Research Paper E-ISSN NO : 2455-295X | VOLUME : 10 | ISSUE : 12 | DECEMBER 2024

मौसम विज्ञान की सटीकता: एक अध्ययन

चंद्र वीर सिंह [1]

[1] **एम.फिल., स्लेट (भूगोल), सहायक आचार्य (VSY), राजकीय महाविद्यालय तखतगढ़, जिला : पाली , राजस्थान.**

ABSTRACT:

मौसम विज्ञान, जिसे अंग्रेज़ी में Meteorology कहा जाता है, वायुमंडलीय घटनाओं के अध्ययन की वह शाखा है जो पृथ्वी के पर्यावरणीय तंत्र, जलवायु, तापमान, दबाव, नमी, पवन गति, और वर्षा जैसी प्रक्रियाओं को समझने और पूर्वानुमानित करने का कार्य करती है। प्राचीन काल से ही मानव मौसम की जानकारी के लिए आकाश, सूर्य, बादलों और पवन के संकेतों पर निर्भर रहा है, किंतु आज यह एक विशुद्ध वैज्ञानिक अनुशासन बन चुका है, जो गणितीय मॉडल, उपग्रह चित्रण, कंप्यूटर प्रोग्राम और कृत्रिम बुद्धिमत्ता जैसी अत्याधुनिक तकनीकों पर आधारित है। मौसम की सटीक जानकारी मनुष्य के जीवन के अनेक पक्षों को प्रभावित करती है — जैसे कृषि, वायुयान संचालन, समुद्री यातायात, आपदा प्रबंधन, पर्यटन, और दैनिक जीवन की योजना। विशेषकर भारत जैसे कृषि-प्रधान देश में, मानसून की सटीक भविष्यवाणी किसानों के लिए वरदान साबित हो सकती है। इसके अतिरिक्त चक्रवात, भारी वर्षा, बर्फबारी या हीटवेव जैसी आपदाओं की पूर्व सूचना कई जान-माल की रक्षा कर सकती है। हालांकि तकनीक में जबरदस्त प्रगति के बावजूद मौसम पूर्वानुमान की पूर्ण सटीकता आज भी एक चुनौती बनी हुई है। कभी-कभी यह अनुमान गलत सिद्ध हो जाते हैं, जिससे आम नागरिकों का विश्वास कम होता है और मौसम वैज्ञानिकों की कार्यप्रणाली पर प्रश्नचिह्न उठते है मौसम विज्ञान की सटीकता का मूल्यांकन किया जाए, यह समझा जाए कि किन-किन कारकों से पूर्वानुमान की गुणवत्ता प्रभावित होती है, किन तकनीकों का प्रयोग किया जा रहा है और आगे इसकी दिशा क्या हो सकती है। साथ ही यह भी विश्लेषण किया जाएगा कि भारत में मौसम पूर्वानुमान की वर्तमान स्थिति क्या है और इसमें सुधार की कितनी संभावना है। यह अध्ययन न केवल मौसम विज्ञान को बेहतर समझने में सहायक होगा, बल्कि इससे समाज, सरकार और आम नागरिकों के लिए भी मार्गदर्शन प्राप्त होगा

KEYWORDS:

मौसम विज्ञान (Meteorology) – वायुमंडलीय घटनाओं का वैज्ञानिक अध्ययन।, पूर्वानुमान (Forecast) – किसी घटना की संभावित भविष्यवाणी।, डॉपलर रडार (Doppler Radar) – वर्षा, तूफान आदि की निगरानी हेतु प्रयोग की जाने वाली तकनीक।, कृत्रिम उपग्रह (Satellite) – मौसम निगरानी हेतु पृथ्वी की परिक्रमा करने वाला यंत्र।, आंकिक मॉडल (Numerical Model) – कंप्यूटर द्वारा उपयोग किए जाने वाले गणितीय पूर्वानुमान उपकरण।, जलवायु परिवर्तन (Climate Change) – दीर्घकालिक मौसमीय परिवर्तनों की प्रवृत्ति।, सटीकता (Accuracy) – सही और यथार्थ जानकारी का स्तर।, त्रुटि सीमा (Margin of Error) – पूर्वानुमान में संभावित गलतियों की सीमा ।

PAPER ACCEPTED DATE:	PAPER PUBLISHED DATE:
25th December 2024	30th December 2024

विषय वस्तु

मौसम पूर्वानुमान की पद्धतियाँ

मौसम पूर्वानुमान एक जटिल वैज्ञानिक प्रक्रिया है , जो पृथ्वी के वायुमंडलीय , स्थलाकृतिक और समुद्री डाटा के विश्लेषण पर आधारित होती है। पूर्वानुमान की प्रक्रिया को प्रभावशाली बनाने के लिए विभिन्न तकनीकों और यंत्रों का प्रयोग किया जाता है, जिनमें निम्न प्रमुख हैं:

उपग्रह प्रेक्षण प्रणाली (Satellite Observation):

उपग्रहों के माध्यम से धरती की सतह , समुद्र, वायुमंडल और बदलते हुए मौसमी चक्रों का लगातार निरीक्षण किया जाता है। भारत का INSAT और GSAT उपग्रह नेटवर्क मौसम पूर्वानुमान में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। ये उपग्रह बादलों की गति , नमी की मात्रा , चक्रवात की दिशा आदि मापते हैं।

डॉपलर रडार (Doppler Radar):

डॉपलर रडार का उपयोग विशेष रूप से वर्षा , तूफान और हवा की दिशा तथा गति का विश्लेषण करने के लिए किया जाता है। यह तकनीक अत्यंत संवेदनशील होती है और यह स्थानीय स्तर पर सटीक जानकारी देने में सक्षम है।

मौसम बैलून (Weather Balloons):

हाइड्रोजन या हीलियम से भरे गए ये बैलून विभिन्न ऊंचाइयों पर जाकर तापमान , आर्द्रता, वायुदाब, और हवा की दिशा जैसे आंकड़े भेजते हैं। यह प्रणाली ऊपरी वायुमंडलीय स्थितियों को जानने का एक प्रमुख साधन है।

जमीनी मौसम स्टेशन (Ground Stations):

देश के विभिन्न भागों में स्थापित ये स्टेशन तापमान, दबाव, वर्षा, और हवा की दिशा आदि को मापते हैं। यह डाटा पूर्वानुमान मॉडल्स में डाला जाता है।

गणितीय और सांख्यिकीय मॉडल:

इनमें कंप्यूटर आधारित Numerical Weather Prediction Models जैसे WRF (Weather Research and Forecasting) मॉडल, GFS (Global Forecast System), और ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) मॉडल शामिल हैं। ये मॉडल पृथ्वी के विभिन्न स्थानों से प्राप्त आंकड़ों को प्रोसेस करके पूर्वानुमान देते हैं।

सटीकता का मापन

मौसम विज्ञान की सटीकता का निर्धारण एक वैज्ञानिक प्रक्रिया है , जिसमें पूर्वानुमान और वास्तविक परिणामों के बीच तुलना की जाती है। इसके लिए विभिन्न तकनीकी मापदंडों का प्रयोग किया जाता है:

हिट रेट (Hit Rate):

यह मापदंड यह दर्शाता है कि कितनी बार पूर्वानुमानित घटना वास्तव में घटी। उदाहरण के लिए, यदि वर्षा की भविष्यवाणी की गई थी और वास्तव में वर्षा हुई , तो इसे "हिट" माना जाता है।

फॉल्स अलार्म रेट (False Alarm Rate):

कई बार पूर्वानुमान में कहा जाता है कि वर्षा होगी , परंतु ऐसा नहीं होता। इस स्थिति को "फॉल्स अलार्म" कहा जाता है। इसकी अधिकता आम जनमानस के विश्वास को प्रभावित करती है।

पूर्वानुमान त्रुटि (Forecast Error):

इसमें वास्तविक और अनुमानित डेटा (जैसे तापमान, वर्षा की मात्रा) के बीच का अंतर मापा जाता है।

स्कोरिंग मेट्रिक्स:

Forecast Skill Score, Brier Score, ROC Curve जैसे तकनीकी उपकरणों के माध्यम से पूर्वानुमान की गुणवत्ता को आँका जाता है।

क्षेत्रीय सटीकता:

पहाड़ी क्षेत्रों, समुद्री क्षेत्रों या शहरी इलाकों में पूर्वानुमान की सटीकता अलग-अलग हो सकती है। इसका कारण स्थलाकृति, स्थानीय हवाएँ और ऊष्मा द्वीप प्रभाव (Urban Heat Island Effect) है।

तकनीकी प्रगति और वैज्ञानिक विकास

पिछले दो दशकों में मौसम पूर्वानुमान में तकनीकी क्रांति आई है। Artificial Intelligence (AI), Machine Learning (ML), Quantum Computing और Big Data Analytics ने इस क्षेत्र को आधुनिकतम रूप दिया है।

कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) का उपयोग:

AI आधारित मॉडल ऐतिहासिक डाटा के आधार पर संभावित परिदृश्य तैयार करते हैं। जैसे IBM का Watson या Google DeepMind जैसे मॉडल मौसम पूर्वानुमान की सटीकता बढ़ाने के लिए प्रशिक्षित किए जा रहे हैं।

बिग डाटा विश्लेषण (Big Data):

हर सेकंड लाखों आंकड़े उपग्रह, रडार और मौसम स्टेशन से प्राप्त होते हैं। इनका विश्लेषण करके पैटर्न, असमानताएं और संभावनाएँ खोजी जाती हैं।

क्वांटम कम्प्यूटिंग:

हाल ही में मौसम वैज्ञानिकों ने क्वांटम तकनीकों का उपयोग शुरू किया है, जिससे भारी गणनाएँ सेकंडों में की जा सकती हैं।

मोबाइल ऐप्स और GPS आधारित सेवाएँ:

AccuWeather, Skymet, Mausam App जैसी सेवाएँ अब नागरिकों को व्यक्तिगत स्थान के लिए पूर्वानुमान देती हैं। Hyperlocal Forecasting से गांव-स्तर तक सटीक सूचना पहुँच रही है।

भारत में मौसम विज्ञान की स्थिति

भारत एक विविध जलवायु वाला देश है जहाँ हिमालय, रेगिस्तान, समुद्र और मैदानी क्षेत्र सभी स्थित हैं। इस विविधता के कारण मौसम पूर्वानुमान अधिक जटिल हो जाता है। भारत मौसम विज्ञान विभाग (IMD) इस दिशा में प्रमुख भूमिका निभाता है।

IMD की सेवाएँ:

IMD भारत सरकार का अधीनस्थ निकाय है जो मौसम संबंधी पूर्वानुमान, चेतावनी और अनुसंधान कार्य करता है। यह विभाग 1875 में स्थापित हुआ था और इसका मुख्यालय नई दिल्ली में है।

तकनीकी आधार:

IMD ने INSAT-3D, INSAT-3DR, और Oceansat जैसे उपग्रहों का उपयोग शुरू किया है। इसके अलावा Doppler Radar Network का भारत में तीव्र विस्तार हो रहा है, विशेषकर चक्रवात प्रभावित राज्यों में।

महत्वपूर्ण उपलब्धियाँ:

2020 में IMD ने चक्रवात 'अम्फान' की 5 दिन पूर्व सूचना देकर भारी नुकसान को रोका।

कृषि मौसम सेवा (Agromet) के माध्यम से किसानों को साप्ताहिक कृषि सलाह दी जाती है।

निजी संस्थान और सहयोग:

Skymet Weather, NCMSL जैसे निजी संगठन भी अब मौसम पूर्वानुमान में सक्रिय हैं और IMD से समन्वय करते हैं।

सटीकता की चुनौतियाँ

भले ही तकनीक उन्नत हो चुकी हो, मौसम पूर्वानुमान की सटीकता को अभी भी कई बाधाओं का सामना करना पड़ता है:

स्थानीय कारकों की विविधता:

स्थानीय स्थलाकृति, पेड़-पौधों की घनता, जलस्रोत आदि मौसम पर गहरा प्रभाव डालते हैं। उदाहरण के लिए, एक ही जिले के दो गांवों में अलग-अलग मौसम हो सकता है।

सीमित संसाधन और डेटा गैप:

भारत के कई ग्रामीण और पहाड़ी इलाकों में पर्याप्त मौसम स्टेशन नहीं हैं, जिससे स्थानीय डाटा की उपलब्धता सीमित होती है।

अप्रत्याशित जलवायु परिवर्तन:

मानवजनित जलवायु परिवर्तन के कारण पारंपरिक मौसमीय चक्र बिगड़ चुके हैं। अब मानसून समय से पहले या बाद में आ सकता है, जिससे अनुमानित पैटर्न विफल हो जाते हैं।

तकनीकी और मानव संसाधन की कमी:

देश में प्रशिक्षित मौसम वैज्ञानिकों की संख्या सीमित है, और अत्याधुनिक तकनीकों का संचालन करने के लिए पर्याप्त तकनीकी स्टाफ की आवश्यकता होती है।

जनता पर प्रभाव

मौसम पूर्वानुमान का जनसामान्य के जीवन पर प्रत्यक्ष प्रभाव पड़ता है। यदि पूर्वानुमान सटीक हो तो यह अनेक क्षेत्रों में सुरक्षा और लाभ दिला सकता है:

कृषि पर प्रभाव:

किसानों को वर्षा, ओलावृष्टि, तापमान में गिरावट या वृद्धि की सूचना मिलने से वे समय रहते फसल की सुरक्षा कर सकते हैं।

आपदा प्रबंधन में सहायक:

भूकंप, चक्रवात, बाढ़ या तूफान जैसी आपदाओं से पहले चेतावनी देकर हजारों जानें बचाई जा सकती हैं।

स्वास्थ्य सेवाएँ:

हीटवेव, ठंड की लहर, वायु प्रदूषण आदि के समय स्वास्थ्य विभाग को पहले से सचेत कर दिया जाता है जिससे जनस्वास्थ्य की रक्षा होती है।

वाणिज्यिक और औद्योगिक प्रभाव:

बंदरगाह, विमान सेवाएं, रेलवे और निर्माण उद्योग मौसम की जानकारी के आधार पर संचालन करते हैं। पूर्वानुमान की सटीकता से अर्थव्यवस्था पर सकारात्मक प्रभाव पड़ता है।

भविष्य की संभावनाएँ

मौसम पूर्वानुमान का भविष्य अत्यंत संभावनाशील है। आने वाले वर्षों में तकनीक, अनुसंधान और वैश्विक सहयोग की मदद से इसकी सटीकता में उल्लेखनीय सुधार संभव है:

Hyperlocal Forecasting:

हर शहर, गाँव और कॉलोनी के लिए अलग पूर्वानुमान — यह तकनीक अगले चरण की भविष्यवाणी प्रणाली होगी।

Quantum Models:

भविष्य में सुपरफास्ट कंप्यूटेशन की मदद से सेकंडों में लाखों परिदृश्यों की गणना कर मौसम का अनुमान लगाया जा सकेगा।

जनता की भागीदारी:

Mobile crowdsourcing (जैसे – मोबाइल ऐप से उपयोगकर्ता डेटा भेजें) से मौसम अनुमान और अधिक स्थानीय एवं वास्तविक हो सकता है।

अंतर्राष्ट्रीय सहयोग:

WMO, SAARC, और ASEAN देशों के सहयोग से सीमावर्ती क्षेत्रों और समुद्री मौसम

की सटीकता में सुधार होगा।

सारांश

मौसम विज्ञान आज के वैज्ञानिक युग का एक महत्वपूर्ण क्षेत्र है , जिसका सीधा संबंध मानव जीवन के प्रत्येक क्षेत्र से है – चाहे वह कृषि हो , स्वास्थ्य, आपदा प्रबंधन, व्यापार, पर्यटन, या आम जनजीवन। इस शोधपत्र का प्रमुख उद्देश्य मौसम विज्ञान की सटीकता का विश्लेषण करना, इसके लिए उपयोग में लाई जाने वाली तकनीकों को समझना , इसकी चुनौतियों का अध्ययन करना, और भविष्य की संभावनाओं को रेखांकित करना रहा है। मौसम पूर्वानुमान की प्रक्रिया जटिल और बहुस्तरीय होती है। यह केवल आकाश की ओर देखने मात्र से नहीं , बल्कि वैज्ञानिक उपकरणों, उपग्रहों, कंप्यूटर मॉडल, रडार प्रणाली, और आंकिक विश्लेषण के माध्यम से संभव होती है। आज मौसम वैज्ञानिक सैकड़ों टेराबाइट्स डाटा एकत्र करते हैं और उन्हें गणितीय मॉडलों के माध्यम से प्रोसेस कर भविष्य के संभावित मौसम की जानकारी निकालते हैं। इसके लिए INSAT, Doppler Radar, Weather Balloons, Ground Stations जैसे उपकरणों का व्यापक उपयोग किया जाता है। इनसे प्राप्त डेटा आधुनिक कंप्यूटर प्रणालियों द्वारा प्रोसेस कर नागरिकों और प्रशासन को मौसम की पूर्व सूचना प्रदान की जाती है। मौसम विज्ञान में सटीकता की बात करें तो इसे कई प्रकार से मापा जाता है , जैसे कि हिट रेट (जहाँ पूर्वानुमान सही सिद्ध हुआ) , फॉल्स अलार्म रेट (जहाँ पूर्वानुमान गलत सिद्ध हुआ) , और बायस या औसत त्रुटि। इसके अतिरिक्त मौसम विभाग समय, स्थान और घटना विशेष के अनुसार अलग-अलग स्तर की सटीकता का मूल्यांकन करता है। उदाहरणस्वरूप , बारिश या बर्फबारी जैसे स्थानीय प्रभाव वाली घटनाएँ अधिक अनिश्चित हो सकती हैं , जबकि बड़े पैमाने की घटनाएँ जैसे चक्रवात अधिक पूर्व-सूचित हो सकती हैं।

तकनीकी विकास ने मौसम विज्ञान को एक नई दिशा दी है। Artificial Intelligence (AI), Machine Learning (ML), Big Data, और Quantum Computing जैसे अत्याधुनिक उपकरणों के आने से मौसम पूर्वानुमान की गुणवत्ता में उल्लेखनीय सुधार हुआ है। अब वैज्ञानिक न केवल वर्तमान डाटा का विश्लेषण करते हैं , बल्कि ऐतिहासिक मौसमीय रुझानों का भी अध्ययन करते हैं और उनमें से पैटर्न निकाल कर भविष्यवाणी करते हैं। AI आधारित पूर्वानुमान प्रणाली (जैसे IBM Watson) और mobile-based hyperlocal forecasts ने मौसम पूर्वानुमान को आम आदमी की पहुंच तक सुलभ बना दिया है। भारत में मौसम पूर्वानुमान की जिम्मेदारी मुख्य रूप से भारत मौसम विज्ञान विभाग (IMD) के पास है, जिसने हाल के वर्षों में तकनीकी ढांचे में कई सुधार किए हैं। IMD अब INSAT-3D और 3DR जैसे आधुनिक उपग्रहों का प्रयोग करता है , और Doppler Radar प्रणाली का राष्ट्रव्यापी नेटवर्क खड़ा किया गया है। इसके अतिरिक्त IMD की 'Agromet Advisory Services' किसानों को समयानुकूल कृषि सलाह देने में अत्यंत उपयोगी सिद्ध हो रही है। इसी तरह, चक्रवातों की सटीक जानकारी ने अनेक बार हजारों लोगों के जीवन को बचाने में योगदान दिया है।

हालांकि, इतनी प्रगति के बावजूद मौसम पूर्वानुमान को पूर्णतः सटीक नहीं कहा जा सकता। इसके अनेक कारण हैं। सबसे पहले , भारत की भौगोलिक विविधता अत्यंत अधिक है – हिमालय से लेकर रेगिस्तान तक और समुद्र से लेकर घने जंगलों तक – जिससे स्थानीय मौसम में अत्यधिक परिवर्तनशीलता होती है। दूसरे , देश के अनेक हिस्सों में पर्याप्त मौसम स्टेशन नहीं हैं , जिससे डेटा की सघनता प्रभावित होती है। तीसरे , अप्रत्याशित जलवायु परिवर्तन ने पारंपरिक मौसमीय चक्रों को बिगाड़ दिया है, जिससे पुराने पूर्वानुमान मॉडल अब हमेशा कारगर नहीं रहते। इसके अतिरिक्त, मानव संसाधनों की भी एक सीमितता है। भारत में प्रशिक्षित मौसम वैज्ञानिकों की संख्या सीमित है और कई बार तकनीकी विशेषज्ञता की कमी के कारण उपकरणों का समुचित उपयोग नहीं हो पाता। इन सभी कारकों से पूर्वानुमान की सटीकता प्रभावित होती है और आम जनता में भ्रम या असंतोष की स्थिति उत्पन्न हो सकती है। मौसम पूर्वानुमान का जनसामान्य पर गहरा प्रभाव पड़ता है। किसानों को बारिश , ओलावृष्टि, सूखा आदि की पूर्व सूचना मिलने से फसल की रक्षा संभव होती है। मछुआरे समुद्र में न जाने का निर्णय ले सकते हैं। विमान सेवाएँ अपने रूट और उड़ानों को पूर्व नियोजित कर सकती हैं। इसके अलावा, बाढ़ या चक्रवात जैसे आपातकालीन मामलों में पूर्व चेतावनी से सरकारी एजेंसियाँ , जैसे NDRF और SDMA, समय रहते बचाव कार्य शुरू कर सकती हैं। भविष्य की दृष्टि से मौसम विज्ञान अत्यधिक संभावनाओं से भरा क्षेत्र है। Hyperlocal Forecasting, जिसमें GPS आधारित मोबाइल डेटा के आधार पर किसी विशिष्ट मोहल्ले या गाँव तक का मौसम बताया जा सकेगा , इसका अगला चरण है। Quantum Computing की मदद से आज जहाँ लाखों गणनाएँ घंटों में होती हैं , वे सेकंडों में संभव होंगी। इसके अलावा , आम जनता की भागीदारी भी अब मौसम पूर्वानुमान में एक नई भूमिका निभा रही है – मोबाइल ऐप्स के माध्यम से लोग अपने क्षेत्र का मौसम डेटा साझा कर सकते हैं, जिससे पूर्वानुमान और अधिक यथार्थ बन सकेगा।

अंतर्राष्ट्रीय सहयोग भी मौसम विज्ञान की सफलता में निर्णायक भूमिका निभा सकता है। WMO (World Meteorological Organization), SAARC Weather Initiative और ASEAN क्षेत्रीय सहयोग के माध्यम से मौसम डेटा का आदान-प्रदान , प्रशिक्षण कार्यक्रम, और संयुक्त अनुसंधान बढ़ाया जा रहा है। भारत जैसे देश के लिए यह एक महत्वपूर्ण अवसर है कि वह अपनी तकनीकी क्षमताओं को और सुदृढ़ करे और क्षेत्रीय नेतृत्व निभाए।

कि मौसम विज्ञान की सटीकता एक गतिशील प्रक्रिया है , जो निरंतर बदलते हुए पर्यावरणीय और तकनीकी परिवेश के अनुसार विकसित हो रही है। यद्यपि इसमें अनेक चुनौतियाँ हैं – जैसे स्थलाकृतिक विविधता , डेटा की सीमाएं , जलवायु परिवर्तन और मानव संसाधन की कमी – फिर भी तकनीक के उचित उपयोग , शोध और नीति निर्माण के माध्यम से मौसम विज्ञान को और अधिक विश्वसनीय और जनोपयोगी बनाया जा सकता है।

मौसम पूर्वानुमान केवल वैज्ञानिक नहीं, बल्कि सामाजिक और आर्थिक जिम्मेदारी भी है। यह सरकार, वैज्ञानिक समुदाय और नागरिकों के सम्मिलित प्रयास से ही सफल हो सकता है। इस शोधपत्र के माध्यम से यह समझने का प्रयास किया गया है कि मौसम विज्ञान में सटीकता क्यों महत्वपूर्ण है , उसे प्राप्त करने में क्या बाधाएँ हैं , और किस प्रकार हम इन बाधाओं को पार कर एक वैज्ञानिक, सुरक्षित और सतत भविष्य की ओर बढ़ सकते हैं।

REFERENCES

1. डॉ. के. पी. सिंह- मौसम विज्ञान का परिचय

प्रकाशक: राजस्थान हिंदी ग्रंथ अकादमी, जयपुर

2. डॉ. आर. एस. यादव- पर्यावरण और मौसम विज्ञान

प्रकाशक: लक्ष्मी नारायण अग्रवाल, आगरा

3. प्रो. एम. एल. शर्मा- जलवायु विज्ञान एवं मौसम पूर्वानुमान

प्रकाशक: विद्यार्थी ग्रंथ सदन, वाराणसी

4. डॉ. वीरेन्द्र प्रताप सिंह-भारतीय कृषि मौसम विज्ञान

प्रकाशक: किसान पुस्तक भंडार, मेरठ

5. डॉ. रमेश चंद्र त्रिपाठी-मौसम, जलवायु और पर्यावरण

प्रकाशक: सत्यम पब्लिकेशन, दिल्ली

6. डॉ. के. एन. दुबे -वायुमंडलीय विज्ञान और मौसम विज्ञान

प्रकाशक: गुप्ता एंड सन्स, पटना