

## उत्तराखण्ड में हिम संसाधन एवं प्रबन्धन का महत्व

ए.के. जिन्दल  
अधीक्षण अभियन्ता

ए.सी. पाण्डेय  
शोध अधिकारी

श्याम लाल वर्मा  
वैज्ञानिक सहायक

सिंचाई अनुसंधान संस्थान, रूड़की

### सारांश

उत्तराखण्ड राज्य के प्राकृतिक संसाधनों में जल का सर्वाधिक महत्व है। राज्य की अधिकांश नदियों का स्रोत हिमाच्छादित क्षेत्रों में होने के कारण, यहाँ की नदियाँ के सतत जल प्रवाह पर हिमनदियों के व्यवहार का अत्यधिक प्रभाव होता है। पर्वतों पर हो रहे विकास कार्यों, शहरी कारणों तथा वैश्विक तापवृद्धि के कारण उत्तराखण्ड की ही नहीं बल्कि सम्पूर्ण विश्व की हिमनदियों पर कुप्रभाव पड़ा है। यदि समय रहते इन हिमसागरों के समुचित प्रबन्धन पर ध्यान न दिया गया तो हमारी 'सदानीर' नदियों में जल की रिक्तता हो जायेगी। इस लेख में उत्तराखण्ड राज्य की हिमनदियों पर पर्यावरण एवं अन्य कारणों से पड़ने वाले कुप्रभाव का वर्णन दिया गया है।

#### 1. प्रस्तावना

समुद्र तल से अत्यधिक ऊँचाई वाले क्षेत्रों में वर्षा, हिम (स्नो) के रूप में होती है। शीत ऋतु में तो अपेक्षाकृत निचले क्षेत्रों में भी हिमपात होता है। पर्वतीय क्षेत्रों में "हिम रेखा" (स्नो लाइन) सितम्बर मास के अन्त तक अथवा माह अक्टूबर के प्रारम्भ में अपने उच्चतम शिखर तक पहुँच जाती है जिसके ऊपर के क्षेत्र सदैव बर्फ की चादर में ढके रहते हैं। उन क्षेत्रों में जहाँ "हिमपात रेखा" स्नोबजर घनात्मक हो अर्थात् बर्फ पड़ने की दर, बर्फ पिघलने की दर से अधिक हो, हिमपत की मोटाई बढ़ती जाती है एवं हिम की बर्फ में बदलने की प्राकृतिक क्रिया सतत चलती रहती है। अंततः जब किसी स्थान पर हिमपत की मोटाई 50 मीटर से अधिक हो जाती है तो लगभग 0.9 ग्राम/सेमी<sup>2</sup> घनत्व की बर्फ का निर्माण होता है। यह अपेक्षाकृत भारी एवं पूर्ण ठोस होने के फलस्वरूप गुरुत्व बल के प्रभाव से 'V' आकार की घाटी बनाते हुए नीचे की ओर खिसकने लगती है जिससे हिमनदी का निर्माण होता है जो जल संसाधन का सतत स्रोत है।

उत्तराखण्ड राज्य में जिसके प्राकृतिक संसाधनों में जल संसाधन का सर्वाधिक महत्व है, हिमनदियों का विशाल भण्डार है। राज्य के ऊपरी पर्वतीय क्षेत्रों को छोटी-बड़ी अनेक हिम नदियाँ घेरे हुए हैं। अकेले गंगोत्री

हिमानी में लगभग 20 घन किलोमीटर बर्फ है जो भाखरा जलाशय की अधिकतम क्षमता से लगभग 25 गुना अधिक है। उत्तराखण्ड की बर्फ से आच्छादित कुछ चोटियां निम्नानुसार है:-

क्र० सं०	नाम	समुद्रतल से ऊँचाई	जनपद	क्र० सं०	नाम	समुद्रतल से ऊँचाई	जनपद
1.	कामेट	7756 मी.	चमोली	2.	माणा	7273 मी.	चमोली
3.	त्रिशुल	7120 मी.	चमोली	4.	मुकुट	6931 मी.	चमोली
5.	सतोपंथ	7055 मी.	चमोली	6.	कालंका	6931 मी.	चमोली
7.	चौखम्बा	6854 मी.	उत्तरकाशी	8.	द्रोणागिरी	6489 मी.	चमोली
9.	भगीरथी	6856 मी.	उत्तरकाशी	10.	गंगोत्री	6672 मी.	उत्तरकाशी

यह हिम नदियाँ हमारे अतुल्य जल संसाधन की पोषक हैं और जब पर्यावरण असंतुलन के फलस्वरूप क्षेत्र में वर्षा अनियमित हो तो हिम स्त्रोतों पर विशेष ध्यान दिये जाने की आवश्यकता है। उत्तराखण्ड में गंगोत्री के अतिरिक्त बद्रीनाथ मंदिर के समीप गंगा, हिमानी, सातपोनाक हिमानी, भागीरथ हिमानी (जो मुख्यतः अलकनन्दा नदी के उद्गम श्रोत हैं) पर विशेष अध्ययनों की आवश्यकता है। पूर्व में किये गये अध्ययनों से इंगित होता है कि उत्तराखण्ड क्षेत्र में उपस्थित अधिकांश हिम नदियाँ विभिन्न भौगोलिक/पर्यावरण कारणों से तीव्र गति से त्रिआयामी संकुचित हो रही है। अध्ययनों से प्राप्त निष्कर्षों के अनुसार विभिन्न नदियों में संकुचन की दर इस प्रकार है:

1. गंगोत्री हिमानी 14.0 मी./वर्ष
2. पूर्वी “ 6.0 मी./वर्ष
3. पिन्डारी “ 23.5 मी./वर्ष
4. अखा “ 8.3 मी./वर्ष
5. संकल्प “ 6.8 मी./वर्ष
6. पोटिंग “ 5.2 मी./वर्ष



विगत वर्षों में गढवाल हिमालय क्षेत्र के “डाकरानी-बामक” हिमनदी पर किये अध्ययनों से ज्ञात होता है कि मई-अक्टूबर में हिमनदी द्वारा लाया गया प्रवाह लगातार कम हो रहा है ( 1994 में  $62.3 \times 10^6$  मी<sup>3</sup>, 1998 में  $53.4 \times 10^6$  मी<sup>3</sup> एवं 1999 में  $43.3 \times 10^6$  मी<sup>3</sup> )। यह कमी मुख्यतः इन वर्षों में हुई शीत ऋतु की वर्षा में कमी के कारण है। उपरोक्त प्रवाहों में वर्षा का योगदान 1998 में 13% एवं 1999 में 27% पाया गया। इस स्थल पर वर्ष 1994 में  $15 \times 10^4$  टन, वर्ष 1998 में  $3.17 \times 10^4$  टन, वर्ष 1999 में  $4.4 \times 10^4$  टन गाद की मात्रा रिकार्ड की गई जो हिमालय की नदियों में अधिक गाद की मात्रा के समरूप है। यह आंकड़े हिमालय क्षेत्र के जल विद्युत परियोजनाओं के परिकल्पन में अत्यधिक सहायक हो सकते हैं। चिन्तनीय विषय है कि उत्तराखण्ड क्षेत्र ही नहीं बल्कि विश्व के अन्य क्षेत्रों की हिम नदियाँ भी संकुचन से गुजर रही हैं। विभिन्न क्षेत्रों के अध्ययनों से प्राप्त निष्कर्षों के अनुसार-

- (क) अलास्का क्षेत्र की प्रमुख हिम नदी “टाकू” यद्यपि कुछ वृद्धि में थी परन्तु इसकी सह हिम नदी “नॉरीज” क्रमशः संकुचित हो रही है।
- (ख) काकेशस पर्वत माला के जार्जिया क्षेत्र में उपस्थित हिम नदियों में सतत संकुचन देखा जा रहा है। नार्वे की हिम नदियों में भी संकुचन हो रहा है परन्तु संकुचन दर क्रमशः घट रही है।
- (ग) काराकोरम क्षेत्र की कुछ हिम नदियों में संकुचन की दर अति तीव्र पायी गयी। सोनापानी, भीमापानी एवं सियाचिन संकुचित होने वाली प्रमुख हिम नदियाँ है जिनकी संकुचन दरें क्रमशः 16मी./वर्ष, 22मी./वर्ष एवं 21 मी./वर्ष पायी गई है। जब कि इसी क्षेत्र की “बियाफो” हिम नदी पिछले कई दशकों से यथावत है।
- (घ) स्विट्जरलैंड की 80 प्रतिशत हिम नदियों में संकुचन, 15 प्रतिशत में यथास्थिति तथा 5 प्रतिशत में वृद्धि अवलोकित की गयी है। सत्तर के दशक में किये गये अध्ययनों में यह आंकड़े 40 प्रतिशत संकुचन, 56 प्रतिशत वृद्धि की ओर एवं 4 प्रतिशत यथावत को दर्शाते थे। उपरोक्त से स्पष्ट है कि विश्व की अधिकांश हिमनदियों में संकुचन हो रहा है एवं संकुचन की दर में भी वृद्धि हो रही है।

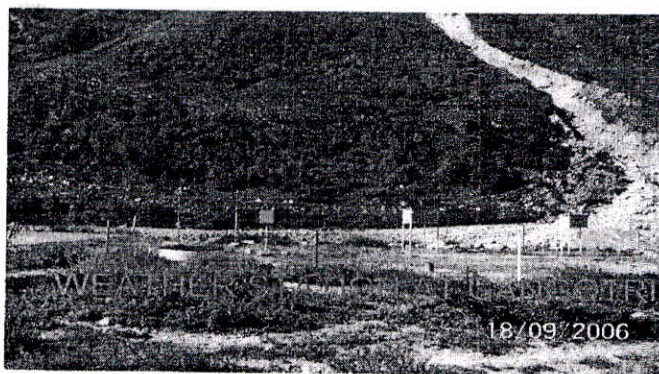
## 2. हिम बजट

किसी पर्वतीय क्षेत्र की वायुमंडलीय परिस्थितियाँ विशेष कर तापक्रम एवं आद्रता उस क्षेत्र के हिम बजट द्वारा परिलक्षित होती हैं। पूर्व में ही स्पष्ट किया गया है कि यदि हिम बजट घनात्मक हो तो क्षेत्र में हिम पात की दर पिघलने की दर से अधिक होने के कारण क्षेत्र में हिम पर्त की मोटाई बढ़ती जाती है। परन्तु इससे यह भ्रम नहीं होना चाहिए कि घनात्मक हिम बजट से नदियों में प्रवाहित जल की मात्रा कम हो जाती है। वस्तुतः क्षेत्र में तापक्रम की कमी एवं आद्रता की अधिकता के कारण अधिक हिम जमाव होना स्वाभाविक है। इस अधिक हिम जमाव के फलस्वरूप क्षेत्र की हिम रेखा (स्नोलाइन) अपेक्षाकृत नीचे की ओर आ जाती है तथा इस निचले क्षेत्र में जमा हुयी कम मोटाई की हिम पर्त अधिक तेजी से पिघलती है एवं नदियों के जल पोषण में कमी नहीं होती। स्वाभाविक है कि हिम बजट ऋणात्मक होने के फलस्वरूप नदियों के पोषण में कमी आती है।

### 3. जल संसाधन में हिम नदियों के पर्यावरण का महत्व

हिम नदियाँ हमारे जल संसाधनों का अनवरत स्रोत हैं तथा इन हिम नदियों पर वायुमण्डलीय तत्वों एवं उनके जमाव का भी प्रभाव होता है। डोकरानी- बामक हिमनदी में समुद्र तल से 3800 मी. - 4700 मी. की ऊँचाई पर 31°49'30" उत्तर एवं 78°47' पूर्व में विभिन्न तत्वों/आयनों जैसे  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  एवं  $\text{SO}_4^{-2}$  तथा रेडियोधर्मी  $\text{O}^{18}$  तथा  $\text{Pb}^{210}$  का अध्ययन किया गया है। अध्ययनों से ज्ञात हुआ कि गढ़वाल हिमालय में काराकोरम हिमालय की अपेक्षा आयनों का सान्द्रण अधिक है। यह भी अवलोकन किया गया है कि नवम्बर-दिसम्बर के हिमपात में मई-जून में हुए हिमपात (1994) की अपेक्षा आयनिक सान्द्रण अधिक था। 4000 मी एवं उच्च स्थानों पर  $\text{Cl}^- : \text{Na}^+$  तथा  $\text{SO}_4^{-2} : \text{Na}^+$  का अनुपात सागर में पाये जाने वाले अनुपातों की अधिक है।  $\text{Ca}^{++}$  का उच्च सान्द्रण सम्भवतः उपमहाद्वीप धूल को इंगित करता है जो इन हिम नदियों को प्रभावित करती है।

रेडियोधर्मी  $\text{Si}^{32}$  तथा  $^{210}\text{Pb}$  एवं  $^{137}\text{Cs}$  अध्ययनों के प्रयोग से हिमनदियों की गति/आयु ज्ञात की जा सकती है।  $^{210}\text{Pb}$  की सहायता से किये गये अध्ययनों से डोकरानी-बामक हिमनद के तुण्ड (Snout) हिम की आयु लगभग 400 वर्ष आंकी गई है। इसी प्रकार प्राकृतिक रेडियोधर्मी  $^{137}\text{Cs}$  के अध्ययनों से 4400 मी. की ऊँचाई पर हिमनद की सतल गति लगभग 32 मी./वर्ष मापी गई है एवं विगत 10 वर्षों में औसत 0.43 मी./वर्ष का हिम जमाव पाया गया है।



### 4. रूसी अनुभव

पचास के दशक में तत्कालीन संयुक्त सोशलिस्ट रूसी गणराज्य में जल की कमी (-) हिम बजट के कारण हुयी थी। मध्य एशिया हिम क्षेत्रों द्वारा पोषित अमू एवं सीर दरिया में (-) हिम बजट के कारण आयी जल की कमी के कारण कपास की खेती हेतु सिंचन में अत्यधिक कमी आयी। विशेषज्ञों की राय के अनुसार नदियों में जल की

मात्रा बढ़ाने हेतु हिम क्षेत्रों को कृत्रिम साधनों द्वारा पिघलाया गया। हेलीकाप्टर की मदद से हिम क्षेत्रों में धातु चूर्ण बिखराया गया। निम्न विशिष्ट उष्मा के कारण धातु कण तीव्रता से गर्म होने से पूर्व संवहन तथा पुनः विकिरण के फलस्वरूप हिम क्षेत्र का ताप क्रम भी बढ़ा तथा अत्यधिक भाग में हिम पिघली एवं दोनों नदियों में जल वृद्धि हुई एवं कपास के सिंचन की तात्कालिक समस्या का समाधान हो सका। इस विधि से तात्कालिक समस्या का तो समाधान हुआ परन्तु यह प्रणाली दो मुख्य कारणों के फलस्वरूप उपयुक्त नहीं पायी गयी।

- (1) यह विधि अत्यधिक महंगी होती है।
- (2) अधिक मात्रा में कृत्रिम विधियों से हिम पिघलने के फलस्वरूप पर्यावरण के साथ-साथ नदियों का प्राकृतिक प्रवाह भी प्रभावित हुआ। भारत सरकार द्वारा भी इसी प्रकार का एक प्रयोग पश्चिमी हिमालय में किया गया परन्तु उपरोक्त कारणों से इसे तुरन्त रोक दिया गया।

## 5. निष्कर्ष

- (1) विश्व की कुछ मुख्य हिम नदियों के अध्ययन में इंगित किया गया है कि वैश्विक वार्मिंग के कारण हिम क्षेत्र संकुचित हो रहे हैं, हिम रेखा ऊपर खिसक रही है, फलस्वरूप कभी हिम से आच्छादित रहने वाले क्षेत्र अब सूर्य की किरणों, वर्षा, भौतिक एवं रासायनिक विघटन के कारण मृदा में बदल रहे हैं। अधिकांश हिम नदियों में संकुचन हो रहा है। अतः हिम नदियों का विस्तृत गहन अध्ययन आवश्यक है।
- (2) औद्योगीकरण, नाभिकीय परीक्षण, जनसंख्या विस्फोट, उपभोक्तावाद, जंगलों का अंधा कटान, कृषि एवं कंक्रीट क्षेत्रों के असीमित विकास ने वैश्विक पर्यावरण को कुप्रभावित किया है।
- (3) यद्यपि यह समस्या वैश्विक है परन्तु उत्तराखण्ड क्षेत्र हेतु आवश्यक है कि राज्य सरकार के अधीनस्थ सिंचाई अनुसंधान संस्थान एवं केन्द्र सरकार के राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान (NIH) जैसे संस्थान संयुक्त रूप से एक कार्य प्रोग्राम बनाकर इस पर स्थानीय आधार पर कार्य करें।
- (4) पर्यावरण एवं विकास में संतुलन बनाये रखने हेतु उत्तराखण्ड जैसे राज्य में बड़े बाँधों की अपेक्षा छोटे बाँधों को वरीयता दी गयी।

## सन्दर्भ

बन्दोपध्याय एम.के. “फ्रोजन वाटर रिसोर्सेज देयर डेप्लीशन्स मैनेजमेन्ट इन कौन्टेक्स आफ डेवलपमेन्ट आफ उत्तरांचल हिमालयाज ” हिमालय में पर्यावरणीय प्रबन्धन एवं क्षेत्रीय विकास ( हेमवती नन्दन बहुगुणा गढ़वाल विश्वविद्यालय श्रीनगर, गढ़वाल), उत्तराखण्ड- 1999.

“ हिमालयन ग्लेसिओलोजी ” वार्षिक पत्रिका (2001-02) विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी संस्थान, भारत सरकार, नई दिल्ली।