

बवंडर (Twister / Tornado) क्या है? अधिकांश बवंडर मेक्सिको की खाड़ी के आसपास के क्षेत्रों में ही क्यों देखे जाते हैं? [UPSC-2024]

What is a twister? Why are the majority of twisters observed in areas around the Gulf of Mexico?

बवंडर एवं मेक्सिको की खाड़ी में उच्च बारंबारता: संक्षिप्त रूपरेखा प्रश्न के मुख्य की-वर्ड्स ✓ बवंडर / ट्विस्टर ✓ मेक्सिको की खाड़ी क्षेत्र ✓ उच्च बारंबारता के कारण प्रश्न की प्रासंगिकता ✓ मेक्सिको की खाड़ी व अमेरिकी राज्यों ('डीक्सी एली') में बार-बार आ रहे विनाशकारी बवंडरों से भारी जन-धन की क्षति। ➤ परिभाषा एवं विशेषताएं ✓ परिभाषा ✓ संरचना एवं दाब ✓ पवन वेग एवं मापन ✓ प्रमुख विशेषताएं	➤ निर्माण की क्रियाविधि ✓ क्षैतिज भंवर का बनना ✓ मेसोसाइक्लोन का निर्माण ✓ धरातलीय स्पर्श ➤ मेक्सिको की खाड़ी क्षेत्र में उच्च बारंबारता के कारण ✓ विपरीत वायुराशियों का अभिसरण ✓ 'ड्राईलाइन' (Dryline) का प्रभाव ✓ बाधा-रहित समतल मैदान ✓ प्रबल विंड शीयर एवं जेट स्ट्रीम ✓ निरंतर ऊर्जा आपूर्ति ➤ निष्कर्ष एवं आगे की राह ✓ निष्कर्ष ✓ चिंता (जलवायु परिवर्तन का प्रभाव) ✓ समाधान एवं आपदा प्रबंधन
--	--

बवंडर (Tornado / Twister) पृथ्वी के वायुमंडल में उत्पन्न होने वाली सबसे तीव्र, अल्पकालिक और अत्यधिक विनाशकारी स्थानीय मौसमी घटनाओं में से एक है। यह मूल रूप से विशाल कपासी-वर्षी मेघों के आधार से धरातल तक विस्तृत, अत्यधिक तीव्र गति से घूर्णन करने वाला एक वायु-स्तंभ होता है।

- इसकी पहचान आकाश से जमीन की ओर लटकती हुई एक कीपाकार संरचना से होती है। इसके केंद्र में अत्यधिक निम्न वायुदाब बनता है, जो एक शक्तिशाली निर्वात की तरह काम करता है।

- इसमें हवाओं की गति 177 किमी/घंटा से लेकर 480 किमी/घंटा या उससे अधिक हो सकती है। इसकी तीव्रता का मापन **संवर्धित फुजिता पैमाने** द्वारा किया जाता है।



बवंडर का निर्माण और उसकी क्रियाविधि

बवंडर का विकास मुख्य रूप से **सुपरसेल तूफानों** के भीतर होता है। इसे आसान चरणों में इस प्रकार समझ सकते हैं:

- **क्षैतिज भंवर का बनना:** धरातल के समीप और ऊपरी वायुमंडल की हवाओं की गति व दिशा में अंतर होने पर वायुमंडल में एक क्षैतिज घूर्णन पैदा होता है।
- **मेसोसाइक्लोन का निर्माण:** सतह से उठने वाली तीव्र संवहनीय गर्म हवाएं इस घूमते हुए वायु-बेलन को ऊपर की ओर खींचकर ऊर्ध्वाधर रूप दे देती हैं, जिसे मेसोसाइक्लोन कहते हैं।
- **धरातलीय स्पर्श:** जब मेसोसाइक्लोन के भीतर संघनन प्रक्रिया तीव्र होती है और यह कीपाकार बादल के रूप में नीचे आकर धरातल को छूता है, तब पूर्ण विकसित बवंडर अस्तित्व में आता है।

बवंडर की प्रमुख विशेषताएं

- **अल्पकालिकता:** अधिकांश बवंडर कुछ मिनटों से लेकर अधिकतम आधे घंटे तक ही सक्रिय रहते हैं।
- **आकार में विविधता:** ये संकीर्ण रस्सीनुमा आकृति से लेकर एक से दो मील चौड़े अत्यंत चौड़ा और विशालकाय बवंडर स्वरूप के हो सकते हैं।
- **विनाशक क्षमता:** बवंडर के केंद्र का निम्न दाब और उच्च कोणीय वेग भवनों की छतों को अंदर से बाहर की ओर फाड़ देने और भारी वाहनों को उड़ा ले जाने में सक्षम होता है।

मेक्सिको की खाड़ी के आसपास उच्च बारंबारता के कारण



अमेरिका का मध्य-दक्षिण भाग और मेक्सिको की खाड़ी से लगा तटीय क्षेत्र (टॉरनेडो एली और डीक्सी एली) विश्व में बवंडरों का प्रमुख केंद्र है। इसके मुख्य भौगोलिक और वायुमंडलीय कारण निम्नलिखित हैं:

(क) **विरोधी वायुराशियों का मिलन:** दक्षिण में स्थित मेक्सिको की खाड़ी से लगातार गर्म और अत्यधिक नम हवा उत्तर की ओर बढ़ती है। इसके विपरीत, उत्तर में कनाडा और रॉकी पर्वत की ओर से ठंडी व शुष्क ध्रुवीय हवा दक्षिण की ओर आती

है। जब ये दोनों विपरीत स्वभाव की वायुराशियां मध्य अमेरिकी मैदानों में मिलती हैं, तो भयंकर वायुमंडलीय अस्थिरता और तीव्र वाताग्र का निर्माण होता है।

(ख) 'ड्राईलाइन' का उत्प्रेरक प्रभाव: रॉकी पर्वतमाला को पार कर नीचे उतरने वाली हवाएं अत्यंत शुष्क होती हैं। यह शुष्क हवा जब खाड़ी की नम हवा से मिलती है, तो एक स्पष्ट घनत्व सीमा बनाती है जिसे ड्राईलाइन कहते हैं। यह ड्राईलाइन बादलों के तेजी से विकास के लिए एक शक्तिशाली उत्प्रेरक का काम करती है।

(ग) बाधा-रहित समतल भू-आकृति: उत्तर अमेरिका के मध्य भाग में ग्रेट प्लेन्स का विशाल और समतल मैदान फैला हुआ है। यूरोप या एशिया की तरह यहाँ पूर्व-पश्चिम दिशा में कोई बड़ी पर्वत श्रृंखला नहीं है। परिणामस्वरूप, ठंडी और गर्म हवाएं बिना किसी प्राकृतिक बाधा के सीधे और तीव्र गति से आपस में टकराती हैं।

(घ) प्रबल विंड शीयर और जेट स्ट्रीम: इस क्षेत्र के ऊपर उपोष्णकटिबंधीय जेट स्ट्रीम प्रवाहित होती है, जो ऊपरी वायुमंडल में हवाओं को तेजी से खींचती है। धरातल की हवाओं और ऊपरी जेट स्ट्रीम के बीच के भारी वेग अंतर के कारण यहाँ प्रबल विंड शीयर उत्पन्न होता है, जो तूफानों को चक्रवाती घूर्णन की असीम ऊर्जा प्रदान करता है।

(ङ) मेक्सिको की खाड़ी से निरंतर ऊर्जा: मेक्सिको की खाड़ी का गर्म जल वायुमंडल को प्रचुर मात्रा में जलवाष्प और संघनन की गुप्त ऊष्मा प्रदान करता है। यह गुप्त ऊष्मा बादलों के भीतर ऊर्ध्वाधर प्रवाह को लगातार पोषित करती है, जिससे तूफान अधिक शक्तिशाली बनते हैं।



स्पष्ट है कि मेक्सिको की खाड़ी का उपोष्णकटिबंधीय भूगोल, ध्रुवीय ठंडी हवाओं का अभिसरण, अवरोधहीन समतल मैदान और वायुमंडलीय विंड शीयर का संयोजन इस क्षेत्र को बवंडरों की प्राकृतिक प्रयोगशाला बनाता है। वर्तमान समय में वैश्विक तापन और जलवायु परिवर्तन के कारण इन बवंडरों के स्थानिक पैटर्न में बदलाव देखा जा रहा है, जिसके तहत इनका प्रभाव अब घनी आबादी वाले दक्षिणी राज्यों की ओर स्थानांतरित हो रहा है। अतः, जान-माल की क्षति को न्यूनतम करने के लिए उन्नत डॉपलर मौसम रडार, अंतरिक्ष आधारित उपग्रह निगरानी और प्रभावी सामुदायिक आपदा चेतावनी प्रणालियों को सुदृढ़ करना अनिवार्य है।