ओखी चक्रवात का अध्ययन: बादल और बारिश से प्रभावित उपग्रह आंकड़े पूर्वानुमान में कैसे काम आते हैं?

मौसम विज्ञान और पूर्वानुमान (मुख्य परीक्षा: सामान्य अध्ययन-III) | समाचार संदर्भ: 9 जुलाई 2026 (रिसर्च मैटर्स; शोधपत्र 3 जुलाई 2026) | प्रकाशित: 23 अक्टूबर 2026

चक्रवात के सबसे सक्रिय हिस्से में बादल, बारिश और बर्फ के कण अधिक होते हैं। मौसम की यही जानकारी पूर्वानुमान के लिए महत्वपूर्ण है, लेकिन उपग्रह से मिली उसकी व्याख्या कठिन भी हो सकती है। जुलाई 2026 के एक शोध ने 2017 के ओखी चक्रवात का कंप्यूटर अनुकरण करके जांचा कि ऐसे आंकड़ों को मौसम मॉडल में बेहतर तरीके से कैसे शामिल किया जाए। अध्ययन का विषय पुराने चक्रवात पर नई पद्धति की जांच था, 2026 में बन रहे किसी चक्रवात की ताजा चेतावनी नहीं।

शोध 3 जुलाई 2026 को *Meteorology and Atmospheric Physics* में प्रकाशित हुआ और 9 जुलाई की समाचार रिपोर्ट में सामने आया। इसमें मेघा-ट्रॉपिक्स उपग्रह के SAPHIR उपकरण से मिले माइक्रोवेव अवलोकनों को WRF मॉडल में शामिल किया गया। परिणाम उपयोगी थे, लेकिन महत्वपूर्ण शर्त के साथ: अधिक आंकड़े अपने आप बेहतर पूर्वानुमान नहीं देते। आंकड़ों की त्रुटियों और मॉडल के संतुलन को संभालना भी जरूरी है।

डेटा आत्मसात करने का अर्थ

मौसम मॉडल वायुमंडल की प्रक्रियाओं का गणितीय प्रतिनिधित्व करता है। उसकी शुरुआत के लिए तापमान, नमी, हवा और अन्य परिस्थितियों की जानकारी चाहिए। उपलब्ध अवलोकनों को मॉडल की जानकारी के साथ व्यवस्थित रूप से जोड़ने की प्रक्रिया डेटा असिमिलेशन या आंकड़ों का आत्मसात कहलाती है। इसका अर्थ किसी भी नई फाइल को बिना जांच सीधे मॉडल में डाल देना नहीं है।

अवलोकन और मॉडल, दोनों में अनिश्चितता होती है। उनके बीच संबंध को सही तरह संभालना जरूरी है। नई जानकारी वास्तविक मौसम का चित्र सुधार सकती है, लेकिन गलत ढंग से शामिल की जाए तो कृत्रिम असंतुलन भी पैदा कर सकती है। इसलिए पूर्वानुमान की गुणवत्ता केवल आंकड़ों की संख्या से नहीं मापी जा सकती।

SAPHIR किस प्रकार का अवलोकन देता था?

इस अध्ययन में SAPHIR से प्राप्त ब्राइटनेस टेम्परेचर का उपयोग हुआ। यह माइक्रोवेव विकिरण को तापमान की भाषा में व्यक्त करने वाला माप है। इसे किसी स्थान पर साधारण थर्मामीटर से मापा गया वायु तापमान नहीं समझना चाहिए। अलग-अलग परिस्थितियों में विकिरण पर नमी, बादल और वर्षण का प्रभाव पड़ सकता है। वैज्ञानिक इसी संबंध का उपयोग वायुमंडल को समझने में करते हैं।

मेघा-ट्रॉपिक्स भारत और फ्रांस का संयुक्त उष्णकटिबंधीय मौसम तथा जलवायु अध्ययन मिशन था। ISRO के अनुसार सेवा से हटाए गए उपग्रह का नियंत्रित पुनःप्रवेश 7 मार्च 2023 को हो गया था। इसलिए जुलाई 2026 का शोध देखकर यह नहीं लिखना चाहिए कि वही उपग्रह अब भी नए चक्रवात की ताजा तस्वीरें भेज रहा है। पुराने सुरक्षित आंकड़ों का बाद में नए प्रश्नों के लिए विश्लेषण किया जा सकता है।

क्लियर-स्काई और ऑल-स्काई में अंतर

क्लियर-स्काई दृष्टिकोण में बादल और वर्षण से प्रभावित अवलोकनों को अलग रखने पर जोर होता है। ऑल-स्काई दृष्टिकोण साफ, बादल वाले और वर्षण वाले वातावरण की सूचना को भी इस्तेमाल करने की दिशा में काम करता है। इसका अर्थ आंख बंद करके हर अवलोकन स्वीकार करना नहीं है। गुणवत्ता जांच और त्रुटियों का उचित आकलन तब भी महत्वपूर्ण रहते हैं।

ओखी अध्ययन के सार्वजनिक सार के अनुसार अलग-अलग SAPHIR चैनलों में ऑल-स्काई व्यवस्था से लगभग 10 से 25 प्रतिशत अधिक ब्राइटनेस टेम्परेचर अवलोकन शामिल हुए। यह जोड़ी गई सूचना का अनुपात है। इसे बिना संदर्भ यह कहना कि पहले सारी संस्थाएं इतने प्रतिशत आंकड़े हमेशा फेंक देती थीं, उचित नहीं होगा। तुलना अध्ययन की अपनी व्यवस्था के भीतर है।

बादल वाले आंकड़ों की कठिनाई क्या है?

चक्रवात में तीव्र संवहन, बारिश और बर्फ के कण माइक्रोवेव संकेतों को जटिल तरीके से प्रभावित करते हैं। शोध के अनुसार ऑल-स्काई सूचना में त्रुटियों का वितरण सामान्य घंटी के आकार वाला नहीं हो सकता। संबंध भी अधिक गैर-रेखीय हो सकते हैं। सरल भाषा में, थोड़ा-सा बदलाव हर बार उसी अनुपात में परिणाम नहीं बदलता।

ऐसे आंकड़े सीधे शामिल करने से मॉडल की गतिशील और भौतिक प्रक्रियाओं के बीच संतुलन बिगड़ सकता है। शुरुआती झटके और गलत गुरुत्वीय तरंगें पैदा हो सकती हैं। ये मॉडल में उत्पन्न कृत्रिम समस्याएं हैं; इन्हें चक्रवात से बाहर वास्तव में पैदा हुई नई आपदा नहीं कहना चाहिए। शोध में अकेले ऑल-स्काई आत्मसात का प्रदर्शन कुछ स्थितियों में क्लियर-स्काई से खराब होने की संभावना स्पष्ट की गई है।

बेहतर परिणाम के लिए तीन कदम

अध्ययन में ऑल-स्काई आंकड़ों के साथ Gaussian transformation, डिजिटल फिल्टर इनिशियलाइजेशन और covariance inflation का संयोजन सबसे अच्छा पाया गया। पहले कदम का उद्देश्य जटिल त्रुटि-वितरण को मॉडल की सांख्यिकीय प्रक्रिया के अधिक अनुकूल बनाना है। डिजिटल फिल्टर शुरुआती असंतुलन संभालने में मदद करता है। तीसरा कदम त्रुटियों के फैलाव और उनके आपसी संबंधों के आकलन से जुड़ा है।

इन प्रक्रियाओं को केवल आंकड़े सुंदर दिखाने या असुविधाजनक परिणाम हटाने का तरीका नहीं समझना चाहिए। उद्देश्य सूचना को ऐसे रूप में जोड़ना है कि मॉडल उसका उचित उपयोग कर सके। साथ ही इसे हर मॉडल में लागू कोई तैयार जादुई फॉर्मूला भी नहीं मानना चाहिए। चुनी गई विधियों का मूल्यांकन संबंधित मौसम घटना और प्रयोग की व्यवस्था में होता है।

10 प्रतिशत और 2 प्रतिशत का सही अर्थ

सार में क्लियर-स्काई व्यवस्था की तुलना में चक्रवात के मार्ग के पूर्वानुमान में लगभग 10 प्रतिशत सुधार और तीव्रता के अनुमान में लगभग 2 प्रतिशत सीमित सकारात्मक प्रभाव बताया गया। मार्ग बताता है कि चक्रवात किस दिशा में और कहां जा सकता है; तीव्रता उसके बल से जुड़ी अलग जानकारी है। एक में सुधार दूसरे के बराबर सुधार का प्रमाण नहीं है।

ये प्रतिशत ओखी पर किए गए परीक्षण की तुलना के हैं। इनका अर्थ हर चक्रवात में 10 प्रतिशत कम नुकसान, 2 प्रतिशत अधिक सुरक्षित आबादी या तय संख्या में अतिरिक्त चेतावनी-घंटे नहीं है। उपलब्ध सार्वजनिक सार से ऐसा रूपांतरण नहीं निकलता। न ही इसका अर्थ सभी पूर्वानुमान अब 100 प्रतिशत सही हो गए। प्रतिशत के साथ माप, आधार और अध्ययन का दायरा रखना जरूरी है।

क्या यह दुनिया का पहला ऑल-स्काई अध्ययन है?

नहीं। ECMWF के 2010 के तकनीकी विवरण में माइक्रोवेव इमेजर के ऑल-स्काई आत्मसात को मार्च 2009 में परिचालन व्यवस्था में लाने का उल्लेख है। इसलिए नई खबर को दुनिया में पहली बार बादल वाले उपग्रह आंकड़े इस्तेमाल किए जाने की घोषणा नहीं बनाना चाहिए। नए अध्ययन की खासियत उसके चुने हुए उपकरण, WRF मॉडल, चक्रवात और आंकड़ा-प्रसंस्करण के संयोजन में समझनी चाहिए।

यह अंतर विज्ञान की खबरों में बहुत काम आता है। कोई लेख अपनी विशिष्ट व्यवस्था में नया परिणाम दे सकता है, जबकि उससे जुड़ा व्यापक वैज्ञानिक विचार पहले से मौजूद हो। बिना सीमा लगाए पहला या क्रांतिकारी कहने से शोध का योगदान स्पष्ट होने के बजाय भ्रम पैदा होता है।

WRF और एक मामले के अध्ययन की सीमा

WRF का पूरा नाम Weather Research and Forecasting है। इसके आधिकारिक विवरण में इसे वायुमंडलीय शोध और संख्यात्मक मौसम पूर्वानुमान, दोनों के लिए उपयोगी मॉडल बताया गया है। मॉडल का परिचालन काम में इस्तेमाल हो सकना और किसी नए शोध के परिणाम का देश की आधिकारिक चेतावनी व्यवस्था में लागू हो जाना अलग बातें हैं। इस लेख में नई पद्धति की ऐसी मंजूरी या लागू होने का दावा नहीं है।

समाचार रिपोर्ट भी बताती है कि तकनीक को अनेक चक्रवातों पर जांचना जरूरी है। अलग समुद्री क्षेत्र, मौसम और चक्रवात की संरचना में परिणाम बदल सकते हैं। आगे का मूल्यांकन पूर्वानुमान की विश्वसनीयता समझने के लिए होगा। किसी एक जटिल पुराने मामले में सुधार उपयोगी संकेत है, हर भविष्य की घटना के लिए गारंटी नहीं।

भारत के लिए महत्व

चक्रवात के रास्ते और बल की बेहतर जानकारी तटीय तैयारी में मदद कर सकती है। लेकिन शोधपत्र स्वयं निकासी आदेश या मछुआरों के लिए ताजा समुद्री चेतावनी नहीं होता। वास्तविक स्थिति में अधिकृत मौसम चेतावनियों और स्थानीय प्रशासन के निर्देशों का महत्व बना रहता है। नया वैज्ञानिक तरीका संस्थागत जांच और मूल्यांकन के बाद ही नियमित काम का हिस्सा बनता है।

परीक्षा के लिए इस घटना से तीन अलग स्तर समझे जा सकते हैं: उपग्रह अवलोकन सूचना देता है, डेटा असिमिलेशन उसे मॉडल से जोड़ता है और पूर्वानुमान का मूल्यांकन बताता है कि सुधार हुआ या नहीं। केवल अधिक सूचना जोड़ना पर्याप्त नहीं। सही प्रसंस्करण और परिणामों की सावधान तुलना मौसम विज्ञान की विश्वसनीयता का आधार हैं।

अभ्यास प्रश्न

प्रश्न: (1) अध्ययन ने 2017 के ओखी चक्रवात का अनुकरण किया। (2) ऑल-स्काई आंकड़ों को बिना अतिरिक्त प्रक्रिया जोड़ना हर बार बेहतर परिणाम देता है। (3) मेघा-ट्रॉपिक्स का नियंत्रित पुनःप्रवेश 2023 में हुआ था। सही कथन चुनिए: (क) केवल 1 और 2, (ख) केवल 1 और 3, (ग) केवल 2 और 3, (घ) सभी।

उत्तर: (ख)। असंतुलन और त्रुटियों को संभाले बिना ऑल-स्काई आंकड़े कुछ स्थितियों में मॉडल का प्रदर्शन खराब कर सकते हैं।

स्रोत और सीमाएं

- मूल शोध का सार्वजनिक सार, 3 जुलाई 2026
- Research Matters की 9 जुलाई रिपोर्ट
- ISRO: मेघा-ट्रॉपिक्स का पुनःप्रवेश
- ECMWF: पुराने ऑल-स्काई परिचालन का विवरण
- WRF का आधिकारिक परिचय

मूल शोध का सार्वजनिक सार पढ़ा गया है, पूरा सदस्यता-आधारित शोधपाठ या मूल आंकड़ों का स्वतंत्र पुनर्विश्लेषण नहीं। प्रतिशत अध्ययन की तुलना तक सीमित हैं। यह लेख ताजा मौसम चेतावनी नहीं है।