

## हिमनद एवं जलवायु परिवर्तन

नरेश कुमार सैनी

वरिष्ठ शोध सहायक

राष्ट्रीय जल विज्ञान संस्थान, रुड़की

मानव सभ्यता के विकास के लिए जल परम आवश्यक है। विशेष रूप से भारत जैसे देश में जहाँ पर आज भी अधिकतर आबादी (लगभग 65 प्रतिशत) कृषि पर निर्भर है एवं जहाँ कृषि क्षेत्र का एक बड़ा भू-भाग शुष्क एवं अर्ध-शुष्क क्षेत्रों में फैला हुआ है। वैसे तो पृथ्वी के लगभग तीन चौथाई भाग में जल का फैलाव है, जिससे यह भ्रम होता है कि पृथ्वी पर जल की कमी नहीं है। परन्तु वास्तविकता यह है कि पृथ्वी पर फैले जल का लगभग 97 प्रतिशत समुद्रों में खारे जल के रूप में है, जिसे नमक विहिन करके उपयोग में लाना अत्यधिक मंहगा पड़ता है। इसका 2 प्रतिशत जल ध्रुवीय क्षेत्र में तथा शेष बचा 1 प्रतिशत का भी काफी बड़ा भाग, वाष्पीकरण आदि के कारण बेकार चला जाता है। परन्तु इसका शेष भाग विश्व की लगभग 6 अरब जनसंख्या के उपयोग हेतु बचता है।

सिन्धु गंगा एवं ब्रह्मपुत्र जैसी प्रमुख भारतीय नदियों का उद्गम हिमालय स्थित हिमनदों (Glaciers) से होता है। इन नदियों में वर्षभर पानी बहता रहता है तथा इन्हें भारत की जीवन रेखा कहा जाता है। ग्लेशियर से निकलने वाली नदियाँ पानी का विश्वसनीय स्रोत हैं तथा इनके पानी का उपयोग कृषि, पीने, विद्युत उत्पादन एवं अन्य कार्यों में किया जाता है। वास्तव में ग्लेशियर जमे हुए जलाशय के रूप में काम करते हैं। यहाँ पर सर्दियों के समय बर्फ जमा होती रहती है तथा गर्मियों में इस समय बर्फ जमा होती रहती है तथा गर्मियों में उस समय पिघलती है जब पानी की सबसे अधिक आवश्यकता होती है तथा उस समय पर पानी के अन्य स्रोतों में पानी की कमी होती है।

ग्लेशियर को 'बर्फ की नदी' कहकर परिभाषित किया जाता है। ग्लेशियर गुरुत्व भार के कारण हिम संचयन क्षेत्र से पहाड़ के ढलान पर बहुत धीरे-धीरे खिसकते रहते हैं। ग्लेशियरों की उत्पत्ति ऐसे स्थानों पर होती है जहाँ पर सर्दियों में इतनी अधिक हिमपात होता है कि वह आने वाली गर्मी की ऋतु में पूरी तरह पिघल नहीं पाती तथा इस प्रकार धीरे-धीरे घाटी में हिम एकत्र होती रहती है। एकत्र हुई हिम की परते वजन एवं दबाव के कारण ठोस बर्फ में परिवर्तित हो जाती है तथा बर्फ का घनत्व 0.90 ग्राम/घन से.मी. तक हो जाता है। मौसमी बर्फ पिघलने के पश्चात ग्लेशियर पिघलने प्रारम्भ होते हैं। भारत में ग्लेशियरों से जौलाई एवं अगस्त माह सबसे अधिक जल की प्राप्ति होती है।

संसार में ग्लेशियर भिन्न-भिन्न आकारों में, आस्ट्रेलिया को छोड़कर पूरे संसार में पाये जाते हैं। उनका आकार महाद्वीपीय बर्फ की चादर (Continental Ice Sheet) से लेकर एक छोटे से बर्फ के भाग तक हो सकता है। एक और जहाँ ग्लेशियर तीव्र ढलान वाली संकरी घाटी में पाये जाते हैं, दूसरे ओर वे समतल सतहों पर चिकनी चादरों की तरह भी हो सकते हैं। इनसे बहने वाली धाराओं में बहुत अधिक मात्रा में गलित जल प्रवाह हो सकता है तथा कुछ में नाममात्र को।

ग्लेशियरों के बनने एवं बढ़ने में कई तत्वों का योगदान रहता है। हिम के संचयन क्षेत्र (Aumulation Area) में हिम एकत्र होती रहती है, प्रायः यह ग्लेशियर का सबसे अधिक ऊंचाई वाला क्षेत्र होता है। एकत्र हुई हिम धीरे-धीरे ठोस बर्फ बदल जाती है तथा भार बढ़ने के कारण

ग्लेशियर गतिशील हो जाता है। संचयन क्षेत्र से नीचे गलन गतिशील हो जाता है। संचयन क्षेत्र से नीचे गलन क्षेत्र (Ablation Area) होता है। यह ग्लेशियर का वह क्षेत्र होता है जहाँ पर अधिकतर गलन प्रक्रिया होती है। ग्लेशियर के अन्तिम भाग को, जहाँ से गलित जल का प्रवाह होता है उसे स्नाउट (Snout) कहा जाता है।

सामान्यतः लगभग सभी ग्लेशियरों में कुछ एक जैसी विशेषताएं पायी जाती हैं। ग्लेशियर की गतिशीलता के कारण उत्पन्न आन्तरिक बल से ग्लेशियर में दरारे आ जाते हैं जिन्हें करेवास (Creasses) कहा जाता है। इन दरारों के कारण ग्लेशियर के ऊपर चलना बहुत खतरनाक हो जाता है। ग्लेशियर के आगे बढ़ने (Advancement) या पीछे हटने (Recede) के समय छोड़े गये मलबे के कारण मोरेन (Morains) का निर्माण होता है। इन्हें देखकर यह पता लगाया जा सकता है कि भूतकाल में ग्लेशियर का फैलाव कहाँ तक था।

### भूमण्डल पर ग्लेशियरों का फैलाव

पृथ्वी का काफी बड़ा भाग वर्ष में किसी समय बर्फ से ढका रहता है, जिसके कारण भूपृष्ठ के गुणों में बर्फ विहिन समय की तुलना में काफी अन्तर दिखाई देता है। सर्दी के समय उत्तरी गोलार्द्ध के जमीनी क्षेत्रफल का लगभग 30 प्रतिशत भाग हिम तथा बर्फ से ढका रहता है। बर्फ का फैलाव भूमण्डल के 3.1 प्रतिशत भाग में है तथा यह भूमण्डल के जमीनी भाग को 10.8 प्रतिशत भाग को ढके हुए है। अन्तिम हिमयुग में जमीन के 32 प्रतिशत भाग पर बर्फ का फैलाव था जो अब घटकर 10.8 प्रतिशत रह गया है। इस बर्फ के गलने के कारण वर्तमान में समुन्द्र तल 100 से 140 फुट ऊँचा हो गया है। भूमण्डल पर ग्लेशियरों का आयतन लगभग  $33 \times 10^6$  किमी<sup>3</sup> है जो कि भूमण्डल पर उपलब्ध कुल जल का 2 प्रतिशत है। अन्टार्क्टिका आइस शीट, ग्लेशियरों के कुल क्षेत्रफल (13.9x10.6

किमी<sup>2</sup>) के लगभग 86 प्रतिशत भाग पर फैला हुआ है। 11.6 प्रतिशत में ग्रीनलैण्ड का फैलाव है जबकि शेष 2.7 प्रतिशत भाग आर्कटिक सागर, आल्पस, सैके, न्दिनेविया, अलास्का, कनाडा, काकेसस, हिमालय, दक्षिण अमेरिका के पहाड़ों न्यूजीलैण्ड के पहाड़ों, दक्षिण मध्य एशिया के पहाड़ी क्षेत्रों आदि में फैला हुआ है। उपरोक्त आकड़ों से पता चलता है कि स्थाई बर्फ के फैलाव का केवल 2.7 प्रतिशत भाग ही ध्रुवीय क्षेत्रों से बाहर फैला हुआ है परन्तु जलसंख्या क्षेत्रों के पास होने के कारण यह अति महत्वपूर्ण है।

ध्रुवीय क्षेत्रों से बाहर के ग्लेशियरों का लगभग पचास प्रतिशत भाग एशिया महाद्वीप में है। भारतीय भूवैज्ञानिक सर्वेक्षण (Geological Survey of India) द्वारा प्रकाशित नवीनतम हिमनद तालिका (Glacier Inventory) के अनुसार भारतीय हिमालय में कुल 5,218 ग्लेशियर हैं जिनका कुल क्षेत्रफल लगभग 38,221 वर्ग किमी है जो कि हिमालय के क्षेत्रफल का 9.04 प्रतिशत है। हिमालय में अल्पस एवं राकी पर्वतमालाओं की तुलना में ग्लेशियरों की संख्या अधिक है। इसका मुख्य कारण हिमालय की अधिक ऊँचाई है। हिमालय में भी पश्चिमी हिमालय में पूर्वी हिमालय की तुलना में ग्लेशियरों की संख्या अधिक है। एशिया महाद्वीप में स्थित कुछ प्रमुख ग्लेशियर सियाचीन (76 किमी), हिपसर (62 किमी) बतूरा (58 किमी) एवं बाल्टोरो, काराकोरम पहाड़ियों में गंगोत्री (31 किमी) एवं मिलम, (19 किमी) गढ़वाल हिमालय में, जेमू (26 किमी) एवं कंचनजंघा (16 किमी) सिक्किम हिमालय में स्थित है।

पिछली शताब्दी में विश्व एवं प्रादेशिक स्तर पर पृथ्वी की जलवायु में परिवर्तन हुआ है तथा ऐसा अनुमान है कि यह भविष्य में भी होता रहेगा। इन परिवर्तनों का प्रमुख कारण वायुमण्डल में ग्रीन हाउस गैसों जैसे कि कार्बन डाई

आक्साइड (CO<sub>2</sub>) मीथेन (CH<sub>4</sub>), नाइट्रस आक्साइड (N<sub>2</sub>O) की बढ़ी हुई सांद्रता है। औद्योगिकरण एवं जनसंख्या में वृद्धि के कारण इन गैसों के वायुमण्डल में मिश्रण स्तर में अत्यधिक वृद्धि हुई है। आई. पी. सी. सी. (2001) रिपोर्ट में वर्ष 1860 से 2000 के बीच पृथ्वी के औसत सतही तापमान में  $0.6 \pm 2^{\circ} \text{C}$  की वृद्धि बताई गई है। यह अनुमान है कि भविष्य में भी पृथ्वी का तापमान बढ़ेगा एवं जलविज्ञानीय चक्र में परिवर्तन आयेगा जिसके कारण विश्व के कई क्षेत्र प्रभावित होंगे। सबसे ज्यादा प्रभाव दक्षिण एशिया के राष्ट्रों पर पड़ेगा। इन राष्ट्रों में संसार की सबसे ज्यादा जनसंख्या रहती है। पहाड़ी क्षेत्रों में वर्षण में वृद्धि मुख्यतः वर्षा में वृद्धि के कारण होगी जबकि हिमपात में कमी आयेगी। (जोन्स, 1999)

हिम एवं हिमनदों को (Glaciers) जलवायु परिवर्तन पहचान का प्रारम्भिक संकेतक माना जाता है। विश्व के हिमनदों के द्रव्यमान, आयतन, क्षेत्रफल एवं लम्बाई में परिवर्तन

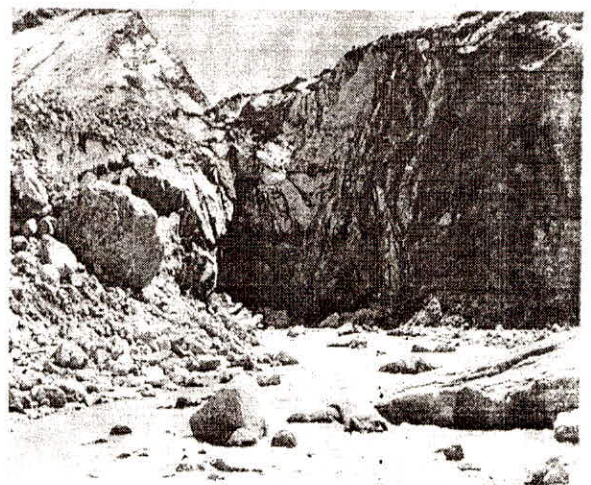
**सारणी 1** गंगोत्री हिमनद के स्नाउट की पश्चसरण दर

समय	वार्षिक पश्चसरण दर ( मीटर )
1936-1956	4.36 ( छोटी गुफा)
	210.16 ( बड़ी गुफा)
1956-1971	27.33
1971-1974	27.34
1974-1975	35
1975-1976	38.0
1976-1977	30.0
1977-1990	28.8
1990-1996	28.3

हिमनद की अधिक पश्चसरण दर के लिए भूमण्डलीय उष्णीकरण के साथ-साथ पर्यावरण प्रदूषण भी जिम्मेदार है। हिमनदों पर पर्यटकों एवं श्रद्धालुओं की बढ़ती भीड़ के कारण पर्यावरण संतुलन बिगड़ा है जिसके परिणाम स्वरूप हिमनदों की पश्चसरण दर में बढ़ोत्तरी हुई है। पर्यटकों एवं श्रद्धालुओं द्वारा हिमनदों एवं उनके आस-पास

भूमण्डलीय उष्णीकरण का साफ संकेत देते हैं। विश्व स्तर पर 1960 के पश्चात उत्तरी गोलार्द्ध में हिमाच्छादित क्षेत्र में 10 प्रतिशत की कमी आई है (आई. पी. सी. सी. 2004) हाल के वर्षों में हुए अनेक हिमनदों के द्रव्यमान संतुलन (Mass Balance) अध्ययनों से ज्ञात होता है कि जलवायु परिवर्तन से अनेक हिमनदों का हास हुआ है (डाइरुजेरोव, 2003) उत्तरी अमेरिका, दक्षिणी अमेरिका तथा यूरोशिया के लगभग 30 हिमनदों के वर्ष 1980-2000 के मध्य एकत्र द्रव्यमान संतुलन आंकड़ों से ज्ञात होता है कि औसत संचयी विशिष्ट नेह संतुलन में लगातार गिरावट हो रही है।

भारत में भी हिमनदों के आकार में कमी आ रही है। गंगोत्री, मिलम, डोकरियानी, पिन्डारी, छोटा सिंगरी, बड़ा सिंगरी आदि लगभग सभी हिमनद सिकुड़ रहा है। सारिणी संख्या 1 में गंगोत्री हिमनद के स्नाउट के पीछे हटने की दर दी गई है (श्रीवास्तव, 2003)



पालीथीन, पानी की बोतलें, कपड़े आदि छोड़ने से पर्यावरण प्रभावित हुआ है। यदि हमें हिमनदों को आने वाली पीढ़ियों हेतु बनाये गये नियमों का पालन करना होगा ताकि आने वाली पीढ़ियाँ प्रकृति के अद्भूत वरदान को अपनी आँखों से देख सकें।