चरम मौसमी स्थितियों और जलवायु परिवर्तन की रिपोर्टिंग

पत्रकारों के लिये एक गाइड

Ben Clarke
University of Oxford

Friederike Otto
Imperial College London

world weather attribution

The authors would like to thank Wolfgang Blau and Rose Andreatta for their useful comments and suggestions.

विषयसूची

प्रस्तावना 4

भूमिका 6

घटना आधारित अध्ययन : एक नजर 8

अटरीब्यूशन अध्ययन के उदाहरण 12

एट्रीब्यूशन स्टडी नहीं होने पर चरम
मौसमी घटनाओं की रिपोर्टिंग कैसे करें 16

तपिश 18

बाढ़ 20

उष्णकटिबंधीय / ट्रॉपिकल
(आंधी तूफान, और चक्रवात) 22

भारी बर्फ 24

सूखा 26

आग 28

चरम घटनाएं और जलवायु परिवर्तन:
एक पेज की चेकलिस्ट! 30

ज़रूरी सन्देश :
नोट और सावधानी के बिंदु 32

प्रस्तावना

हृदयेश जोशी

Freelance Writer and Multimedia Journalist

जलवायु परिवर्तन के प्रभावों और संवेदनशीलता को लेकर आईपीसीसी की ताज़ा रिपोर्ट ने यह चेतावनी दी है कि मामला अब केवल क्लाइमेट चेंज तक सीमित नहीं है। बाढ़, लू, सूखे और चक्रवाती तूफानों की मार या ग्लेशियरों के पिघलने और समुद्र जल सतह के उठने के अलावा यह इंसान की शारीरिक और मानसिक सेहत और रोज़गार पर चोट कर रहा है। यह भी स्पष्ट हो रहा है कि गरीब देश जलवायु परिवर्तन की मार से और अधिक गरीब और संकटग्रस्त हो रहे हैं जबकि कई उदाहरण हैं जहां अमीर देशों को इस आपदा में अधिक अमीर होने का अवसर मिल रहा है।

एक ऐसे वक्त में जब पूरी दुनिया में स्थानीय प्रशासन से लेकर, क्षेत्रीय और राष्ट्रीय सरकारें इस बारे में बेईमान हों तो हालात को सिर्फ लेखक और पत्रकार ही बचा सकते हैं। न केवल वो जो राजधानियों या बड़े शहरों में रहते हों बल्कि वो भी जो गांवों और दूरदराज के इलाकों में हैं। ज़रूरी नहीं कि वो बड़े अख़बारों या पत्रिकाओं में नियमित रिपोर्टिंग करते हों बल्कि किसान, टीचर, गडरिया या कोई ग्रहणी भी हो सकती है जो हर रोज़ क्लाइमेट चेंज के प्रभावों को जी रहा/ रही हो। अपनी बात को कहने के लिये जलवायु विज्ञान या नीति की जानकारी होना तो अच्छी बात है लेकिन स्थानीय जीवन शैली, सरोकारों और पूरी पारिस्थितिकी में वहां के लोगों को समझना ज़रूरी है।

हम एक लक्ज़री कार से होने वाले इमीशन की तुलना देहात के किसी घर में चूल्हे से उठ रहे धुंएं से नहीं कर सकते। या गैरकानूनी तरीके से ज़हर उगल रहे बिजलीघरों को न्यायोजित ठहराने के लिये पराली जलाने से होने वाले प्रदूषण को बहाना नहीं बना सकते। ठीक वैसे ही बाघ या तेंदुओं को बचाने के लिये आदिवासियों को जंगल से खदेड़ना जायज़ नहीं कहा जा सकता। यह संवेदनशीलता क्लाइमेट रिपोर्टिंग के लिये ज़रूरी है और इसके लिये क्लाइमेट साइंस के साथ मानव विज्ञान को भी समझना होगा।

दूसरी महत्वपूर्ण बात भाषा को लेकर है। आज से 15 साल पहले जलवायु परिवर्तन और पर्यावरण से जुड़ी जानकारी, शोध पत्र और रिपोर्ट्स अक्सर अंग्रेज़ी में ही उपलब्ध रहते थे लेकिन अब इस पर हिन्दी और दूसरी क्षेत्रीय भाषाओं में भी लिखा और बोला जा रहा है। भाषा सरल, वाक्य छोटे और स्थानीय जानकारी और सरोकारों से जुड़ाव आपकी रिपोर्टिंग या लेखन को सहज और प्रभावी बना सकती है। निजी लोगों के अनुभवों से , किसानों से गुफ्तगूं किसी शहरी क्षेत्र के झुग्गी झोपड़ी बताया एक दिन या गांवों का कुछ दिन का दौरा इसमें काफी मददगार हो सकता है।

मुझे पूरा भरोसा है कि इस नई स्टाइल बुक से इस क्षेत्र में काम करने वाले लोगों को काफी मदद मिलेगी।

भूमिका

दुनिया के अनेक हिस्सों में तपिश, भारी वर्षा, चक्रवात और सूखा जैसी चरम मौसम स्थितियां अब ज्यादा शक्तिशाली होकर बार-बार सामने आ रही हैं। ऐसा मानव की गतिविधियों के कारण उत्पन्न जलवायु परिवर्तन की वजह से हो रहा है। हालांकि ऐसी सभी मौसमी घटनाएं ज्यादा बार नहीं हो रही हैं और पूरी दुनिया में बदलाव भी एक समान नहीं है। मौसम की चरम स्थितियों के हमारे समाज पर बहुत व्यापक प्रभाव पड़ते हैं। इनमें फसलों और खेती की जमीन को होने वाली क्षति, संपत्ति का विनाश, अनेक प्रकार की आर्थिक हानियां और लोगों की जान का नुकसान शामिल है। गंभीर प्रभाव डालने वाली चरम मौसमी स्थिति का आकलन करते वक्त सबसे बड़ा जनहित का काम उसके कारणों में छुपा है। धीरे-धीरे यह सवाल अब बहुत बड़ा हो रहा है कि "क्या फलां घटना जलवायु परिवर्तन की वजह से हुई?"

समाचार संस्थान चरम मौसमी स्थितियों की कवरेज करते समय आमतौर पर तीन गलतियां करते हैं। पहली, वे हादसे के लिए जलवायु परिवर्तन को एक कारण के तौर पर देखने से बचते हैं। दूसरी, घटना के लिए जलवायु परिवर्तन को जिम्मेदार ठहराते हैं लेकिन अपने दावे के समर्थन में कोई सुबूत पेश नहीं करते और तीसरी, घटना के लिए सिर्फ जलवायु परिवर्तन को ही एकमात्र कारण ठहराते हैं।

ऐसा टुकड़ों में होता है क्योंकि यह सवाल, कि कोई घटना जलवायु परिवर्तन की वजह से हुई है, दिखने में तो तर्कसंगत लगता है लेकिन इसे गलत तरीके से पेश किया जाता है। मिसाल के तौर पर अगर अत्यधिक धूम्रपान करने वाले किसी व्यक्ति को फेफड़े का कैंसर हो जाता है, तो हम यह नहीं कहेंगे कि सिगरेट की वजह से कैंसर हुआ है बल्कि हमें यह कहना चाहिए कि बहुत मुमकिन है कि सिगरेट पीने की वजह से उसके फेफड़ों को यह नुकसान हुआ हो। इसी तरह जलवायु परिवर्तन किसी एक घटना का एकमात्र कारण नहीं हो सकता क्योंकि सभी चरम मौसमी घटनाओं के अनेक कारण होते हैं। इनमें वह बदलाव भी शामिल है जो रोजमर्रा के मौसम की अव्यवस्थित प्रकृति से जुड़ा है। मगर जलवायु परिवर्तन इस बात को प्रभावित कर सकता है कि कोई घटना कितनी संभावित है और वह कितनी तीव्र हो सकती है, लिहाजा यह इस बात को प्रभावित कर सकता है कि किसी विशिष्ट घटना का लोगों, संपत्ति और कुदरत पर कितना असर पड़ा। एक आपदा के मद्देनजर जनहित के लिए काम करने वाले पत्रकारों को यह जानने की जरूरत है कि जलवायु परिवर्तन ने किसी एक मौसमी घटना को कैसे प्रभावित किया। चरम मौसमी घटना को आधार बनाना ही एक ऐसा तरीका है जिससे वैज्ञानिक कोई जवाब उपलब्ध करा सकते हैं।

हाल के समय तक वैज्ञानिक किसी एक मौसमी घटना को सीधे तौर पर जलवायु परिवर्तन से जोड़ने से काफी हद तक परहेज करते थे। इसके बजाय वे रुख की तरफ इशारा करते हुए यह कहते थे कि वह घटना जलवायु परिवर्तन का एक तरीके का प्रभाव हो सकती है और भविष्य में ऐसी और भी घटनाएं घटित हो सकती हैं। बहरहाल, जलवायु परिवर्तन का मौसम पर पहले से ही काफी प्रभाव पड़ रहा है। हम इसका अनुभव भी कर रहे हैं। यह सिलसिला पिछले कुछ दशकों से जारी है। अब विज्ञान आखिरकार इस तथ्य के अनुरूप होता जा रहा है। हाल के वर्षों में ऐसे तरीके विकसित किए गए हैं जो वैज्ञानिकों को वैश्विक जलवायु परिवर्तन और किसी एक चरम मौसमी घटना के बीच की कड़ी को काम करने में सक्षम बनाते हैं। इसके अलावा उनसे यह भी गणना की जा सकती है कि ऐसी घटनाओं की आशंका कितनी ज्यादा या कम है। वह कम तीव्र है या ज्यादा, और क्या वह जलवायु परिवर्तन के कारण हुई है।

इसका जवाब अलग-अलग हो सकता है यह मौसम की किस्म, स्थान, वर्ष के समय और यह कितनी गंभीर व्यापक और लंबे समय तक रहने वाली है, इत्यादि तथ्यों पर निर्भर करता है। सभी चरम मौसमी परिघटनाओं को सिर्फ जलवायु परिवर्तन ही अधिक सामान्य और बदतर नहीं बनाता। हो सकता है कि जलवायु परिवर्तन की वजह से कुछ घटनाओं की तीव्रता कम हो या फिर उसकी प्रकृति में ज्यादा बदलाव ना हो, लिहाजा पत्रकारों का ऐसे संबंधों को जोड़ने में एहतियात बरतना न्यायोचित है, जो हो सकता है कि मौजूद ही ना हों।

इस दिग्दर्शिका का मकसद पत्रकारों को एक गर्म होते ग्रह के संदर्भ में मौसम की चरम घटनाओं की सटीक रिपोर्टिंग में मदद करना है। आप मौसम संबंधी चरम स्थितियों पर जलवायु परिवर्तन के उन प्रभावों के बारे में अपने पाठकों, श्रोताओं और दर्शकों को बिना किसी ऊंच-नीच के, सबसे अच्छी तरह कैसे जानकारी दे सकते हैं जिन्हें हम तेजी से अनुभव कर रहे हैं।

घटना आधारित अध्ययन :
एक नजर

किसी एक चरम मौसमी घटना को जलवायु परिवर्तन से जोड़ने का विचार एक वैज्ञानिक के दिमाग में आया, जिसका घर बाढ़ के पानी से घिरा हुआ था। जब उन्होंने देखा कि पानी का स्तर बढ़ रहा है तब उन्होंने इसकी जवाबदेही किस पर तय की जाए, इस बारे में सोच-विचार शुरू किया। आखिर इस स्थानीय स्तर के प्रभाव का दोष वैश्विक स्तर पर असर दिखा रहे जलवायु परिवर्तन पर कौन डालेगा और क्या यह संभव है कि इस संबंध को सख्त वैज्ञानिक तरीके से जोड़ा जा सके।

घटना आधारित अध्ययनों में इस बात की गणना की जाती है कि किस डिग्री पर जलवायु परिवर्तन के कारण कोई विशिष्ट चरम मौसमी घटना अधिक या कम संभावित और/अथवा सघन बनी।

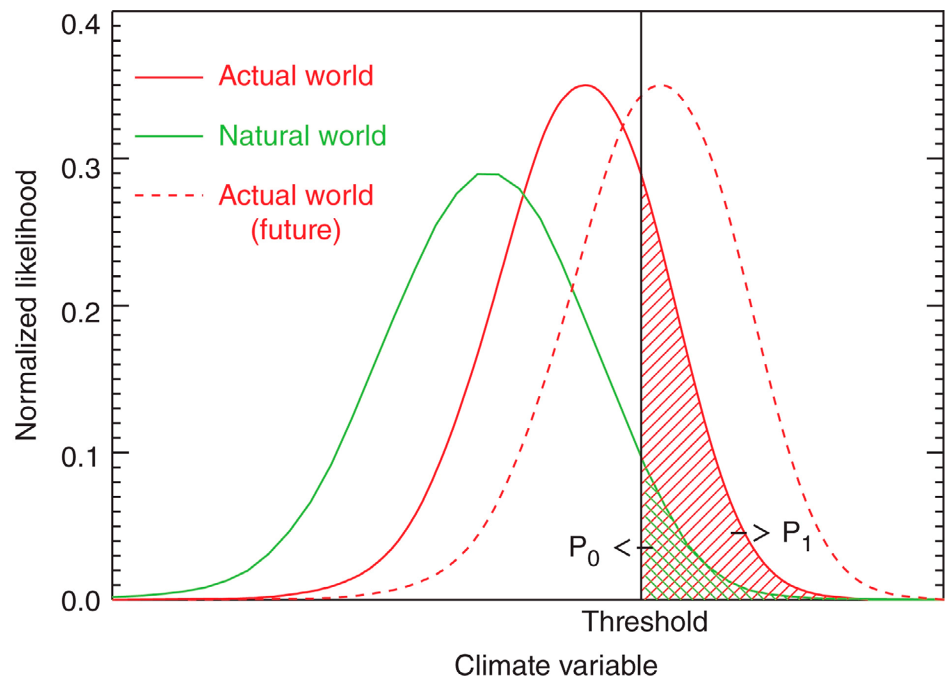
घटना आधारित पहला अध्ययन वर्ष 2004 में प्रकाशित हुआ था, जिसमें पिछले वर्ष बढ़ी गर्मी का जिक्र किया गया था। वर्ष 2003 की गर्मी पश्चिमी यूरोप के लिए अप्रत्याशित रूप से बहुत गर्म थी। यह अभूतपूर्व रूप से लंबे समय तक पड़ी गर्मी थी, जिसमें 70000 लोगों की मौत हो गई। इस क्षेत्रवार विनाश के बाद अनुसंधानकर्ताओं ने इस घटना में जलवायु परिवर्तन की भूमिका को जानने के लिए जलवायु मॉडल्स का इस्तेमाल किया। इसके लिए उन्होंने निम्नलिखित कदम उठाए :

- सबसे पहले उन्होंने उस आधुनिक जलवायु का हजारों बार अनुरूपण (सिमुलेशन) किया जो इंसान की गतिविधियों के कारण गर्म हो चुकी है। सरल शब्दों में इसका मतलब है कि क्लाइमेट मॉडल सिमुलेशंस को समान परिस्थितियों में बार-बार संचालित करने से अनिवार्य रूप से वर्तमान जलवायु में हजारों वर्ष के मौसम को पेश किया जाता है। यह चरम मौसम का अध्ययन करने के लिए उपयोगी है, क्योंकि यह परिभाषा के अनुसार दुर्लभ है। इन सिमुलेशन के भीतर उन्होंने इस बात की अनेक बार गणना की कि एक हीटवेव वर्ष 2003 में घटित घटना जितनी तीव्र है। उन्होंने पाया कि गर्म दुनिया में भी यह एक बहुत दुर्लभ घटना है।
- दूसरा, उन्होंने जलवायु का अनुरूपण किया, क्योंकि यह ग्रीन हाउस गैसों तथा एरोसोल समेत इंसानी गतिविधियों से होने वाले किसी भी तरह के उत्सर्जन के बगैर होगा, जिससे इंसान की हरकतों की वजह से होने वाले जलवायु परिवर्तन को प्रभावी ढंग से खत्म किया जा सकता है। यह साफ तौर पर मालूम है कि जीवाश्म ईंधन को जलाने के कारण उत्पन्न होने वाली ग्रीन हाउस गैस कितनी मात्रा में वातावरण में मौजूद है। यहां इस काम को अपेक्षाकृत ज्यादा सीधे तौर पर किया जा सकता है। इसके बाद उन्होंने यह गणना की कि ऐसी चरम मौसमी स्थितियां कितनी बार उत्पन्न हुईं। ऐसा दोबारा होना दुर्लभ था। दरअसल बहुत ही दुर्लभ था कि वह घटना इंसान के हस्तक्षेप के बगैर हुई होगी। यह लगभग नामुमकिन रहा होगा।
- 3- आखिर में उन्होंने ग्लोबल वार्मिंग के साथ और उसके बगैर, आंकड़ों की तुलना की और इस निष्कर्ष पर पहुंचे कि इंसान की गतिविधियों के कारण होने वाले जलवायु परिवर्तन के प्रभाव ने यूरोप में पड़ी गर्मी जैसी घटनाओं को कम से कम 2 बार और संभवत: और भी ज्यादा संभावित बना दिया है। चित्र-1

वर्ष 2004 से एक्टिवेशन स्टडीज का इस्तेमाल दुनिया के अनेक अलग-अलग देशों में शोधकर्ताओं द्वारा विभिन्न मौसमी स्थितियों के आकलन के लिए किया जा रहा है। हालांकि तमाम अध्ययन और शोधकर्ताओं का संतुलन वैश्विक दक्षिण की तरफ काफी ज्यादा है। फिर भी चरम मौसमी स्थितियों की अनेक किस्मों को आधार बनाने के लिए अब एक अच्छी तरह से स्थापित विधि है जो ऊपर वर्णित किए गए तीन चरणों से आगे बढ़ चुकी है और जिसका यहां जिक्र भी किया गया है।

सबसे पहले तो वैज्ञानिक चरम मौसमी घटना को परिभाषित करते हैं। यह कोई मामूली बात नहीं है, क्योंकि कोई समान घटना जैसे कि ब्रिटेन में प्रचंड गर्मी को ही ले लें, तो इसका वर्णन कई तरह से किया जा सकता है, जैसे कि लंदन में 3 दिनों तक 30 डिग्री सेल्सियस से ज्यादा तापमान या पूरे इंग्लैंड एंड वेल्स में 10 दिनों तक 25 डिग्री सेल्सियस तापमान। यह पसंदगी एट्रीब्यूशन स्टडी के परिणामों को प्रभावित करती है। आधुनिक दृष्टिकोण यह है कि उसमें अनेक परिभाषाओं का इस्तेमाल होता है और प्रत्येक के लिए नतीजों की गणना की जाती है। इससे वैज्ञानिकों को एक अंदाजा मिलता है कि कैसे मौसमी घटना की परिभाषा से नतीजों पर असर पड़ता है और वह वैज्ञानिकों को उस घटना के एक पहलू की ओर अध्ययन करने में सक्षम बनाता है, जो प्रभावों से सबसे अधिक जुड़ा हुआ है। उपर्युक्त मामले में लंदन में पड़ी तपिश ज्यादा प्रभावशाली हो सकती है। इसके बावजूद कि वह एक छोटे इलाके में असरदार रही, क्योंकि यह कहीं ज्यादा गंभीर थी।

मौजूदा एट्रीब्यूशन विश्लेषण में अब तीन अलग-अलग लेकिन परस्पर संबंधित पद्धतियां शामिल हैं। ऊपर जिन कदमों को सूचीबद्ध किया गया है वे आधुनिक क्रिया विधि के एक हिस्से का वर्णन करते हैं : जलवायु मॉडल के साथ आधुनिक और पूर्व औद्योगिक जलवायु का अनुकरण और तुलना करना। इसे सुनिश्चित करने के लिए बड़ी संख्या में अलग-अलग क्लाइमेट मॉडल का इस्तेमाल किया गया। दूसरे हिस्से में एक ऐसी पद्धति का इस्तेमाल किया गया जिनमें वर्तमान तथा अतीत के मौसम संबंधी डेटा के पर्यवेक्षण को शामिल किया गया है ताकि यह देखा जा सके कि समान घटनाओं की संभावनाएं किस प्रकार बदल गईं। अंतिम हिस्से में जलवायु संबंधी मॉडल्स का उसी तरह इस्तेमाल किया गया है जैसे कि पर्यवेक्षण का। मानव प्रभाव के साथ और उसके बिना दुनिया का अनुकरण करने के बजाय यह एक ऐतिहासिक तिथि से जलवायु का अनुकरण करता है जैसे कि वर्ष 1900 से लेकर आज के दिन तक मानव द्वारा उत्सर्जित प्रदूषणकारी तत्वों का धीरे-धीरे बढ़ना। यह वैज्ञानिकों को चरम



चित्र-1 | प्रचलित एक्सट्रीम इवेंट एक्टिवेशन, (स्टॉट एट. अल., 2016) : दो वक्र एक जलवायु चर जैसे कि दैनिक तापमान का प्रतिनिधित्व करते हैं। औसत तापमान सबसे अधिक संभावित है (वक्र का शिखर) जबकि अत्यधिक तापमान किनारों पर गर्म और ठंडा सबसे कम संभावित है। हरा वक्र यह दर्शाता है कि पूर्व औद्योगिक दुनिया में उन तापमानों की कितनी संभावना थी जो मानव के प्रभाव से गर्म नहीं थे। लाल वक्र आधुनिक दुनिया की तस्वीर पेश करता है। प्रवेश मार्ग रेखा वह रेखा है जिसे हम एक चरम घटना होने की स्थिति में चुनते हैं। फिर छायांकित क्षेत्रों के सापेक्ष आकार से पता चलता है कि आधुनिक दुनिया में किसी घटना की कितनी अधिक संभावना है। धरातलीय रेखा यह दिखाती है कि भविष्य में मौसम कैसे फिर बदल सकता है। इस मामले में यह स्पष्टता है कि वर्तमान जलवायु में बहुत गर्म दिन भविष्य की जलवायु में अपेक्षाकृत ठंडा दिन बन सकता है।

मौसमी स्थितियों के रुझान का पता लगाने के साथ-साथ समग्र संभाव्यता परिवर्तन की गणना करने में सक्षम बनाता है। जलवायु परिवर्तन के प्रभाव का अंदाजा लगाने के लिए कई एट्रीब्यूशन विधियों के साथ-साथ विभिन्न जलवायु मॉडल का उपयोग करने से परिणामों की विश्वसनीयता बढ़ जाती है।

इन अध्ययनों के नतीजों से वैज्ञानिकों को मौसम से संबंधित घटनाओं के बारे में इस रूप में बयान तैयार करने में मदद मिलती है। जैसे "यह घटना मानव जनित जलवायु परिवर्तन के कारण उत्पन्न संभावना के मुकाबले कम से कम दो बार घटित हुई", या "यह तपिश ग्लोबल वार्मिंग के बगैर दुनिया में संभावित गर्मी के मुकाबले तीन डिग्री ज्यादा गर्म थी।" हम यह भी कह सकते हैं कि एक घटना जलवायु परिवर्तन के बगैर प्रभावी रूप से असंभव थी क्योंकि ऐसी किसी भी घटना की कोई ऐतिहासिक मिसाल नहीं है और ना ही जलवायु परिवर्तन के बगैर किसी मॉडल में उसका अनुरूपण किया गया है।

इवेंट एग्जीबिशन अध्ययन के परिणामों का एक डेटाबेस जोकि पूरी दुनिया में 400 से अधिक चरम मौसमी घटनाओं को लेकर किया गया है, उसे कार्बन ब्रीफ ने प्रकाशित किया है। एट्रीब्यूशन वैज्ञानिकों के यूरोपीय संगठन **वर्ल्ड वेदर एट्रीब्यूशन** की अगुवाई में वर्ष 2014 से शुरू की गई पहल के तहत बड़ी संख्या में रैपिड एट्रीब्यूशन अध्ययन किए गए हैं। इनका मकसद जलवायु परिवर्तन के परिणामों को जल्द से जल्द पेश करना है। कुछ मामलों में घटना का अभी खुलासा नहीं हुआ है। इस काम में बहुत कम समय मिल पाने के कारण उन्होंने सहकर्मियों द्वारा समीक्षा से पहले ही इसे प्रकाशित कर दिया। माना कि इसमें उन तरीकों का इस्तेमाल किया गया है जो खुद पियर रिव्यू के दौर से गुजर रहे हैं।

हाल के समय में ऐसा देखा गया है कि विभिन्न प्रकार के उपयोगकर्ता एट्रीब्यूशन अध्ययनों का इस्तेमाल कर रहे हैं। उदाहरण के तौर पर- जैसा कि जलवायु से संबंधित याचिका वाले प्रमुख मामलों जैसे कि **जूलियाना बनाम यूनाइटेड स्टेट्स, पबई पबई एंड गाय पाल कबई बनाम कॉमनवेल्थ ऑफ ऑस्ट्रेलिया और लुइया बनाम आरडब्ल्यूई** और इंटरनेशनल क्रिमिनल कोर्ट में **जायर बोसोनारो** के खिलाफ एक दावे के प्रकरणों में देखा गया। कानूनी मामलों में अटरीब्यूशन को प्रभावी ढंग से इस्तेमाल किया जाना भी तेजी से विकसित होने वाला एक शोध क्षेत्र है। इसके अलावा जलवायु परिवर्तन संचार उपकरण के तौर पर एट्रीब्यूशन में शोध यह सुझाता है कि इसमें संभावनाएं नजर आती है क्योंकि इसमें नई, ध्यान खींचने वाली और घटना वैशेषिक वैज्ञानिक सूचना से लेकर चरम मौसमी घटनाओं के व्यक्तिगत अनुभव और पर्यवेक्षण की क्षमता मौजूद है।

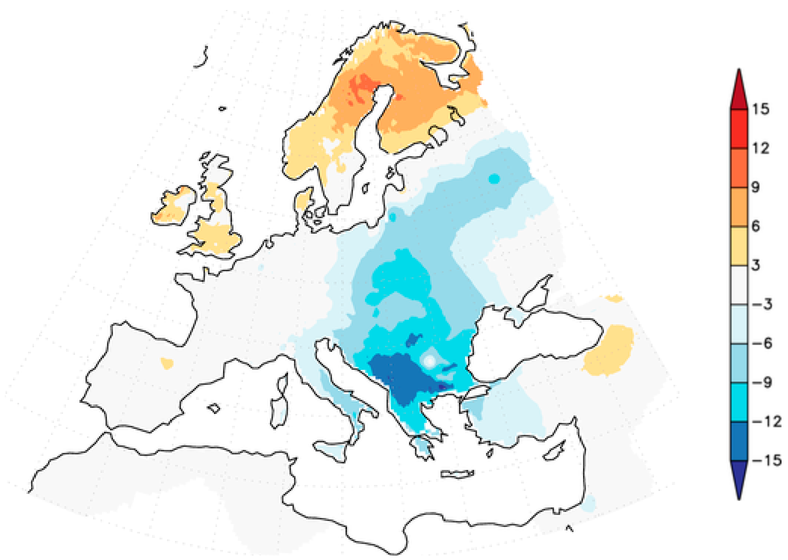
अटरीब्यूशन अध्ययन के उदाहरण

बांग्लादेश में आई बाढ़

अगस्त 2017

- **घटना :** अगस्त 2017 में बांग्लादेश में भारी बारिश हुई थी। इस दौरान अपस्ट्रीम से बह कर आए पानी ने बड़े नदी बेसिन में प्रवेश किया था। ब्रह्मपुत्र नदी बेसिन में इसका ज्यादातर पानी एकत्र हुआ था जिससे उसके तटबंध ध्वस्त हो गए। इसकी वजह से जलस्तर ने सारे रिकॉर्ड तोड़ दिए और बहुत बड़े पैमाने पर बाढ़ आई। खास तौर पर देश के उत्तरी इलाकों में इस बाढ़ से करीब 70 लाख लोगों के घरों और रोजी-रोटी पर असर पड़ा।

- **जलवायु परिवर्तन से इसका संबंध :** इस घटना को लेकर कराए गए अटरीब्यूशन अध्ययन में यह निष्कर्ष नहीं निकाला जा सका कि क्या जलवायु परिवर्तन की वजह से भारी बारिश और भी ज्यादा तीव्र हो गई है। ऐसा आंशिक रूप से इसलिए है क्योंकि बारिश के रिकॉर्ड कम है। आंशिक रूप से इसलिए है क्योंकि दक्षिण एशिया के आसपास सल्फेट एरोसोल स्थानीय शीतलन प्रभाव का कारण बनते हैं। इस प्रकार से वे ग्लोबल वार्मिंग को आंशिक रूप से शांत करते हैं। बहरहाल, भविष्य में 2 डिग्री सेल्सियस ग्लोबल वार्मिंग पर अत्यधिक बारिश की संभावनाएं करीब 70% और बढ़ जाएंगी।



चित्र-2 | Deviation from normal of the daily mean temperature over five days from January 7-11, 2017 in Europe. Source: World Weather Attribution (accessed 27/10/2021)

दक्षिण पश्चिमी यूरोप में प्रचंड ठंड,

जनवरी 2017 | चित्र-2

- **घटना :** जनवरी 2017 में उच्च दबाव के रूप से ठंड बहुत प्रचंड हो गई और इटली, बाल्कन और तुर्की में बर्फबारी हुई। उस वक्त साल में पहली बार न्यूनतम तापमान सामान्य से 5 से 12 डिग्री सेल्सियस तक नीचे लुढ़क गया। चरम मौसमी स्थिति की वजह से स्कूल बंद कर दिए गए, अनेक जगहों पर सड़क हादसे हुए और उड़ाने रद्द की गईं।

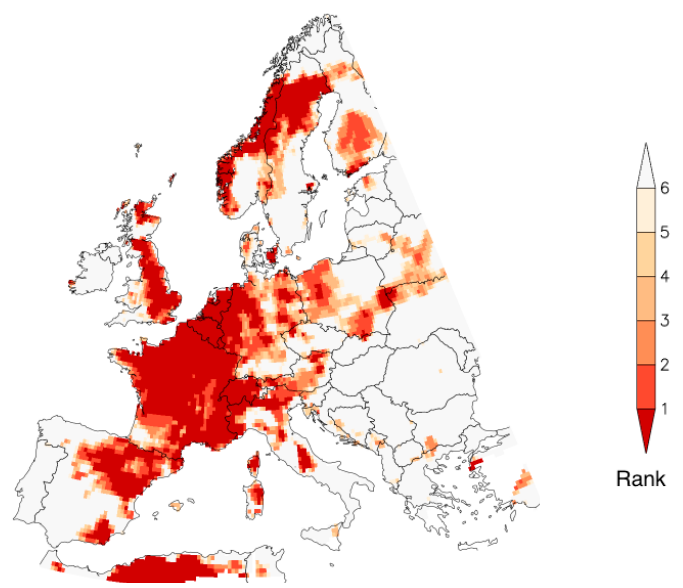
- **जलवायु परिवर्तन से इसका संबंध :** ऐसी घटना पूरी तरह से अप्रत्याशित नहीं थी। हर 35 साल में ऐसा एक बार होता है। इस क्षेत्र में तापमान काफी उतार-चढ़ाव भरा रहता है इसलिए इसे ग्लोबल वार्मिंग के ही प्रभाव के तौर पर पेश करना संभव नहीं है। हालांकि यह साफ जाहिर है कि इस तरह की प्रचंड ठंड मानव जनित जलवायु परिवर्तन नहीं होने की स्थिति में और भी ज्यादा सर्द होती।

पश्चिमी यूरोप में प्रचंड तपिश,

जुलाई 2019 | चित्र-3

- **घटना :** जुलाई 2019 के अंत तक पूरे पश्चिमी यूरोप और स्कैंडिनेविया में तापमान तीन-चार दिनों तक काफी ज्यादा रहा, जिसने वर्ष 2003 में पड़ी प्रचंड गर्मी के सारे रिकॉर्ड ध्वस्त कर दिये। नीदरलैंड्स और बेल्जियम में पारा पहली बार 40 डिग्री सेल्सियस तक पहुंच गया।

- **जलवायु परिवर्तन से इसका संबंध :** फ्रांस और नीदरलैंड्स में कम से कम इस हीटवेव जितनी ही गर्मी पड़ने की संभावना जलवायु परिवर्तन के कारण करीब 100 गुना ज्यादा बढ़ गई है। जर्मनी और ब्रिटेन में यह संभावना 10 गुना ज्यादा बढ़ चुकी है। सभी प्रभावित क्षेत्रों में प्रत्याशित सीमा से डेढ़ से 3 डिग्री सेल्सियस ज्यादा गर्मी महसूस की गई।



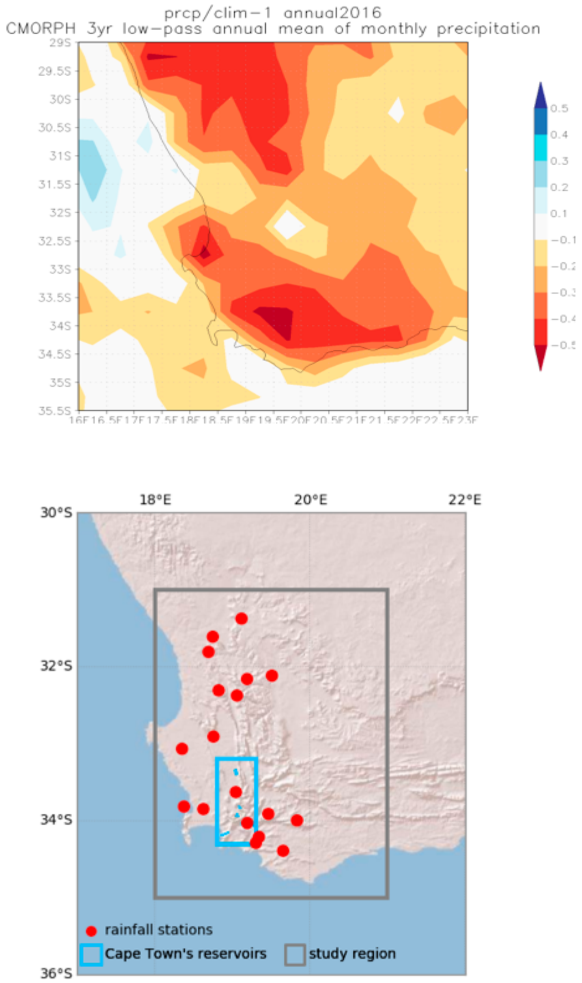
चित्र-3 | Rank of annual maximum temperatures observed in Europe in 2019 compared to 1950 –2018. Source: World Weather Attribution (accessed 27/10/2021)

केपटाउन में सूखा,

2017-2015 | चित्र-2

- **घटना :** वर्ष 2015 से 2017 तक दक्षिण अफ्रीका के वेस्टर्न केप प्रांत में लगातार कई सालों तक सामान्य से कम वर्षा हुई। इसकी वजह से पूरे क्षेत्र के जलाशयों में पानी का स्तर बहुत तेजी से नीचे चला गया। केपटाउन अपनी पानी संबंधी जरूरतों के लिए इन्हीं जलाशयों पर निर्भर करता है और तात्कालिक स्थिति की वजह से कुछ ही दिनों में वहां पानी का जबरदस्त संकट उत्पन्न हो गया। वहां की जल प्रबंधन प्रणाली में 14 बांध और पाइपलाइन शामिल हैं, जिन्हें 1-in-50 वर्ष का सूखा समाप्त करने के लिए डिजाइन किया गया है। हालांकि क्षेत्र में जल प्रबंधन पर राजनीति और भ्रष्टाचार के आरोप लगे हैं।

- **जलवायु परिवर्तन से इसका संबंध :** हालांकि वर्तमान पर्यावरणीय स्थितियों में ऐसी घटना दुर्लभ है और यह मोटे तौर पर 100 साल में कहीं एक बार होती है लेकिन जलवायु परिवर्तन की वजह से ऐसी मुसीबतों की आशंका 3 गुना बढ़ गई है।



चित्र-4 | (Top) Anomalies of the 2015–2017 precipitation in this region relative to 1998–2014. (Bottom) The study region (grey square) and the location of the reservoirs (blue square). Source: World Weather Attribution (accessed 03/11/2021)

एट्रीब्यूशन स्टडी नहीं होने पर चरम मौसमी घटनाओं की रिपोर्टिंग कैसे करें

एट्रीब्यूशन अध्ययन क्यों नहीं हो सकता

वर्ष 2004 में पहली अध्ययन रिपोर्ट प्रकाशित होने के बाद से एट्रीब्यूशन का इस्तेमाल करके जहां 400 से ज्यादा चरम मौसमी घटनाओं का अध्ययन किया गया है, वहीं यहां पर ऐसी कुल चरम मौसमी घटनाओं के एक बहुत छोटे से हिस्से को ही कवर किया गया है, जिनका समय के साथ हमारे समाज पर प्रभाव पड़ा है।

यहां तक कि रैपिड अटरीब्यूशन स्टडीज के लिए न्यूनतम जरूरत यह है कि अनेक शोधकर्ता कई दिनों तक इस पर लगातार ध्यान दें। इस वक्त मौसम संबंधी हर बड़ी घटना के मामले में ऐसा करना संभव नहीं है। उदाहरण के लिए वर्ल्ड वेदर एट्रीब्यूशन सेवा अब भी पूरी तरह स्वैच्छिक तरीके से संचालित की जा रही है।

किन घटनाओं का अध्ययन किया जा रहा है, यह भी उनकी किस्म पर निर्भर करता है। मौसम संबंधी कुछ घटनाएं ऐसी होती हैं, जिनका दूसरी घटनाओं के मुकाबले ग्लोबल वार्मिंग से ज्यादा जटिल संबंध होता है। हीट वेव्स तो सबसे साधारण मामले हैं। अगर वातावरण में ज्यादा गर्मी होगी तो गर्म मौसम की आशंका भी ज्यादा होगी। इसी तरह बारिश का मामला भी तुलनात्मक रूप से बिल्कुल सीधा है, क्योंकि गर्म हवा में नमी की मौजूदगी भी ज्यादा होती है। यही वजह है कि ऐसी घटनाओं का अध्ययन अपेक्षाकृत ज्यादा किया जाता है।

सूखा, बर्फ के तूफान, उष्णकटिबंधीय चक्रवात और जंगलों की आग के मामले ज्यादा जटिल हैं। जैसे कि सूखे की घटनाएं, कम बारिश होने, ज्यादा तापमान और वातावरण तथा भूतल के बीच के समीकरणों के विविध संयोजनों की वजह से होती है। वह अक्सर लंबे समय तक बरकरार रहती हैं। इसके कारण अनेक चुनौतियां उत्पन्न होती हैं। ऐसी घटनाओं का प्रभावशाली ढंग से अध्ययन करने के लिए पिछले मौसम के पर्यवेक्षणों में भी उच्च गुणवत्ता और निरंतरता होना जरूरी है और क्लाइमेट मॉडल्स भी ऐसे होने चाहिए कि वे इन अधिक जटिल परिघटनाओं का अनुरूपण करने में सक्षम हों।

हम वैसे भी क्या कह सकते हैं

ऐसा भी संभव है कि हम एट्रीब्यूशन स्टडी नहीं होने के बावजूद मौसम संबंधी घटनाओं और जलवायु परिवर्तन के बीच के संबंधों को रिपोर्ट कर सकते हैं। यह परिमाण की दो रेखाओं के कारण संभव है। पहला, क्योंकि एट्रीब्यूशन का क्षेत्र अपनी उम्र के 20वें साल में पहुंच रहा है। ऐसे में पूर्व में हुई समान घटनाओं को लेकर अनेक नयी एट्रीब्यूशन स्टडी पहले से ही मौजूद हैं। इनसे नई घटनाओं पर जलवायु परिवर्तन के प्रभावों का इशारा मिल सकता है। दूसरा, अनेक क्षेत्रों में महत्वपूर्ण प्रक्रियाओं की अपेक्षाकृत गहरी सैद्धांतिक समझ है और 2021 में प्रकाशित आईपीसीसी की छठी आकलन रिपोर्ट का कार्यसमूह उन परिवर्तनों का जायजा दिलाता है जो हम पहले से ही मौसम में देख रहे हैं।

इस गाइड का बाकी हिस्सा यह तय करता है कि जलवायु विज्ञान हमें एट्रीब्यूशन स्टडी नहीं मौजूद होने की स्थिति में चरम मौसमी घटनाओं और जलवायु परिवर्तन के बीच संबंधों के बारे में क्या कहने की इजाजत देता है और क्या कहने की नहीं।

कुछ मामलों में तस्वीर बिल्कुल साफ है और यह संभव है कि दुनिया के किसी भी हिस्से के लिए हम अधिक विश्वास के साथ तेजी से बयान दे सकते हैं वहीं अन्य मामलों में दुनिया के कुछ निश्चित हिस्सों या फिर किसी चरम मौसमी घटना के कुछ सुनिश्चित पहलुओं के बारे में निश्चित बयान देने को लेकर विश्वास की कमी है लोगों को सटीक जानकारी देने के लिए यह बारीकियां महत्वपूर्ण हैं।

एट्रीब्यूशन स्टडी नहीं होने पर चरम मौसमी घटनाओं की रिपोर्टिंग कैसे करें

चरम मौसमी स्थितियों के मुकाबले आपदाएं ज्यादा हैं

चरम मौसमी घटनाओं के बारे में रिपोर्ट करते समय यह बात सामने लाना महत्वपूर्ण है कि जलवायु परिवर्तन से स्वतंत्र प्राकृतिक खतरे, जैसे कि बाढ़, सूखा, तपिश इत्यादि सामाजिक भेद्यता के परिणामस्वरुप आपदा बन जाती हैं। कौन किस तरह से नुकसान पहुंचा रहा है, यह निर्धारित करता है कि मौसम आपदा बन रहा है या नहीं। अक्सर यह लोगों की सामाजिक और आर्थिक स्थिति होती है जो विविध और अनुपातहीन प्रभावों की किस्म को तय करती है। इसके अलावा कई कुदरती खतरे सिर्फ प्रकृति की वजह से उत्पन्न नहीं होते हैं बल्कि इंसान की गतिविधियों के कारण पैदा हुए जलवायु परिवर्तन से इनकी संभावना और तीव्रता और बढ़ जाती है।

तपिश

इंसान की गतिविधियों के कारण उत्पन्न जलवायु परिवर्तन की वजह से दुनिया में अब हर हीटवेव ज्यादा ताकतवर बन रही है और उसके बार-बार पैदा होने की संभावनाएं भी बढ़ गई हैं।

पूरी दुनिया में ग्लोबल वार्मिंग औसत स्तर पर पाई गई है। यह वो नहीं है जो लोग महसूस कर रहे हैं। जब औसत तापमान में वृद्धि होती है तब किसी स्थान पर किसी समय में संभावित तापमान का दायरा भी बदलता है। इसका मतलब है कि हर जगह पर हल्के गर्म दिनों की संभावना पहले से कुछ ज्यादा हो गई है और हल्के ठंडे दिनों की संभावना कुछ कम हुई है। जो तापमान पहले 'चरम' था अब वह मात्र असामान्य रह गया है और जो तापमान पहले असंभव था वह अब चरम की नई परिभाषा बन गया है। महत्वपूर्ण यह है कि सबसे अधिक तापमान के लिए संभावना का परिवर्तन सबसे तेजी से होता है। चित्र 1 (ऊपर) को देखने से स्पष्ट है जिसमें वक्रों के मध्य के नजदीक दिए गए तापमान की संभावना थोड़ी बढ़ जाती है लेकिन वितरण के सबसे निचले हिस्से वाले तापमान के पास गर्म दुनिया में कई गुना ज्यादा अवसर होता है। वैश्विक तापमान में 1 डिग्री सेल्सियस की बढ़ोत्तरी के कारण हीटवेव 1 डिग्री सेल्सियस से ज्यादा गर्म हो जाती है।

वर्ष 2021 की आईपीसीसी रिपोर्ट साफ तौर पर बताती है कि हर महाद्वीप पर औसत और अत्यधिक गर्मी बढ़ रही है और यह मानव जनित जलवायु परिवर्तन के कारण है :

- एक हीटवेव जो पूर्व-औद्योगिक काल वाली जलवायु में 10 साल में कहीं एक बार उत्पन्न होती थी, वह अब 10 वर्षों में 2.8 बार होगी और इसका तापमान भी 1.2 डिग्री सेल्सियस ज्यादा होगा। 2 डिग्री सेल्सियस ग्लोबल वार्मिंग की स्थिति में यह 5.6 बार होगी और इसका तापमान 2.6 डिग्री सेल्सियस ज्यादा होगा।
- एक हीटवेव जो पूर्व औद्योगिक काल वाली जलवायु में 50 साल में कहीं एक बार पैदा होती थी, वह अब इसी अवधि में 4.8 बार उत्पन्न होगी और यह 1.2 डिग्री सेल्सियस ज्यादा गर्म भी होगी। 2 डिग्री सेल्सियस ग्लोबल वार्मिंग पर इसकी आवृत्ति 13.9 होगी और यह तो 1.7 डिग्री सेल्सियस ज्यादा गर्म होगी।

यह आंकड़े तो सामान्य हीटवेव्स के वैश्विक औसत को जाहिर करते हैं लेकिन जलवायु परिवर्तन की वजह से किसी विशेष स्थान पर चरम हीटवेव्स की संभावना सैकड़ों गुना बढ़ सकती है। यह एकल घटनाओं के लिए की गई एट्रीब्यूशन स्टडीज में नजर आता है। वर्ष 2021 में वेस्टर्न कनाडा और अमेरिका में आई रिकॉर्ड तोड़ हीटवेव इंसान की गतिविधियों के कारण उत्पन्न जलवायु परिवर्तन के बगैर संभव नहीं थी। वर्ष 2015 में उत्तर भारत और पाकिस्तान में पड़ी घातक गर्मी और उमस में नाटकीय रूप से वृद्धि हुई थी और ऐसा जलवायु परिवर्तन की वजह से संभावित था। अन्य अध्ययनों में चीन, अर्जेंटीना, यूरोप के सभी हिस्सों और उत्तरी अमेरिका, उत्तरी तथा मध्य अफ्रीका, ऑस्ट्रेलिया और दक्षिण पूर्व एशिया में समान परिणाम नजर आए हैं। संबंधित उदाहरण संपूर्ण लिटरेचर का एक उपसमुच्च्य मात्र हैं। एट्रीब्यूशन ने लगातार दिखाया है कि गर्मी के रुझान वास्तव में अधिक गर्म और ज्यादा आमतौर पर पढ़ने वाली हीटवेव्स हैं। इनमें से हर एक घटना लाखों लोगों को प्रभावित कर सकती है।

सीमिताएं और नोट के बिंदु

ऐसे बयान देने से पहले एहतियात बरतने की संभावना काफी कम है कि ग्लोबल वार्मिंग और बार-बार पड़ने वाली ज्यादा तीव्र गर्मी के बीच संबंध दुनिया के हर इलाके में अविश्वसनीय रूप से काफी मजबूत है। यह राष्ट्रीय मौसम विज्ञान सेवाओं द्वारा घोषित बड़े पैमाने वाली विनाशकारी हीट वेव्स और स्थानीय स्तर पर गर्म दिनों के मामले में बिल्कुल सही है। नोट के कुछ छोटे बिंदु नीचे दिए गए हैं :

- **हीटवेव उत्पन्न होने के 'कारण'** — वातावरण के बर्ताव की वजह से हीटवेव उत्पन्न होती हैं। उदाहरण के लिए जेट धाराओं के विशाल घुमाव, जिन्हें ग्रहीय तरंगों के रूप में जाना जाता है, वे लगातार अत्यधिक गर्मी का कारण बन सकते हैं। यूरोप में वर्ष 2003 में और रूस में 2010 में हीटवेव की वजह से क्रमशः 70,000 और 55,000 लोगों की मौत हुई थी। यह इस अत्यधिक गर्मी के प्रमुख उदाहरण हैं साइबेरिया में वर्ष 2020 में सर्दियों और वसंत ऋतु में जबरदस्त गर्मी पड़ी थी, तब उत्तरी ध्रुव के नजदीक विभिन्न वातावरणीय गतिविधियां इसके लिए कुछ हद तक जिम्मेदार थीं। उस वक्त एक बहुत मजबूत जेट स्ट्रीम ने आसमान को बादलों से ढक दिया था और गर्म हवा को उत्तर की तरफ धकेला दिया था। जलवायु परिवर्तन के कारण इन ग्रहीय तरंगों और गतिमान प्रभावों पर क्या असर पड़ रहा है, उसकी हद को लेकर अभी बहस जारी है। कुछ अध्ययन प्रभाव दिखाते हैं और यह व्यापक रूप से प्रचारित अध्ययन होते हैं लेकिन अन्य अध्ययन ऐसा नहीं करते। निर्णय अभी बाकी है। यह भविष्य में हीटवेव को थोड़ा अधिक या कम संभावित अथवा कम या ज्यादा गंभीर बना सकता है। हालांकि इस तरह का कोई भी प्रभाव वर्तमान में अत्यधिक गर्मी की लहरों पर वैश्विक तपिश के प्रत्यक्ष प्रभाव के मुकाबले बहुत छोटा है।
- **हीटवेव अटरीब्यूशन की परस्पर विरोधाभासी रिपोर्ट?** — आमतौर पर किसी संपूर्ण क्षेत्र या बड़े देश के ऊपर जैसे कि पश्चिमी यूरोप या ब्राज़ील पर पड़ने वाली या फिर लंबे समय तक जैसे कि पूरे गर्मी भर रहने वाली हीटवेव का ग्लोबल वार्मिंग से अधिक मजबूत प्रत्यक्ष नाता होता है। उदाहरण के तौर पर पश्चिमी यूरोप में पूरे गर्मी के मौसम भर में हीटवेव की वजह से ग्लोबल वार्मिंग का ज्यादा बड़ा असर नजर आएगा, जो इंग्लैंड में 3 दिन तक पड़ने वाली तपिश में दिखाई नहीं देगा। अतीत में इसकी वजह से मीडिया में परस्पर विरोधाभासी रिपोर्ट्स में बढ़ोत्तरी हुई है, जब एक ही घटना को अनेक अध्ययनों में अलग-अलग तरीके से परिभाषित किया गया। उदाहरण के तौर पर वर्ष 2018 में ब्रिटेन में पड़ी तपिश को कम से कम 2 बार संभावित और 30 गुना संभावित, दोनों ही तरीके से रिपोर्ट किया गया। पहली वाली रिपोर्ट ऑक्सफोर्ड में 3 दिन तक पड़ी हीटवेव पर आधारित थी जबकि दूसरी रिपोर्ट संपूर्ण दक्षिण पूर्वी इंग्लैंड में पूरे गर्मी के मौसम के दौरान नापे गए औसत तापमान पर आधारित थी। फिर भी, पत्रकारों को किसी अत्यधिक गर्मी वाली घटना को मानव जनित जलवायु परिवर्तन से जोड़ने के प्रति आश्वस्त रहना चाहिए।
- **अत्यधिक सतर्क रहना** — गर्मी के मामले में बहुत ज्यादा एहतियात बरतने से पत्रकारिता संबंधी त्रुटि होने का खतरा होता है। हीटवेव ज्यादा से ज्यादा रिकॉर्ड तोड़ रही है जो तेजी से गर्म हो रही दुनिया का प्रत्यक्ष परिणाम है। दुनिया के कई हिस्सों में एक साथ हीटवेव होती है जो एक अलग घटना की तुलना में लोगों, कृषि और खाद्य प्रणालियों पर बहुत ज्यादा प्रभाव डाल सकती हैं। शोध से पता चलता है कि यह योगिक घटनाएं जलवायु परिवर्तन के बिना असंभव थी।

बाढ़

इंसान की गतिविधियों के कारण उत्पन्न जलवायु परिवर्तन की वजह से दुनिया के ज्यादातर हिस्सों में खास तौर पर यूरोप, अधिकांश एशिया, मध्य तथा पूर्वी-उत्तरी अमेरिका और दक्षिण अमेरिका, अफ्रीका तथा ऑस्ट्रेलिया के कुछ हिस्सों में अत्यधिक बारिश की घटनाएं ज्यादा आम और अधिक तीव्र हो गई हैं। अन्य स्थानों पर अभी इन बदलावों के बारे में बहुत ज्यादा आश्वस्त होना संभव नहीं है। इसकी वजह से इन स्थानों पर बाढ़ की घटनाएं अधिक तीव्र और ज्यादा आवृत्ति वाली होने की संभावना है। हालांकि अन्य मानवीय कारकों का भी इस पर असर पड़ता है।

जलवायु परिवर्तन का भारी बारिश पर दो तरीके से असर पड़ सकता है। पहला, एक गर्म वातावरण अधिक नमी को अपने साथ बनाए रखता है। ऐसा इस वजह यह है क्योंकि पानी के कण जब गर्म होते हैं तो ज्यादा तेजी से चलते हैं। इस वजह से उनके द्रव रूप के बजाए भाप रूपी गैस की शक्ल में होने की संभावना ज्यादा होती है। वैज्ञानिक आमतौर पर **क्लॉसियस-क्लैपेरोन संबंध** का इस्तेमाल करके इसकी व्याख्या करते हैं जो हमें बताती है कि 1 डिग्री सेल्सियस गर्म हवा में 7% से ज्यादा नमी होती है। इस तरह बारिश ज्यादा होती है। यह अधिकांश रूप से इस बात का कारण है कि जलवायु परिवर्तन के कारण अत्यधिक बारिश में वैश्विक वृद्धि क्यों हुई।

दूसरा, जलवायु परिवर्तन इस बात पर प्रभाव डालता है कि हम कितनी बार उन परिस्थितियों को देखते हैं, जिनमें भारी बारिश होती है। जैसे कि तूफान और अचानक हुई जबरदस्त बारिश, जो बदले में जटिल मौसम की घटनाओं और कुछ वायुमंडलीय परिसंचरण पैटर्न से निकलती हैं, उनका किसी मॉडल में अनुरूपण करना ज्यादा चुनौतीपूर्ण है, इसलिए एट्रीब्यूशन अध्ययन से यह सुनिश्चित होता है कि उनमें जिन मॉडलों का उपयोग किया जाता है वे इन मौसम संबंधी स्थितियों को सटीक रूप से परिलक्षित कर सकते हैं। यह पहलू अपेक्षाकृत कम महत्वपूर्ण हो सकता है। फिर भी उत्तरी यूरोप में एक एट्रीब्यूशन अध्ययन में पाया गया है कि इंसानी प्रभावों का अब तक उन वायुमंडलीय परिसंचरण पर बहुत कम असर पड़ा है, जिनके कारण गंभीर वर्षा की घटनाएं हुईं।

बाढ़ चरम मौसम से जुड़ी आपदा का सबसे ज्यादा बार रिपोर्ट किया जाने वाला रूप है (हालांकि यह जरूरी नहीं है कि बाढ़ सबसे अधिक बार हो। खासकर वैश्विक दक्षिण में हीटवेव जैसी अन्य चरम घटनाओं को हमेशा रिपोर्ट नहीं किया जाता)। बाढ़ कई प्रकार की होती है। इनमें नदी, भूजल, तटीय और फ्लैश फ्लड शामिल है। तटीय बाढ़ को छोड़कर बाकी सभी तरह की बाढ़ कुछ हद तक भारी वर्षा के कारण उत्पन्न होती है, जिनमें जलवायु परिवर्तन की महत्वपूर्ण भूमिका होती है, इसलिए हम सीमितताएं खंड में तटीय बाढ़ पर संक्षेप में बात करते हैं, मगर अन्यथा हम यहां वर्षा आधारित बाढ़ का ही जिक्र करते हैं।

1950 के दशक के बाद से दुनिया के अधिकांश हिस्सों में भारी वर्षा की घटनाएं अधिक बार-बार और तीव्रता के साथ होने लगी हैं, जिन्हें अब मुख्य रूप से मानव जनित जलवायु परिवर्तन के कारण उत्पन्न घटना के तौर पर बताया जाता है। इनकी संभावना कहीं पर भी कम नहीं हुई है। वैश्विक स्तर पर आईपीसीसी की रिपोर्ट बताती है कि किसी स्थान पर जो बारिश कभी 10 साल में एक बार होती थी, वर्तमान में वह हर 10 साल में अब 1.3 बार होती है, और यह 6.7% ज्यादा भीगी होती है। इसके अलावा 2 डिग्री सेल्सियस ग्लोबल वार्मिंग पर यह हर 10 वर्ष में 1.7 बार होगी और यह 14% ज्यादा भीगी होगी।

एट्रीब्यूशन अध्ययन कुछ क्षेत्रों में मजबूत परिणाम दिखाते हैं जबकि बाकी जगह कमजोर बदलाव की तरफ इशारा करते हैं। उदाहरण के लिए डेसमंड तूफान के कारण वर्ष 2015 में उत्तरी इंग्लैंड और दक्षिणी स्कॉटलैंड में भयंकर बाढ़ आई। इस दौरान हुई बारिश का 59% हिस्सा मानव जनित जलवायु से जोड़कर देखा गया। इसके विपरीत वर्ष 2017 में बांग्लादेश में आई विनाशकारी बाढ़ पर ग्रीन हाउस गैसों का बहुत हल्का सा प्रभाव था।

कुल मिलाकर रुझानों और एट्रीब्यूशन के संयोजन से इस बात का विश्वास है कि यूरोप, अधिकांश एशिया, मध्य और पूर्वी उत्तर अमेरिका, उत्तरी ऑस्ट्रेलिया, उत्तर पूर्वी दक्षिण अमेरिका तथा दक्षिणी अफ्रीका में जलवायु परिवर्तन के कारण वर्षा आधारित बाढ़ में वृद्धि होगी। इस बीच अफ्रीका, ऑस्ट्रेलिया और दक्षिणी तथा मध्य अमेरिका की व्यापक हिस्सों में परिवर्तन अनिश्चिततापूर्ण है, जिनके बारे में विश्वास के साथ कोई भी बयान देना संभव नहीं है।

सीमितताएं और नोट के बिंदु

- **कुछ क्षेत्रों में अनिश्चितता** — जलवायु परिवर्तन और भारी वर्षा के बारे में दिया गया कोई भी बयान गर्मी की तुलना में कम निश्चितता पूर्ण होता है और दुनिया भर में यह अलग-अलग होता है। ऐसा कई कारणों से है: वर्षा जटिल घटनाओं से उत्पन्न होती है, जिनका जलवायु मॉडल में अनुरूपण करना अक्सर मुश्किल होता है। इसके अलावा वर्षा के पर्यवेक्षण अक्सर ऐतिहासिक रूप से छितरे और दुनिया भर में कम निरंतरता वाले होते हैं। इससे रुझानों का पर्यवेक्षण और भी चुनौतीपूर्ण हो जाता है। व्यावहारिक रूप से इसका मतलब है कि हम केवल उन क्षेत्रों में जलवायु परिवर्तन के लिए वर्षा की एकल घटनाओं को जिम्मेदार ठहराने के प्रति आश्वस्त हैं, जहां प्रवृत्ति में अधिक विश्वास है और उसके बाद ही यह स्वीकार किया जाता है। इसमें व्यापक अनिश्चितताएं शामिल हैं। उत्तरी यूरोप और मध्य उत्तरी अमेरिका इसके अपवाद हैं, जहां तुलनात्मक रूप से छोटी वैज्ञानिक अनिश्चितताओं के साथ एट्रीब्यूशन का विश्वास सबसे अधिक है।
- **बाढ़ के बराबर नहीं है बारिश** — यहां पर भारी वर्षा के बारे में और बाढ़ के मामले में अन्य कारक भी प्रासंगिक है और इनमें मानव से संबंधित अन्य मुद्दों को शामिल किया जा सकता है। जैसे कि जमीन का इस्तेमाल (जैसे कि कृषि जंगलों का कटान और नगरीकरण) कैसे किया जा रहा है और जल प्रबंधन तथा बाढ़ रक्षा प्रयासों की गुणवत्ता कैसी है। उदाहरण के लिए एक ऐसे शहर में जहां बहुत अधिक घनी आबादी है और पानी की निकासी की व्यवस्था बहुत खराब है, वहां सामान्य सी वर्षा भी गंभीर बाढ़ का कारण बन सकती है। बाढ़ के हर मामले में ऐसे कारक जो जोखिम के स्तर और लोगों की भेद्यता से संबंधित हैं, वे भी बहुत प्रासंगिक होते हैं।
- **तटीय बाढ़** — यह तेज हवाओं और ज्वार के कारण उत्पन्न होती हैं, जिसके परिणामस्वरूप दो प्रमुख कारकों यानी तूफानों की तीव्रता और समुद्र जल स्तर की भी महत्वपूर्ण भूमिका होती है। तटीय बाढ़ में वायु जनित बढ़ोत्तरी का छोटा रुझान ही दिखता है। हालांकि जलवायु परिवर्तन के कारण समुद्र का जल स्तर बढ़ने का तटीय बाढ़ में योगदान काफी बढ़ गया है। तटीय बाढ़ की हर घटना जलवायु परिवर्तन से अछूती घटना के मुकाबले ज्यादा तीव्र होगी। अकेले इस प्रभाव की वजह से ही वर्ष 2100 तक कई स्थानों पर प्रतिवर्ष एक सदी में एक बार वाला ज्वार आएगा और इससे उच्च उत्सर्जन परिदृश्य के तहत ज्यादा स्थान प्रभावित होंगे।
- **यौगिक बाढ़** — भारी वर्षा और तेज तूफानी लहरों के संयोजन से तटीय शहरों और समुदायों पर विनाशकारी प्रभाव पड़ सकता है। ऐसा माना जाता है कि जलवायु परिवर्तन ने उत्तरी अमेरिका के शहरों और उत्तरी यूरोप के स्थानों तथा अन्य जगहों पर इन दोहरी मार वाली घटनाओं की संभावनाओं को बढ़ा दिया है।

उष्णकटिबंधीय / ट्रॉपिकल
(आंधी तूफान, और चक्रवात)

विश्व स्तर पर प्रति वर्ष ट्रॉपिकल चक्रवातों की कुल संख्या में कोई बदलाव नहीं आया है, लेकिन जलवायु परिवर्तन ने सबसे तीव्र और विनाशकारी तूफानों की घटना को बढ़ा दिया है। अन्य स्रोतों से होने वाली वर्षा के अनुरूप, उष्णकटिबंधीय चक्रवातों से होने वाली अत्यधिक वर्षा में काफी वृद्धि हुई है। जलवायु परिवर्तन से प्रेरित समुद्र के स्तर में वृद्धि के कारण स्टॉर्म सर्ज (तूफान की वृद्धि) अधिक होती है।

जलवायु परिवर्तन उष्णकटिबंधीय चक्रवातों को तीन मुख्य तरीकों से प्रभावित करता है। पहला, बढ़ी हुई वर्षा: उष्णकटिबंधीय चक्रवात ग्रह पर सबसे चरम वर्षा की घटनाएँ हैं। इसलिए, जैसा कि सभी अत्यधिक वर्षा की घटनाओं के साथ होता है, चूंकि वातावरण और गर्म होता है, बारिश के रूप में गिरने के लिए अधिक नमी मौजूद होती है। यह प्रतिशत के आधार पर काम करता है और - चूंकि इन घटनाओं के लिए जलवायु परिवर्तन उष्णकटिबंधीय चक्रवातों को तीन मुख्य तरीकों से प्रभावित करता है। यह प्रतिशत के आधार पर काम करता है और - चूंकि इन घटनाओं के लिए वर्षा के योग पहले से ही इतने चरम हैं - वर्षा की मात्रा में सबसे बड़ी पूर्ण वृद्धि उष्णकटिबंधीय चक्रवातों में देखी जाती है।

दूसरा, महासागरों में अधिक गर्मी। गर्म समुद्र का पानी उष्णकटिबंधीय चक्रवातों को चलाता है, इससे उन्हें अपना ईंधन मिलता है। इसलिए जलवायु परिवर्तन ऐसी स्थितियाँ पैदा करता है जिसमें अधिक शक्तिशाली तूफान बन सकते हैं, तेजी से तीव्र हो सकते हैं और अधिक पानी ले जाते हुए भूमि तक पहुँचने के लिए लगे रहते हैं। टेक्सास में तूफान हार्वी द्वारा उत्पादित वर्षा की मात्रा मेक्सिको की खाड़ी में रिकॉर्ड-गर्म समुद्र के पानी के प्रभाव के बिना बिलकुल असंभव थी। इसका यह मतलब भी है कि उष्णकटिबंधीय चक्रवात अब उत्तर और दक्षिण में दूर तक होते हैं, जहां समुद्र की सतह का तापमान महासागरों के जलवायु परिवर्तन से गर्म हुए बिना इतना अधिक नहीं होता कि चक्रवात उत्पन्न हो सकें। वैज्ञानिक समग्र रूप से अधिक उष्णकटिबंधीय चक्रवातों को नहीं देखते है और न ही उनका का सामना करने की अपेक्षा करते हैं, लेकिन वे अधिक शक्तिशाली चक्रवातों को देखने की अपेक्षा करते हैं, साथ ही उन जगहों पर उष्णकटिबंधीय चक्रवातों को देखने की अपेक्षा करते हैं जहाँ उन्हें पहले नहीं देखा गया है।

तीसरा, समुद्र के स्तर में वृद्धि। स्टॉर्म सर्ज उष्णकटिबंधीय चक्रवातों से होने वाले नुकसान का एक प्रमुख घटक है जो, जैसा कि 'बाढ़' खंड के तहत देखा जाता है, जलवायु परिवर्तन से बढ़ जाता है।

उष्णकटिबंधीय चक्रवातों के पिछले रिकॉर्ड काफी सीमित हैं, जिससे रुझानों को स्पष्ट रूप से पहचानना मुश्किल हो जाता है। हालांकि, अब यह स्पष्ट हो गया है कि दुनिया के सभी हिस्सों में, जहां वे होते हैं, प्रमुख उष्णकटिबंधीय चक्रवात (सैफिर-सिम्पसन पैमाने पर 3-5 श्रेणियां) अधिक लगातार हो गए हैं, भले ही उष्णकटिबंधीय चक्रवातों की पूर्ण संख्या नहीं बदली है। ये तूफान सभी उष्णकटिबंधीय तूफानों से होने वाले नुकसान के सबसे भारी हिस्से का कारण बनते हैं।

कुछ प्रमुख चक्रवात घाटियों में घटनाओं के लिए अब एट्रिब्यूशन स्टेटमेंट मौजूद हैं, जिसमें दिखाया गया है कि व्यक्तिगत घटनाएं कैसे बदल रही हैं। उत्तरी अटलांटिक में, तूफान कैटरीना, इरमा, मारिया, हार्वी, डोरियन और फ्लोरेंस से होने वाली कुल वर्षा को जलवायु परिवर्तन द्वारा और अधिक तीव्र (क्रमशः 4%, 6%, 9%, 15%, 7.5% और 5% द्वारा) बनाया गया। सामूहिक रूप से, इन तूफानों के कारण 500 बिलियन अमेरिकी डॉलर से अधिक का नुकसान हुआ। इस बीच, उत्तरी प्रशांत क्षेत्र में, मोरकोट टाइफून की वर्षा में 2.5-3.6% की वृद्धि हुई थी, और हाल ही में हवाई के आसपास, पूर्वी प्रशांत क्षेत्र में और अरब सागर में चरम चक्रवात के मौसम का होना जलवायु परिवर्तन से और संभावित हुआ।

इसके अलावा, व्यक्तिगत स्टॉर्म सर्ज के लिए जलवायु परिवर्तन को जिम्मेदार ठहराया जाता है। उदाहरण के लिए, तूफान सैंडी द्वारा बाढ़ से प्रभावित क्षेत्र को जलवायु परिवर्तन ने और बड़ा बना दिया, जिससे 71, 000 अधिक घर प्रभावित हुए और अतिरिक्त US $ 8.1 बिलियन का नुकसान हुआ। और टाइफून हैयान से होने वाला विनाशकारी स्टॉर्म सर्ज जलवायु परिवर्तन के बिना होने वाली इसी तरह की घटना की तुलना में लगभग 20% ज़्यादा हुआ।

सीमाएं और ध्यान देने योग्य बिंदु

- **आवृत्ति में कोई प्रवृत्ति नहीं** — जबकि जलवायु परिवर्तन समग्र उष्णकटिबंधीय चक्रवात गतिविधि में वृद्धि पैदा कर रहा है, क्योंकि सबसे तीव्र तूफान अधिक बार आते हैं, यह चक्रवातों की कुल संख्या में वृद्धि नहीं कर रहा है।

- **एक चक्रवात के लिए तीव्रता का गुणन नहीं किया जा सकता** — उष्णकटिबंधीय चक्रवातों पर एट्रिब्यूशन अध्ययन का ध्यान प्रवर्धित वर्षा और स्टॉर्म सर्ज है। जबकि समय के साथ सबसे तीव्र तूफानों में व्यापक वृद्धि हुई है, हम अभी तक यह नहीं बता सकते यदि जलवायु परिवर्तन से एक व्यक्तिगत तूफान समग्र रूप से तेज हो गया क्योंकि एकल मॉडल का उपयोग करके उस प्रभाव का केवल एक अध्ययन किया गया है। हालाँकि, इस बात के प्रमाण बढ़ रहे हैं कि गर्म महासागरों से तीव्रता होती है जो कि जलवायु परिवर्तन के बिना नहीं होता।

- **तेज़ तीव्रता** — जलवायु परिवर्तन से चक्रवातों की संख्या में वृद्धि हो रही है जो अत्यधिक गर्म समुद्र के पानी की उपस्थिति के कारण तेजी से तीव्र होते हैं। एक चक्रवात जो तेजी से तीव्र होता है, संभावित रूप से उससे कहीं अधिक खतरनाक होता है जो धीरे-धीरे ऐसा करता है क्योंकि यह आपातकालीन तैयारियों के लिए कम चेतावनी प्रदान करता है, खासकर अगर यह लैंडफॉल से तुरंत पहले तीव्र होता है। तूफान माइकल और हार्वी हाल ही में तेजी से तीव्र होने वाले चक्रवातों के उदाहरण हैं।

- **स्टॉर्म ट्रैक पोलवर्ड माइग्रेशन** — जैसे-जैसे समुद्र का पानी गर्म होता है, यह अनुमान लगाना वाजिब है कि तूफान भूमध्य रेखा से और दूर चले जाएंगे। अब तक, हम ग्लोबल वार्मिंग के प्रत्यक्ष परिणाम के लिए ज़िम्मेदार, पूर्वी और दक्षिण पूर्व एशिया को प्रभावित करते हुए, केवल पश्चिमी उत्तरी प्रशांत क्षेत्र में चक्रवातों में उत्तर की ओर बदलाव को मान सकते हैं। नतीजतन, वे इस तरह की घटना की उम्मीद करने के लिए ऐतिहासिक कारण के बिना अपेक्षाकृत रूप से नहीं तैयार स्थानों पर हमला कर सकते हैं।

भारी बर्फ

जलवायु परिवर्तन के कारण दुनिया भर में अत्यधिक ठंड की हर घटना की संभावना और तीव्रता में कमी आई है। यह स्पष्ट नहीं है कि अधिकांश स्थानों पर भारी हिमपात की घटनाएं कैसे बदली हैं, लेकिन पूर्व और उत्तरी एशिया, उत्तरी अमेरिका और ग्रीनलैंड के कुछ हिस्सों में इसकी तीव्रता में वृद्धि हो सकती है।

ग्रह की भूमि की सतह पर गर्मी में नाटकीय वृद्धि का मतलब है कि अधिक वर्षा गिर रही है, लेकिन इसमें से अधिकांश वृद्धि बर्फ के बजाय बारिश के रूप में है। इस नियम के अपवाद उत्तरी अमेरिका, उत्तर और पूर्वी एशिया और ग्रीनलैंड के कुछ हिस्सों में मौजूद हो सकते हैं। ये अपवाद इसलिए मौजूद हो सकते हैं क्योंकि, जहां बर्फ पड़ने के लिए पर्याप्त ठंड रहती है, अतिरिक्त गर्मी के परिणामस्वरूप वातावरण में अधिक नमी होती है जो बर्फ के रूप में गिर सकती है। इन स्थानों पर, वर्ष की छोटी अवधि में और कम बार, लेकिन कभी-कभी अधिक तीव्रता के साथ हिमपात हो रहा है।

जलवायु परिवर्तन की वजह से अब तक कितनी भारी बर्फबारी हुई है, इस पर अनिश्चितता है। यह कई स्थानों पर भारी हिमपात के दुर्लभ अवलोकन संबंधी रिकॉर्ड का परिणाम है, और क्योंकि इन घटनाओं को जलवायु मॉडल में अनुकरण करना मुश्किल है।

हाल में हुई कुछ ही भारी बर्फबारी की घटनाओं के लिए एट्रिब्यूशन अध्ययन किए गए हैं, जिन्हें या तो जलवायु परिवर्तन से कोई संबंध नहीं होने का प्रमाण मिला है या विश्वास के साथ कोई निष्कर्ष को बताने में असमर्थ हैं। उदाहरण के लिए, हो सकता है कि जलवायु परिवर्तन ने दक्षिण डकोटा में शुरुआती शरद ऋतु में बर्फबारी, जैसे कि 2013 में हुए थी, की संभावना को कम कर दिया हो, लेकिन यह विश्वास के साथ नहीं कहा जा सकता है। उसी वर्ष, 2013 में स्पैनिश पाइरेनीज़ में, अत्यधिक भारी बर्फ का संचय विशुद्ध रूप से जलवायु परिवर्तन के किसी भी प्रभाव के बजाय प्राकृतिक परिवर्तनशीलता के कारण था। और पूर्वी मध्य-अटलांटिक यू.एस. में 2016 में पड़ने वाले सर्दियों के बर्फीले तूफान जोनास को जलवायु परिवर्तन ने प्रभावित नहीं किया।

हालांकि, उत्तरी गोलार्ध के उच्च-अक्षांश क्षेत्रों में, जैसे कि पूर्वी और उत्तरी एशिया के कुछ हिस्सों में, उत्तरी अमेरिका और ग्रीनलैंड के कुछ हिस्सों में, 1950 के दशक से जलवायु परिवर्तन के कारण भारी हिमपात शायद अधिक गंभीर हो गया हो। उत्तरी अमेरिका में, यह सर्दियों के दौरान बहुत ऊंचाई वाले क्षेत्रों के लिए सच है, लेकिन वर्ष के अन्य समय और निचले इलाकों में ऐसा कम होता है।

सीमाएं और ध्यान देने योग्य बिंदु

- **ध्रुवीय भंवर —** सर्दियों में दो ध्रुवीय भंवर होते हैं, एक क्षोभमंडल में - जेट स्ट्रीम - और एक समताप मंडल में - समताप मंडल ध्रुवीय भंवर (SPV)। इन भंवरों के कमजोर होने पर इन्हे यूरेशिया और उत्तरी अमेरिका में अत्यधिक सर्दियों के मौसम से जुड़ा जाता हैं: एक कमजोर जेट स्ट्रीम में घूमने की प्रवृत्ति होती है, जो आर्कटिक से ठंडी हवा खींच सकती है, जबकि एक कमजोर SPV में 'अचानक समताप मंडल वार्मिंग' घटना में ढहने का खतरा होता है, जिसके कारण अत्यधिक ठंडी हवा दक्षिण में फैल जाती है। यह जलवायु परिवर्तन से जुड़ा हुआ है क्योंकि प्रत्येक भंवर आर्कटिक और आगे दक्षिण के क्षेत्रों के बीच तापमान के अंतर का परिणाम है। चूंकि आर्कटिक आगे दक्षिणी क्षेत्रों की तुलना में अधिक तेजी से गर्म हो रहा है, इसलिए जलवायु परिवर्तन इनमें से प्रत्येक को कमजोर कर सकता है। हालांकि, अभी तक, जबकि कमजोर होती जेट स्ट्रीम और SPV के कुछ सबूत हैं, यह अभी तक निर्णायक नहीं है कि यह प्राकृतिक जलवायु विविधताओं के दायरे से बाहर है।
- **कोई स्पष्ट कथन नहीं —** वर्तमान में किसी भारी हिमपात की घटना (या तो संभावना में वृद्धि या कमी के रूप में) के लिए जलवायु परिवर्तन को जिम्मेदार ठहराने की बहुत सीमित संभावना है। उत्तरी अमेरिका, उत्तर और पूर्वी एशिया और ग्रीनलैंड में किसी गंभीर हिमपात की घटना के लिए यह अनुमान लगाया जा सकता है कि एक संबंध हो सकता है, लेकिन कम आत्मविश्वास के साथ।
- **गर्म होती दुनिया में हिमपात (और अत्यधिक ठंड) —** मौसम और जलवायु एक ही चीज़ नहीं हैं। जलवायु लंबे समय तक के मौसम का औसत है - अक्सर कई दशकों - और एक बड़े इलाके में - आमतौर पर एक राष्ट्र या क्षेत्र। पुरानी कहावत के अनुसार, जलवायु वह है जिसकी आप अपेक्षा करते हैं, मौसम वह है जो आपको मिलता है। यहां तक कि एक ऐसी दुनिया में जो औसतन गर्म होती है, मौसम की प्राकृतिक परिवर्तनशीलता किसी भी दिन अत्यधिक ठंड और हिमपात को संभव बनाती है। कई एट्रिब्यूशन अध्ययनों से पता चलता है कि गर्म दुनिया में अत्यधिक ठंड की घटनाओं की संभावना कम होती जा रही है, लेकिन यह उन्हें असंभव नहीं बनाता है - जिस तरह एक स्वस्थ सक्रिय जीवन शैली जीने से बीमारी की संभावना कम हो जाती है, लेकिन इसका मतलब यह नहीं होता है कि एक अधिक फिट और स्वस्थ व्यक्ति का बीमार पड़ना असंभव है।

सूखा

यूरोप, भूमध्यसागरीय, दक्षिणी अफ्रीका, मध्य और पूर्वी एशिया, दक्षिणी ऑस्ट्रेलिया और पश्चिमी उत्तरी अमेरिका सहित केवल कुछ क्षेत्रों में जलवायु परिवर्तन के कारण सूखे की घटनाएं अधिक आम और अधिक गंभीर होते जा रहे हैं। पश्चिमी और मध्य अफ्रीका, उत्तर पूर्व दक्षिण अमेरिका और न्यूजीलैंड में वृद्धि के कुछ प्रमाण हैं।

जलवायु परिवर्तन कई तरह से सूखे को प्रभावित करता है, लेकिन विशेष रूप से दो तरह से। पहला, वाष्पीकरण के माध्यम से: जैसे-जैसे वातावरण गर्म होता है, भूमि से अधिक वाष्पीकरण होता है। दूसरा, वर्षा के माध्यम से: दुनिया भर में अलग-अलग वर्षा की घटनाएं अधिक गंभीर होती जा रही हैं, जो छोटी और अधिक तीव्र झोकों में गिर रही हैं। यह महत्वपूर्ण है क्योंकि भारी बारिश से जमीन के तर होने और पानी के सीधे नदियों में बहने की संभावना अधिक होती है। इसकी तुलना में, समान मात्रा में लंबे समय तक फैली हुई मध्यम वर्षा से मिट्टी की नमी और भूजल भंडार को बनाए रखने की अधिक संभावना है। इसलिए, यदि समग्र वर्षा स्थिर रहती है, तो भी कुछ स्थानों पर सूखे की स्थिति विकराल हो सकती है। कुछ क्षेत्रों में, समग्र वर्षा बढ़ रही है, जो इसकी भरपाई कर के आम तौर पर सूखे की संभावना को कम करता है, हालांकि ऐसा होने के पर्याप्त प्रमाण वर्तमान में सिर्फ उत्तरी ऑस्ट्रेलिया में हैं। हालांकि, कुछ अन्य क्षेत्रों में, जबकि सबसे भारी वर्षा अधिक बार हो रही है, औसत वर्षा अभी भी गिर रही है। यहीं पर सूखे में सबसे ज्यादा बदलाव देखने को मिलता है। कुल मिलाकर, अधिक वाष्पीकरण, अधिक छिटपुट, भारी वर्षा और कम औसत वर्षा का संयोजन सूखाग्रस्त क्षेत्रों और मौसमों में सूखे को अधिक सामान्य बनाता है।

सूखा एक जटिल घटना है। सूखे के कई रूप हैं और जलवायु परिवर्तन से संबंध का कोई सरल उत्तर नहीं है। कृषि और पारिस्थितिक सूखा मिट्टी की नमी की कमी है, जबकि मौसम संबंधी, जल विज्ञान और भूजल सूखा क्रमशः वर्षा, निम्न नदी और भूजल स्तर की कमी है। कृषि और पारिस्थितिक सूखा जलवायु परिवर्तन का सबसे स्पष्ट संकेत दिखाते हैं, सबसे हालिया IPCC रिपोर्ट में तफसील से विस्तृत हैं, और सीधे खाद्य प्रणाली और व्यापक प्राकृतिक प्रणालियों पर प्रभाव से संबंधित हैं।

इन सूखे के बढ़ते जोखिम वाले क्षेत्रों में पश्चिमी उत्तरी अमेरिका, मध्य और पूर्वी एशिया, भूमध्यसागरीय, मध्य, पश्चिमी और दक्षिणी अफ्रीका के हिस्से, पूर्वोत्तर दक्षिण अमेरिका और दक्षिणी ऑस्ट्रेलिया शामिल हैं। यह वर्णन करने के लिए कि एक सूखे की घटना कितनी गंभीर है, वैज्ञानिक मानक विचलन की इकाइयों का उपयोग करते हैं - यह इसका माप है कि किसी स्थान के लिए परिस्थितियों की तुलना सामान्य से कितनी असामान्य है। यह हमें वार्षिक वर्षा और मिट्टी की नमी के बहुत अलग स्तरों वाले क्षेत्रों में शुष्की के रुझानों की तुलना करने की अनुमति देता है। ऊपर सूचीबद्ध शुष्की वाले क्षेत्रों में, IPCC रिपोर्ट करता है कि, किसी दिए गए स्थान में, जो कभी दस साल में एक बार सूखा पड़ता था, वर्तमान में हर दस साल में 1.7 बार हो रहा है और 0.3 मानक विचलन शुष्की वाला होता है। ग्लोबल वार्मिंग के 2°C पर, यह हर दस साल में 2.4 गुना और 0.6 मानक विचलन शुष्की वाला वाला होगा।

कई हालिया सूखे के एट्रिब्यूशन अध्ययन रुझानों से ज़्यादा मजबूत संबंध दिखाते हैं, लेकिन बिना किसी संबंध के उदाहरण भी दिखाते हैं। लेकिन ये कृषि और पारिस्थितिक सहित सभी प्रकार के सूखे के लिए हैं। इसलिए परिणाम केवल आंशिक रूप से IPCC में हाइलाइट किए गए रुझानों के साथ तुलनीय हैं। उदाहरण के लिए, 2015-2017 से केप टाउन के आसपास सूखे के परिणामस्वरूप लगभग बिना पानी के 'डे ज़ीरो'तक पहुंच गया - यह जलवायु परिवर्तन स3-6 गुना ज़्यादा संभावित बना। इसी तरह, चीन में मई-जून 2019 की अत्यधिक शुष्कता जलवायु परिवर्तन से छह गुना ज़्यादा संभाव हुई। और नीदरलैंड में, कृषि सूखे में देखी गई वृद्धि का कम से कम आधा हिस्सा जलवायु परिवर्तन के कारण है। अन्य सूखे की घटनाएं, विशेष रूप से पूर्वी अफ्रीका में कई, जिनका मानवीय प्रभाव बहुत अधिक था, जलवायु परिवर्तन से अधिक संभावित नहीं बनी।

कुल मिलाकर, रुझानों और ईवेंट एट्रिब्यूशन स्टेटमेंट के संयोजन से, हम सूखे की गंभीरता और संभावना में वृद्धि का श्रेय दे सकते हैं:

- भूमध्यसागरीय, दक्षिणी अफ्रीका, मध्य और पूर्वी एशिया, दक्षिणी ऑस्ट्रेलिया और पश्चिमी उत्तरी अमेरिका में अत्यधिक विश्वास के साथ।
- पश्चिमी और मध्य अफ्रीका, पश्चिमी और मध्य यूरोप, पूर्वोत्तर दक्षिण अमेरिका और न्यूजीलैंड में कम आत्मविश्वास के साथ।

सीमाएं और ध्यान देने योग्य बिंदु

- **IPCC नंबर केवल वहीं लागू होते हैं जहां शुष्की हो रही होती है —** सूखे की दर और गंभीरता में बदलाव के लिए IPCC के परिणाम केवल दुनिया के उन हिस्सों में सूखे की स्थिति में बदलाव पर लागू होते हैं जो समग्र रूप से सूख रहे हैं। इसलिए, उन्हें केवल उन परिणामों के ऊपर सूचीबद्ध क्षेत्रों से संबंधित उद्धृत किया जाना चाहिए: पश्चिमी उत्तरी अमेरिका, मध्य और पूर्वी एशिया, भूमध्यसागरीय, मध्य, पश्चिमी और दक्षिणी अफ्रीका के बड़े हिस्से, पूर्वोत्तर दक्षिण अमेरिका और दक्षिणी ऑस्ट्रेलिया।
- **सूखे के प्रकार और अनिश्चितता —** जैसा कि बताया गया है, सूखे विभिन्न प्रकार के होते हैं। प्रत्येक क्षेत्र के अनुसार भिन्न होता है, और प्रत्येक प्रकार का ज्ञान भी बहुत भिन्न होता है। इसलिए किसी भी सूखे की सूचना देने में सावधानी बरतने की आवश्यकता है। इस गाइड में प्रयोज्यता बढ़ाने के लिए सभी प्रकार के सूखे को एक बैनर तले संश्लेषित किया जाता है। हालांकि, इसका मतलब यह है कि हम वैज्ञानिक दृष्टिकोण से अपने आत्मविश्वास के स्तर का त्याग करते हैं, और इसका संचार करना महत्वपूर्ण है। यहां, केवल उन क्षेत्रों के लिए उच्च आत्मविश्वास देना संभव है जहां सूखे के कई अलग-अलग रूपों के लिए स्पष्ट संकेत हैं। जिन क्षेत्रों में केवल एक प्रकार के सूखे के प्रमाण हैं, उनमें आत्मविश्वास कम है। बाकी हर जगह, हम स्पष्ट रूप से अनुमान नहीं लगा सकते हैं कि जलवायु परिवर्तन से सूखा कैसे प्रभावित हुआ है। पूर्वी अफ्रीका में, प्रभावशाली सूखे लगातार नियमित रूप से आते हैं, लेकिन रिकॉर्ड बहुत सीमित हैं और जलवायु मॉडल एट्रिब्यूशन स्टेटमेंट बनाने के लिए अपर्याप्त हैं।
- **अन्य कारक —** बाढ़ की तरह, सूखा बहुत हद तक इस बात पर निर्भर करता है कि मनुष्य भूमि को कैसे बदलते हैं और पानी का प्रबंधन कैसे करते हैं। इसलिए अन्य प्रमुख योगदान कारकों की रिपोर्ट करना महत्वपूर्ण है, जैसे कि लोग जलवायु परिवर्तन के प्रति कितनी अच्छी तरह से ढल रहे हैं (या, कुछ स्थानों पर, ढलने में सक्षम हैं)। विशेष रूप से, इस तरह की घटना के प्रभावों पर चर्चा करते समय, लोगों की भेद्यता और उनके प्रति जोखिम पर विचार करना मौलिक है - यह जलवायु परिवर्तन के प्रभाव की परवाह किए बिना एक अस्थायी नली के पाइप प्रतिबंध और एक क्षेत्रव्यापी अकाल के बीच का अंतर हो सकता है।
- **समवर्ती सूखा और गर्मी —** गर्मी और बाढ़ की तरह, एक ही समय में कई चरम स्थितियों की संभावना तेजी से बढ़ी है - व्यक्तिगत खतरों से कहीं अधिक। समवर्ती अत्यधिक गर्मी और सूखे का परिणाम किसी भी एक अलग घटना की तुलना में, जिसमें आग भी शामिल है (नीचे देखें), अधिक गंभीर प्रभाव हो सकता है।

आग

महाद्वीपों के हिस्सों में आग का मौसम बढ़ रहा है, दक्षिणी यूरोप, उत्तरी यूरेशिया, अमेरिका और ऑस्ट्रेलिया में संभाव्यता और कुल जले हुए क्षेत्र दोनों में स्पष्ट रूप से वृद्धि, और दक्षिणी चीन में कुछ सबूतों के साथ।

'अग्नि मौसम' गर्मी, सूखे और तेज हवा का एक आदर्श तूफान संयोजन है। यह मौसम सबसे अधिक संभावना प्रदान करता है कि आग लग जाएगी, आग के लिए ईंधन होगा, और यह तेजी से फैलेगी। इसलिए अग्नि गतिविधि के रुझान सूखे और गर्मी दोनों के संयोजन में प्रवृत्तियों से निकटता से संबंधित हैं। इससे उन क्षेत्रों में आग के जोखिम तेजी से बढ़ते हैं जिनमें गर्मी और सूखे दोनों का जोखिम एक साथ बढ़ रहा है। हालांकि, चूंकि पूरे ग्रह में गर्मी बढ़ रही है, भले ही सूखे का जोखिम केवल स्थिर रहे, आग का खतरा बढ़ जाता है।

विश्व स्तर पर, आग की प्रवृत्ति 1998 और 2015 के बीच जले हुए क्षेत्रों में कमी दर्शाती है - लेकिन यह काफी हद तक मानवीय प्रभावों के कारण है, जैसे कि भूमि उपयोग में परिवर्तन। दुनिया के कई हिस्सों में जंगल की आग का वास्तविक खतरा अभी भी बढ़ रहा है।

मौसम की लंबाई जिसमें मौसम आग, या 'आग के मौसम' की स्थिति पैदा करता है, बढ़ रही है, और ऐसे मौसम का अनुभव करने वाले क्षेत्रों का विस्तार हो रहा है। नतीजतन, हर महाद्वीप के स्थानों में, जलवायु परिवर्तन के कारण आग के मौसम की संभावना में स्पष्ट वृद्धि हुई है।

एट्रिब्यूशन अध्ययन प्रवृत्तियों को अटलता से पुष्ट करते हैं। ऑस्ट्रेलिया में, क्वींसलैंड और न्यू साउथ वेल्स (NSW) दोनों में आग जलवायु परिवर्तन से बढ़ी थी - NSW में 2019/20 की झाड़ियों में आग लगने की स्थिति कम से कम 30% अधिक संभावित बनी थी। उत्तरी अमेरिका के पश्चिमी तट के साथ, अलास्का से कैलिफोर्निया तक, हाल ही में जंगल की आग की संभावना अधिक हुई और उनके जले हुए क्षेत्र में वृद्धि हुई। 1984-2015 से, पश्चिमी अमेरिका में 4 मिलियन हेक्टेयर से अधिक जले हुए क्षेत्र के लिए सीधे जलवायु परिवर्तन को जिम्मेदार ठहराया गया है। और दक्षिणी चीन में, 2019 की अत्यधिक जंगल की आग जलवायु परिवर्तन से सात गुना अधिक होने की संभावना बनी।

कुल मिलाकर, हम दक्षिणी यूरोप, उत्तरी यूरेशिया, अमेरिका और ऑस्ट्रेलिया में आग के मौसम की संभावना में वृद्धि का एट्रीब्यूशन आत्मविश्वास से दे सकते हैं, दक्षिणी चीन में भी एक संकेत के उन्मज्जन के प्रमाण के साथ। ग्लोबल वार्मिंग बढ़ने के साथ-साथ ये स्थितियां जमीन की सतह पर और बढ़ने की संभावना है।

सीमाएं और सावधानी के बिंदु

- **सीमित डाटा —** अब तक, आग के जोखिम केवल वैश्विक उत्तर के कुछ हिस्सों में जलवायु परिवर्तन के कारण हैं। अन्य क्षेत्रों के लिए, ऐतिहासिक आग के डाटा रिकॉर्ड, साथ ही मौसम की स्थिति के अवलोकन, साथ ही आग के मौसम का अनुकरण करने के लिए जलवायु मॉडल की क्षमता से विश्वास गंभीर रूप से सीमित है। यह संभावना है कि दुनिया के कई अन्य हिस्सों में बढ़ती गर्मी और शुष्की की प्रवृत्ति के साथ इसके मजबूत संबंध के कारण आग के जोखिम में वृद्धि देखी जा रही है। दुर्भाग्य से, हम इस समय इस बढ़ते जोखिम को माप नहीं सकते हैं।

- **प्रबंधन —** ईंधन के निर्माण को रोकने के लिए जंगलों को नियंत्रित रूप से जलाना कुछ क्षेत्रों में सहस्राब्दियों से एक आम बात रही है, लेकिन हमेशा लगातार नहीं। नियंत्रित जलने की योजना और निष्पादन के स्तर को आग के जोखिम के स्तर के लिए जिम्मेदार ठहराया जा सकता है; यदि अपर्याप्त, तो जोखिम बहुत बढ़ जाता है।

- **प्रज्वलन स्रोत —** मानवीय गतिविधियाँ, जैसे आकस्मिक आग का लगाना, वन-व्यापी आपदाओं के लिए ट्रिगर हो सकती हैं। यू.एस. फॉरेस्ट सर्विस के अनुसार, अमेरिका में 85% जंगल की आग मानवीय लापरवाही या इरादे से शुरू होती है। बिजली के कारण प्रज्वलन होने वाली प्राकृतिक अवस्था की तुलना में, इसने जंगल की आग के मौसम की लंबाई को तीन गुना कर दिया है - लगभग तीन महीने की पूर्ण वृद्धि। प्रभावशाली जंगल की आग के कारणों पर रिपोर्ट करते समय, इन कारकों के साथ-साथ प्रभावित लोगों और संरचनाओं के जोखिम और भेद्यता के स्तर पर रिपोर्ट करना महत्वपूर्ण है।बहरहाल, यह तथ्य कि अन्य कारक जंगल की आग के जोखिम को बढ़ा रहे हैं, जलवायु परिवर्तन की भूमिका को कम नहीं करता है। जलवायु परिवर्तन ने दुनिया भर में जंगल की आग के मौसम में औसतन लगभग दो सप्ताह की वृद्धि की है, ज्यादातर गर्मी और शुष्की के माध्यम से ईंधन की उपलब्धता को बढ़ाकर। हालांकि, इन संख्याओं की तुलना पूरी तस्वीर नहीं देती है: जलवायु परिवर्तन आग के मौसम की तीव्रता को भी इस तरह से बढ़ाता है जिस तरह मानव-जनित प्रज्वलन में वृद्धि से नहीं होती है। ऐसा इसलिए है क्योंकि यह उस डिग्री को भी प्रभावित करता है जिसमें दी गई आग पकड़ लेती है, फैलती है और बनी रहती है। इसलिए यह मनुष्यों द्वारा प्रज्वलन में वृद्धि के साथ मिलकर काम करता है, जिससे आग का मौसम लंबा और अधिक तीव्र हो जाता है।

चरम घटनाएं और जलवायु परिवर्तन:
एक पेज की चेकलिस्ट!

इस गाइड में शामिल प्रत्येक चरम मौसम प्रकार के लिए निम्नलिखित एक बहुत ही बुनियादी विहंगावलोकन है। प्रत्येक प्रकार के बारे में अधिक जानकारी गाइड में दी गई है, जिसमें सर्वोत्तम वर्तमान विज्ञान, यह कैसे काम करता है इसका विवरण और सटीक रिपोर्टिंग सुनिश्चित करने के लिए ध्यान देने योग्य महत्वपूर्ण बिंदु शामिल हैं।

चरम मौसम प्रकार	ज़रूरी सन्देश	नोट और सावधानी के बिंदु
हीटवेव	दुनिया में हर हीटवेव अब मानव-जनित जलवायु परिवर्तन के कारण और मजबूत हो गई है और होने की संभावना अधिक है।	• बहुत सतर्क न हों - हीटवेव एकतरफा ग्लोबल वार्मिंग से जुड़ी हुई हैं।
बाढ़	दुनिया के अधिकांश हिस्सों में मानव जनित जलवायु परिवर्तन के कारण अत्यधिक वर्षा अधिक सामान्य और अधिक तीव्र होती है। इसके परिणामस्वरूप कुछ स्थानों पर बाढ़ के लगातार और गंभीर होने की संभावना है, हालांकि यह अन्य मानवीय कारकों से भी प्रभावित होती है।	• बाढ़ का संबंध भारी बारिश से है, लेकिन यह जल प्रबंधन और सुरक्षा जैसे मानवीय कारकों के कारण भी होती है। • समुद्र के स्तर में वृद्धि के कारण तटीय बाढ़ आम तौर पर बढ़ रही है, लेकिन वर्षा आधारित बाढ़ से संबंधित नहीं है।
ऊष्णकटिबंधी चक्रवात	प्रति वर्ष उष्णकटिबंधीय चक्रवातों की कुल संख्या में कोई बदलाव नहीं आया है, लेकिन जलवायु परिवर्तन ने सबसे तीव्र और विनाशकारी तूफानों की घटना को बढ़ा दिया है। अन्य स्रोतों से होने वाली वर्षा के अनुरूप, उष्णकटिबंधीय चक्रवातों से होने वाली अत्यधिक वर्षा में काफी वृद्धि हुई है। जलवायु परिवर्तन से प्रेरित समुद्र के स्तर में वृद्धि के कारण स्टॉर्म सर्ज अधिक होते है।	• कुल मिलाकर चक्रवातों में कोई वृद्धि नहीं हुई है। • ग्लोबल वार्मिंग के कारण व्यक्तिगत चक्रवात की तीव्रता और हवा की गति वर्तमान में अधिक नहीं है।

चरम मौसम प्रकार	ज़रूरी सन्देश	नोट और सावधानी के बिंदु
भारी बर्फ	दुनिया भर में अत्यधिक ठंड की हर घटना संभावना और तीव्रता में जलवायु परिवर्तन के कारण कमी आई है। यह स्पष्ट नहीं है कि अधिकांश स्थानों पर भारी हिमपात की घटनाएं कैसे बदली हैं, लेकिन पूर्व और उत्तरी एशिया, उत्तरी अमेरिका और ग्रीनलैंड के कुछ हिस्सों में उनकी तीव्रता में वृद्धि हो सकती है।	• कम ठंडी चरम सीमाओं का बहुत अधिक विश्वास है, हालांकि ये अभी भी संभव हैं। • हिमपात परिवर्तन अत्यंत अनिश्चित हैं। • ध्रुवीय भंवर परिवर्तन अभी तक स्पष्ट नहीं हैं।
सूखा	यूरोप, भूमध्यसागरीय, दक्षिणी अफ्रीका, मध्य और पूर्वी एशिया, दक्षिणी ऑस्ट्रेलिया और पश्चिमी उत्तरी अमेरिका सहित केवल कुछ क्षेत्रों में जलवायु परिवर्तन के कारण सूखा अधिक आम और अधिक गंभीर होता जा रहा है - पश्चिमी और मध्य अफ्रीका , उत्तर पूर्व दक्षिण अमेरिका और न्यूजीलैंड में वृद्धि के कुछ प्रमाण हैं।	• सूखा बहुत जटिल और विविध है, जिससे निश्चितता को स्वीकार करना मुश्किल हो जाता है। • प्रभावकारी सूखे के मामले में, विशेष रूप से जल प्रबंधन के संबंध में, जलवायु परिवर्तन के अलावा अन्य कई कारकों पर विचार किया जाना चाहिए।
जंगल की आग	सभी महाद्वीपों के हिस्सों में आग का मौसम बढ़ रहा है और दक्षिणी यूरोप, उत्तरी यूरेशिया, अमेरिका और ऑस्ट्रेलिया में, और दक्षिणी चीन में कुछ सबूत हैं, संभाव्यता और कुल जला क्षेत्र दोनों में स्पष्ट आरोपण वृद्धि हुई है।	• कुछ क्षेत्रों में आग के डाटा रिकॉर्ड बहुत सीमित हैं, जिससे एट्रिब्यूशन बहुत चुनौतीपूर्ण हो जाता है। • मानव गतिविधियाँ, जैसे वन प्रबंधन और प्रज्वलन स्रोत, भी महत्वपूर्ण कारक हैं।

ज़रूरी सन्देश :
नोट और सावधानी के बिंदु

हीटवेव

दुनिया में हर हीटवेव अब मानव-जनित जलवायु परिवर्तन के कारण और मजबूत हो गई है और होने की संभावना अधिक है।

- बहुत सतर्क न हों - हीटवेव एकतरफा ग्लोबल वार्मिंग से जुड़ी हुई हैं।

बाढ़

दुनिया के अधिकांश हिस्सों में मानव जनित जलवायु परिवर्तन के कारण अत्यधिक वर्षा अधिक सामान्य और अधिक तीव्र होती है। इसके परिणामस्वरूप कुछ स्थानों पर बाढ़ के लगातार और गंभीर होने की संभावना है, हालांकि यह अन्य मानवीय कारकों से भी प्रभावित होती है।

- बाढ़ का संबंध भारी बारिश से है, लेकिन यह जल प्रबंधन और सुरक्षा जैसे मानवीय कारकों के कारण भी होती है।
- समुद्र के स्तर में वृद्धि के कारण तटीय बाढ़ आम तौर पर बढ़ रही है, लेकिन वर्षा आधारित बाढ़ से संबंधित नहीं है।

ऊष्णकटिबंधी चक्रवात

प्रति वर्ष उष्णकटिबंधीय चक्रवातों की कुल संख्या में कोई बदलाव नहीं आया है, लेकिन जलवायु परिवर्तन ने सबसे तीव्र और विनाशकारी तूफानों की घटना को बढ़ा दिया है। अन्य स्रोतों से होने वाली वर्षा के अनुरूप, उष्णकटिबंधीय चक्रवातों से होने वाली अत्यधिक वर्षा में काफी वृद्धि हुई है। जलवायु परिवर्तन से प्रेरित समुद्र के स्तर में वृद्धि के कारण स्टॉर्म सर्ज अधिक होते है।

- कुल मिलाकर चक्रवातों में कोई वृद्धि नहीं हुई है।
- ग्लोबल वार्मिंग के कारण व्यक्तिगत चक्रवात की तीव्रता और हवा की गति वर्तमान में अधिक नहीं है।

भारी बर्फ

दुनिया भर में अत्यधिक ठंड की हर घटना संभावना और तीव्रता में जलवायु परिवर्तन के कारण कमी आई है। यह स्पष्ट नहीं है कि अधिकांश स्थानों पर भारी हिमपात की घटनाएं कैसे बदली हैं, लेकिन पूर्व और उत्तरी एशिया, उत्तरी अमेरिका और ग्रीनलैंड के कुछ हिस्सों में उनकी तीव्रता में वृद्धि हो सकती है।

- कम ठंडी चरम सीमाओं का बहुत अधिक विश्वास है, हालांकि ये अभी भी संभव हैं।
- हिमपात परिवर्तन अत्यंत अनिश्चित हैं।
- ध्रुवीय भंवर परिवर्तन अभी तक स्पष्ट नहीं हैं।

सूखा

यूरोप, भूमध्यसागरीय, दक्षिणी अफ्रीका, मध्य और पूर्वी एशिया, दक्षिणी ऑस्ट्रेलिया और पश्चिमी उत्तरी अमेरिका सहित केवल कुछ क्षेत्रों में जलवायु परिवर्तन के कारण सूखा अधिक आम और अधिक गंभीर होता जा रहा है - पश्चिमी और मध्य अफ्रीका , उत्तर पूर्व दक्षिण अमेरिका और न्यूजीलैंड में वृद्धि के कुछ प्रमाण हैं।

- सूखा बहुत जटिल और विविध है, जिससे निश्चितता को स्वीकार करना मुश्किल हो जाता है।
- प्रभावकारी सूखे के मामले में, विशेष रूप से जल प्रबंधन के संबंध में, जलवायु परिवर्तन के अलावा अन्य कई कारकों पर विचार किया जाना चाहिए।

जंगल की आग

सभी महाद्वीपों के हिस्सों में आग का मौसम बढ़ रहा है और दक्षिणी यूरोप, उत्तरी यूरेशिया, अमेरिका और ऑस्ट्रेलिया में, और दक्षिणी चीन में कुछ सबूत हैं, संभाव्यता और कुल जला क्षेत्र दोनों में स्पष्ट आरोपण वृद्धि हुई है।

- कुछ क्षेत्रों में आग के डाटा रिकॉर्ड बहुत सीमित हैं, जिससे एट्रिब्यूशन बहुत चुनौतीपूर्ण हो जाता है।
- मानव गतिविधियाँ, जैसे वन प्रबंधन और प्रज्वलन स्रोत, भी महत्वपूर्ण कारक हैं।

@wxrisk

www.worldweatherattribution.org