इकाई 2 प्राकृतिक और मानव-निर्मित आपदाएं*

इकाई की रूपरेखा

2.0 उद्देश्य

2.1 प्रस्तावना

2.2 प्राकृतिक खतरे तथा आपदाएं

- 2.2.1 भूकंप
- 2.2.2 भूस्खलन और हिमस्खलन
- 2.2.3 बाढ़
- 2.2.4 चक्रवात
- 2.2.5 सूखा

2.3 मानव-निर्मित आपदाएं

- 2.3.1 आग
- 2.3.2 औद्योगिक दुर्घटनाएं
- 2.3.3 पर्यावरणीय क्षरण
- 2.3.4 तकनीकी आपदाएं
- 2.3.5 संघर्ष और युद्ध
- 2.3.6 खतरनाक अपशिष्ट कुप्रबंधन
- 2.3.7 प्रदूषण

2.4 आपदा जोखिम न्यूनीकरण एवं प्रबंधन : अग्रिम कार्यनीति

- 2.4.1 प्राकृतिक खतरे तथा आपदाएं : आपदा जोखिम न्यूनीकरण
- 2.4.2 मानव-निर्मित आपदाएं : आपदा जोखिम न्यूनीकरण

2.5 निष्कर्ष

2.6 शब्दावली

2.7 संदर्भ

2.8 बोध प्रश्नों के उत्तर

2.0 उद्देश्य

इस इकाई का अध्ययन करने के पश्चात, आपः

- प्राकृतिक खतरों के आधार पर आपदाओं के विभिन्न प्रकार, प्रकृति, उत्पत्ति, कारण और प्रभावों की व्याख्या कर सकेंगे;
- मानव-निर्मित आपदाओं के प्रकार, प्रकृति, उत्पत्ति, कारण और प्रभावों का वर्णन कर सकेंगे; और
- आपदा जोखिम न्यूनीकरण एवं प्रबंधन के लिए अग्रिम कार्यनीति को उजागर कर सकेंगे।

* ***योगदानः*** डॉ. रजनीश रंजन, पूर्व वरिष्ठ सलाहकार, राष्ट्रीय आपदा प्रबंधन प्राधिकरण, नई दिल्ली

2.1 प्रस्तावना

पहली इकाई का अध्ययन करने के पश्चात, हम जानते हैं कि आपदा से तात्पर्य किसी क्षेत्र में प्राकृतिक या मानव-निर्मित कारणों से या दुर्घटनाओं या लापरवाही से उत्पन्न होने वाली तबाही, दुर्घटना, विपत्ति या गंभीर घटना से है, जिसके परिणामस्वरूप जीवन की भारी हानि या मानव पीड़ा या संपत्ति की क्षति और विनाश या पर्यावरण को क्षति या गिरावट होती है, और इसकी प्रकृति या परिमाण ऐसा होता है कि प्रभावित क्षेत्र के समुदाय की सामना करने की क्षमता से परे होता है" (The Disaster Management Act,, 2005)।

इस इकाई में हमारा मुख्य ध्यान प्राकृतिक और मानव-निर्मित आपदाओं की उत्पत्ति, प्रकृति, घटना, कारणों और प्रभावों के वर्णन करना होगा तथा आवश्यक उपायों पर होगा, जो आपदा जोखिम न्यूनीकरण और प्रबंधन के लिए महत्वपूर्ण हैं।

2.2 प्राकृतिक खतरे तथा आपदाएं

प्राकृतिक खतरों में सबसे पहले हम भूकंप की प्रकृति, कारण और प्रभाव पर चर्चा करेंगे।

2.2.1 भूकंप

अनुमान है कि भारत के कुल भू-भाग का लगभग 59 प्रतिशत हिस्सा अलग-अलग तीव्रता के भूकंपों के लिए संवेदनशील है। हिमालय और उप-हिमालयी क्षेत्र, कच्छ और अंडमान और निकोबार द्वीप समूह भूकंपीय गतिविधि के लिए विशेष रूप से संवेदनशील हैं।

तकनीकी रूप से, भूकंप पृथ्वी की सतह के भीतर उत्पन्न होने वाला कंपन या कंपन है, जो आंतरिक या बाहरी बलों के कारण होता है जो सतह को प्रभावित करते हैं। परिणामस्वरूप, ये पृथ्वी की सतह पर स्थित सभी संरचनाओं, चाहे वे जीवित हों या निर्जीव, को अस्थायी रूप से प्रभावित करते हैं।

इससे निम्नलिखित प्रश्न उठता है:

- यह कैसे घटित होता है?

) भूकंप : प्रमुख कारण

भूकंप के कई कारण होते हैं जैसे ज्वालामुखी, इलास्टिक रिबाउंड थ्योरी, और टेक्टोनिक गतिविधियाँ। इनमें से प्लेट टेक्टोनिक्स सिद्धांत सबसे महत्वपूर्ण है। यह सिद्धांत स्पष्ट करता है कि भूकंप टेक्टोनिक प्लेटों के बीच और भीतर की हलचलों के कारण आते हैं। ये प्लेटें निम्नलिखित तीन प्रकार की सीमाओं पर परस्पर क्रिया करती हैं:

अभिसारी सीमा (Convergent Boundary) – जहाँ दो प्लेटें एक दूसरे की ओर बढ़ती हैं, वहाँ एक प्लेट दूसरी के नीचे दब जाती है जिससे बड़े पैमाने पर भूकंप उत्पन्न होते हैं। उदाहरण के लिए, हिमालय क्षेत्र में, भारतीय प्लेट धीरे-धीरे हिमालय जंक्शन पर चीनी प्लेट के नीचे दब रही है। जब भी ऐसा होता है, मध्यम से उच्च स्तर के भूकंप आते हैं।

अपसारी सीमा (Divergent Boundary) – जहाँ प्लेटें एक दूसरे से दूर हो जाती हैं, जिससे उनके बीच अंतर पैदा होता है जो ज्वालामुखी या भूकंपीय गतिविधि को जन्म देता है।

परिवर्तन सीमा (Transform Boundary) – जहाँ प्लेटें क्षैतिज रूप से एक दूसरे के ऊपर से खिसकती हैं, जिससे तनाव मुक्त होता है और भूकंपीय तरंगें और कम्पन उत्पन्न होते हैं।

अधिकांशतः, भूकंपीय गतिविधि ऊपर बताई गई तीन प्रकार की प्लेट सीमाओं के आसपास केंद्रित होती है, जो भूकंपीय तरंगों के निर्माण के लिए भी जिम्मेदार होती हैं।

भूकंप की विशेषताओं के संदर्भ में, कंपन अथवा झटके निम्नलिखित तीन प्रकार की भूकंपीय तरंगों के कारण होते हैंः

- पी-तरंगें (P-Waves),
- एस-तरंगें (S-Waves), और
- एल-तरंगें (L-Waves)।

पी-तरंगों (प्राथमिक तरंगें) और एस-तरंगें (द्वितीयक तरंगें) बॉडी वेव्स (body waves) के नाम से जानी जाती हैं। हालांकि, पी-तरंगें तेज़ी से ऊपर-नीचे की गति से चलती हैं, और एस-तरंगें धीमी और एक तरफ से दूसरी तरफ चलती हैं, जिससे ज्यादा नुकसान होता है। दूसरी ओर, एल-तरंगें (सतही तरंगें) सतह पर क्षैतिज और ऊर्ध्वाधर रूप से चलती हैं, जिससे लंबी अवधि की तरंगें बनती हैं जो संरचनाओं को चीरती हैं, जिससे व्यापक तबाही होती है। भूकंप के केंद्र की गहराई भी इसकी तीव्रता को प्रभावित करती है। उथले-केंद्रित भूकंप पृथ्वी की सतह से अपनी निकटता के कारण अधिक नुकसान पहुँचाते हैं।

) भूकंप का प्रभाव

भारत ने हाल ही में कई विनाशकारी भूकंपों का अनुभव किया है, जिसके परिणामस्वरूप जान-माल का भारी नुकसान हुआ है, बुनियादी ढाँचे को व्यापक नुकसान हुआ है, और पर्यावरण, आर्थिक और पारिस्थितिकी तंत्र को नुकसान पहुँचा है। उदाहरण के लिए, वर्ष 1905 में कांगड़ा भूकंप, जो कांगड़ा घाटी फॉल्ट के कारण हुआ था , एक दाएँ-पार्श्व स्ट्राइक-स्लिप फॉल्ट ने 20,000 से अधिक लोगों की जान ले ली और कई क्षेत्रों में गंभीर क्षति हुई (Source: https://en.wikipedia.org/wiki/1905_Kangra_earthquake)। 1991 में उत्तरकाशी भूकंप, 1993 में लातूर भूकंप, 1997 में जबलपुर भूकंप और वर्ष 1999 में चमोली भूकंप जैसे अन्य बड़े भूकंपों में भी भारी जनहानि और व्यापक क्षति हुई।

लातूर (महाराष्ट्र), 1993 और भुज (गुजरात), 2001 के भूकंप का विशेष उल्लेख किया जाना चाहिए, क्योंकि इनके कारण न केवल बड़ी संख्या में लोग हताहत हुए, बल्कि बुनियादी ढाँचे और आजीविका को भी व्यापक नुकसान हुआ। इन बडे पैमाने पर नुकसानों ने नीति-निर्माताओं और सरकारी अधिकारियों को भविष्य की आपदाओं के प्रभावों को कम करने और आपदा प्रबंधन प्रथाओं में सुधार करने के लिए आपदा तैयारी, शमन और आपातकालीन अनुक्रिया पर अधिक जोर देने के लिए प्रेरित किया।

26 जनवरी, 2001 की सुबह, जब गुजरात में भुज के लोग गणतंत्र दिवस मना रहे थे, तब शहर में रिक्टर पैमाने पर 6.9 तीव्रता का एक शक्तिशाली भूकंप आया। परिणामस्वरूप, भुज और उसके आस-पास के इलाकों में व्यापक तबाही देखी गई, जिसका असर आस-पास के लगभग 500 गाँवों पर पड़ा। मरने वालों की संख्या 17,000 से 20,000 के बीच होने का अनुमान लगाया गया, जिसमें गुजरात की राजधानी अहमदाबाद में अकेले 500 से अधिक मौतें हुईं, जो भुज में भूकंप के केंद्र से 400 किलोमीटर दूर स्थित है (Source: https://en.wikipedia.org/wiki/2001_Gujarat_earthquake)

तुर्की-सीरिया भूकंप के मामले में, 6 फरवरी, 2023 को सीरियाई सीमा के पास दक्षिणी तुर्की में 7.8 तीव्रता का भूकंप आया, जिसके नौ घंटे पश्चात 7.5 तीव्रता का एक और शक्तिशाली भूकंप आया। यह तुर्की में 20 वर्षों में सबसे विनाशकारी भूकंप था, जिसमें 55,000 से अधिक लोग मारे गए (ब्रिटिश रेड क्रॉस के अनुसार)। भूकंप का केंद्र गाजियांटेप के पास था, जिसने कई सीरियाई शरणार्थियों और सहायता संगठनों को प्रभावित किया (Source: https://www-preventionweb-net/)।

मोरक्को भूकंप, 8 सितंबर को मोरक्को में 6.8 तीव्रता के साथ और 18.5 किमी की गहराई पर, मारकेश से 71 किमी दक्षिण-पश्चिम में हाई एटलस पर्वत के पास आया। इससे काफी क्षति हुई, 2900 से अधिक लोग मारे गए और अनेक लोग घायल हुए (Source: https://www.britannica.com/event/Morocco-earthquake-of-2023)।

अफ़गानिस्तान में, भूकंप 7 अक्टूबर 2023 को आया था। ये शक्तिशाली भूकंप, जिनमें से प्रत्येक की तीव्रता 6.3 थी, पश्चिमी अफ़गानिस्तान के हेरात प्रांत में आए। पहले दो भूकंप 7 अक्टूबर को आए, उसके पश्चात दो और शक्तिशाली झटके आए। विश्व स्वास्थ्य संगठन के अनुसार, इनमें 1,482 लोगों की मृत्यु जबकि 2,100 लोग घायल हुए। (Source: https://en-wikipedia-org/wiki/2023_Herat_earthquakes)

1 जनवरी, 2024 को जापान के नोटो प्रायद्वीप के उत्तरी तट के पास, जापान के इशिकावा प्रान्त में रिक्टर पैमाने पर 7.5 – 7.6 की तीव्रता वाला एक शक्तिशाली भूकंप आया। इससे भारी क्षति हुई और सुनामी आई। जापान भूकंप, 2024 के परिणामस्वरूप 376 मौतें हुईं, 1,300 से अधिक लोग घायल हुए, और व्यापक संरचनात्मक क्षति हुई। यह 2011 के पश्चात से जापान का सबसे घातक भूकंप था। भूकंप ने जापान सागर के तट पर 6.58 मीटर (22 फीट) की सुनामी उत्पन्न की। (Source: https://en-wikipedia-org/wiki/2024_Noto_earthquake)

) भूकंप : आपदा जोखिम न्यूनीकरण

भूकंप के मामले में आपदा जोखिम न्यूनीकरण कार्यनीति मुख्य रूप से भूकंप से पहले, उसके दौरान और उसके पश्चात समुदायों, बुनियादी ढाँचे और प्रणालियों की संवेदनशीलता को कम करने पर केंद्रित है। चूँकि भूकंप अप्रत्याशित होते हैं, इसलिए आपदा से पहले शमन, तैयारी और रोकथाम जैसे उपाय महत्वपूर्ण हैं।

आपदा जोखिम न्यूनीकरण के लिए निम्नलिखित उपाय अपनाए जा सकते हैं:

क) अल्पकालिक उपाय

ये उपाय आपदा के तुरंत पश्चात की अनुक्रिया गतिविधियाँ जैसे खोज और बचाव, हताहतों को निकालना, आपदा राहत का प्रावधान, स्वास्थ्य सेवा प्रबंधन और भोजन,

आश्रय और आजीविका के विकल्पों की आपूर्ति शामिल हैं। यह तत्काल अनुक्रिया ज़मीन पर स्थिति को स्थिर करने में मदद करती है, जबकि मध्यम अवधि और दीर्घकालिक उपाय समुत्थान विकसित करने पर ध्यान केंद्रित करते हैं।

ख) मध्यम-अवधि के उपाय

मुख्य ध्यान प्रौद्योगिकी-सक्षम उपायों जैसे रेट्रोफिटिंग और बेस आइसोलेशन के माध्यम से कमजोर संरचनाओं को मजबूत करने, सुरक्षित निर्माण प्रथाओं को बढ़ावा देने, और प्रशिक्षण और क्षमता-निर्माण के माध्यम से जागरूकता बढ़ाने पर होता है।

ग) दीर्घकालिक उपाय

इन उपायों में बिल्डिंग कोड की समीक्षा और उसे लागू करना शामिल है, खास तौर पर उच्च भूकंपीय जोखिम वाले क्षेत्रों में, भूकंपरोधी निर्माण को बढ़ावा देना और आपदा रोधी बुनियादी ढाँचा विकसित करना। भूकंप संभावित क्षेत्रों में सुरक्षा बढ़ाने के लिए प्रौद्योगिकी के इस्तेमाल को भी प्राथमिकता दी जानी चाहिए।

इन उपायों को अपनाने से आपदा जोखिम न्यूनीकरण में महत्वपूर्ण सुधार हो सकता है, जिससे अंततः जीवन की रक्षा होगी, तथा भविष्य में आने वाले भूकंपों के प्रभाव में कमी आएगी।

अगले उप-अनुभाग में हम भूस्खलन और हिमस्खलन पर ध्यान केन्द्रित करेंगे।

2.2.2 भूस्खलन और हिमस्खलन

बडे पैमाने पर आवागमन, गुरुत्वाकर्षण बल के तहत जमीन/मृदा की सतह का नीचे की ओर खिसकना, पहाड़ी वातावरण में एक आम खतरा है। इसमें दो मुख्य भौगोलिक प्रक्रियाएं भूस्खलन और हिमस्खलन शामिल हैं, जो आकार और गति में भिन्न होते हैं, जिससे क्षति और जान-माल का नुकसान होता है।

भूस्खलन मुख्य रूप से चट्टान और मिट्टी से बने होते हैं, जबकि हिमस्खलन मुख्य रूप से हिम/बर्फ से बने होते हैं। दोनों प्रकार के सामूहिक आवागमन प्राकृतिक प्रक्रियाओं, जैसे भूकंप, तीव्र वर्षा, और तेजी से बर्फ पिघलने से शुरू हो सकते हैं। हालांकि, वनों की कटाई और निर्माण जैसी मानवीय गतिविधियाँ भी घटना में योगदान देती हैं। अब, हम भूस्खलन के कारणों और प्रभावों के बारे में चर्चा करेंगे।

) प्राकृतिक खतरेः भूस्खलन

क) भूस्खलन

भूस्खलन गुरुत्वाकर्षण के प्रभाव में चट्टान और मिट्टी के नीचे और बाहर की ओर गति को संदर्भित करता है। जबकि शब्द से पता चलता है कि भूस्खलन ढलान के कोण, सामग्री संरचना और पर्यावरणीय तनावों के आधार पर गिरने, फिसलने और बहने के माध्यम से हो सकता है। भूस्खलन, आमतौर पर, विभिन्न प्रकार के भू-भागों में होते हैं जैसे कि भूकंपीय गतिविधियों वाले ऊँचे क्षेत्र, उच्च राहत वाले पहाड़ी वातावरण, गंभीर भूमि क्षरण वाले क्षेत्र, उच्च वर्षा वाले क्षेत्र, मोटे-महीन दाने वाली सामग्री जमा (thick fine-grained material deposits) वाले क्षेत्र, आदि।

2023-24 में होने वाले भूस्खलन के कुछ निम्नलिखित उदाहरण हैं:

रायगढ़, भारत

19 जुलाई, 2023 को महाराष्ट्र के रायगढ़ जिले में मूसलाधार बारिश के कारण हुए बड़े भूस्खलन में 26 से अधिक लोगों की मौत हो गई और कई लोग मलबे में दब गए। अनुमान के अनुसार, 100 से अधिक लोग मलबे की चपेट में आए ।

- **वायनाड, केरल**

30 जुलाई, 2024 को कमजोर ढलानें आपदा में बदल गईं, जब भारी बारिश के कारण विनाशकारी भूस्खलन हुआ, जिसमें 392 से अधिक लोगों की जान चली गई, 150 लोगों के लापता होने के साथ ही और 273 घायल हुए (https://eos.org/thelandslideblog/wayanad-landslides) । यह भूस्खलन आपदा, दो दिनों में घटित जो हुई 570 मिमी बारिश का परिणाम थी, जिससे भूस्खलन हुआ और पुंजिरिमट्टम, मुंदक्कई, चूरलमाला, अट्टामाला, मेप्पाडी और कुनहोम जैसे गाँव प्रभावित हुए। पीड़ितों में से कई चाय के खेत के मजदूर या उनके परिवार के सदस्य थे, क्योंकि खेत खड़ी, और कमजोर ढलानों पर स्थित थे।

- **शिमला, हिमाचल प्रदेश**

14 अगस्त 2023 को शिमला में भूस्खलन एक आपदा बन गया, जब इससे एक मंदिर क्षतिग्रस्त हो गया, और लगभग 20 लोग मारे गए (https://www.bbc.com/news/world-asia-india-66615002)।

ऑकलैंड, न्यूजीलैंड

ऑस्ट्रेलिया के ऑकलैंड में, 2023 में जनवरी और फरवरी के महीनों में भूस्खलन हुआ, जिसके पश्चात चक्रवाती तूफान आए। भूस्खलन से घरों और ट्रंक लाइन को नुकसान पहुँचा।

ख) भूस्खलन : प्रमुख कारण

भारत में, भूस्खलन की घटनाएं अक्सर होती रहती हैं, क्योंकि सामान्य तौर पर पहाड़ी क्षेत्रों और खासतौर पर हिमालय पर्वतमाला की भूगर्भीय अस्थिरता के कारण टेक्टोनिक प्लेटों की हलचल के कारण उनमें लगातार बदलाव होता रहता है। पूर्वोत्तर के पहाड़ी राज्यों, पश्चिमी घाट और नीलगिरी जैसे क्षेत्रों में भी भूस्खलन का खतरा बार-बार बना रहता है।

कई कारक संवेदनशील स्थानों में भूस्खलन को ट्रिगर करते हैं, जिसमें ढलान का कोण, पानी की मात्रा, मिट्टी, स्थानीय जमीन का तापमान और पर्यावरण की स्थिति शामिल हैं। ये कारक अपेक्षाकृत पूर्वानुमानित हैं, जो भूस्खलन को सबसे अधिक प्रत्याशित भू-वैज्ञानिक खतरों में से एक बनाते हैं। एक सामान्य संकेत जमीन में दरारें बनना है, जो ढलान के टूटने के साथ चौड़ी हो जाती हैं। जमीन का धंसना या उथल-पुथल भी एक संकेतक के रूप में कार्य करता है। पर्माफ्रॉस्ट (permafrost) क्षेत्रों में, भूस्खलन अक्सर छिद्रित पानी के जमने और पिघलने से शुरू होता है। इसके परिणामस्वरूप, ढलान में धीमी गति से गति होती है, जिसे जेलिफ्लक्शन (gelifluction) के रूप में जाना जाता है।

ग) भूस्खलन : प्रमुख प्रभाव

तेज़ भूस्खलन से तत्काल विनाश होता है, जबकि धीमी गति से होने वाली हलचल से दीर्घकालिक क्षति होती है। जलवायु परिवर्तन से प्रभाव और भी बढ़ जाते हैं, जो वर्षा की आवृत्ति और तीव्रता, वनस्पति हानि और मिट्टी के कटाव को प्रभावित करते हैं। यहाँ तक कि, जंगली आग से पेड़ों की परत नष्ट हो जाती है जो आमतौर पर ढलानों को स्थिर करती है, जिससे बड़े पैमाने पर हलचल की संभावना बढ़ जाती है। भूस्खलन ने वैश्विक स्तर पर कई विनाशकारी घटनाओं को जन्म दिया है।

कई लोगों की जान जाने और घायल होने के अतिरिक्त, भूस्खलन समुदाय के साथ-साथ प्राकृतिक भू-वैज्ञानिक और भौगोलिक व्यवस्था पर भी व्यापक प्रभाव डालता है। 30 जुलाई, 2024 को वायनाड में हुए भूस्खलन ने विनाशकारी प्रभाव पैदा किए, जिसमें कई लोगों की जान चली गई और कई लोग घायल हो गए। प्रभावित क्षेत्र में, खड़ी ढलानों पर बने चाय के बागान शामिल हैं, जहाँ घरों, कृषि भूमि और उनकी आजीविका के स्रोतों को व्यापक रूप से नुकसान पहुँचा है। पीड़ितों में से कई चाय के खेत के मजदूर और उनके परिवार थे। इस आपदा ने मिट्टी के कटाव और जल प्रदूषण सहित महत्वपूर्ण पर्यावरणीय क्षति की है। कृषि और बुनियादी ढाँचे के विनाश से होने वाले आर्थिक नुकसान ने भी इस क्षेत्र में पर्यटन उद्योग को प्रभावित करते हुए बडा संकट पैदा किया है।

) प्राकृतिक खतरे : हिमस्खलन

हिमस्खलन शीत ऋतु में सक्रिय होने वाला हिमाच्छादित या बर्फीले क्षेत्रों में एक महत्वपूर्ण खतरा है।

क) हिमस्खलन

हिमस्खलन के मामले में, फ्रेंच आल्प्स हिमस्खलन (अक्टूबर, 2023), पाकिस्तान हिमस्खलन (मई 2023), गुलमर्ग स्की रिसॉर्ट हिमस्खलन (फरवरी, 2023), उत्तराखंड हिमस्खलन (अप्रैल, 2021), अरुणाचल प्रदेश हिमस्खलन (फरवरी 2022) और उत्तराखंड हिमस्खलन (अक्टूबर, 2022) कुछ घातक हिमस्खलन हैं, जो 2020 के पश्चात भारत और दुनिया के अन्य हिस्सों में घटित हुए।

ख) हिमस्खलन : प्रमुख कारण

हिमस्खलन तब होता है जब ढलान पर बर्फ स्थिरता खो देती है, मुख्य रूप से गुरुत्वाकर्षण बल के कारण बर्फ के प्राकृतिक प्रतिरोध पर काबू पा लिया जाता है। इस संतुलन को प्रभावित करने वाले कारकों में ढलान का झुकाव, वनस्पति की उपस्थिति, और मौसम की स्थिति शामिल हैं। प्रमुख कारणों को निश्चित कारकों में वर्गीकृत किया जाता है, जैसे कि स्थलाकृति और ढलान की विशेषताएँ, और परिवर्तनशील कारक जैसे कि मौसम में परिवर्तन और बर्फ का वजन। हिमस्खलन आमतौर पर कुछ ही मिनटों में तेजी से घटित होता है, जिससे उनकी घटना की भविष्यवाणी या अनुक्रिया करना मुश्किल हो जाता है। हिमस्खलन से जुड़े जोखिमों के प्रबंधन के लिए, इन कारकों के परस्पर क्रिया को समझना महत्वपूर्ण है।

ग) हिमस्खलन : प्रमुख प्रभाव

पहाड़ी क्षेत्रों में अपनी भौगोलिक विशिष्टता के कारण पहले से उपस्थित खतरों के अतिरिक्त हिमस्खलन एक अतिरिक्त खतरा पैदा करता है, जो अचानक आने और अपने साथ विनाशकारी शक्तियों के कारण सड़कों, बुनियादी ढाँचे और आस-पास की सुविधाओं को संभावित रूप से नुकसान पहुँचाने की क्षमता रखता है। वर्ष 2020 के पश्चात हुए कुछ घातक हिमस्खलन, जो भारत और दुनिया के अन्य हिस्सों में प्रभावित हुए, वे इस प्रकार हैं:

- अक्टूबर 2023 में फ्रांसीसी आल्प्स में हिमस्खलन हुआ, जिससे दो व्यक्ति प्रभावित हुए और उनकी मृत्यु हो गई। *(https://nypost.com/2023/04/10/six-people-killed-in-easter-sunday-avalanche-in-the-french-alps/)*
- मई 2023 में पाकिस्तान में बड़े पैमाने पर हुए हिमस्खलन से 11 से अधिक लोग प्रभावित हुए तथा मारे गए, और कई अन्य घायल हो गए। *(https://www.reuters.com/world/asia-pacific/)*
- फरवरी 2023 में जम्मू-कश्मीर के गुलमर्ग स्की रिसॉर्ट में हिमस्खलन हुआ, जिसमें दो स्कीयर प्रभावित हुए और उनकी मौत हो गई। *(https://www.oneindia.com/india/avalanche-in-kashmir-a-look-back-at-deadly-snowslides-that-hit-india-in-recent-years-3757323.html)*
- अप्रैल 2021 में उत्तराखंड में हिमस्खलन हुआ, जिससे भारत–चीन सीमा के पास 8 लोग प्रभावित हुए और उनकी मौत हो गई। *(https://www.reuters.com/world/india/deadly-avalanches-indian-himalayas-2023-04-04)*
- फरवरी 2022 में अरुणाचल प्रदेश में हिमस्खलन हुआ, जिससे 7 भारतीय सैनिक प्रभावित हुए, और उनकी जान गई। (*https://www.reuters.com/world/india/deadly-avalanches-indian-himalayas-2023-04-04*)
- उत्तराखंड में अक्टूबर 2022 में हिमस्खलन हुआ, जिससे 16 से अधिक लोग प्रभावित हुए और उनकी मृत्यु हो गई। (*https://en.wikipedia.org/wiki/2022_Uttarakhand_avalanche#*)

) भूस्खलन और हिमस्खलन : आपदा जोखिम न्यूनीकरण

भूस्खलन से जुड़े जोखिमों को कम करने के लिए इंजीनियरिंग उपायों और पर्यावरण प्रबंधन के यथानुसार तरीकों के संयोजन की आवश्यकता होती है। इस संदर्भ में, जल निकासी प्रणाली विकसित करना ढलानों को स्थिर करने की कुंजी है, क्योंकि वे पानी के दबाव को कम करते हैं जिससे भूस्खलन की संभावना कम हो जाती है। इन प्रणालियों में अक्सर महत्वपूर्ण क्षेत्रों से पानी को दूर करने के लिए बजरी से भरी खाई नालियों या क्षैतिज नालियों को स्थापित करना शामिल होता है। हालांकि, समय-समय पर रखरखाव आवश्यक है, क्योंकि जल निकासी चैनल समय के साथ बंद या क्षतिग्रस्त हो सकते हैं।

ढलान कोण प्रबंधन, भूस्खलन के जोखिम को कम करने की एक और तकनीक है। इस विधि में, ढलान के ऊपरी हिस्सों की खुदाई की जाती है या आधार पर सामग्री डाली जाती है। रिटेनिंग वॉल (retaining wall), मिट्टी का कीलन (soil nailing) और रॉक बोल्ट (rock bolt) जैसी सहायक संरचनाएं भी ढलान की स्थिरता को बढ़ा

सकती हैं, हालांकि ये विधियाँ थोड़ी महंगी और जहाँ इनको प्रयोग किया जाता है वहाँ ये लोगों को दृष्टिगत भी होते हैं। इसके अतिरिक्त, ढलानों को स्थिर करने में वनस्पति एक आवश्यक भूमिका निभाती है। पौधे मिट्टी को बाँधने में सहायता देते हैं, जबकि कैनोपी (canopy) द्वारा वर्षा के प्रभाव को कम किया जाता है। बायोइंजीनियरिंग में हाल की प्रगति ढलान की स्थिरता को अधिक पर्यावरण के अनुकूल तरीके से बढ़ाने के लिए, स्थानीय पौधों की प्रजातियों का उपयोग करने पर ध्यान केंद्रित करती है।

हिमस्खलन के कारण होने वाली आपदाओं के शमन के लिए निम्नलिखित दो प्रमुख कार्यनीतियाँ हैं:

क) कृत्रिम रिलीज (artificial release), और

ख) रक्षात्मक संरचनाओं का निर्माण (Construction of Defence Structures)।

कृत्रिम रिलीज में नियंत्रित हिमस्खलन को ट्रिगर करने के लिए छोटे विस्फोटक चार्ज का उपयोग करना शामिल है। इस पद्धति का उपयोग आमतौर पर संयुक्त राज्य अमेरिका में किया जाता है, जहाँ हर वर्ष लगभग 10,000 हिमस्खलन कृत्रिम रूप से छोड़े जाते हैं। नियंत्रित रिलीज बड़े विनाशकारी हिमस्खलन के जोखिम को कम करता है, और सुरक्षित बर्फ निकासी की अनुमति देता है। हालांकि, रक्षा संरचनाओं के निर्माण में अवधारण अवरोध, पुनर्वितरण संरचनाएं, विक्षेपक और प्रत्यक्ष-सुरक्षा प्रतिष्ठानों का निर्माण शामिल है, जो बर्फ के संचय को रोकने और हिमस्खलन को कमजोर क्षेत्रों से दूर करने में मदद करते हैं।

राष्ट्रीय आपदा प्रबंधन प्राधिकरण (एनडीएमए) ने भूस्खलन और हिमस्खलन के खतरों से निपटने के लिए व्यापक दिशा-निर्देश विकसित किए हैं। इनमें नियमित रूप से भूस्खलन की सूची को अपडेट करना, खतरे वाले क्षेत्रों का मानचित्रण करना, और भूस्खलन-प्रवण क्षेत्रों का आकलन और निगरानी करने के लिए पायलट परियोजनाओं को लागू करना शामिल है। एनडीएमए सामुदायिक जागरूकता, क्षमता-निर्माण और प्रारंभिक चेतावनी प्रणालियों के विकास के महत्व पर भी जोर देता है। भूस्खलन और हिमस्खलन के पश्चात, पुनर्वास उपायों को अपनाने और लागू करने के मामले में प्रयास ढलान स्थिरीकरण और वनरोपण जैसे तकनीकी हस्तक्षेपों के साथ-साथ प्रभावित समुदायों के लिए आर्थिक सहायता पर केंद्रित हैं।

बोध प्रश्न 1

टिप्पणी: i) अपने उत्तरों के लिए नीचे दिए गए स्थान का उपयोग कीजिए।

ii) इकाई के अंत में दिए गए उत्तरों के साथ अपने उत्तर की जाँच कीजिए।

1) भूकंप के कारणों और प्रभावों पर चर्चा कीजिए।

.....

.....

.....

.....

2) भूस्खलन और हिमस्खलन के बीच अंतर स्पष्ट कीजिए तथा आपदा शमन उपायों को उजागर कीजिए।

.....

.....

.....

.....

अब हम बाढ़ के प्रकार, कारण, प्रभाव तथा आपदा जोखिम न्यूनीकरण एवं प्रबंधन के लिए आवश्यक उपायों पर चर्चा करेंगे।

2.2.3 बाढ़

पिछले कई वर्षों में, खासतौर पर भारत सहित कई एशियाई देशों में नदी और शहरी दोनों ही क्षेत्रों में बाढ़ की घटनाएं और इनकी आवृत्ति भी बढ़ी है। सिंचाई और जल निकासी पर अंतर्राष्ट्रीय आयोग (1995) ने "बाढ़" को "सामान्य से कहीं ज्यादा नदी में अपेक्षाकृत उच्च प्रवाह (relatively high flow in a river markedly higher than the usual) के रूप में परिभाषित किया है। विश्व मौसम विज्ञान संगठन (WMO)/यूनेस्को इंटरनेशनल ग्लोसरी ऑफ़ हाइड्रोलॉजी (WMO, 1974) ने बाढ़ को एक धारा या जल निकाय के जल स्तर में आमतौर पर थोड़ी सी वृद्धि से एक शिखर तक, जहाँ से जल स्तर धीमी दर से घटता है और जल स्तर की ऊँचाई या जल निकासी के आधार पर मापा गया अपेक्षाकृत उच्च प्रवाह के रूप में परिभाषित किया है।

स्थानीय स्तर पर अप्रत्याशित बारिश के कारण नदियों के किनारे निचले इलाकों में बाढ़ आना एक आम आपदा बन गई है, जिससे हर वर्ष जान–माल का भारी नुकसान और आर्थिक नुकसान भी होता है। इन बाढ़ों से प्रभावित होने वाले लोगों की संख्या किसी भी अन्य प्राकृतिक आपदा से कहीं ज्यादा है। जम्मू और कश्मीर बाढ़ (2014), उत्तराखंड बाढ़ (2013), और तमिलनाडु में चेन्नई में आई भीषण बाढ़ (2015) जैसी उल्लेखनीय घटनाएं भारत की ऐसी आपदाओं के प्रति संवेदनशीलता को दर्शाती हैं।

यद्यपि फ्लुवियल/नदी (Fluvial/Riverine) की बाढ़ एक आवर्ती घटना है, जिसे हम हर वर्ष भारतीय उपमहाद्वीप के विभिन्न भागों में देखते हैं, लेकिन आजकल अनियमित वर्षा के कारण कई शहरी समूहों में शहरी बाढ़ भी आपदा का दर्जा प्राप्त कर रही है।

) बाढ़ के प्रकार

बाढ़ को उसकी प्रकृति, गंभीरता और जलप्लावन के स्रोत के आधार पर वर्गीकृत किया जाता है, जो नीचे उल्लिखित हैं:

क) नदी में बाढ़ आना (riverine flooding) सबसे आम प्रकार है, जो भारी वर्षा या हिमनदों के पिघलने के कारण होता है, जिससे नदी का बहाव बढ़ जाता है। जब नदी की वहन क्षमता पार हो जाती है, तो यह उफान पर आ जाती है, जिससे आस-पास के निचले इलाके जलमग्न हो जाते हैं।

ख) फ्लैश-बाढ़ (flash flooding) पहाड़ी या ढलान वाले क्षेत्रों में अचानक होने वाली यह आपदा अक्सर बिना किसी चेतावनी के तीव्र वर्षा, आंधी या बादल फटने के कारण होती है। इन घटनाओं से जान-माल का बहुत नुकसान हो सकता है।

ग) शहरी बाढ़ (urban flooding) उन शहरों में होती है जहाँ खराब नियोजन के कारण जोखिम बढ़ जाता है। कई भारतीय शहरों में, मध्यम बारिश भी बाढ़ का कारण बनती है, जब बारिश का पानी नाले के पानी के साथ मिल जाता है, जिससे स्वास्थ्य संबंधी खतरे पैदा होते हैं और महामारी फैलती है।

घ) तटीय बाढ़ (coastal flooding) चक्रवात, तूफ़ान, उच्च ज्वार या सुनामी के कारण होती है, जिससे निचले तटीय क्षेत्र जलमग्न हो जाते हैं। इससे अक्सर बड़े पैमाने पर नुकसान होता है और तटीय भूजल और कुओं में लवणता बढ़ जाती है।

ङ) ग्लेशियल लेक आउटबर्स्ट फ्लड (Glacial Lake Outburst Flood GLOF) तब होता है जब ग्लेशियर अचानक बडी मात्रा में पानी छोड़ते हैं, जिससे अक्सर हिमालय की निचली नदियों में अचानक बाढ़ आ जाती है।

च) बादल फटने से घटित बाढ़ (cloud burst floods) स्थानीय क्षेत्र में भारी मूसलाधार बारिश (एक घंटे में 100 मिमी) के कारण होती है, जिससे अचानक बाढ़ आती है। यदि यह उच्च जलग्रहण क्षेत्र में होता है, खासकर पहाड़ी क्षेत्र में, तो तलहटी क्षेत्र में भारी तबाही होती है।

छ) चक्रवात और तूफानी बाढ़ (cyclone and storm surge flooding) तूफानी वर्षा और कम दबाव प्रणालियों के कारण तटीय क्षेत्रों में बाढ़ आती है, जिससे गंभीर जलप्लावन होता है।

) बाढ़ : प्रमुख कारण

बाढ़ के लिए कुछ मुख्य कारक हैं, खासतौर पर भारतीय उपमहाद्वीप में, जिनमें नदियों की कम क्षमता, असामान्य और तीव्र वर्षा, जलवायु परिवर्तन, खराब भूमि उपयोग योजना, दोषपूर्ण जल निकासी व्यवस्था, आदि शामिल हैं। इसके अतिरिक्त, वास्तविक समय में बाढ़ की चेतावनी देने वाली प्रणालियों की कमी से स्थिति और भी खराब हो जाती है। कुछ मामलों में, बाँधों से अचानक पानी छोड़े जाने के साथ-साथ अन्य स्थानीय कारक भी जोखिम को और बढ़ा देते हैं। इन बढ़ती चुनौतियों ने नीति-निर्माताओं, वैज्ञानिकों, शोधकर्ताओं और शिक्षाविदों को इस जटिल जल-मौसम संबंधी घटना से उत्पन्न खतरों को कम करने के लिए समाधान खोजने के लिए प्रेरित किया है।

देश की बाढ़ की स्थिति का आकलन करने के लिए भारत में एक उच्च स्तरीय प्राधिकरण (high-level authority) राष्ट्रीय बाढ़ आयोग (Rashtriya Barh Ayog-RBA) की स्थापना की गई थी। इसने बाढ़ के कई कारणों की पहचान की, जिसमें नदियों का अपनी परिवहन क्षमता से अधिक जल स्तर, सहायक नदियों में पानी का जमाव, भारी वर्षा, बर्फ का जमना या भूस्खलन के कारण नदियाँ अवरुद्ध होना, और चक्रवात या आँधी शामिल हैं। वर्ष 1980 में, आरबीए ने अपनी प्रस्तुत रिपोर्ट में अनुमान लगाया था कि भारत के कुल भौगोलिक क्षेत्र (329 मिलियन हेक्टेयर) का 40 मिलियन हेक्टेयर बाढ़-प्रवण था। 11वीं पंचवर्षीय योजना ने पश्चात में इस अनुमान को संशोधित कर 45.64 मिलियन हेक्टेयर कर दिया। भारत के 36 राज्यों और केंद्र शासित प्रदेशों में से लगभग 25 बाढ़ के प्रति संवेदनशील हैं, देशभर के क्षेत्र, उत्तरी प्रायद्वीपीय क्षेत्रों से लेकर प्रायद्वीप के दक्षिणी सिरे तक और पश्चिम में रेगिस्तान से लेकर पूर्वी तटीय और पूर्वोत्तर क्षेत्रों तक, बाढ़ के जोखिम की अलग-अलग मात्रा का सामना करते हैं।

भारत में 22 प्रमुख नदी बेसिन हैं, जिनमें से 4 को अत्यधिक बाढ़-प्रवण माना जाता है– ब्रह्मपुत्र और बराक बेसिन, गंगा बेसिन, उत्तर पश्चिमी नदी बेसिन और मध्य भारत और दक्कन नदी बेसिन। बाढ़ से हर वर्ष और दशक में काफी नुकसान होता है, जिससे देश के बड़े हिस्से प्रभावित होते हैं, और इसके प्रभाव को कम करने के लिए निरंतर मूल्यांकन और प्रबंधन प्रयासों की आवश्यकता होती है।

) बाढ़ प्रमुख प्रभाव

वर्ष 2024 में, और उससे पहले भी हमने कई राज्यों को बाढ़ के कहर से जूझते देखा है। जून 2024 में भारी वर्षा से बाढ़ ने भारत के कई राज्यों में विनाशकारी स्थिति पैदा कर दी, जिसमें असम सबसे ज्यादा प्रभावित हुआ। बाढ़ के परिणामस्वरूप 109 लोगों की मौत हो गई, 400,000 से अधिक लोग प्रभावित हुए और 19 जिलों के 1,325 गाँव जलमग्न हो गए। कोपिली, बराक और कुशियारा जैसी नदियों के उफान ने संकट को बढ़ा दिया, जिससे करीमगंज, दारंग और तमुलपुर जिले बाढ़ से प्रभावित हुए। दूसरी ओर, पूर्वोत्तर राज्यों, विशेष रूप से मणिपुर में बाढ़ के कारण 5 लोगों की मौत हो गई, और 100,000 निवासी विस्थापित हो गए, जबकि सिक्किम और मेघालय में भीषण बाढ़ ने बुनियादी ढाँचे को नष्ट कर दिया और असम के काजीरंगा राष्ट्र उद्यान में बाढ़ में लुप्तप्राय गैंडों सहित 200 से अधिक जानवर मारे गए। हालांकि, त्रिपुरा में अगस्त के मध्य में बाढ़ आई, जिसमें 31 लोग मारे गए और हजारों घर नष्ट हो गए (*https://www.deccanherald.com/india/assam/several-rivers-in-assam-manipur-experience-severe-flooding-cwc-data-3046407*)।

ब्रह्मपुत्र नदी के उफान से भी आपदाएं आईं। जुलाई में उत्तर प्रदेश में बाढ़ से 54 लोगों की मौत हो गई और 923 गाँवों में 1.8 मिलियन लोग प्रभावित हुए। हिमाचल प्रदेश में भी बाढ़ और भूस्खलन का सामना करना पड़ा, जिसके कारण 31 लोगों की मौत हो गई और 33 लोग लापता हो गए। यहाँ तक कि गुजरात में भी अभूतपूर्व रूप से सबसे ज्यादा मानसूनी बारिश हुई। सितंबर 2024 तक, इस व्यापक बाढ़ के कारण बुनियादी ढाँचे को बड़े पैमाने पर नुकसान पहुँचा और कम से कम 20,000 लोगों को विस्थापित होना पड़ा (https://en-wikipedia-org/wiki/2024_India_floods)।

) बाढ़ आपदा जोखिम न्यूनीकरण

बाढ़ नदियों और नहरों में होने वाली एक प्राकृतिक घटना है, जो उच्च प्रवाह अवधि के दौरान होती है, जिसे मानवीय हस्तक्षेप से पूरी तरह से रोका नहीं जा सकता है। प्रभावी नियोजन, तैयारी और आपदा शमन कार्यनीतियों के माध्यम से इसके विनाशकारी प्रभाव को काफी हद तक कम किया जा सकता है। आपदा की रोकथाम, तैयारी और आपदा शमन पर ध्यान केंद्रित करके, संभावित आपदाओं से उत्पन्न जोखिमों को कम किया जा सकता है या यहाँ तक कि पूरी तरह से टाला भी जा सकता है (Ghosh, 1997)।

2.2.4 चक्रवात

चक्रवात सबसे विनाशकारी वायुमंडलीय विक्षोभों में से एक हैं, जो अपनी अत्यधिक विनाशकारी शक्ति के लिए जाने जाते हैं। "चक्रवात" शब्द ग्रीक शब्द " साइक्लोस " से लिया गया है, जिसका अर्थ है साँप की कुंडलियाँ (coils of a snake), जो चक्रवाती हवा की गति की सर्पिल प्रकृति का प्रतीक है। मौसम विज्ञान के संदर्भ में, चक्रवात कम वायुमंडलीय दबाव का एक क्षेत्र है, जिसके लक्षण अंदर की ओर सर्पिल हवाएं हैं।

"कोरिओलिस प्रभाव (Coriolis effect)" के कारण ये हवाएं उत्तरी गोलार्ध में वामावर्त (anticlockwise) और दक्षिणी गोलार्ध में दक्षिणावर्त (clockwise) घूमती हैं। चक्रवात, आमतौर पर, 119 किलोमीटर प्रति घंटे से अधिक की हवा की गति प्राप्त करते हैं, जो उन्हें सबसे हिंसक मौसम संबंधी घटनाओं में से एक बनाता है।

प्रकार

चक्रवात के दो मुख्य प्रकार हैं:

- उष्णकटिबंधीय चक्रवात (Tropical Cyclone), और
- शीतोष्ण चक्रवात (Temperate Cyclone)।

उष्णकटिबंधीय चक्रवातों की उत्पत्ति ऊष्मीय होती है, जिसका अर्थ है कि वे गर्म समुद्री जल से निकलने वाली गर्मी के कारण बनते हैं, और शीतोष्ण चक्रवात कोरिओलिस बल से प्रभावित वायु द्रव्यमान आंदोलनों द्वारा गतिशील रूप से उत्पन्न होते हैं। इन दोनों में से, उष्णकटिबंधीय चक्रवात अधिक विनाशकारी होते हैं, जो तटीय क्षेत्रों में आने पर कुछ सबसे खराब प्राकृतिक आपदाओं का कारण बन जाते हैं। अपने स्थान और ताकत के आधार पर, एक उष्णकटिबंधीय चक्रवात को टाइफून, हरिकेन, उष्णकटिबंधीय तूफान, चक्रवाती तूफान, उष्णकटिबंधीय अवसाद (tropical depression) या चक्रवात के रूप में जाना जाता है ।

उष्णकटिबंधीय चक्रवात

उष्णकटिबंधीय चक्रवात वैश्विक स्तर पर होने वाला मौसम संबंधी खतरा है, खासतौर पर उष्णकटिबंधीय और उपोष्णकटिबंधीय क्षेत्रों (tropical and subtropical regions) में। वे मुख्य रूप से गर्म उष्णकटिबंधीय महासागरों पर स्थानीयकृत कम दबाव प्रणाली (localised low-pressure systems over warm tropical oceans) के रूप में उत्पन्न होते हैं, आमतौर पर जब हवा की गति 118 किमी/घंटा से अधिक होती है। उष्णकटिबंधीय चक्रवातों को वायुमंडल में बड़े पैमाने पर बंद परिसंचरण प्रणाली (large-scale closed circulation systems) के रूप में परिभाषित किया जा सकता है जिसमें कम बैरोमीटर का दबाव और तेज़ हवाएं होती हैं, जो उत्तरी गोलार्ध में वामावर्त और दक्षिणी गोलार्ध में दक्षिणावर्त चलती हैं। चक्रवात के शांत केंद्र को चक्रवात की "आँख (eye)" के रूप में जाना जाता है, जो हवाओं और तूफानों के एक अशांत क्षेत्र से घिरा होता है जिसे चक्रवात की आँख की दीवार या भुजाएं कहा जाता है, जहाँ चक्रवात की तीव्रता सबसे अधिक होती है। उष्णकटिबंधीय चक्रवात उत्तरी अटलांटिक महासागर, उत्तरी प्रशांत महासागर और उत्तर, दक्षिण-पश्चिम और दक्षिण-पूर्व हिंद महासागर (बंगाल की खाड़ी और अरब सागर के कुछ हिस्सों सहित) जैसे कुछ विशिष्ट समुद्री क्षेत्रों में सबसे अधिक प्रचलित हैं। भारत, अपनी विस्तृत प्रायद्वीपीय तटरेखा (peninsular coastline) के साथ, उष्णकटिबंधीय चक्रवातों, विशेष रूप से बंगाल की खाड़ी और अरब सागर में बनने वाले चक्रवातों के लिए अत्यधिक संवेदनशील है।

) चक्रवात : प्रमुख कारण

पूर्वानुमानित होने के बावजूद, उष्णकटिबंधीय चक्रवात व्यापक विनाश का कारण बन सकते हैं, खासकर उन क्षेत्रों में जो कमजोर बुनियादी ढाँचे, उजागर तटीय क्षेत्रों और

सामाजिक-आर्थिक कारकों के कारण आंतरिक रूप से कमजोर हैं। यहाँ एक प्रश्न उठता है कि चक्रवात का कारण क्या है?

निम्नलिखित चार प्राथमिक स्थितियाँ हैं, जो चक्रवात लिए जिम्मेदार हैं:

क) 60 मीटर की गहराई तक 26 डिग्री सेल्सियस तक गर्म समुद्र का तापमान जो वाष्पीकरण के लिए अनुकूल स्थिति बनाता है,

ख) 7,000 मीटर से अधिक की ऊँचाई तक उच्च सापेक्ष आर्द्रता, जो वाष्प को पानी की बूंदों में संघनित कर देती है,

ग) कम ऊँचाई वाले बादलों के निर्माण के साथ वायुमंडलीय अस्थिरता, और

घ) महासागर के ऊपर उठती हवा का संघनन।

) चक्रवात : प्रमुख प्रभाव

उष्णकटिबंधीय चक्रवातों को विशेष रूप से तब बहुत विनाशकारी माना जाता है, जब वे ज़मीन पर आते हैं। जब वे तटीय भूमि क्षेत्रों पर हमला करते हैं, तो उनमें व्यापक प्रभाव पैदा करने की क्षमता भी होती है। चक्रवातों से जुड़ी तेज़ हवाएं संरचनाओं को नुकसान पहुँचाती हैं, बिजली और संचार लाइनों को तोड़ देती हैं और परिवहन के बुनियादी ढाँचे पर कहर बरसाती हैं। चक्रवातों से होने वाली भारी वर्षा अक्सर अंतर्देशीय बाढ़ का कारण बनती है, जिससे भूस्खलन, भूमि धंसना और मिट्टी धंसना हो सकता है। इसका असर न केवल बुनियादी ढाँचे पर पड़ता है, बल्कि मानव जीवन, कृषि, वनस्पति और पशुधन पर भी पड़ता है।

तूफानी लहरें (storm surge) उष्णकटिबंधीय चक्रवात का एक और व्यापक प्रभाव है, जो तब होता है जब चक्रवात ज्वार और तटीय विन्यास के साथ मिल जाते हैं, जिससे तटीय क्षेत्रों में भारी बाढ़ आ जाती है। तूफानी लहरें समुद्र तटों को नष्ट कर देती हैं, कृषि क्षेत्रों को खारे पानी से भर देती हैं, और मिट्टी की उर्वरता को कम कर देती हैं, जिससे स्थानीय अर्थव्यवस्था और पारिस्थितिकी तंत्र पर गंभीर प्रभाव पड़ता है।

कुछ विनाशकारी उष्णकटिबंधीय चक्रवातों के निम्नलिखित उदाहरण हैं:

क) हरीकेन (तूफान) एंड्रयू (1992) ने संयुक्त राज्य अमेरिका में भारी विनाश किया।

ख) उड़ीसा सुपर चक्रवात (1999) ने पूर्वी भारत के बड़े हिस्से को तबाह कर दिया।

ग) हरीकेन (तूफान) (2005), एक विनाशकारी घटना थी, जिसने न्यू ऑरलियन्स में बाढ़ ला दी और अमेरिकी खाड़ी तट पर व्यापक क्षति पहुँचाई।

घ) चक्रवात नरगिस (2008) ने म्यांमार में कई विनाशकारी प्रभाव पैदा किए।

ऐतिहासिक अभिलेखों से पता चलता है कि भारत ने कई विनाशकारी चक्रवातों का सामना किया है, जिनसे जान-माल की व्यापक क्षति हुई है।

यहाँ 2019 से 2023 तक भारत में आए चक्रवातों का संक्षिप्त सारांश दिया गया है:

क) चक्रवात बिपरजॉय (जून 2023) : अरब सागर में अत्यंत गंभीर चक्रवाती तूफान, 150 किमी/घंटा से अधिक गति के साथ गुजरात में दर्ज किया गया।

ख) **चक्रवात मंडौस (दिसंबर 2022)** : गंभीर चक्रवाती तूफान ने अंडमान और निकोबार द्वीप समूह और चेन्नई को प्रभावित किया।

ग) **चक्रवात सितरंग (अक्टूबर 2022)** : एक कमजोर उष्णकटिबंधीय चक्रवात ने असम, ओडिशा, पश्चिम बंगाल और अंडमान और निकोबार द्वीप समूह को प्रभावित किया।

घ) **चक्रवात असानी (मई 2022)** : चक्रवाती तूफान जिसने आंध्र प्रदेश, तमिलनाडु, कर्नाटक और ओडिशा को बुरी तरह प्रभावित किया।

ङ) **चक्रवात जवाद (दिसंबर 2021)** : तटीय ओडिशा और आंध्र प्रदेश पर असर।

च) **चक्रवात गुलाब (सितंबर 2021)**: आंध्र प्रदेश और ओडिशा को प्रभावित किया, लेकिन आगे कमजोर होकर दबाव में बदल गया।

छ) **चक्रवात तौकते (मई 2021)**: यह एक बहुत ही भयंकर चक्रवाती तूफान था जो गुजरात में आया और महाराष्ट्र, कर्नाटक और राजस्थान को प्रभावित किया।

ज) **चक्रवात यास (मई 2021)**: बंगाल की खाड़ी से उठे चक्रवाती तूफान ने पश्चिम बंगाल और ओडिशा को प्रभावित किया।

झ) **चक्रवात निसर्ग (जून 2020)**: इसने मुंबई के पास अलीबाग को प्रभावित किया, लेकिन जल्दी ही कमजोर हो गया।

ञ) **चक्रवात अम्फान (मई 2020)**: यह एक बहुत शक्तिशाली चक्रवात था, जिसने बड़े पैमाने पर क्षति पहुँचाई, और ओडिशा और पश्चिम बंगाल को प्रभावित किया।

ट) **चक्रवात बुलबुल (नवंबर 2019)**: भयंकर तूफान, जिसने पश्चिम बंगाल और बांग्लादेश को प्रभावित किया।

ठ) **चक्रवात क्यार (अक्टूबर 2019)**: अरब सागर में तीव्र चक्रवात जिसने पश्चिमी भारत, ओमान, संयुक्त अरब अमीरात और सोमालिया को प्रभावित किया।

ड) **चक्रवात फानी (मई 2019)**: एक शक्तिशाली उष्णकटिबंधीय चक्रवात जिसने ओडिशा, पश्चिम बंगाल, आंध्र प्रदेश और बांग्लादेश को प्रभावित किया।

यह देखा गया है कि भारत ने अपनी आपदा प्रबंधन प्रक्रिया में काफी सुधार किया है, जिससे चक्रवातों के प्रभाव में कमी आई है।

) चक्रवात : आपदा जोखिम न्यूनीकरण

जहाँ तक आपदा जोखिम न्यूनीकरण का प्रश्न है, भारत सरकार ने अपनी महत्वाकांक्षी परियोजना "राष्ट्रीय चक्रवात जोखिम न्यूनीकरण परियोजना (National Cyclone Risk Mitigation Project-NCRMP)" के तहत महत्वपूर्ण उपलब्धियाँ दर्ज की हैं। इस परियोजना के तहत, राष्ट्रीय आपदा प्रबंधन प्राधिकरण ने मजबूत चक्रवात पूर्व-चेतावनी प्रणाली, चक्रवात आश्रय और निकासी योजनाएं (evacuation plans) विकसित की हैं, जिनसे चक्रवात की घटनाओं के दौरान लोगों की जान बचाने में मदद मिली है। इसके अतिरिक्त, एनडीएमए ने चक्रवात-रोधी बुनियादी ढाँचे (cyclone-resilient

infrastructure) के निर्माण में भी मील के पत्थर हासिल किए हैं, खासकर तटीय क्षेत्रों में जहाँ अक्सर तूफान और बाढ़ का खतरा रहता है।

2.2.5 सूखा

सूखे से तात्पर्य पानी या नमी की उपलब्धता में अस्थायी कमी से है, जो एक विशिष्ट अवधि के लिए सामान्य स्तर से नीचे है। यह स्थिति अपर्याप्त वर्षा, सिंचाई की कमी, या क्षेत्र की कृषि-जलवायु परिस्थितियों के अनुरूप फसलों की जरूरतों को पूरा करने के लिए अपर्याप्त जल उपलब्धता के कारण उत्पन्न होती है। वैज्ञानिक रूप से, इसे नमी सूचकांक (Moisture Index-MI) का उपयोग करके मापा जाता है। इस प्रकार, सूखे को प्रतिकूल एमआई या जल असंतुलन के रूप में परिभाषित किया जा सकता है जो लंबे समय तक सूखा, अपर्याप्त वर्षा, अत्यधिक वाष्पीकरण, उच्च तापमान, या कम मिट्टी के पानी के प्रतिधारण जैसे कारकों के कारण होता है। सूखे की गंभीरता स्थानीय कृषि-जलवायु परिस्थितियों पर निर्भर करती है। उदाहरण के लिए, जैसलमेर में, जहाँ औसत वर्षा 200 मिमी है, सूखा तब होता है जब घास या मोटे अनाज उगाने के लिए पर्याप्त वर्षा नहीं होती है। हालांकि, बोलंगीर अथवा कोराफुट (ओडीशा) में जहाँ वर्षा 1000 मिमि से अधिक होती है, वहाँ सूखा तब होता है जब धान की फसल पकने के लिए पर्याप्त वर्षा नहीं होती है।

भारत में सदी के सबसे खराब सूखे में से एक वर्ष 1987 में दक्षिण-पश्चिम मानसून की विफलता के कारण हुआ था। इसके कारण देश के कुल भौगोलिक क्षेत्र के लगभग 37 प्रतिशत हिस्से में सामान्य वर्षा हुई, जिससे पानी की भारी कमी हो गई। देरी से आए मानसून ने 43 प्रतिशत फसल क्षेत्र में कृषि उत्पादकता को बहुत प्रभावित किया। इस संदर्भ में, राजस्थान और गुजरात सबसे अधिक प्रभावित राज्य थे।

) सूखे के प्रकार

सूखे के तीन मुख्य प्रकार हैं:

क) **मौसम संबंधी सूखा** : यह तब होता है, जब किसी विशिष्ट अवधि के लिए दीर्घकालिक औसत से कम वर्षा होती है।

ख) **जल विज्ञान संबंधी सूखा** : सूखा, जो जल स्तर में कमी के कारण होता है, जो कि नदियों, झीलों और भूजल जैसे संसाधनों के सामान्य स्तर से नीचे होता है।

ग) **कृषि सूखा** : यह फसल की पैदावार पर मौसम संबंधी या जल विज्ञान संबंधी सूखे के प्रभाव को दर्शाता है।

यह उल्लेख करना भी महत्वपूर्ण है कि सूखा और अकाल दो अलग-अलग घटनाएं हैं। अकाल सामुदायिक स्तर पर भोजन की अत्यधिक कमी की स्थिति है, जिसके परिणामस्वरूप बड़े पैमाने पर भूख और भुखमरी होती है जो अंततः मृत्यु का कारण बनती है। यह उल्लेख करना महत्वपूर्ण है कि अकाल सूखे के कारण हो भी सकता है और नहीं भी। संसाधनों के कुप्रबंधन के मामले में अकाल पड़ सकता है, भले ही सूखे की स्थिति न हो।

) सूखा : प्रमुख कारण

निम्नलिखित प्राकृतिक और मानव-निर्मित कारक हैं, जो किसी विशिष्ट भौगोलिक क्षेत्र में सूखे की स्थिति पैदा करते हैं:

क) **लंबे समय तक वर्षा की कमी :** लंबे समय तक बारिश की कमी के कारण मौसम संबंधी सूखा पड़ता है। जलवायु परिवर्तन के प्रभाव के कारण इसकी गंभीरता और आवृत्ति और भी बढ़ सकती है, जो तेजी से बदलते मौसम पैटर्न, अभूतपूर्व अशांत मौसम, बढ़ते तापमान, आदि के रूप में प्रकट होती है। यदि वन क्षेत्र में बड़े पैमाने पर वनों की कटाई होती है, तो मिट्टी की परतें उजागर हो जाती हैं, जिससे बड़े पैमाने पर मिट्टी का कटाव होता है और मिट्टी की उर्वरता कम हो जाती है। इससे सूखे की स्थिति और भी गंभीर हो सकती है।

ख) **वनों की कटाई :** वनों की कटाई और भूमि उपयोग पैटर्न में अन्य असामान्य परिवर्तन भी सूखे की स्थिति को बदतर बनाते हैं।

ग) **जल संसाधनों का अत्यधिक दोहन और उपयोग :** अत्यधिक दोहन और अत्यधिक अविवेकपूर्ण उपयोग के कारण, कृषि और गहन कृषि पद्धतियों के लिए पानी का बढता उपयोग, सूखे में योगदान कर सकता है।

घ) **वायुमंडलीय और महासागरीय धाराएं :** वायुमंडलीय और महासागरीय धाराओं में परिवर्तन भी काफी बड़े क्षेत्र में सूखे की स्थिति पैदा करते हैं।

ङ) **वर्षा में कमी :** सूखा तब होता है, जब वर्षा लम्बे समय तक औसत से काफी कम होती है।

च) **मृदा में नमी :** मृदा में नमी की कमी से मरुस्थलीकरण बढ़ सकता है, तथा पारिस्थितिकी तंत्र अधिक कमजोर हो सकता है।

) सूखा : प्रमुख प्रभाव

कई बार, सूखे के प्रभाव को जमीनी स्तर पर प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष रूप से बताना मुश्किल होता है, इसलिए सूक्ष्म और वृहद दोनों स्तरों पर सूखे के प्रभाव का अनुमान लगाना आवश्यक है। जहाँ तक प्रत्यक्ष प्रभाव का प्रश्न है, सूखे के चार मुख्य प्रकार के प्रभाव हैं – भौतिक, सामाजिक, आर्थिक और पर्यावरणीय। इन प्रभावों में स्थानिक-कालिक भिन्नताएं (spatio-temporal variations) हैं। सूखे और पानी की कमी के कारण फसलों, पशुधन और उत्पादक संपत्तियों का तत्काल नुकसान होता है। इसके अतिरिक्त, दीर्घकालिक प्रभावों में अगले रोपण मौसम के लिए गुणवत्ता वाले बीजों की कमी शामिल है, जो कृषि उत्पादकता और आजीविका को प्रभावित करती है।

) सूखा : आपदा जोखिम न्यूनीकरण

सूखा प्रबंधन में तीन प्रकार की कार्यनीति शामिल है, जिसका उल्लेख नीचे किया गया है:

क) पूर्व-चेतावनी प्रणाली (Early Warning System-EWS) विकसित करने के लिए बनती हुई सूखे की स्थिति पर बारीकी से नजर रखना।

ख) दीर्घकालिक लक्ष्यों के साथ तालमेल रखते हुए, प्रभावित आबादी और पशुधन की सहायता के लिए तत्काल राहत उपायों को लागू करना।

खरीफ फसल को बचाने और आगामी रबी फसल को बेहतर बनाने के लिए वैकल्पिक फसल कार्यनीति तैयार करना ।

बोध प्रश्न 2

टिप्पणी: i) अपने उत्तरों के लिए नीचे दिए गए स्थान का उपयोग कीजिए।

ii) इकाई के अंत में दिए गए उत्तरों के साथ अपने उत्तर की जाँच कीजिए।

1) बाढ़ के कारण और प्रभाव क्या हैं?

.....

.....

.....

.....

2) चक्रवात पर एक टिप्पणी लिखिए।

.....

.....

.....

.....

2.3 मानव-निर्मित आपदाएं

मनव-निर्मित आपदाएं, जैसा कि नाम से पता चलता है, वे परिस्थितियाँ हैं, जो पूरी तरह से मानव द्वारा प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष रूप से लापरवाही, गलत प्रबंधन प्रथाओं, और अन्य जाने-अनजाने हुई त्रुटियों के कारण उत्पन्न होती हैं, जिससे जान-माल, बुनियादी ढाँचे और पर्यावरण को नुकसान होता है।

मानव-निर्मित आपदाओं के प्रकार

मानव-निर्मित आपदाएं विभिन्न प्रकार की होती हैं, जिन्हें निम्नलिखित श्रेणियों में वर्गीकृत किया गया है:

- **आग** : भवन की आग, तेल की आग, कोयले की आग और जंगल की आग।
- **औद्योगिक एवं तकनीकी दुर्घटनाएं** : विस्फोट, गैस रिसाव, आग, एवं तकनीकी प्रणाली विफलता।
- **परमाणु खतरा** : रेडियोधर्मी रिसाव, परमाणु ऊर्जा संयंत्र दुर्घटनाएँ, रेडियोधर्मी अपशिष्ट और विद्युत चुम्बकीय विकिरण।
- **दुर्घटनाएं** : भवन ढहना, सड़क दुर्घटना, रेल दुर्घटना, हवाई दुर्घटना, नदी/समुद्र दुर्घटना, तथा खतरनाक सामग्री के परिवहन के दौरान दुर्घटना।
- **पर्यावरणीयक्षरण** : वनों की कटाई, अत्यधिक चराई, मृदा अपरदन और अवनति, प्रदूषण, जलवायु परिवर्तन, समुद्र स्तर में वृद्धि, ग्लोबल वार्मिंग, समतापमंडलीय

ओजोन का ह्रास और क्षोभमंडलीय ओजोन में वृद्धि, खतरनाक अपशिष्ट का कुप्रबंधन और संचारी रोगों का प्रसार।

) **नागरिक संघर्ष और युद्ध** : आगजनी, धार्मिक दंगे, आतंकवादी या आपराधिक गतिविधियाँ, और तोड़फोड़; तथा पारंपरिक, रासायनिक, जैविक और परमाणु खतरे।

उच्च तकनीक और बड़े पैमाने पर शहरीकरण के कारण आपदाओं की संभावनाओं को ध्यान में रखते हुए, यह कहा जा सकता है कि यह सूची संपूर्ण नहीं हो सकती।

अब हम मानव-निर्मित आपदाओं के चयनित प्रकारों पर विस्तार से चर्चा करेंगे ।

2.3.1 आग

i) भारतीय मानक ब्यूरो अथवा बीआईएस (Bureau of Indian Standards-BIS) के अनुसार, आग को निम्नलिखित श्रेणियों में वर्गीकृत किया जाता हैः

क) **क्लास ए आग (r)** : यह लकड़ी, कागज़ और कपड़े जैसे आम ज्वलनशील पदार्थों से प्रज्वलित होती है। इसे आग के आधार पर पानी, फोम या बहुउद्देशीय सूखे रासायनिक बुझाने वाले यंत्रों का उपयोग करके बुझाया जा सकता है।

ख) **क्लास बी आग (B r)** : यह गैसोलीन और तेल जैसे ज्वलनशील तरल पदार्थ या गैसों के कारण होती है। इसे फायर ब्लैंकेट, ड्राई केमिकल या सीओ$_2$ (CO_2) एक्सटिंग्विशर का उपयोग करके बुझाया जा सकता है। ऐसी स्थितियों में, पानी का उपयोग कभी नहीं करना चाहिए क्योंकि इससे आग फैलती है।

ग) **क्लास सी आग (r)** : विद्युतीय आग, जिसमें बिजली से चलने वाले उपकरण शामिल हों, अगर संभव हो तो उसे बंद कर देना चाहिए और CO_2 या सूखे रासायनिक अग्निशामक यंत्रों का इस्तेमाल करना चाहिए। ऐसे मामलों में बिजली के झटके से बचने के लिए पानी से बचें।

घ) **क्लास डी आग (r)** : यह मैग्नीशियम और सोडियम जैसी ज्वलनशील धातुओं से संबंधित है। इसे बुझाने के लिए, विशेष सूखे पाउडर बुझाने वाले यंत्रों का उपयोग किया जाना चाहिए, जिन्हें सुरक्षित दूरी से लगाया जाना चाहिए।

घरेलू आग, ग्रामीण और शहरी दोनों क्षेत्रों में, मानव-निर्मित आपदा का सबसे आम प्रकार है।

) घरेलू आग : प्रमुख कारण

ये घटनाएं ज्यादातर घर के अंदर ही घटित होती हैं, और खाना पकाने, बिजली की खराबी, और ज्वलनशील वस्तुओं के अनुचित संचालन जैसे विभिन्न कारकों के परिणामस्वरूप हो सकती हैं। खाना पकाने में लगने वाली आग, घरेलू आग का सबसे आम प्रकार है। इसके अतिरिक्त, बिजली की आग अक्सर दोषपूर्ण तारों के कारण उत्पन्न होती है, जिससे शॉर्ट सर्किट और चिंगारी निकल सकती है। मोमबत्तियों,

दीयों, आदि के कारण धुएं की आग जैसी अन्य लापरवाही भी अलग-अलग परिमाण की आपदाएं पैदा कर सकती है।

) घरेलू आग : प्रमुख प्रभाव

राष्ट्रीय अपराध रिकॉर्ड ब्यूरो (एनसीआरबी) के आंकड़ों के अनुसार, वर्ष 2010 से 2019 के बीच भारत में लगभग 1,85,383 लोगों ने आग लगने की घटनाओं के कारण अपनी जान गंवाई, जो गंभीर चिंता का विषय है। भारत में (2024 में) होने वाली प्रमुख आग की घटनाओं के कुछ उदाहरण इस प्रकार हैं:

- 25 मई, 2024 को भारत के गुजरात के राजकोट में एक गेमिंग जोन में लगी विनाशकारी आग में कम से कम 33 लोगों की जान चली गई।
- दिल्ली अग्निशमन सेवा के अनुसार, वर्ष 2024 में पहले छह महीनों की अवधि के दौरान भीषण आग में कम से कम 83 लोगों की जान चली गई और 390 से ज्यादा लोग गंभीर रूप से घायल हो गए ।
- 26 मई 2024 को पूर्वी दिल्ली के एक बच्चों के अस्पताल में आग लगने की घटना में 7 नवजात शिशुओं की मौत हो गई, जिनमें सबसे कम उम्र के पीड़ितों में सिर्फ़ 15 से 25 दिन के थे। कुछ अन्य नवजात शिशु भी गंभीर रूप से घायल हो गए ।

इसलिए, घरेलू आग के कारण होने वाली मौतों को न्यूनतम करने के लिए सुरक्षा सावधानियों के साथ-साथ रोकथाम और आपदा शमन योजना बनाना आवश्यक है।

) आग : आपदा जोखिम न्यूनीकरण

आपदा को कम करने के लिए निम्नलिखित उपाय अपनाए जा सकते हैं:

- अपने घर को साफ और व्यवस्थित रखें, तथा सुनिश्चित कीजिए कि माचिस, लाइटर और पटाखे बच्चों की पहुँच से दूर रहें।
- धूम्रपान के लिए धातु के ऐशट्रे का उपयोग कीजिए, तथा ज्वलनशील पदार्थों जैसे कपड़े, कागज और तरल पदार्थों को ऊष्मा स्रोतों से दूर रखें।
- सुनिश्चित कीजिए कि आग की घटनाओं के दौरान आसानी से बाहर निकलने के लिए भागने के रास्ते और सीढ़ियाँ अवरोधों से मुक्त हों।
- प्रत्येक आउटलेट में केवल एक उपकरण का उपयोग करके विद्युत सॉकेट पर अधिक भार डालने से बचें।
- एलपीजी स्टोव को ऊँचे प्लेटफॉर्म पर रखा जाना चाहिए, और आग के खतरे को कम करने के लिए खाना पकाने के पश्चात सिलेंडर वाल्व/पीएनजी आपूर्ति नियामक और गैस स्टोव नॉब दोनों को बंद करना आवश्यक है।
- ग्रामीण क्षेत्रों में सूखी फसलों या अवशेषों को अलग एवं सुरक्षित स्थान पर रखा जा सकता है, ताकि वातावरण में उच्च तापमान के दौरान आग लगने की संभावना कम हो सके।

ग्रामीण क्षेत्रों में फूस की बस्तियों में, खासकर गर्मी के मौसम में बड़े पैमाने पर घरेलू आग लगने की संभावना बहुत अधिक होती है। इस संदर्भ में, लोगों द्वारा अत्यधिक सावधानी बरतने के लिए व्यापक जागरूकता पैदा करने के लिए विशेष सावधानी बरती जानी चाहिए।

2.3.2 औद्योगिक दुर्घटनाएं

देश में बढ़ते औद्योगिक विकास के साथ-साथ विभिन्न प्रकार की औद्योगिक आपदाओं की संभावनाएं भी बढ़ रही हैं। औद्योगिक दुर्घटनाओं के उल्लेखनीय उदाहरण भोपाल गैस त्रासदी (1984), चर्नोबिल परमाणु आपदा (1986), आदि हैं।

अगर सावधानी न बरती जाए तो औद्योगिक दुर्घटनाओं में से कुछ में आपदाओं में बदलने की बहुत अधिक संभावना होती है। इस संबंध में, रासायनिक रिसाव, बॉयलर और औद्योगिक संयंत्रों के अन्य खंडों में विस्फोट और गैस रिसाव कुछ ऐसे खतरे हैं, जो आपदाओं का कारण बन सकते हैं।

) औद्योगिक दुर्घटनाएं : प्रमुख कारण

औद्योगिक दुर्घटनाओं को अक्सर मानवीय कार्यों/त्रुटियों और उनके द्वारा बनाए गए कृत्रिम वातावरण का परिणाम माना जाता है। वैश्विक स्तर पर तेजी से हो रहे शहरीकरण और औद्योगीकरण के साथ, औद्योगिक इकाइयों में उत्पादन बढ़ाने की चाहत, अक्सर उचित रखरखाव और प्रबंधन की उपेक्षा करने के कारण विनाशकारी परिणाम पैदा कर सकती है। औद्योगिक दुर्घटनाओं के कुछ मुख्य कारण निम्नलिखित हैं:

मानवीय त्रुटियाँ

श्रमिकों द्वारा की गई गलतियाँ/चूक, जैसे मशीनरी का अनुचित संचालन या सुरक्षा प्रोटोकॉल का पालन न करना, आदि।

यांत्रिक विफलता

दोषपूर्ण मशीनरी, उपकरणों में खराबी, या अपर्याप्त रखरखाव के कारण विस्फोट, आग लगना, या संरचना का ढहना जैसी दुर्घटनाएं हो सकती हैं।

सुरक्षा-प्रशिक्षण का अभाव

सुरक्षा प्रक्रियाओं, उपकरणों की हैंडलिंग या आपातकालीन अनुक्रिया सहित सुरक्षा-प्रशिक्षणों का अपर्याप्त या अभाव विशेष रूप से खतरनाक वातावरण में दुर्घटनाओं का कारण बन सकता है।

खराब कामकाजी स्थिति

अत्यधिक भीड़भाड़, खराब हवादार या अस्वास्थ्यकर कार्य वातावरण दुर्घटनाओं में योगदान दे सकते हैं, विशेष रूप से रसायनों या भारी मशीनरी से संबंधित उद्योगों में।

सुरक्षा विनियमों का पालन न करना

इस संदर्भ में, व्यक्तिगत सुरक्षा उपकरण (पीपीई) का उपयोग न करने या सुरक्षा जाँच को नजरअंदाज करने से आपदाओं का खतरा बढ़ जाता है।

विद्युतीय खतरा

दोषपूर्ण वायरिंग, शॉर्ट सर्किट या विद्युत उपकरणों के अनुचित उपयोग से आग लग सकती है, बिजली का झटका लग सकता है, और अन्य दुर्घटनाएं हो सकती हैं।

रासायनिक रिसाव और विस्फोट

खतरनाक रसायनों से निपटने वाले उद्योगों में सामग्रियों के अनुचित भंडारण, संचालन या मिश्रण के परिणामस्वरूप विषाक्त रिसाव या विस्फोट हो सकता है।

प्राकृतिक खतरे और आपदाएं

भूकंप, बाढ़ या अन्य प्राकृतिक आपदाएं औद्योगिक दुर्घटनाओं का कारण बन सकती हैं, विशेष रूप से खराब तरीके से डिजाइन या रखरखाव वाली सुविधाओं में।

ये घटनाएं भारत में सख्त औद्योगिक सुरक्षा नियमों और अनुपालन की तत्काल आवश्यकता को उजागर करती हैं।

) औद्योगिक दुर्घटनाएं : प्रमुख प्रभाव

औद्योगिक दुर्घटनाओं के बहुआयामी और व्यापक प्रभाव होते हैं, जो व्यक्तियों, समुदायों और व्यावसायिक उत्पादकता को बड़े पैमाने पर प्रभावित करते हैं। इनके कारण श्रमिकों और आस-पास की आबादी को गंभीर चोटें लग सकती हैं या मौतें हो सकती हैं, साथ ही साइट पर और साइट से बाहर दोनों जगह व्यापक संपत्ति का नुकसान भी हो सकता है। जहरीले पदार्थों के निकलने सहित पर्यावरण प्रदूषण से दीर्घकालिक पारिस्थितिक क्षति और सीमा पार प्रदूषण हो सकता है। औद्योगिक दुर्घटनाओं के आर्थिक परिणाम गंभीर होते हैं, जिसके परिणामस्वरूप अक्सर बड़े वित्तीय नुकसान होते हैं। इन घटनाओं से उत्पन्न स्वास्थ्य संबंधी खतरे घायल कर्मचारियों के ठीक होने में लंबा समय ले सकते हैं, जिससे उत्पादकता में कमी आ सकती है और आवश्यक सेवाओं में व्यवधान आ सकता है।

इस संदर्भ में, वर्ष 2024 में भारत में घटित औद्योगिक आपदाओं के निम्नलिखित मामले प्रभावों पर प्रकाश डालते हैं:

विजाग गैस रिसाव, विशाखापत्तनम, आंध्र प्रदेश

7 मई, 2020 को एक औद्योगिक संयंत्र में जहरीली गैस का रिसाव हुआ, जिससे व्यापक दहशत फैल गई। खतरनाक धुएं के कारण कई लोगों को अस्पताल में भर्ती होना पड़ा (https://en-wikipedia-org/wiki/Visakhapatnam_gas_leak)

- **तेल रिफाइनरी विस्फोट, जामनगर, गुजरात**

8 जनवरी 2009 एक प्रमुख तेल रिफाइनरी में हुए विस्फोट के परिणामस्वरूप दो लोगों की मृत्यु हो गई और रिफाइनरी को भारी क्षति हुई। (https://indianexpress.com/article/cities/ahmedabad/two-die-in-

explosion-at-reliance-s-jamnagar/) दुर्घटना के कारण अस्थायी रूप से परिचालन बंद करना पड़ा।

- **रासायनिक संयंत्र में आग, अंकलेश्वर, गुजरात**

  6 मई 2022 को एक केमिकल मैन्युफैक्चरिंग प्लांट में एक रिएक्टर में विस्फोट के कारण भीषण आग लग गई। इस घटना में कई लोग घायल हो गए।

) औद्योगिक दुर्घटनाएं : आपदा जोखिम न्यूनीकरण

औद्योगिक इकाइयों में, आपदा जोखिम न्यूनीकरण की कार्यनीति और प्रभावी कार्यान्वयन समय की माँग है। कुछ संरचनात्मक और गैर-संरचनात्मक उपायों को अपनाकर, औद्योगिक आपदाओं के जोखिम को प्रभावी ढंग से कम किया जा सकता है। इसमें दुर्घटनाओं को रोकने के लिए सुरक्षा प्रोटोकॉल, नियमित रखरखाव और जोखिम आकलन को लागू करना शामिल है। इसमें श्रमिकों को प्रशिक्षित करना, खतरनाक सामग्रियों की निगरानी करना, उचित भंडारण सुनिश्चित करना, और पर्यावरण नियमों का पालन करना भी शामिल है। जोखिमों को कम करने और औद्योगिक सुरक्षा सुनिश्चित करने के लिए प्रभावी आपदा नियोजन और अनुक्रिया कार्यनीतियाँ अत्यंत महत्वपूर्ण हैं।

2.3.3 पर्यावरणीय क्षरण

पर्यावरणीय अवनति को किसी विशेष क्षेत्र में प्राकृतिक पर्यावरणीय स्थिति में गिरावट के रूप में परिभाषित किया जाता है, जो वायु, जल, मिट्टी, खनिज, आदि जैसे संसाधनों की कमी के कारण होती है, जिसके परिणामस्वरूप पारिस्थितिकी तंत्र का क्रमिक विनाश होता है और जैव विविधता की हानि होती है।

) पर्यावरणीय क्षरण : प्रमुख कारण

पर्यावरण का क्षरण कई कारकों के कारण होता है, लेकिन सबसे प्रमुख कारक वनों की कटाई, औद्योगिकीकरण, अत्यधिक दोहन के कारण प्राकृतिक संसाधनों का ह्रास, प्रदूषण, खनन, अत्यधिक मछली पकड़ना, आदि हैं। इसके अतिरिक्त, जलवायु परिवर्तन और प्राकृतिक आपदाएं भी पर्यावरणीय क्षरण का कारण बनती हैं।

) पर्यावरणीय क्षरण : प्रमुख प्रभाव

पर्यावरणीय क्षरण का प्रभाव विभिन्न रूपों में प्रकट हो सकता है जैसे प्रदूषण (वायु, जल और भूमि प्रदूषण), मृदा अपरदन, उत्पादकता में कमी, जैव विविधता में कमी, आदि।

) पर्यावरणीय क्षरण : आपदा जोखिम न्यूनीकरण

पर्यावरणीय क्षरण को उचित आपदा प्रबंधन कार्यनीतियों को अपनाकर कम किया जा सकता है, जिसमें संधारणीय विकास को बढ़ावा देना, पर्यावरणीय नियमों को प्रभावी ढंग से लागू करना, और आपदा तैयारी उपायों को अपनाना शामिल है।

2.3.4 तकनीकी आपदाएं

आधुनिक तकनीकी युग में जब पूरी वैश्विक व्यवस्था वर्ल्डवाइड वेब (www) द्वारा संचालित होती है, जरा सोचिए, अगर आपके घर या दफ्तर का इंटरनेट आधे घंटे के

लिए बंद हो जाए तो इसका क्या असर होगा? इससे एक अनोखी आपदा पैदा हो सकती है, जिसमें बहुत बडा नुकसान होने की संभावना है।

तकनीकी आपदाएं पूरी तरह से मानव द्वारा अपने अंतहीन लालच के लिए तकनीकी संसाधनों के अनियंत्रित, अप्रबंधित और बेईमानी से किए गए उपयोग के परिणामस्वरूप उत्पन्न हुई हैं, जिसके परिणामस्वरूप विभिन्न प्रकार की आपदाएं उत्पन्न होती हैं, जिनसे अक्सर जीवन, अवसंरचनाओं, संपत्तियों, पर्यावरण, आदि को काफी नुकसान पहुँचता है।

) तकनीकी आपदाएं : प्रमुख प्रकार और कारण

हम अक्सर अपने आस-पास कई तरह की तकनीकी आपदाएं देखते हैं। तकनीकी आपदाओं के कुछ प्रमुख प्रकार निम्नलिखित हैं:

क) सूचना प्रौद्योगिकीय (आईटी) सिस्टम/प्रणाली विफलता तब हो सकती है जब तकनीकी खराबी के कारण सर्वर संचालन सहित आईटी सिस्टम गलती से काम करना बंद कर दे। इससे रेलवे बुकिंग, रेलवे सूचना प्रणाली, विमानन संचालन, आदि जैसी सुविधा प्रणाली के कामकाज में भारी व्यवधान उत्पन्न हो सकता है।

ख) साइबर हमला तब देखा गया है, जब किसी सरकारी या निजी संस्था के सर्वर सिस्टम या वेबसाइट को दुर्भावनापूर्ण इरादे से हैक किया जाता है, जिससे बड़ा नुकसान हो सकता है।

ग) पावर ग्रिड विफलता, ग्रिड परिचालन में तकनीकी त्रुटि के कारण हो सकती है।

) तकनीकी आपदाएं : प्रमुख प्रभाव

तकनीकी आपदाएं उत्पादकता के साथ-साथ दिन-प्रतिदिन के कार्यों और अंततः आर्थिक विकास को प्रभावित कर सकती हैं। इस प्रकार की तकनीकी आपदाएं मुख्य रूप से मानवीय भूल या उपकरण विफलता के कारण होती हैं। कभी-कभी, वे प्राकृतिक आपदाओं की शुरुआत के कारण भी होती हैं जो तकनीकी प्रणाली के कामकाज को कैस्केडिंग आपदाओं के रूप में प्रभावित करती हैं।

खराब सुरक्षा मानक और उचित प्रशिक्षण का अभाव भी तकनीकी आपदाओं के लिए जिम्मेदार हैं।

) तकनीकी आपदाएं : आपदा जोखिम न्यूनीकरण

तकनीकी आपदाओं के प्रभावों को कम करने के लिए, कुछ आपदा जोखिम प्रबंधन उपायों को अपनाना आवश्यक है। जोखिम मूल्यांकन आपदा जोखिम के मौजूदा और आसन्न खतरों का आकलन करने के लिए की जाने वाली पहली और सबसे महत्वपूर्ण गतिविधि है। तदनुसार, अन्य उपाय भी अपनाए जा सकते हैं जैसे आपातकालीन तैयारियों की मजबूत प्रणाली बनाना, नियमों और विनियमों का सख्त कार्यान्वयन, प्रौद्योगिकी को उन्नत स्तर तक उन्नत करना, आदि।

2.3.5 संघर्ष और युद्ध

संघर्ष और युद्ध, मानव-निर्मित आपदाओं के प्रकार हैं, जिनमें हिंसा, सशस्त्र टकराव और सामाजिक-राजनीतिक अशांति के कारण बड़े पैमाने पर मानव पीड़ा होती है, जैसे जीवन की हानि, बुनियादी ढाँचे का विनाश, आदि, जिससे आपदाएं घटित होती हैं।

) संघर्ष और युद्ध : प्रमुख कारण

संघर्ष और युद्ध विभिन्न कारणों से होते हैं जैसे राजनीतिक अस्थिरता, जातीय और धार्मिक हिंसा, आतंकवाद, औपनिवेशिक विवाद और संघर्ष, भ्रष्टाचार और खराब प्रशासन, आदि।

) संघर्ष और युद्ध : प्रमुख प्रभाव

सशस्त्र संघर्ष, आतंकवाद और युद्धों के परिणामस्वरूप विनाश, विस्थापन और जीवन की हानि होती है। इसके परिणामस्वरूप अक्सर क्षेत्रों में दीर्घकालिक मानवीय संकट पैदा हो जाते हैं। इसके प्रभाव कई रूपों में प्रकट होते हैं। उल्लेखनीय प्रभाव जीवन की हानि और/या बुनियादी ढाँचे का विनाश, आर्थिक पतन, जबरन विस्थापन, आदि हैं।

इसके उदाहरणों में रूस और यूक्रेन, इजराइल और लेबनान के बीच युद्ध, बांग्लादेश में नागरिक अशांति, तथा विभिन्न देशों में गृहयुद्ध शामिल हैं।

) संघर्ष और युद्धः आपदा जोखिम न्यूनीकरण

युद्ध या सशस्त्र/निःशस्त्र संघर्षों को कम करने या रोकने के लिए आपदा प्रबंधन दृष्टिकोण आवश्यक है। कुछ उपाय हैं जिन्हें सौहार्दपूर्ण ढंग से मुद्दों को हल करने के लिए अपनाया जा सकता है जैसे कूटनीति के माध्यम से या मध्यस्थ को शामिल करके संघर्ष समाधान तंत्र विकसित करना, सुशासन को मजबूत करना, शिक्षा, रोजगार सृजन, कौशल विकास, क्षमता-निर्माण, आदि के माध्यम से समुदाय को सशक्त बनाना।

2.3.6 खतरनाक अपशिष्ट कुप्रबंधन

खतरनाक अपशिष्ट को समुदाय या समाज के लिए अत्यंत संवेदनशील माना जाता है।

खतरनाक अपशिष्ट या विषाक्त पदार्थों का कुप्रबंधन या अनुचित/अवैज्ञानिक उपयोग या निपटान मानव स्वास्थ्य, पारिस्थितिकी तंत्र और पर्यावरण पर गंभीर प्रभाव डाल सकता है।

) खतरनाक अपशिष्ट : प्रमुख कारण

यह तब होता है, जब विषाक्त पदार्थ या उनके उप-उत्पाद या खतरनाक अपशिष्ट, रेडियोधर्मी पदार्थ, आदि को गलत तरीके से संभाला जाता है या अनुचित तरीके से निपटाया जाता है। इससे मिट्टी, पानी (भूजल सहित) या निचले वायुमंडल में गंभीर संदूषण हो सकता है। खतरनाक अपशिष्टों के कुछ प्रमुख प्रकार रासायनिक अपशिष्ट, जैव चिकित्सा अपशिष्ट, रेडियोधर्मी अपशिष्ट, इलेक्ट्रॉनिक अपशिष्ट, औद्योगिक अपशिष्ट, आदि हैं।

) खतरनाक अपशिष्ट : प्रमुख प्रभाव

खतरनाक अपशिष्ट के प्रभाव विभिन्न रूपों में देखे जा सकते हैं, जब यह मिट्टी में प्रवेश करता है, तो यह मिट्टी को प्रदूषित कर सकता है जिससे मिट्टी की उर्वरता नष्ट हो जाती है और कृषि उत्पादों में कैंसरकारी तत्व उत्पन्न हो जाते हैं। हालांकि, जब खतरनाक अपशिष्ट भूजल में प्रवेश करता है, तो यह भूजल प्रदूषण का कारण बन सकता है, और खतरनाक अपशिष्ट को जलाने से निचले वायुमंडल में जहरीली गैसें निकलती हैं।

) खतरनाक अपशिष्ट : आपदा जोखिम न्यूनीकरण

खतरनाक अपशिष्ट पदार्थों के उपयोग और निपटान के लिए नियमों का सख्त कार्यान्वयन, मानक प्रोटोकॉल विकसित करना, और अपशिष्ट प्रबंधन प्रणाली का कार्यान्वयन, सख्त निगरानी और निरीक्षण, प्रशिक्षण के माध्यम से क्षमता-निर्माण, आदि जैसे उपयुक्त आपदा जोखिम प्रबंधन दृष्टिकोणों को अपनाकर खतरनाक अपशिष्ट के कारण होने वाली आपदाओं के जोखिम को कम किया जा सकता है।

इस प्रकार, यह स्पष्ट है कि मानव-निर्मित आपदाओं का तत्काल प्रभाव जीवन की हानि, चोट, और संपत्ति तथा बुनियादी ढाँचे का व्यापक विनाश है। इसके अतिरिक्त, वे विकासात्मक गतिविधियों को बाधित करते हैं, और अर्थव्यवस्था को प्रभावित करते हैं। पर्यावरण पर उनका प्रभाव बड़े पैमाने पर भी देखा जा सकता है, जिसमें पारिस्थितिकी तंत्र का क्षरण, जैव विविधता का नुकसान, मिट्टी का कटाव और प्रदूषण शामिल हैं। सामाजिक या सामुदायिक स्तर पर, आपदाएं समुदायों को विस्थापित करती हैं, जिससे दीर्घकालिक अस्थिरता पैदा होती है, जबकि प्रभावित आबादी को महत्वपूर्ण मनोवैज्ञानिक आघात का अनुभव होता है।

2.3.7 प्रदूषण

प्रदूषण से तात्पर्य वातावरण, जल निकायों और भूमि सहित पर्यावरण में होने वाले हानिकारक परिवर्तनों से है, जो प्रदूषक के रूप में जाने वाले हानिकारक पदार्थों के प्रवेश के कारण होता है। ये प्रदूषक प्राकृतिक जैसे ज्वालामुखी की राख, धुआँ और अम्लीय वर्षा, या मानव-निर्मित जैसे कारखानों और वाहनों से निकलने वाले रसायन हो सकते हैं। प्रदूषण के अन्य रूपों में अत्यधिक शोर, विकिरण और हानिकारक पदार्थ शामिल हैं, जो भूजल में घुल जाते हैं।

विभिन्न प्रकार के प्रदूषण के रूप में प्रदूषक सभी जीवित जीवों के साथ-साथ प्राकृतिक पारिस्थितिकी तंत्र पर हानिकारक प्रभाव डालते हैं। ये प्रदूषक खाद्य श्रृंखला, जल, वायु, आदि जैसे विभिन्न माध्यमों से मानव शरीर में प्रवेश करते हैं और गंभीर स्वास्थ्य समस्याएं पैदा करते हैं। प्रदूषण उस स्तर तक पहुँच गया है, जैसा हमने पहले कभी नहीं देखा। उदाहरण के लिए, कोविड-19 महामारी के लॉकडाउन ने इस बात की झलक दिखाई कि हमने अपने पर्यावरण को कितना नुकसान पहुँचाया है। लॉकडाउन के दौरान, प्रदूषण के स्तर में नाटकीय रूप से गिरावट आई, और लोग दूर से ही हिमालय की चोटियों जैसे प्राकृतिक अजूबों को देख सकते थे, ऐसा कुछ जो वर्षों से संभव नहीं था। वन्यजीव भी फल-फूल रहे थे, जिससे हमें पता चला कि हमने अपनी गतिविधियों से प्रकृति को कितना बाधित किया है। ऐतिहासिक महामारी ने स्पष्ट रूप से दिखाया है कि कैसे शहरीकरण और औद्योगीकरण ने प्रदूषण के स्तर को गंभीर रूप से बढ़ा दिया है।

यह स्पष्ट रूप से दर्शाता है कि कैसे अनियंत्रित विकास के मानवीय लालच ने हमारे सुंदर पर्यावरण को नष्ट कर दिया है। वाहनों से निकलने वाले हानिकारक गैसों जैसे कार्बन मोनोऑक्साइड, क्लोरोफ्लोरोकार्बन, जिसमें कार्बन, क्लोरीन और फ्लोरीन परमाणु होते हैं, उद्योगों से निकलने वाले ज़हरीले गैसों वाले उत्सर्जन, भूजल में घुलने वाले कृषि कीटनाशक और भी बहुत कुछ! ये सभी उत्सर्जन मानव जाति और जानवरों तथा पौधों की दुनिया के अस्तित्व के लिए गंभीर खतरे पैदा कर रहे हैं। इसलिए, हमारे पारिस्थितिकी तंत्र को बचाने के लिए, हमें प्रदूषण के स्तर को कम करने के बारे में गंभीरता से सोचने की ज़रूरत है।

) प्रदूषण : प्रकार, कारण और प्रभाव

यद्यपि प्रकृति में प्रदूषण विभिन्न रूपों में मौजूद है, इसे आमतौर पर निम्नलिखित तीन मुख्य प्रकारों में वर्गीकृत किया जाता है, जिनमें से प्रत्येक के कई उप-प्रकार हैं:

क) वायु प्रदूषण,

ख) जल प्रदूषण, और

ग) धरा प्रदूषण।

क) वायु प्रदूषण

वायु प्रदूषण में निचले वायुमंडल में निलंबित दृश्य और अदृश्य कण शामिल हैं, जिनके स्रोत वाहनों के धुएं से लेकर औद्योगिक उत्सर्जन तक हैं। वायु प्रदूषण से फेफड़ों के कैंसर, श्वसन संबंधी विकार, आँखों में जलन जैसी स्वास्थ्य समस्याएं हो सकती हैं। वायु प्रदूषण का हालिया उल्लेखनीय उदाहरण फसल अवशेष जलाने के रूप में देखा जा सकता है, जो पंजाब, हरियाणा और राष्ट्रीय राजधानी क्षेत्र दिल्ली के कुछ हिस्सों में घने धुएं या धुँध का कारण बनता है। यहाँ तक कि ज्वालामुखी विस्फोट जैसे प्राकृतिक खतरे भी वायु प्रदूषण में योगदान करते हैं।

वायु प्रदूषण मानव जनित है, जो विभिन्न कारणों से होता है, जिससे नाइट्रोजन ऑक्साइड, सल्फर डाइऑक्साइड और कार्बन मोनोऑक्साइड जैसी हानिकारक गैसें उत्पन्न होती हैं।

स्मॉग वायु प्रदूषण का एक और प्रकार है, जो मुख्य रूप से धुआँ और कोहरा सहित इन प्रदूषकों का एक संयोजन है। यह वायु गुणवत्ता और सार्वजनिक स्वास्थ्य को गंभीर रूप से प्रभावित कर सकता है, और ज्यादातर बड़े शहरों में देखा जाता है। जब वायु प्रदूषक और ज़हरीले कण वायुमंडल में नमी के साथ मिल जाते हैं, तो वे अम्लीय हो जाते हैं और पृथ्वी की सतह पर वर्षा के रूप में गिरते हैं जिसे "एसिड रेन" के रूप में जाना जाता है जो जंगलों को नष्ट कर सकता है, जलीय जीवन को नुकसान पहुँचा सकता है, और भवनों को भी नष्ट कर सकता है। देश में ऐतिहासिक स्मारक जैसे ताजमहल, लाल किला, आदि लंबे समय तक एसिड रेन के संपर्क में रहने के कारण बहुत प्रभावित होते हैं। इसके अतिरिक्त, ग्लोबल वार्मिंग, ओजोन परत का क्षरण, आदि वायु प्रदूषण के अन्य प्रभाव हैं।

ख) जल प्रदूषण

जल प्रदूषण पर्यावरण प्रदूषण का एक प्रमुख प्रकार है, जो तब होता है जब नदियों, महासागरों, और झीलों तथा भूजल जैसे जल निकायों में विषाक्त पदार्थ या हानिकारक

रिसाव होते हैं। तेल रिसाव, औद्योगिक अपशिष्ट डंपिंग और अनुपचारित सीवेज जैसी मानवीय गतिविधियों के उप-उत्पाद जल प्रदूषण के कुछ सामान्य कारण हैं। इसके अतिरिक्त, कुछ प्राकृतिक घटनाएं जैसे कि शैवाल का खिलना, बाढ़, शहरी बाढ़, चक्रवात, आदि भी जल प्रदूषण का कारण हैं। इसके अतिरिक्त, जल चैनल में निपटाए गए अनुपचारित अपशिष्ट सतह और भूजल को प्रदूषित करते हैं।

जल प्रदूषण के हानिकारक प्रभावों की अभिव्यक्ति विभिन्न रूपों में देखी जा सकती है जैसे कि भूजल में आर्सेनिक, फ्लोराइड, आयरन और जीवाणु संदूषण, नदियों, झीलों, और जल निकायों में निलंबित और सूक्ष्म कण और पानी में रासायनिक रिसाव, औद्योगिक अपशिष्ट, पानी में सीवरेज डिस्चार्ज, आदि, और तैरते हुए कचरे, या अदृश्य रूप से हानिकारक रसायन। प्रदूषित पानी पीने और तैरने के लिए बेहद हानिकारक और असुरक्षित है। इससे गंभीर और दीर्घकालिक स्वास्थ्य समस्याएं हो सकती हैं। जलीय प्रणाली में, शैवाल का खिलना जलीय जीवन को बहुत नुकसान पहुँचा सकता है।

तेल रिसाव, जल प्रदूषण का एक और प्रकार है जो अंतर्देशीय जलमार्ग पारिस्थितिकी तंत्र के साथ–साथ समुद्री पारिस्थितिकी तंत्र को भी प्रतिकूल रूप से प्रभावित करता है। अक्सर भारत के तटीय क्षेत्रों में, जहाजों और समुद्री जहाजों से निकलने वाले तेल रिसाव की समस्याएं होती हैं। इससे लाखों समुद्री जीव मर जाते हैं और समुद्री वनस्पतियों पर बुरा असर पड़ता है। कभी-कभी, सीवेज ट्रीटमेंट प्लांट शहरी क्षेत्रों से आने वाले सीवेज को साफ करने में विफल हो जाते हैं। कचरे का अनुचित निपटान और उर्वरकों का अत्यधिक उपयोग भी जल स्रोतों को दूषित करता है, जिससे खाद्य श्रृंखला और मानव स्वास्थ्य प्रभावित होता है।

ग) धरा प्रदूषण

धरा/भूमि-प्रदूषण भी इसी तरह के प्रदूषकों द्वारा पूरे पारिस्थितिकी तंत्र को काफी नुकसान पहुँचाता है। कचरे का अनुचित निपटान, कीटनाशकों का बड़े पैमाने पर उपयोग, और रासायनिक रिसाव मिट्टी और भूजल को दूषित कर सकते हैं, जिससे यह मानव उपभोग और कृषि उपयोग के लिए हानिकारक हो सकता है। वे वनस्पतियों और जीवों को भी प्रभावित कर सकते हैं। कचरे का अवैज्ञानिक और अकुशल संग्रह और निपटान दूषित हो सकता है, और लैंडफिल को ओवरफ्लो कर सकता है, जो जमीन और पानी में हानिकारक रसायनों के साथ-साथ वातावरण में जहरीली गैसों को छोड़ सकता है। ऐसे जहरीले तत्व, अगर खाद्य श्रृंखला में प्रवेश करते हैं तो वे मानव जाति को काफी प्रभावित कर सकते हैं।

) आपदा जोखिम प्रबंधन के लिए प्रदूषण नियंत्रण

चूँकि प्रदूषण स्वयं ही किसी न किसी रूप में आपदाओं के लिए जिम्मेदार है, इसलिए प्रदूषण के कारण होने वाली आपदाओं के प्रभावों को कम करने के लिए कार्यनीति बनाने की आवश्यकता है। आपदा जोखिम प्रबंधन (डीआरएम) के लिए प्रभावी प्रदूषण नियंत्रण आवश्यक है, क्योंकि पर्यावरण प्रदूषण आपदाओं का कारण बन सकता है, और उन्हें बढ़ा भी सकता है। प्रदूषण नियंत्रण उपायों में, आपदा जोखिम न्यूनीकरण को मुख्यधारा में लाने के लिए कड़े पर्यावरण नियमों को लागू करना, औद्योगिक प्रक्रियाओं की निगरानी करना, और टिकाऊ अपशिष्ट प्रबंधन प्रथाओं को बढ़ावा देना शामिल हो सकता है। उद्योगों को स्वच्छ उत्पादन तकनीक अपनाने, और खतरनाक

उत्सर्जन को कम करने के लिए बाध्य करने की आवश्यकता है। इसके अतिरिक्त, नियमित पर्यावरणीय आकलन और जोखिम ऑडिट प्रदूषण के संभावित स्रोतों की पहचान करने में मदद करते हैं, जो आपदाओं को ट्रिगर या खराब कर सकते हैं।

डीआरएम के लिए प्रदूषण नियंत्रण के प्रमुख तत्व औद्योगिक दुर्घटनाओं को प्रभावी ढंग से प्रबंधित करने के लिए प्रारंभिक चेतावनी प्रणाली, और आपातकालीन अनुक्रिया योजना आवश्यक हैं। आपदा की तैयारी में आपातकालीन अनुक्रियाकर्ताओं के लिए प्रशिक्षण शामिल होना चाहिए कि वे विषाक्त रिसाव, आग, और अन्य प्रदूषण संबंधी संकटों को सुरक्षित तरीके से कैसे संभालें। प्रदूषण नियंत्रण को प्राथमिकता देकर, सरकार और उद्योग आपदा के जोखिम को कम कर सकते हैं, प्राकृतिक संसाधनों की रक्षा कर सकते हैं, और प्राकृतिक और मानव-निर्मित दोनों तरह के खतरों का सामना करने में सक्षम, सुरक्षित, और अधिक क्षमता वाले समुदायों का निर्माण कर सकते हैं।

2.4 आपदा जोखिम न्यूनीकरण एवं प्रबंधन : अग्रिम कार्यनीति

2.4.1 प्राकृतिक खतरे और आपदाएं : आपदा जोखिम न्यूनीकरण

प्राकृतिक आपदाओं के प्रभाव को कम करने के लिए, संवेदनशील पारिस्थितिकी तंत्रों की रक्षा करने, और आपदाओं के जोखिम को कम करने के लिए पर्यावरण संबंधी नियमों का सख्ती से पालन करना आवश्यक है। इसके अतिरिक्त, जलवायु संबंधी खतरों के खिलाफ क्षमता विकसित करने के लिए भूमि उपयोग, कृषि और शहरी विकास में टिकाऊ तरीकों को प्राथमिकता दी जानी चाहिए।

आपदा जोखिम न्यूनीकरण को राष्ट्रीय, राज्य और स्थानीय स्तरों पर मुख्यधारा में लाने के लिए, विकास योजना की आवश्यकता है ताकि यह सुनिश्चित किया जा सके कि बुनियादी ढाँचा, समुदाय और अर्थव्यवस्थाएं प्राकृतिक आपदाओं के प्रभावों का प्रभावी ढंग से प्रबंधन कर सकें। इस संदर्भ में, जोखिमों को कम करने के लिए प्रारंभिक चेतावनी प्रणाली, आपातकालीन तैयारी, और जलवायु– अनुकूल बुनियादी ढाँचे में निवेश आवश्यक है। प्राकृतिक आपदाओं की आवृत्ति और गंभीरता को कम करने के लिए स्थानीय, राज्य, राष्ट्रीय और वैश्विक स्तरों पर समन्वित प्रयास की आवश्यकता है।

2.4.2 मानव-निर्मित आपदाएं : आपदा जोखिम न्यूनीकरण

आस-पास के वातावरण को सुरक्षित और आपदा रोधी बनाने के लिए मानव-निर्मित आपदाओं से निपटने के लिए कई तरह के आपदा शमन उपाय हैं। दुर्घटनाओं के जोखिम को कम करने के लिए, सुरक्षा नियमों को सख्ती से लागू करने की आवश्यकता है, विशेषतः औद्योगिक इकाइयों में। इसी तरह, कृषि, उद्योग और शहरीकरण में सर्वोत्तम प्रथाओं को अपनाने से पर्यावरण क्षरण को रोकने में मदद मिल सकती है।

विकासात्मक नियोजन में, आपदा जोखिम न्यूनीकरण को मुख्यधारा में लाने के लिए मानव-निर्मित आपदाओं के मामले में भी विशेष ध्यान देने की आवश्यकता है। आपदा की तैयारियों में निवेश करना, जैसे कि प्रारंभिक चेतावनी प्रणाली, निकासी योजनाएं और आपातकालीन अनुक्रिया प्रोटोकॉल (emergency response protocols), समुदायों और सरकारों दोनों के लिए जोखिमों को प्रभावी ढंग से प्रबंधित करने के लिए

महत्वपूर्ण है। मानव-निर्मित आपदाओं की आवृत्ति और प्रभावों को कम करने के लिए स्थानीय, राज्य, राष्ट्रीय और वैश्विक स्तर पर सामूहिक प्रयास आवश्यक हैं।

बोध प्रश्न 3

टिप्पणी: i) अपने उत्तरों के लिए नीचे दिए गए स्थान का उपयोग कीजिए।

ii) इकाई के अंत में दिए गए उत्तरों के साथ अपने उत्तर की जाँच कीजिए।

1) आग लगने के कारण और प्रभाव क्या हैं?

.....

.....

.....

.....

2) हम मानव-निर्मित आपदाओं के प्रभावों को कैसे कम कर सकते हैं?

.....

.....

.....

.....

2.5 निष्कर्ष

आपदा प्रबंधन अधिनियम, 2005 और उच्चाधिकार प्राप्त समिति द्वारा परिभाषित आपदाओं में प्राकृतिक या मानव-निर्मित कारणों से उत्पन्न घटनाएं शामिल हैं, जिसके परिणामस्वरूप जीवन, संपत्ति, अर्थव्यवस्था, पर्यावरण क्षति, आदि का नुकसान होता है। इस इकाई में, हमने प्राकृतिक और मानव-निर्मित आपदाओं पर फोकस किया है।

भूकंप, भूस्खलन और हिमस्खलन जैसी प्राकृतिक आपदाएं भूगर्भीय घटनाएं हैं, जो अक्सर मानवीय गतिविधियों के कारण और भी बदतर हो जाती हैं, जबकि आग और शहरी बाढ़ जैसी मानव-निर्मित आपदाएं, केवल मानवीय हस्तक्षेप से उत्पन्न होती हैं। यहाँ यह ध्यान दिया जाना चाहिए कि बाढ़ और सूखा भारत में व्यापक प्राकृतिक आपदाएं हैं, जो देश में हर वर्ष लाखों लोगों को प्रभावित करती हैं। बाढ़ में योगदान देने वाले प्रमुख कारकों में भारी वर्षा, नदी का अतिप्रवाह, खराब जल-निकासी, और जलवायु परिवर्तन शामिल हैं। उत्तराखंड बाढ़, चेन्नई बाढ़, आदि जैसी आपदाओं में भारत की संवेदनशीलता स्पष्ट रूप से दिखाई देती है। दूसरी ओर, अपर्याप्त वर्षा के कारण होने वाला सूखा कृषि उत्पादकता को प्रभावित करता है, जबकि चक्रवात तटीय क्षेत्रों को तबाह कर देते हैं, जिससे बाढ़ और संरचनात्मक क्षति होती है। भारत ने प्रमुख कार्यक्रम "राष्ट्रीय चक्रवात जोखिम आपदा शमन परियोजना" के तहत प्रारंभिक चेतावनी प्रणालियों, और आपदा रोधी बुनियादी ढाँचे के माध्यम से चक्रवात जोखिम आपदा शमन प्रयासों में प्रगति हुई है। इन जल-मौसम संबंधी खतरों के प्रभावों को कम करने के लिए सहयोगी प्रयास महत्वपूर्ण हैं।

मानवीय लापरवाही या त्रुटि के कारण होने वाली मानव-निर्मित आपदाओं से जान-माल का नुकसान होता है, और पर्यावरण को नुकसान पहुँचता है। प्रमुख प्रकारों में आग लगना, औद्योगिक दुर्घटनाएँ, पर्यावरण क्षरण, तकनीकी विफलताएँ, संघर्ष और

खतरनाक अपशिष्ट कुप्रबंधन शामिल हैं। खाना पकाने या बिजली की खराबी के कारण अक्सर घरेलू आग लगना आम बात है, जबकि गैस रिसाव जैसी औद्योगिक आपदाएं बहुत बडा जोखिम पैदा करती हैं, जैसा कि भोपाल गैस त्रासदी में देखा गया था। इसलिए, ऐसी आपदाओं की आवृत्ति और प्रभाव को कम करने के लिए सभी स्तरों पर सहयोगात्मक प्रयासों को अपनाना आवश्यक है। इस संदर्भ में, आपदा जोखिम प्रबंधन महत्वपूर्ण है। हालांकि, आपदा जोखिम न्यूनीकरण कार्यनीतियाँ सुरक्षित निर्माण, रेट्रोफिटिंग, जल-निकासी व्यवस्था, वनरोपण और संवेदनशीलता को कम करने और बहाली को बढ़ाने के लिए सर्वोत्तम प्रथाओं जैसे उपायों के माध्यम से तैयारी, आपदा शमन और दीर्घकालिक समुत्थान पर आधारित हैं।

2.6 शब्दावली

साइबर हमला : कंप्यूटर सिस्टम या नेटवर्क को बाधित या नष्ट करने का दुर्भावनापूर्ण प्रयास, जिसके परिणामस्वरूप प्रमुख तकनीकी या आर्थिक व्यवधान उत्पन्न हो सकता है।

इलास्टिक रिबाउंड थ्योरी : यह सिद्धांत एचएफ रीड द्वारा प्रतिपादित किया गया था, जो मूल रूप से सैन फ्रांसिस्को भूकंप, 1906 पर आधारित था। इलास्टिक रिबाउंड थ्योरी (Elastic Rebound Theory) के अनुसार, चट्टानें लोचदार व्यवहार करती हैं और तनाव के पहले चरण में झुकना शुरू कर देती हैं। जब चट्टानों का लोच अपनी सीमा तक पहुँच जाता है, तो चट्टान का द्रव्यमान टूटने के एक विशेष तल के साथ चट्टान विस्थापन के साथ टूट जाता है, जिसे "फॉल्ट प्लेन" के रूप में जाना जाता है। इस टूटने के कारण, चट्टान का द्रव्यमान बार-बार उछलता है, जिससे व्यापक कंपन होता है।

भूकंपीय तरंगें : भूकंप से उत्पन्न ऊर्जा तरंगें, जिनमें पी-तरंगें (प्राथमिक तरंगें), एस–तरंगें (द्वितीयक तरंगें) और एल-तरंगें (सतही तरंगें) शामिल हैं, जो गति और प्रभाव में भिन्न होती हैं।

तकनीकी आपदाएं : इसका तात्पर्य प्रौद्योगिकी या बुनियादी ढाँचे में विफलताओं से है, जैसे कि बिजली ग्रिड की विफलता, साइबर हमले या परिवहन दुर्घटनाएं, जिसके कारण बड़े पैमाने पर व्यवधान और आर्थिक नुकसान होता है।

टेक्टोनिक प्लेट्स : पृथ्वी की पपड़ी के बड़े हिस्से जो सीमाओं पर गति करते हैं और परस्पर क्रिया करते हैं, जिससे भूकंप और ज्वालामुखी विस्फोट जैसी भू-वैज्ञानिक गतिविधियाँ होती हैं।

2.7 संदर्भ

Ghosh, S.N. (1997). *Flood control and drainage engineering.* 92nd Edition. Oxford & IBH Publishers.

Government of Assam, Assam State Disaster Management Authority. *Flood hazard Atlas of Assam*. http://asdma.gov.in/project_flood.html

Government of India, Building Materials & Technology Promotion Council (BMTPC) Ministry of Housing & Urban Development. (1999-2000). *Vulnerability Atlas of India;* Third Edition, 2019.

Government of India, Ministry of Agriculture. (2001). *High Power Committee Report, 2001.* GoI.

Government of India, National Disaster Management Authority. (anuary 2008). *Guidelines on Management of Floods.* GoI.

Government of India, National Disaster Management Authority. (une 2009). *Guidelines on Management of Landslides.* GoI.

Government of India, National Disaster Management Authority. (September 2010). *Guidelines on Management of Droughts*. GoI.

Government of India, National Disaster Management Authority. (May 2007). *Guidelines on Management of Chemical (Industrial) Disasters.* GoI.

Government of India, National Disaster Management Authority. (April 2008). *Guidelines on Management of Cyclones*. GoI.

Government of India, National Disaster Management Authority. (May 2007). *Guidelines on Management of Earthquakes*. Government of India.

2.8 बोध प्रश्नों के उत्तर

बोध प्रश्न 1

1) आपके उत्तर में निम्नलिखित शामिल होना चाहिएः

कृपया उप-अनुभाग 2.2.1 देखिए।

2) आपके उत्तर में निम्नलिखित शामिल होना चाहिएः

कृपया उप-अनुभाग 2.2.2 देखिए।

बोध प्रश्न 2

1) आपके उत्तर में निम्नलिखित शामिल होना चाहिएः

कृपया उप-अनुभाग 2.2.3 देखिए।

2) आपके उत्तर में निम्नलिखित शामिल होना चाहिएः

कृपया उप-अनुभाग 2.2.4 देखिए।

बोध प्रश्न 3

1) आपके उत्तर में निम्नलिखित शामिल होना चाहिएः

कृपया उप-अनुभाग 2.3.1 देखिए।

2) आपके उत्तर में निम्नलिखित शामिल होना चाहिएः

कृपया अनुभाग 2.3 देखिए।