डॉ. लवकुश पटेल

21 वीं शताब्दी में वैश्विक ऊष्णता और हिमनद गलन में वृद्धिः एक वैश्विक समस्या

वैश्विक तापमान में वृद्धि के कई तात्कालिक और दीर्घकालिक परिणामों में चरम मौसम की घटनाओं की बढ़ती आवृत्ति और तीव्रता, हीटवेव, सूखा, भारी वर्षा और तूफान आदि प्रमुख हैं। जिनके कारण मानव स्वास्थ्य, कृषि, मूल संरचनाओं और प्राकृतिक पारिस्थितिक तंत्रों को महत्वपूर्ण जोखिमों का सामना करना पड़ रहा है। उदाहरणार्थः हाल ही में यूरोप और उत्तरी अमेरिका में अत्यधिक तापमान ने जंगल की आग और सार्वजनिक स्वास्थ्य और कृषि पर महत्वपूर्ण प्रभाव डाला है।

हाल के वर्षों में, पृथ्वी की जलवायु प्रणाली में अप्रत्याशित रूप से परिवर्तन हो रहा है और वर्ष 2023 को इस परिवर्तन के लिए एक महत्वपूर्ण वर्ष माना गया जिसमें वैश्विक तापमान में वृद्धि देखी गई जो विगत वर्षों की तुलना में अधिक रही। NASA के अनुसार वर्ष 2023 में पृथ्वी का माध्य सतही तापमान सबसे गर्म पाया गया। पिछले दशक को विशेष रूप से सर्वाधिक गर्म अवधि के रूप में रिकार्ड किया गया है। वातावरण में ऊष्णता में निरन्तर वृद्धि, पृथ्वी की जलवायु में दीर्घकालिक परिवर्तन का स्पष्ट संकेत प्रदान करती है। जलवायु परिवर्तन की इस प्रवृत्ति का समर्थन राष्ट्रीय महासागरीय और वायुमंडलीय प्रशासन (NOAA) जैसे अन्य प्रतिष्ठित संगठनों द्वारा स्वतंत्र रूप से किये गये विश्लेषणों में भी किया गया है। वर्ष 2023 में माध्य तापमान, 19वीं सदी के अंत (1850-1900) के माध्य तापमान की तुलना में लगभग 2.45 डिग्री फारेनहाइट (1.36 डिग्री सेल्सियस) अधिक रिकार्ड किया गया था। विगत दशक में रिकार्ड किया गया अधिकतम तापमान वैश्विक तापमान में चिंताजनक वृद्धि को प्रदर्शित करता है। वैश्विक सतही तापमान में उल्लेखनीय वृद्धि, जलवायु परिवर्तन का एक महत्वपूर्ण संकेत है। तापमान में वृद्धि की प्रवृत्ति के व्यापक प्रभाव, समुद्र जल स्तर और पारिस्थितिक तंत्रों को प्रभावित कर रहे हैं। पृथ्वी की जलवायु प्रणाली में परिवर्तन का प्रमुख कारण जीवाश्म ईंधन का जलना, वनों की अत्यधिक कटाई और औद्योगिक प्रक्रियाओं से उत्पन्न ग्रीनहाउस गैसों का उत्सर्जन जैसी मानवीय गतिविधियां हैं।

वैश्विक तापमान में वृद्धि के कई तात्कालिक और दीर्घकालिक परिणामों में चरम मौसम की घटनाओं की बढ़ती आवृत्ति और तीव्रता, हीटवेव, सूखा, भारी वर्षा और तूफान आदि प्रमुख हैं। जिनके कारण मानव स्वास्थ्य, कृषि, मूल संरचनाओं और प्राकृतिक पारिस्थितिक तंत्रों को महत्वपूर्ण जोखिमों का सामना करना पड़ रहा है। उदाहरणार्थः हाल ही में यूरोप और उत्तरी अमेरिका में अत्यधिक तापमान ने जंगल की आग और सार्वजनिक स्वास्थ्य और कृषि पर महत्वपूर्ण प्रभाव डाला है।

वातावरण में CO_2 के स्तर में हो रही निरन्तर वृद्धि ऊष्णता वृद्धि प्रवृत्ति का एक प्रमुख चालक है। CO_2 एक ग्रीनहाउस गैस है जिसके कारण पृथ्वी के वातावरण के तापमान में वृद्धि होती है परिणामतः इसका ग्रीनहाउस पर प्रभाव पड़ता है। हाल ही में CO_2 का स्तर 400 ppm से अधिक पाया गया जो विशेष रूप से चिंताजनक है क्योंकि यह लाखों वर्षों में प्रथम बार इस स्तर पर पहुंचा है। वर्ष 2022 में मानव गतिविधियों के कारण CO_2 के तापमान का वार्षिक माध्य 417 ppm. तक पहुंचना, CO_2

स्तर में तीव्र वृद्धि को दर्शाता है। CO_2 स्तर और वैश्विक तापमान के मध्य पारस्परिक संबंध जलवायु विज्ञान में प्रदर्शित किया गया है। CO_2 और अन्य ग्रीनहाउस गैसों (जैसे मीथेन (CH_4) और नाइट्रस ऑक्साइड (N_2O)) की उच्च सांद्रता ग्रीनहाउस प्रभाव में वृद्धि करती है जिससे सतही तापमान में वृद्धि होती है। हाल के वर्षों में CO_2 के स्तर में वृद्धि के कारणों में जीवाश्म ईंधन (कोयला), तेल और प्राकृतिक गैस का जलना, वनों की कटाई और औद्योगिक प्रक्रियाएं शामिल हैं। जीवाश्म ईंधन जलने पर वातावरण में बड़ी मात्रा में

विभिन्न स्रोतों से बढ़ता वायु प्रदूषण

CO_2 उत्सर्जित करता है जबकि वनों की कटाई के माध्यम से CO_2 को अवशोषित करने की पृथ्वी की क्षमता घटती है। सीमेंट उत्पादन जैसी औद्योगिक प्रक्रियाएं भी CO_2 उत्सर्जन में योगदान करती हैं।

वैश्विक तापमान में वृद्धि का एक सबसे स्पष्ट और महत्वपूर्ण कारण हिमनदों का तेजी से पिघलना है। हिमनद पृथ्वी की जलवायु प्रणाली में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। वे बड़ी मात्रा में स्वच्छ जल संग्रहीत करते हैं और समुद्र जल स्तर और स्थानीय जलवायु को नियंत्रित करने में सहायता करते हैं। तापमान बढ़ने के कारण, विश्व के हिमनद अभूतपूर्व दरों पर सिकुड़ रहे हैं। उपग्रह आंकड़ों के उपयोग द्वारा किये गये हाल के अध्ययन हिमनदों के हिमगलन की एक विस्तृत और व्यापक तस्वीर प्रस्तुत करते हैं। वर्ष 2000 और 2019 के बीच, हिमनद गलन के परिणामस्वरूप हिमनदों में प्रति वर्ष लगभग 267 गीगाटन एकत्रित हिम की हानि हुई है। इस हिम-हानि की मात्रा समुद्र स्तर में वृद्धि में महत्वपूर्ण योगदान प्रदर्शित करती है जो कुल वृद्धि का लगभग 21% है। इससे भी अधिक चिंताजनक विषय है कि हिमगलन की गति में निरन्तर वृद्धि हो रही है। प्रत्येक दशक में, हिमनदों में प्रति वर्ष 48 गीगाटन अतिरिक्त बर्फ की हानि हो रही हैं, जो समुद्र स्तर में वृद्धि को और तीव्र कर रही है।

हिमनदगलन की दर विभिन्न क्षेत्रों में काफी भिन्न होती है। यह विविधताएं स्थानीय जलवायु स्थितियों, भौगोलिक विशेषताओं और अन्य कारकों द्वारा प्रभावित होती हैं। उदाहरणार्थ, उत्तर-पश्चिमी अमेरिका में हिमनद तेजी से पिघल रहे हैं, जबकि उत्तर अटलांटिक क्षेत्र में हिमनद हानि की दर धीमी है। हिमालय में, यहां तक कि एक ही क्षेत्र के भीतर हिमनद हानि की दर व्यापक रूप से भिन्न होती है। उत्तर-पश्चिमी अमेरिका में, हिमनद तेजी से पिघल हो रहे हैं। इस क्षेत्र में पिछले कुछ दशकों में तापमान में उल्लेखनीय वृद्धि पाई गई है, जिससे हिमनद की हानि में तेजी आई है। इन हिमनदों के तेजी से पिघलने के कारण क्षेत्रीय जल संसाधनों पर महत्वपूर्ण प्रभाव पड़ता है जो समुद्र जल स्तर की वृद्धि में योगदान प्रदान करता है। इस क्षेत्र में हिमनद-हिम की हानि का प्रभाव स्थानीय पारिस्थितिक तंत्रों और समुदायों पर भी पड़ता है, जो स्वच्छ जल के लिए हिमनद-द्वारा पोषित नदियों पर निर्भर हैं। इसके विपरीत, उत्तरी अटलांटिक क्षेत्रों में हिमनद हानि की दर धीमी है। इस धीमी हानि का आंशिक कारण क्षेत्रीय जलवायु स्थितियाँ हैं, जो हिमनद के तेजी से गलित होने के लिए कम अनुकूलित हैं। हिमालय जिसे उनके विशाल हिम भंडारों के कारण अक्सर "तीसरा ध्रुव" कहा जाता है, हिमनद गतिशीलता की एक जटिल तस्वीर प्रस्तुत करता है। इस क्षेत्र में हिमनद हानि की दर व्यापक रूप से भिन्न होती है, जो स्थानीय जलवायु स्थितियों, सतह पर मलबे के आवरण और हिमनदीय झीलों के गठन से प्रभावित होती है। हिम हानि दरों में उच्च अंतः-क्षेत्रीय परिवर्तनशीलता, हिमालय के साथ-साथ जलवायु परिवर्तन से परे हिमनद हानि को बढ़ाने वाले अतिरिक्त कारकों के प्रभाव को दर्शाती है।

हिमनदीय झीलों का गठन और विस्तार हिमनद हानि को तीव्र करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। हिमनद झीलें, हिमनदों के गलन के साथ बनती हैं जो अक्सर मलबे से आच्छादित गलित हिमनदों पर सतही तालाबों के सम्मिश्रण के परिणामस्वरूप निर्मित होती हैं। ये झीलें हिम हानि की प्रक्रिया को तीव्र कर सकती हैं, जैसे कि कैल्विंग के माध्यम से जहां बर्फ के टुकड़े जल में परिवर्तित होते हैं, और हिमनद गलन के माध्यम से, जहां हिम, जल में परिवर्तित होती है। यह प्रतिक्रिया लूप हिमनद के पीछे हटने और झील के विस्तार को और अधिक बढ़ा देती है, जिससे कुल हिम हानि और अधिक होती है। हिमनदीय झीलों का विस्तार कई प्रभाव डाल सकता है। सबसे पहले, यह कैल्विंग और हिम गलन की दर को बढ़ा सकता है, जिससे हिम हानि की दर तीव्र होती है। दूसरा, इन झीलों का विस्तार आस-पास के क्षेत्रों को अस्थिर कर सकता है, जिससे हिमनदीय झील विस्फोट बाढ़ (GLOFs) का खतरा बढ़ जाता है। यह बाढ़ अनुप्रवाह समुदायों, मूल संरचनाओं और पारिस्थितिक तंत्रों पर विनाशकारी प्रभाव डाल सकती है। हिमनदीय झीलों से सम्बद्ध आपदा प्रबंधन के लिए विस्तृत निगरानी और सुदृढ़ भविष्यवाणी निदर्श को विकसित करने की आवश्यकता है जिससे संभावित आपदाओं का अनुमान लगाया जा सके और उन्हें कम किया जा सके।

तीव्र हिमनद गलन के परिणामस्वरूप समुद्र जल स्तर, में वृद्धि हो रही है। समुद्र जल स्तर में वृद्धि, तटीय समुदायों, पारिस्थितिक तंत्रों और मूल संरचनाओं के लिए महत्वपूर्ण खतरा है। इसके अतिरिक्त समुद्र स्तर में वृद्धि उच्च समुद्र जल स्तर बाढ़, कटाव, और तूफानी लहरों का खतरा बढ़ाती है जो संवेदनशील तटीय क्षेत्रों पर विनाशकारी प्रभाव डाल सकती है। समुद्र स्तर में वृद्धि में हिमनदों का योगदान विशेष रूप से चिंताजनक है। यह प्रवृत्ति जलवायु परिवर्तन से निपटने और इसके प्रभावों को कम करने के उपायों को तत्काल लागू करने की तात्कालिकता को प्रदर्शित करती है।

तीव्र हिमनद गलन के परिणामस्वरूप समुद्र जल स्तर, में वृद्धि हो रही है। समुद्र जल स्तर में वृद्धि, तटीय समुदायों, पारिस्थितिक तंत्रों और मूल संरचनाओं के लिए महत्वपूर्ण खतरा है। इसके अतिरिक्त समुद्र स्तर में वृद्धि उच्च समुद्र जल स्तर, बाढ़, कटाव, और तूफानी लहरों का खतरा बढ़ाती है जो

संवेदनशील तटीय क्षेत्रों पर विनाशकारी प्रभाव डाल सकती है। समुद्र स्तर में वृद्धि में हिमनदों का योगदान विशेष रूप से चिंताजनक है। यह प्रवृत्ति जलवायु परिवर्तन से निपटने और इसके प्रभावों को कम करने के उपायों को तत्काल लागू करने की तात्कालिकता को प्रदर्शित करती है।

हिमनदों से हिम हानि की पद्धति और चालकों को समझना, इसकी भविष्यवाणी के लिए उपयुक्त निदर्श को विकसित करने के लिए महत्वपूर्ण है। ये निदर्श हिमनद गतिशीलता, समुद्र जल स्तर में वृद्धि और जल संसाधनों और प्राकृतिक खतरों के संभावित प्रभावों पर भविष्य के परिवर्तनों की भविष्यवाणी करने के लिए अति आवश्यक हैं। श्रेष्ठ निदर्श वैज्ञानिकों और नीति निर्माताओं को हिमनद गलन और जलवायु परिवर्तन के परिणामों का अनुमान लगाने और उनके परिणामों से बचाव की तैयारी करने में सहायता कर सकते हैं। उपग्रह आंकड़ों और उच्च-रिजॉल्यूशन अवलोकनों में हाल की प्रगति ने हिमनद गतिशीलता में बहुमूल्य अंतदृष्टि प्रदान की है। यद्यपि भविष्यवाणी के लिए निदर्श को और अधिक उपयुक्त बनाने के लिए अभी भी अधिक व्यापक और विस्तृत आंकड़ों की आवश्यकता है। विशेष रूप से दूरस्थ और अध्ययन रहित हिमनदों का प्रबोधन, हिमनद के व्यवहार और जलवायु परिवर्तन के प्रति उनकी प्रतिक्रिया को बेहतर ढंग से समझने के लिए आवश्यक है।

हिमनद से हिम हानि और वैश्विक तापमान में वृद्धि के निष्कर्ष जलवायु परिवर्तन के प्रभावों को प्रबंधित करने के लिए आवश्यक रणनीतियों की आवश्यकता को दर्शाते हैं। इन रणनीतियों में स्थानीय और वैश्विक चुनौतियां, उदाहरणतः जल संसाधन प्रबंधन आपदा जोखिम में कमी और समुद्र जल स्तर में वृद्धि को कम करना शामिल हैं। कई क्षेत्रों के लिए, विशेष रूप से उन क्षेत्रों में जहाँ हिमनद-पोषित नदियाँ कृषि, पेयजल और जलविद्युत के

तापमान में वृद्धि के कारण जंगल की आग का एक दृश्य

लिए जल प्रदान करती हैं, हिमनद स्वच्छ जल के महत्वपूर्ण स्रोत हैं। ऐसी अवस्था में जब हिमगलन जल की मांग की आपूर्ति के लिए एक महत्वपूर्ण संसाधन होता है, हिमनद से हिम की हानि, शुष्क मौसम के दौरान जल की उपलब्धता को कम कर सकती है। सतत जल प्रबंधन पद्धतियों पर ध्यान केंद्रित करने के लिए जल भंडारण की मूल संरचनाओं में सुधार, जल उपयोग दक्षता में वृद्धि और जल संरक्षण उपायों में वृद्धि महत्वपूर्ण तकनीकें हैं। हिमनदीय झील विस्फोट बाढ़ (GLOFs) जैसी प्राकृतिक आपदाओं के कारण बढ़ते जोखिमों में कमी के लिए आवश्यक उपायों की आवश्यकता होती है। इनमें हिमनदीय झीलों का प्रबोधन, प्रारंभिक चेतावनी प्रणाली को लागू करना और आपातकालीन प्रतिक्रिया योजनाओं को विकसित करना शामिल है। जन-जागरूकता और बाढ़ से पूर्व आवश्यक तैयारियाँ भी इन खतरों के प्रभाव को कम करने के लिए महत्वपूर्ण हैं। समुद्र स्तर में वृद्धि, तटीय समुदायों और पारिस्थितिक तंत्रों के लिए एक महत्वपूर्ण खतरा है। समुद्र जल स्तर में वृद्धि को कम करने के लिए अनुकूलन रणनीतियों में तटीय रक्षा में वृद्धि, उच्च जोखिम वाले क्षेत्रों में आवासों को प्रबंधित और प्राकृतिक तटीय पारिस्थितिक तंत्रों, जैसे मैंग्रोव और आर्द्रभूमि, जो तूफानी लहरों और कटाव के खिलाफ प्राकृतिक सुरक्षा प्रदान कर सकते हैं, को विकसित करना शामिल है।

यद्यपि अनुकूलन रणनीतियाँ जलवायु परिवर्तन के प्रभावों को कम करने के लिए आवश्यक हैं, तथापि वैश्विक शमन प्रयास, बढ़ते तापमान और हिमनद गलन के मूल कारणों के समाधान के लिए महत्वपूर्ण हैं। ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन को कम करना, तापमान में वृद्धि और हिमनद गलन की दर को धीमा करने की सबसे प्रभावी तकनीक है। समुद्र जल स्तर में वृद्धि, के प्रभावों के समाधान के लिए अधिक महत्वाकांक्षी वैश्विक शमन नीतियों की आवश्यकता है। शमन नीतियों को लागू करने के लिए नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों का विस्तार, ऊर्जा दक्षता में सुधार और वनों की कटाई को प्रतिबंधित किया जाना आवश्यक है। पेरिस समझौते जैसे अंतर्राष्ट्रीय समझौते, जलवायु परिवर्तन के समाधान के वैश्विक प्रयासों को समन्वित करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। देशों को उनके ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन को कम करने और स्वच्छ ऊर्जा स्रोतों में निवेश करने के लिए प्रतिबद्धता प्रदर्शित करने की आवश्यकता है। निजी क्षेत्र और जन मानस को भी सतत पद्धतियों को अपनाने और जलवायु अनुकूलन और शमन प्रयासों का समर्थन करने में एक महत्वपूर्ण योगदान प्रदान करना चाहिए। समय के साथ, इन नीतियों और प्रथाओं को लागू करना जलवायु परिवर्तन के दीर्घकालिक प्रभावों को कम करने में सहायता कर सकता है, जिससे हमारी पृथ्वी को और अधिक स्थिर और सुरक्षित भविष्य की ओर अग्रसर किया जा सकता है।

पृथ्वी के तापमान में वृद्धि, और हिमनद गलन, जलवायु परिवर्तन के सबसे स्पष्ट और चिंताजनक विषय हैं। हिमनद गलन से समुद्र स्तर में वृद्धि हो रही है जिससे तटीय समुदायों और पारिस्थितिक तंत्रों पर जोखिम बढ़ रहा है। तापमान में वृद्धि और ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन को कम करने के लिए तत्काल कार्रवाई किये जाने की आवश्यकता है। अनुकूलन रणनीतियाँ और वैश्विक शमन प्रयास दोनों ही जलवायु परिवर्तन के प्रभावों के समाधान और उनके दीर्घकालिक प्रभावों को कम करने में महत्वपूर्ण योगदान प्रदान कर सकते हैं। भविष्यवाणी के लिए उपयुक्त निदर्श, विस्तृत प्रबोधन और समन्वित नीतियाँ हमें एक स्थायी और सुरक्षित भविष्य की ओर ले जाने में मदद कर सकती हैं।

सपंर्क करें:
डॉ. लवकुश पटेल
राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान,
रुड़की-247667