हिंद महासागर के अतल जल का प्रवेश, ऊपर उठना और दक्षिण लौटना

विज्ञान एवं पर्यावरण / महासागर और जलवायु (मुख्य परीक्षा: सामान्य अध्ययन-I एवं III) | मूल शोध का ऑनलाइन प्रकाशन: 9 जुलाई 2026 | प्रकाशित: 24 अक्टूबर 2026

खबरों में क्यों

भारतीय विज्ञान संस्थान और सहयोगी संस्थानों के शोधकर्ताओं ने हिंद महासागर के अत्यंत गहरे जल के परिसंचरण का अधिक स्पष्ट आकलन प्रस्तुत किया है। जियोफिजिकल रिसर्च लेटर्स में 9 जुलाई 2026 को प्रकाशित अध्ययन ने उच्च विभेदन वाले क्षेत्रीय महासागर मॉडल की तुलना पुनर्विश्लेषण और उपलब्ध प्रेक्षणों से की। इसमें दक्षिण से आने वाले अतल जल के तीन प्रमुख रास्ते, उसके ऊपर उठने वाले क्षेत्र और अपेक्षाकृत कम गहराई पर दक्षिण लौटने वाला प्रवाह पहचाना गया। यह समुद्र में अचानक नई नदी मिलने या पूरे जल-प्रवाह को प्रत्यक्ष उपकरणों से लगातार माप लेने की घोषणा नहीं है। परिणाम मॉडल और अलग आँकड़ों के संयुक्त मूल्यांकन पर आधारित है। इसका महत्त्व महासागरीय ऊष्मा, गैसों और जलराशियों के आदान-प्रदान को समझने में है।

अतल जल क्या होता है?

समुद्र की गहराई में अलग तापमान, लवणता और घनत्व वाली जलराशियाँ मौजूद होती हैं। अतल जल तल के निकट की अत्यंत गहरी परतों से संबंधित है। वर्तमान अध्ययन में अंटार्कटिक मूल की जलराशियों और उनके मिश्रित रूपों पर विशेष ध्यान है। इन्हें सतह की तेज धाराओं के समान समय और स्थान के पैमाने पर नहीं समझना चाहिए। गहरे जल के बड़े पैमाने का आवागमन लंबी अवधि में होता है। तापमान और लवणता से बनने वाले घनत्व-अंतर के साथ हवा, ज्वार और मिश्रण भी व्यापक महासागरीय परिसंचरण में भूमिका निभाते हैं। इसलिए गहराई को केवल स्थिर, अलग-थलग जल का भंडार मानना गलत है। हालांकि विभिन्न गहरी जलराशियों की पहचान केवल एक निश्चित गहराई से नहीं; घनत्व और उनके गुणों से भी की जाती है।

हिंद महासागर में यह प्रश्न कठिन क्यों है?

गहरे समुद्र में प्रत्यक्ष मापन सीमित और स्थान तथा समय में बिखरे हुए हैं। एक अभियान की रेखा पर मिले परिणाम पूरे बेसिन के सभी रास्तों की पूरी जानकारी नहीं देते। तल की पर्वतमालाएँ, संकरे मार्ग और अलग बेसिन जल को मोड़ सकते हैं। कम विभेदन वाला मॉडल इन संरचनाओं को पर्याप्त स्पष्टता से न दिखाए तो परिवहन का अनुमान बदल सकता है। अध्ययन इसी चुनौती को संबोधित करता है। व्यापक परिसंचरण का पता होना और उसके अलग रास्तों तथा ऊपर उठने की स्थानीय दरों को समझना अलग उपलब्धियाँ हैं। नए मॉडल का परिणाम भी अंतिम सत्य नहीं है; उसे उपलब्ध प्रेक्षणों और दूसरे महासागरीय उत्पादों से जाँचना आवश्यक है। खासकर जहाँ मापन कम हों, वहाँ अनिश्चितता स्पष्ट रखना महत्त्वपूर्ण है।

PCSMANTRA.COM

शोधकर्ताओं ने किस विधि का उपयोग किया?

दल ने रीजनल ओशन मॉडलिंग सिस्टम का उपयोग किया, जिसमें ऊर्ध्वाधर निर्देशांक तल की बनावट का अनुसरण करते हैं। इससे तल के पास के प्रवाह को निरूपित करने में मदद मिल सकती है। प्रारंभिक संतुलन के बाद अधिक सूक्ष्म विन्यास में मॉडल चलाया गया और अंतिम पंद्रह वर्षों के औसत परिणाम देखे गए। पुनर्विश्लेषण तथा दूसरे मॉडल उत्पादों के साथ तुलना भी हुई। पुनर्विश्लेषण में प्रेक्षण और भौतिक मॉडल को मिलाकर महासागर की स्थिति का अनुमान तैयार होता है; वह हर स्थान का स्वतंत्र प्रत्यक्ष मापन नहीं। अध्ययन का मुख्य ध्यान समय-औसत परिसंचरण पर है। इसे किसी खास दिन की धारा, अगले मानसून या किसी जलपोत के तत्काल रास्ते का पूर्वानुमान नहीं समझना चाहिए। मॉडल की गणनात्मक अवधि और वास्तविक इतिहास के लगातार प्रेक्षण भी एक चीज नहीं हैं।

तीन प्रवेश मार्गों से कितना जल आता है?

निष्कर्ष में पर्थ, क्रोजे और मोजाम्बिक बेसिन से संबंधित तीन प्रमुख मार्ग सामने आए। 32 डिग्री दक्षिण अक्षांश के पार उत्तर की ओर अतल जल का कुल परिवहन लगभग 12.5 स्वेर्ड्रप बताया गया है। स्वेर्ड्रप आयतन-प्रवाह की इकाई है; एक स्वेर्ड्रप प्रति सेकंड दस लाख घन मीटर के बराबर होता है। यह जल की गति, गहराई या कुल जमा आयतन की इकाई नहीं। यहाँ संख्या मॉडल का औसत अनुमान है, सटीक स्थिर दर नहीं। लेखकों ने इसे उपलब्ध प्रेक्षण-आधारित परिवहन अनुमानों के अनुरूप पाया। तीन रास्ते भी बिना किसी शाखा वाली पाइपलाइन नहीं हैं; उनके भीतर पुनर्परिसंचरण और आसपास के जल से आदान-प्रदान हो सकता है। तल की बनावट इनके संगठन में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाती है।

जल ऊपर कहाँ और कैसे उठता है?

अध्ययन में पूरे महासागर में एक समान ऊपर उठने के बजाय कुछ क्षेत्रों में अधिक ऊर्ध्वाधर परिवहन मिला। इनमें सीमांत क्षेत्र, महासागरीय पर्वतश्रेणियाँ और उनमें मौजूद दरार-क्षेत्र महत्त्वपूर्ण हैं। लगभग 10 स्वेर्ड्रप अतल जल के ऊपर की गहरी परत में पहुँचने का अनुमान है। ऊपर उठने का अर्थ इस सारे जल का सीधे समुद्र की सतह तक पहुँच जाना नहीं है। विभिन्न घनत्व वाली जलराशियों के बीच परिवर्तन और मिश्रण से वह अपेक्षाकृत हल्की, फिर भी गहरी परत में शामिल हो सकता है। भूमध्यरेखीय क्षेत्र में तरंग-संबंधी मिश्रण जैसी अलग प्रक्रियाओं की भूमिका भी लेख में बताई गई है। इसलिए तल की बनावट ही हर क्षेत्र में अकेला कारण है कहना अतिशयोक्ति होगी। क्षेत्रीय प्रक्रियाओं का अंतर व्यापक औसत के भीतर छिप सकता है।

दक्षिण लौटने वाले प्रवाह का क्या अर्थ है?

PCSMANTRA.COM

ऊपर परिवर्तित जल का बड़ा भाग अपेक्षाकृत कम गहराई वाली गहरी परतों में दक्षिण लौटता है। अध्ययन ने लगभग 8 स्वेर्ड्रप का संगठित दक्षिणगामी प्रतिप्रवाह बताया है। इसका प्रमुख हिस्सा सीमांत धाराओं से जुड़ा है, जबकि अंदरूनी दिशागत मार्ग भी योगदान देते हैं। 12.5, 10 और 8 की संख्याओं का समान न होना समुद्र से जल गायब होने का प्रमाण नहीं है। वे एक बड़े परिसंचरण तंत्र के अलग निदान और मार्गों को दर्शाती हैं। शेष परिवहन अंदरूनी पुनर्परिसंचरण, पार्श्व फैलाव और घनत्व-परतों के बीच स्थानीय आदान-प्रदान से संबंधित है। इन संख्याओं को बिना संदर्भ घटाकर जल-हानि का प्रतिशत निकालना गलत होगा। यह समझना जरूरी है कि खुला महासागर कई जुड़े रास्तों और परिवर्तन-क्षेत्रों वाला तंत्र है, एक बंद नली नहीं।

ऑक्सीजन और जलवायु से संबंध

अंटार्कटिक स्रोत से दूर जाते हुए जल के गुण बदलते हैं। घुली ऑक्सीजन की मात्रा जैसी जानकारी जल के नवीकरण और उसके मार्गों को समझने में मदद कर सकती है। यहाँ महासागर का वेंटिलेशन केवल हवा के सीधे बुलबुले गहराई में जाने की प्रक्रिया नहीं; जलराशियों के आदान-प्रदान से गहराई तक गुण पहुँचने का व्यापक अर्थ रखता है। गहरे परिसंचरण से ऊष्मा और गैसों का वितरण जुड़ा है। लेकिन यह अध्ययन भविष्य में किसी खास वर्ष हिंद महासागर का परिसंचरण बंद होने की भविष्यवाणी नहीं करता। गर्म होती जलवायु में अतल जल के बदलाव का संदर्भ पहले के साहित्य से आता है। वर्तमान योगदान रास्तों और औसत परिवहन को बेहतर निरूपित करने का है, भविष्य के सभी बदलावों की निश्चित मात्रा बताने का नहीं।

अनुमानों की कौन सी सीमाएँ हैं?

अधिक विभेदन और तल-अनुसारी मॉडल उपयोगी हैं, लेकिन उनसे त्रुटियाँ समाप्त नहीं होतीं। पश्चिमी ऑस्ट्रेलियाई क्षेत्र में ऊपर उठने की कुछ दरें उपलब्ध प्रेक्षण-आधारित अनुमान से कम रहीं। लेख के अनुसार कुल ऊपर उठने का अनुमान कुछ पुराने रेडियोकार्बन आधारित अनुमानों से अधिक है। इन अंतरों को छिपाकर सभी स्रोतों की पूरी सहमति बताना उचित नहीं। सीमा-शर्तें, मिश्रण का निरूपण, प्रेक्षणों की अवधि और जलराशियों की परिभाषा तुलना प्रभावित कर सकते हैं। साथ ही समय-औसत नक्शा मौसमी तथा अन्य समयगत परिवर्तन दबा सकता है। इसलिए बेहतर मॉडल को आगे अधिक गहरे मापन से जाँचना आवश्यक रहेगा। उपलब्ध सार्वजनिक आँकड़े और विश्लेषण सामग्री पुनः जाँच में मदद कर सकते हैं, लेकिन उनकी उपलब्धता स्वतंत्र पुनरुत्पादन का प्रमाण नहीं।

आगे क्या देखना होगा?

आगे मौसमी परिवर्तन, अलग तरह के ऊर्ध्वाधर आदान-प्रदान और स्थानीय मिश्रण की भूमिका अधिक स्पष्ट करनी होगी। नए गहरे महासागरीय प्रेक्षण मॉडल के चुने रास्तों और परिवहन की मात्रा को जाँचने में उपयोगी होंगे। यह भी देखना होगा कि जलवायु में बदलाव के साथ मार्ग और जल का नवीकरण कैसे बदलते हैं। मुख्य परीक्षा में उदाहरण को महासागरीय परिसंचरण, तलरूप और जलवायु प्रणाली के संबंध से जोड़ें। केंद्रीय सीख यह है कि ऊपर की सतह से दूर गहरे जल का आवागमन भी महासागर की कार्यप्रणाली का हिस्सा है। लेकिन औसत परिसंचरण का नया मॉडल अपने आप अचानक आपदा, निश्चित मानसून बदलाव या किसी परियोजना के प्रभाव का प्रमाण नहीं। वैज्ञानिक उपयोगिता और भविष्य की अनिश्चितता को साथ समझना सही दृष्टि है।

अभ्यास प्रश्न: हिंद महासागर के अतल जल परिसंचरण में तलरूप और जलराशि परिवर्तन की भूमिका समझाइए। मॉडल आधारित परिवहन अनुमान की व्याख्या करते समय किन सावधानियों की आवश्यकता है? (250 शब्द)

PCSMANTRA.COM

स्रोत: मूल शोध और पूर्ण पाठ; प्रकाशकीय अभिलेख; आईआईएससी विवरण; महासागरीय पुनर्विश्लेषण; एनओएए परिसंचरण परिचय; स्वेर्ड्रप की इकाई।