारतीय विद्वानों, सुब्रह्मण्यम एवं शिवराम कृष्णैया ने ग्रीष्म एवं शीत ऋतुओं में निम्नलिखित पाँच जैव जलवायुविक मण्डल निर्धारित किये हैं—

(i) पीड़ादायक (Discomfortable)—इसमें ग्रीष्मकाल में पूर्वी तटीय मैदान, पश्चिमी एवं उत्तर-पश्चिमी भारत तथा शीतकाल में उत्तराखण्ड, हिमाचल प्रदेश एवं जम्मू-कश्मीर को सम्मिलित किया है।

(ii) कष्टकर (Uncomfortable)—इस प्रदेश में ग्रीष्मकाल में महाराष्ट्र पठार, मध्य प्रदेश, छत्तीसगढ़, तेलंगाना, आन्ध्र प्रदेश, झारखण्ड एवं बिहार के कुछ भाग व लद्दाख को व शीतकाल में राजस्थान से बिहार तक का सम्पूर्ण उत्तरी मैदान सम्मिलित करते हैं।

(iii) कम सुखद (Less Comfortable)—ग्रीष्मकाल में पश्चिमी तट, उत्तर-पश्चिमी प्रायद्वीपीय क्षेत्र, गढ़वाल, हिमालय तथा शीतकाल में पूर्वी भारत और प्रायद्वीप का उत्तरी-पूर्वी भाग कम सुखद क्षेत्र में आता है।

(iv) सुखद (Comfortable)—ग्रीष्म ऋतु में मध्यवर्ती मेघालय, कुमाऊ हिमालय के कुछ भाग तथा पश्चिमी घाट के उच्च भाग तथा शीतकाल में पूर्वी तटीय मैदान, केरल, महाराष्ट्र और गुजरात के कुछ भाग इस क्षेत्र में सम्मिलित हैं।

(v) अति सुखद (Most Comfortable)—इसमें ग्रीष्मकाल में कर्नाटक, बेंगलुरू व मैसूर के समीपवर्ती आन्तरिक क्षेत्र एवं पुणे-कोल्हापुर के चारों ओर के पश्चिमी घाट के ढालू क्षेत्र तथा शीतकाल में कर्नाटक, तेलंगाना, आन्ध्र प्रदेश तथा तमिलनाडु के आन्तरिक भागों को सम्मिलित किया जाता है।

❑

Disclaimer: This study material has been taken from the books and created for the academic benefits of the students alone and I do not seek any personal advantage out of it.