

जलवायु परिवर्तन एवं भारतीय हिमनदों की स्थिति

अन्जु चौधरी
राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान

कुछ दशकों से भूमि का तापक्रम बढ़ने के साथ-साथ जलवायु में परिवर्तन आए हैं। जलवायु परिवर्तन से जहाँ एक ओर जल चक्र प्रभावित हुआ है वहीं दूसरी ओर सदानीरा नदियों के उद्गम स्रोत हिमनद भी प्रभावित हुए हैं। क्या जलवायु परिवर्तन हिमनदों के पिघलने एवं छोटे हिमनदों के विलुप्त होने का मुख्य कारण है ? आधुनिक युग में यह एक चर्चा का विषय बना है। हिमनदों की हिमालय क्षेत्र में स्थिति का अवलोकन करने से पहले यह जानना अति आवश्यक है कि हिमनद कैसे बनते हैं एवं क्या मुख्य घटक हैं जो इनकी समृद्धि में बाधक हैं तथा हम मानव इन्हें समृद्ध करने के लिए क्या भूमिका निभा सकते हैं। जिससे हमारी भावी पीढ़ी जल की कमी का अनुभव ना करे।

हिमनदों का स्वरूप एवं मौसम का प्रभाव

हिमनद हिम का एक बड़ा पिंड है जो बर्फ के संहनन एवं दोबारा से क्रिस्टलन होने से बनते हैं तथा धीरे-धीरे अपने भार के कारण पर्वतों के ढाल से नीचे घाटी तक फैल जाते हैं और सालों-साल जीवित रहते हैं। ये हिमनदों का धीमी गति से खिसकने के कारण ही यह बर्फ के ढेर से अलग पहचाने जाते हैं। बर्फ जो हिमनदों को बनाती है या तो हिमनद की सतह पर तरल पदार्थ के बर्फ में बदलने से बनती है या बर्फ और हिम के कणों के वातावरण से अवक्षेपण द्वारा बनती हैं। जब बहुत ठण्डी जल की बूँदें ठण्डी वस्तु से टकराती हैं तो वह उसकी सतह पर जम जाती है। सदियों में ऊँची पहाड़ियों पर हुई बर्फबारी जो सालों-साल चलकर हिमनदों की सतह पर जमती जाती है। उसका कुछ भाग गर्मियों में पिघल जाता है परन्तु कुछ भाग हिमनदों की हिम के रूप में जमा हो जाता। जमा हुआ यही भाग धीरे-धीरे कई सदियों में जाकर हिमनदों का निर्माण करता है। हिमनदों की ऊपरी सतह पर पड़ी बर्फ गर्मियों में पिघलकर नदियों में जल के रूप में आती है तथा हिमनदों के अन्दर से दबाव के कारण भी हिम पिघलकर नदियों में आती है। एक आम घाटी के हिमनदों को दो भागों में बाँटा जाता है -

- 1- हिम संचयन प्रदेश
- 2- हिम अपक्षरण प्रदेश

हिम संचयन प्रदेश वह कहलाता है जिसमें बर्फ या हिम हिमनद की सतह पर ओले या बर्फ या वर्षा के रूप में जम जाती है। वह क्षेत्र जिसमें पिछले वर्षों की तुलना में हिम का संचयन हुआ हो हिम संचयन प्रदेश कहलाता है। हिम अपक्षरण प्रदेश के अर्न्तगत वह क्षेत्र आता है जिसमें बर्फ के पिघलने या वाष्पन अथवा हिमानी-खंडन और अपवाहन के कारण हिम की हानि होती है। वह क्षेत्र जिसमें पिछले वर्षों की तुलना में बर्फ की हानि हुई हो वह हिम अपक्षरण प्रदेश कहलाता है।

रेखा जो हिमनद की सतह पर इन दोनों प्रदेशों को अलग करती है साम्य रेखा कहलाती है। वस्तुतः इस रेखा की स्थिति हिमनद के द्रव्यमानी सन्तुलन पर निर्भर करती है। जब संतुलन धनात्मक होता है तो यह रेखा नीचे आ जाती है तथा ऋणात्मक सन्तुलन होने पर यह रेखा ऊपर

पहुँच जाती है। अतः इस रेखा को स्थाई हिम रेखा के रूप में प्रयोग किया जाता है तथा यह दोनों प्रदेशों की अलग पहचान करने के लिये प्रयोग की जाती है।

हिमनदों का प्रोथ अपक्षरण प्रदेश में होता है तथा हिमनद के गौरव एवं स्वास्थ्य का प्रतीक माना जाता है। अग्रगामी हिमनदों का प्रोथ निवर्तनी हिमनदों की तुलना में स्वच्छ एवं उभरने वाली प्रवृत्ति रखता है। हिमनद वेत्ता प्रोथ को वह बिन्दु मानते हैं जहाँ से हिम का पिघलन जो कि निम्न उच्चांश में तापक्रम के बढ़ने द्वारा होता है, को ऊपर की बर्फ से सन्तुलन में रखता है, हिमनद का वह क्षेत्र जो हिम-रेखा से ऊपर होता है संभरण क्षेत्र कहलाता है। वह प्रदेश जो हिम-रेखा के नीचे होता है वह अपरद क्षेत्र कहलाता है। ठण्डे महीनों में प्रोथ पर हिम का संभरण होता है एवं गर्मियों के महीने में निवर्तन होता है। सर्दियों एवं बसन्त ऋतु में हिमनद स्वच्छ एवं खड़े-अग्रांत वाले दिखाई देते हैं, गर्मियों एवं पतझड़ के मौसम में सूर्य की किरणें एवं वर्षा प्रोथ को चपटा कर देती हैं।

हिमनदों पर अध्ययन -

श्री वी० के० रैना जी की रिपोर्ट के अनुसार 1984 में छठे अन्तर्राष्ट्रीय हिमनद आयोग का ज्यूरिक, स्वीटजरलैण्ड में गठन हुआ था तब से इन हिमनदों पर आंकड़े एकत्र होने आरम्भ हो गए हैं। इन आंकड़ों में हिमनद प्रोथ की स्थिति का मूल्यांकन उन्नीसवीं सदी के मध्य से आरम्भ हो गया था। आधुनिक परिवेश में आजकल जल-विद्युत परियोजनाओं का प्रचलन हो जाने से इनके सुचारू रूप से चलने के लिए हिमनद से प्राप्त जल का आंकलन एवं हिमनद के प्रोथ का निवर्तन का अध्ययन अति आवश्यक है। इसके साथ ही साथ जलविद्युत परियोजना में बनाई गई अवसंरचनाओं को हिमनद पर बनी झीलों के विच्छेद के कारण आई बाढ़ से बचाने के लिए इनका अनुकरण भी आवश्यक है। हिमालय क्षेत्र में कितने हिमनद हैं एवं उनके प्रोथ की स्थिति क्या है इस पर भी अध्ययन जारी है।

हिमनदों के प्रोथ की स्थिति का अध्ययन सर्वप्रथम सही रूप से भारतीय भूवैज्ञानिक सर्वेक्षण ने वर्ष 1906 में किया था, इन्होंने सर्वप्रथम विलगित हिमालयन हिमनदों को उत्तर में जम्मू कश्मीर से लेकर पूर्व में सिक्किम तक किया था तथा प्रोथ एवं उसके पास के क्षेत्रों के बड़े पैमाने पर मानचित्र बनाए गए थे इसके लिए प्लेन टेबल एवं टेलीस्कोपी विधि का भी प्रयोग किया गया था तथा प्रोथ के विभिन्न कोणों, स्थानों एवं स्थितियों से फोटो भी खींचे गए थे। उस समय 19 हिमनदों का अध्ययन हुआ था एवं परिणाम निम्न पाए गए थे -

- कश्मीर क्षेत्र के अधिकतर हिमनद में निवर्तन क्रिया दिखाई दी कुछ हिमनद जैसे मिनापेन एवं हसानाबाद हिमनद में अग्रांत क्रिया भी पाई गई।
- इसी प्रकार हिमाचल प्रदेश में भी दो हिमनद बड़ा शीग्री एवं सोना पानी हिमनद भी पीछे खिसकते पाए गये।
- कुमाऊँ क्षेत्र में चार हिमनद पिंडारी, मिलम, संकल्प एवं पोटिंग भी खिसकते पाए गए। पिंडारी हिमनद तो 57 वर्षों में 425 मीटर तक खिसक गया।
- सिक्किम के दो हिमनदों अलुकथांग एवं जेमू में वर्ष 1899 से लेकर वर्ष 1909 तक कोई भी निवर्तन नहीं पाया गया। परन्तु कुछ तथ्य बताते हैं कि अलुकथांग हिमनद 1861 से लेकर आधा मील तक पीछे हटता पाया गया है।

- वर्ष 1912 में कुमाँऊ क्षेत्र के 6 और हिमनदों का अध्ययन किया गया सोना, बलिंग, नौलफू निपचुगंकंग, खरसा एवं चिंगचिगमौरी सभी खिसकते पाए गये ।
- गंगोत्री हिमनद का विस्तृत मानचित्रण वर्ष 1935 में सर्वप्रथम किया गया तथा पाया गया कि यह हिमनद लगातार पीछे हट रहा है ।
- इसके अतिरिक्त कुछ हिमनदों का जैसे जम्मू-कश्मीर के सियाचिन, कुन्दन, मयोस्ताग, कंग्रिज, शाफत थजवास कोलाही तथा हिमाचल का बड़ा शीग्री उत्तराखंड का अरवा, सतोपंथ, भगीरथ खड़क, एंटिंग, मिलन, पिंडारी आदि एवं सिक्किम का जेम्स हिमनद इत्यादि स्वतन्त्र यात्रियों द्वारा भी अध्ययन किया गया तथा सभी 30 दशकों के दौरान पीछे हटते पाए गए ।

शुरुआती दौर में जो अध्ययन हुए वे सभी हिमनदों के प्रोथ की स्थिति पर एवं हिमनदों के सिकुड़ने की क्रिया को ज्ञात करने के लिए किए गए । यह इसलिए किया गया क्योंकि सर्वप्रथम यह माना जाता था कि प्रोथ की स्थिति हिमनद के स्वास्थ्य को बताती है । इसके लिए इसे जानने के लिए दो प्राचलों तापक्रम एवं वर्ष के अवक्षेपण का ही अध्ययन किया गया । परन्तु बाद में ज्ञात हुआ कि हिमनदों के पीछे हटने के कारण केवल इन्हीं प्राचलों पर ही निर्भर नहीं करती । इसके लिए दूसरे चरण का अध्ययन 1967 से 1970 तक किया गया तथा इसके परिणाम निम्न रहे -

- सियाचिन हिमनद वर्ष 1929 ए.डी. से 1958 ए.डी. के मध्य 400 मीटर तक पीछे खिसका
- गंगोत्री हिमनद इस अन्तराल में प्रतिवर्ष 18 मीटर की दर से पीछे खिसका

तीसरे चरण के अध्ययन में जो वर्ष 1970 से प्रारम्भ हुआ, निम्न परिणाम थे -

- यह एक अन्तर्राष्ट्रीय जलीय दशक था तथा इस दशक में यह प्रयास किये गए कि हिमनदों के सही अध्ययन के लिए हिमनद विभाग बनाए जाए। इसके अंतर्गत उत्तरी क्षेत्र में लखनऊ में विभाग बनाया गया तथा पूर्व में कलकत्ता में विभाग बनाया गया। भूवैज्ञानिक सर्वेक्षण विभाग ने यूनेस्को एवं आईसीएसआई के साथ मिलकर हिमनदीय अध्ययन के लिए निम्न कार्यप्रणाली के लिए प्रयास किए गए।
- हिमनद तालिका का निर्माण करना
- द्रव्यमान संतुलन ज्ञात करना
- हिमनद हाइड्रोमीटरी
- ससपैन्डेड सेडीमेंट ट्रान्सपोर्ट
- हिमनद का बहाव
- हिमनद प्रोथ का अवलोकन
- हिमनदों का भूआकृतिय अध्ययन इत्यादि

इन अध्ययनों के लिए आधुनिक तकनीक जैसे सुदूर संवेदन विधि का भी प्रयोग किया गया तथा हिमालय क्षेत्र के कुछ हिमनदों के प्रोथ की जानकारी प्राप्त की गई ।

गढ़वाल हिमालय क्षेत्र के कुछ प्रमुख हिमनदों की स्थिति

गढ़वाल विश्वविद्यालय के भूविज्ञान विभाग के एच सी नैनवाल, महेश चौधरी एवं वी डी एस० नेगी की रिपोर्ट के अनुसार धरती की सतह (16.2 मिलियन वर्ग किमी०) का 10 प्रतिशत भाग हिमनदों से आच्छादित है । ये हिमनद स्वच्छ जल के बहुत बड़े जलाशय के रूप में कार्य करते हैं

तथा वातावरण में होने वाले जलवायु परिवर्तन से ये प्रभावित होते हैं। हमारे ग्रह का कुल जल संसाधन 1386×10^6 घन किमी में से 33.13×10^6 घन किमी हिम के रूप में विद्यमान हैं।

हिमालय क्षेत्र में कुल 15000 हिमनद हैं तथा भारतीय सीमा में 5000 से अधिक हिमनद आते हैं। ये हिमनद कुल 8500 वर्ग किमी क्षेत्रफल में फैले हैं तथा वार्षिक विसर्जन का कुल 50 से 70 प्रतिशत भाग बनाने में सहायक होते हैं। भारत की प्रमुख नदियाँ सिंधु (इन्डस) गंगा, ब्रह्मपुत्र सभी इन्हीं हिमनदों से निकलती हैं और नीचे मैदानों में आकर जनमानस की प्यास बुझाती हैं।

हिमालय का उच्चांशीय वितरण

उच्चांश (मीटर में समुद्रतल से ऊपर)	क्षेत्रफल (वर्ग किमी में)
5400 मीटर से ऊपर	0.56×10^6
3000 मीटर से ऊपर	3.28×10^6
1500 मीटर से ऊपर	4.60×10^6

उत्तरांचल के हिमनदों की तालिका विवरण (एच.सी. नैनवाल इत्यादि)

अपवाह क्षेत्र	यमुना	भागीरथी	अलकनंदा
क्षेत्रफल वर्ग किमी में	5199.74	7502.07	12669.56
हिमानी क्षेत्रफल वर्ग किमी में	144.43	755.43	1228.90
हिम आयतन घन किमी में	12.18	67.02	111.5

उत्तरांचल के प्रमुख हिमनद

हिमनद के नाम	लम्बाई किमी में
उत्तरी नन्दा देवी	19.2
दक्षिणी नन्दा देवी	19.2
त्रिशूल	15.0
दूनागिरी	18.0
ग्रीथी	16.0
निति	18.0
गंगोत्री	30.0
भगीरथ खडक	17.0
सतोपंथ	14.0
डोकरयानी	8.7
चौखम्बा	12.0
माना	10.0
पिंडारी	8.0

कफनी	9.0
इंडर इंगा	10.0
मिलम	16.0
संकल्पा	10.0
काली गंगा	10.0

उत्तरांचल हिमालय के पीछे खिसकते कुछ हिमनद

हिमनद के नाम	अवलोकन का अन्तराल	वर्ष	निवर्जन मीटर में	औसत निवर्जन (पीछे खिसकता) मीटर/वर्ष	स्रोत
मिलम	1848-1996	148	2472	16.70	वोहरा (1981)
पिंडारी	1845-1966	121	2840	23.47	वोहरा (1981)
गंगोत्री	1935-1996	61	1147	18.80	वोहरा (1981)
	1996-1999	3.5	76	22.24	नैनवाल आदि (2002)
संकल्प	1881-1957	76	518	6.82	वोहरा (1981)
पोटिंग	1906-1957	51	262	5.14	वोहरा (1981)
दुनागिरी	1992-1997	05	15	3.0	शंकर इत्यादि (2001)
बरफु	1966-1997	31	150	4.84	शंकर इत्यादि (2001)
चोराबारी	1992-1997	05	55	11.00	शंकर इत्यादि (2001)
भृगुपंथ	1962-1995	33	550	16.67	शंकर इत्यादि (2001)
तिप्रा बैंक	1960-1987	27	100	3.70	वोहरा (1981)
ग्लेशियर नं० 3	1932-1956	24	198	8.35	वोहरा (1981)
(अखा घाटी)	1962-1991	29	480	16.5	डोबाल (2004)
डोकरयानी	1991-2000	09	164	18	ग्रगन (2001)
मेरू	1997-2000	32	395	17.17	चित्रांशी आदि (2001)
सतोपंथ	1962-2006	44	1163.65	26.34	नैनवाल आदि (2006)
भगीरथ खडक	1962-2006	44	320.84	7.30	नैनवाल आदि (2006)

जलवायु परिवर्तन एवं हिमनदों पर इसका प्रभाव

ग्लोबल वार्मिंग के हिमनदों पर प्रभाव को जानना काफी जटिल है क्योंकि जहाँ एक ओर ग्लोबल वार्मिंग के चलते सोना पानी हिमनद पिछले 100 सालों में 500 मीटर तक पीछे खिसक गया है वहीं दूसरी ओर कंग्रिज ग्लेशियर इन वर्षों के दौरान एक इंच भी नहीं हिला। इससे प्रश्न उठता है कि क्या हिमालय क्षेत्र के हिमनद असामान्य दर से पीछे हट रहे हैं? क्या हिमनदों में वायु परिवर्तन का असर तुरन्त दिखाई देता है। हिमालय क्षेत्र के हिमनदों के अध्ययन से 100 वर्षों के दौरान आँकड़े एकत्र किए गए। ये आँकड़े बताते हैं कि हिमालय क्षेत्र के हिमनद सिकुड़ते जा रहे हैं इनके पीछे हटने की क्रिया लगातार हो रही है परन्तु इस क्रिया की दर को असामान्य या

चिन्ताजनक विशेषतः पिछले दशक के लिए, नहीं कहा जा सकता । हिमालय क्षेत्र में भारतीय भाग में लगभग 10,000 छोटे बड़े हिमनद हैं अतः कुछ हिमनदों पर अध्ययन कर इस समस्या का हल नहीं निकाला जा सकता । वास्तव में जिन हिमनदों पर अभी तक अध्ययन हुए हैं उनमें से कुछ असामान्य रूप से सिकुड़ते जा रहे हैं । परन्तु सियाचिन हिमनद कोई भी असामान्य निर्वजन दर नहीं दिखा रहा जिससे ये कहा जा सके कि वह अगले कुछ वर्षों में समाप्त हो जाएगा । इसी प्रकार मचोई हिमनद का लगातार फोटोग्राफिक अध्ययन हो रहा है 50 वर्षों के दौरान उसमें भी कोई बहुत बड़ा परिवर्तन नहीं आया है । अतः ग्लोबल वार्मिंग अथवा तापक्रम बढ़ने का हिमनदों पर क्या प्रभाव पड़ रहा है इस क्रिया को जानने के लिए कई वर्षों का अध्ययन एवं पर्यावरण के विभिन्न पहलुओं को देखते हुए करना होगा तभी इस नतीजे पर पहुँचा जा सकता है । उदाहरणतः गंगोत्री ग्लेशियर को वर्ष 2000 तक यह माना जाता था कि वह 20 मीटर प्रतिवर्ष की दर से खिसक रहा है परन्तु वी.के.रैना की एक रिपोर्ट के अनुसार 2001 से इसके पीछे खिसकने की दर कम हो गई एवं सितम्बर 2007 से जून 2009 के बीच एकत्र किए आंकड़ों के अनुसार यह हिमनद अब लगभग स्थिर हो गया है । अतः किसी भी निर्णय पर पहुँचने से पहले यह अति आवश्यक है कि आधुनिक तकनीक जैसे सुदूर संवेदन विधि आदि का प्रयोग कर वार्षिक हिमवर्षण एवं वातावरणिक तापक्रम आदि प्राचलों को लम्बी अवधि तक ज्ञात किया जाए और उनका प्रभाव हिमनदों पर देखा जाए ।

उपसंहार

हिमनदों के मुहानों का पीछे खिसकना या उनमें कोई परिवर्तन आना एक प्राकृतिक क्रिया है जिसे रोका तो नहीं जा सकता परन्तु इनका बारीकी से कई वर्षों तक अध्ययन कर यह ज्ञात किया जा सकता है कि कौन से घटक हैं जो इसके पीछे हटने की दर को प्रभावित करते हैं । जब तक हम सभी प्राचलों को लेकर हिमनदों के पिघलने का अध्ययन नहीं करेंगे तो परिणाम गलत ही आएंगे । किसी भी क्षेत्र के हिमनदों पर वहाँ के वातावरण का क्या प्रभाव पड़ रहा है उसे ज्ञात करने के लिए उस क्षेत्र के अधिक से अधिक हिमनदों का अवलोकन करना पड़ेगा तभी किसी प्रभावी नतीजे पर पहुँचा जा सकता है। जलवायु परिवर्तन का यदि हिमनदों पर तुरन्त प्रभाव पड़ता तो किसी भी क्षेत्र के हिमनद जो एक ही जलवायु क्षेत्र में हैं, सभी उतने ही समय में आगे बढ़ते या पीछे हटते जबकि ऐसा नहीं है। हिमनदों में कभी-कभी स्थानीय परिवर्तन वहाँ की जलवायु परिवर्तन से दिखाई देते हैं यह मात्र संयोग भी हो सकते हैं परन्तु एक या दो हिमनदों को एक या दो प्राचलों द्वारा अध्ययन कर हम कोई पुख्ता नतीजे नहीं निकाल सकते । अतः आधुनिक परिवेश में यह अति आवश्यक है कि अधिक से अधिक हिमनदों पर आधुनिक तकनीक अपनाकर एवं अधिक से अधिक वायुमण्डलीय प्राचलों द्वारा बारीकी से परखा जाए तभी हम उनके पीछे हटने की दर को कम करने में सक्षम हो सकते हैं ।