

समुद्री सतह के तापमान में वृद्धि क्या है? यह उष्णकटिबंधीय चक्रवातों के निर्माण को कैसे प्रभावित करती है? [UPSC 2024]

What is sea surface temperature rise? How does it affect the formation of tropical cyclones?

समुद्री सतह का तापमान महासागरों की सबसे ऊपरी परत (लगभग 1 मिलीमीटर से 20 मीटर तक) के तापमान को दर्शाता है। मानवीय गतिविधियों द्वारा उत्सर्जित हरितगृह गैसों (ग्रीनहाउस गैसों) के कारण उत्पन्न अतिरिक्त ऊष्मा का लगभग 90% हिस्सा महासागरों ने अवशोषित कर लिया है। इसके परिणामस्वरूप वैश्विक समुद्री सतह के तापमान में निरंतर वृद्धि हो रही है, जो वैश्विक जलवायु प्रणाली तथा अतिशय मौसमी घटनाओं (अत्यधिक गंभीर मौसमी घटनाओं) को गहराई से प्रभावित कर रही है।

समुद्री सतह के तापमान में वृद्धि: प्रवृत्तियाँ एवं कारण

- **वैश्विक तापन एवं तापीय अवशोषण:** वैश्विक तापमान वृद्धि के कारण महासागरों की ऊष्मा धारिता (महासागरीय ऊष्मा सामग्री) चरम स्तर पर पहुँच गई है।

उदाहरण: भारतीय मौसम विज्ञान विभाग (आईएमडी) और भारतीय उष्णकटिबंधीय मौसम विज्ञान संस्थान के अध्ययनों के अनुसार, हिंद महासागर प्रति शताब्दी 1.7°C से 3.8°C की दर से गर्म हो रहा है, जो वैश्विक औसत से काफी अधिक है।

- **मानवजनित वैश्विक तापन:** औद्योगिक गतिविधियों, वनोन्मूलन और जीवाश्म ईंधन के दहन से उत्सर्जित कार्बन डाइऑक्साइड तथा मीथेन जैसी गैसों वायुमंडलीय ऊष्मा को रोकती हैं। महासागर इस अतिरिक्त ऊष्मा को अवशोषित करते हैं, जिससे महासागरीय ऊष्मा सामग्री (ओशन हीट कंटेंट) में वृद्धि होती है।
- **क्षेत्रीय तापीय भिन्नता एवं महासागरीय धाराएँ:** महासागरीय धाराओं और भौगोलिक संरचना के कारण तापमान वृद्धि असमान होती है। संकीर्ण और घिरे हुए समुद्री क्षेत्र तेजी से ऊष्मा संचित करते हैं।

उदाहरण: पिछले तीन दशकों में अरब सागर के तापमान में 1.2°C से 1.4°C की वृद्धि दर्ज की गई है, जिसने इसके पारंपरिक तापीय स्वरूप को बदल दिया है।

- **जलवायु दोलन (प्राकृतिक घटनाएँ):** 'अल-नीनो' और धनात्मक 'हिंद महासागर द्विध्रुव' (पॉजिटिव आईओडी) जैसी घटनाएँ समुद्री सतह के तापमान को सामयिक रूप से अत्यधिक बढ़ा देती हैं।

उदाहरण: वर्ष 2019-2020 में मजबूत धनात्मक आईओडी के कारण पश्चिमी हिंद महासागर में रिकॉर्ड तापमान दर्ज किया गया था।

यह उष्णकटिबंधीय चक्रवातों के निर्माण को कैसे प्रभावित करती है?

- **ऊष्मा एवं नमी का त्वरित हस्तांतरण:** उच्च समुद्री सतह का तापमान संवहन की प्रक्रिया को तीव्र करता है, जिससे वायु ऊपर उठती है और निम्न दाब केंद्र (निम्न वायुदाब क्षेत्र) मजबूत होता है।

उदाहरण: चक्रवात 'फैलिन' (2013) के समय बंगाल की खाड़ी के उच्च तापमान ने वायुमंडल में व्यापक आर्द्रता का संचार किया।

- **ऊपरी वायुमंडलीय स्थिरता में कमी:** गर्म समुद्री सतह के कारण हवा तेजी से फैलती है और वायुमंडलीय अस्थिरता उत्पन्न होती है, जो चक्रवात के 'नेत्र' (चक्रवात की आंख) को स्थिर और शक्तिशाली बनाती है।

- **स्थानिक वितरण में बदलाव (क्षेत्रीय स्थानांतरण):** ऐतिहासिक रूप से बंगाल की खाड़ी और अरब सागर में चक्रवातों का अनुपात 4:1 का रहता था। परंतु समुद्री सतह के तापमान में वृद्धि के कारण अरब सागर में भी गंभीर चक्रवातों की आवृत्ति में वृद्धि हुई है।
उदाहरण: चक्रवात 'निसर्ग' (2020) और 'ताउते' (2021) ने महाराष्ट्र और गुजरात के तटीय क्षेत्रों पर सीधा प्रभाव डाला, जो पारंपरिक रूप से कम प्रभावित होते थे।
- **तीव्र गहनता (त्वरित तीव्रता):** 30°C से अधिक समुद्री सतह का तापमान होने पर चक्रवात 24 घंटे के भीतर 'सामान्य चक्रवात' से 'अत्यधिक गंभीर चक्रवात' में बदल जाते हैं।
उदाहरण: 'चक्रवात अम्फान' (2020) बंगाल की खाड़ी में 32°C के समुद्री सतह के तापमान के कारण मात्र 24 घंटों में 'प्रथम श्रेणी' से 'महाचक्रवात' में परिवर्तित हो गया था।
- **अत्यधिक वर्षा एवं आकस्मिक बाढ़:** गर्म हवा में अधिक नमी बनाए रखने की क्षमता होती है।
उदाहरण: 'चक्रवात मिचौंग' (2023) के कारण चेन्नई और आंध्र प्रदेश के तटीय क्षेत्रों में अल्पकालिक मूसलाधार वर्षा और बाढ़ की स्थिति बनी।
- **मार्ग एवं गतिशीलता में परिवर्तन:** समुद्री सतह के तापमान के अनिश्चित पैटर्न के कारण चक्रवातों का जीवनकाल लंबा हो रहा है और वे समुद्र में धीमी गति से आगे बढ़ते हुए अधिक ऊर्जा संचित कर रहे हैं।
उदाहरण: 'चक्रवात बिपरजॉय' (2023) अरब सागर में लगभग 13 दिनों तक बना रहा, जो हाल के इतिहास में सबसे लंबे समय तक जीवित रहने वाले चक्रवातों में से एक था।

आगे की राह

बढ़ता समुद्री सतह का तापमान चक्रवातों की बारंबारता और विनाशकारी क्षमता को कई गुना बढ़ा रहा है। इससे निपटने के लिए निम्नलिखित बहु-आयामी रणनीतियों की आवश्यकता है:



1. **पूर्व चेतावनी प्रणाली:** भारतीय मौसम विज्ञान विभाग (आईएमडी) और भारतीय राष्ट्रीय महासागर सूचना सेवा केंद्र (इंकाईस) द्वारा कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई) और उपग्रह आधारित समुद्री सतह के तापमान के प्रतिरूपण (मॉडलिंग) को और सटीक बनाना।
2. **जलवायु-सहनशील अवसंरचना:** 'आपदा प्रतिरोधी अवसंरचना गठबंधन' (सीडीआरआई) के तहत तटीय रक्षा दीवारों और चक्रवात आश्रयों का निर्माण।
3. **प्रकृति-आधारित समाधान:** 'मिश्टी' (एमआईएसएचटी) योजना के तहत ज्वारीय वनों (मैंग्रोव) का व्यापक पुनरुद्धार ताकि तटीय अवरोध मजबूत हो सकें।
4. **वैश्विक उत्सर्जन में कमी:** पेरिस समझौते के तहत वैश्विक तापमान वृद्धि को 1.5°C तक सीमित करने के प्रतिबद्ध प्रयासों को लागू करना।

निष्कर्षतः बढ़ता समुद्री सतह का तापमान आज एक गंभीर जलवायु चुनौती बन चुका है, जो उष्णकटिबंधीय चक्रवातों की आवृत्ति, तीव्रता और अनिश्चितता को कई गुना बढ़ा रहा है। यह स्थिति न केवल तटीय पारिस्थितिकी के अस्तित्व के लिए संकट पैदा करती है, बल्कि तटीय आबादी की सामाजिक-आर्थिक सुरक्षा को भी सीधे प्रभावित करती है। अतः चक्रवातों के बढ़ते विनाशकारी प्रभावों को नियंत्रित करने के लिए वैश्विक स्तर पर हरितगृह गैसों के उत्सर्जन में कटौती करना और तटीय क्षेत्रों के सतत प्रबंधन को प्राथमिकता देना अनिवार्य हो गया है।