# जल विज्ञान एवं जल संसाधन

पर

# प्रथम राष्ट्रीय जल संगोष्ठी

**राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान**
जलविज्ञान भवन, रुड़की- 247667 (उत्तराखंड)
फोन:- 01332-272106, फैक्स:- 01332-272123,
Email: nihmail@nih.ernet.in, Web: www.nih.ernet.in

जलविज्ञान एवं जल संसाधन
पर राष्ट्रीय संगोष्ठी
15-16 दिसम्बर, 1995, रूड़की

# गढ़वाल हिमालय स्थित डोकरियानी हिमनद पर जलविज्ञानीय अध्ययन

प्रताप सिंह[1] नरेश कुमार[2] कोटा श्री रामा शास्त्री[3]

## सारांश

गढवाल हिमालय क्षेत्र के डोकरियानी हिमनद की गलित जलधारा पर स्थापित जलविज्ञान मापन स्थल से राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान द्वारा 1992, 1994 एवं 1995 में निस्सरण, निलम्बित अवसाद, वायु तापमान तथा जल तापमान के आंकड़े एकत्र किये गये हैं । भिन्न–भिन्न महीनों में जललब्धि का निर्धारण किया गया है । इनके विश्लेषणों से देखा गया है कि गलित जल जुलाई के महीने में अधिकतम पाया जाता है । इस क्षेत्र में प्रायः रोज वर्षा होती है । जिसका प्रभाव अपवाह तथा निलम्बित अवसाद पर भी पड़ता है । वायु तापमान तथा जल तापमान दोनों ही जून के महीने में अधिकतम होते हैं और तत्पश्चात् घटने लगते हैं । वायु तापमान में जल तापमान की अपेक्षा बहुत अधिक परिवर्तन होता है । हिमनद के निकट स्थित आधार–शिविर से एकत्र मिट्टी के नमूनों में नमी की मात्रा बहुत अधिक पायी गयी है, जो वाष्पन तथा वाष्पोत्सर्जन में तथा अंततः इस क्षेत्र में प्रायः होने वाली वर्षा में सहायक है ।

मापन स्थल पर 1995 से संस्थान द्वारा एक स्वचालित जलस्तर मापी लगाया गया है । धारा के जलस्तर के लगातार निरीक्षण हेतु दैनिक चार्टों का प्रयोग किया गया है । दिन के समय मापन स्थल पर जलस्तर तथा निस्सरण के प्रेक्षण, प्रेक्षकों द्वारा भी लिए गए । इससे जलस्तर निस्सरण वक्र स्थापित करने में सहायता मिली तथा इस वक्र का प्रयोग जलस्तर को निस्सरण में बदलने में किया गया । ये निस्सरण आंकड़े हिमनद से जललब्धि के बारे में सही–सही सूचना देने में सहायक सिद्ध होंगे ।

वर्षा, वायु तापमान, जल तापमान तथा निलम्बित अवसाद के आंकड़े भी एकत्र किये गये । मौसम विज्ञानीय आंकड़े एकत्र करने हेतु एक जलमौसम विज्ञानीय वेधशाला, मापन स्थल पर स्थापित की गई । सापेक्ष आर्द्रता, पवन वेग तथा पवन दिशा आदि के आंकड़े एकत्र करने हेतु 1996 में कुछ अतिरिक्त यंत्रों को लगाने की योजना है । वर्ष 1995 में जून से मध्य सितम्बर तक आंकड़े एकत्र किये गये तथा आंकड़ों के परिष्करण का काम चल रहा है । कुछ वर्षों तक आंकड़ें एकत्र करने के पश्चात एक गलित हिमजल–अपवाह अध्ययन किया जायेगा और गलित हिमजल का एक निदर्शन बनाने का प्रयास किया जायेगा ।

### प्रस्तावना

संसार के पानी का केवल 2.6% ही ताजा पानी है । शेष 97.4% भाग समुद्रों तथा महासागरों में खारे पानी के रूप में है । संसार के ताजे पानी का 80% भाग हिम एवं बर्फ के रूप में है । संसार के 1.49 करोड़ वर्ग कि0मी0 क्षेत्र में हिम तथा बर्फ का फैलाव है । यह फैलाव पृथ्वी के क्षेत्रफल का 10% है । हिम तथा बर्फ का अधिकतर भाग ध्रुवीय

1 वैज्ञानिक 'स', राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रूड़की ।
2 वरिष्ठ शोध सहायक, राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रूड़की ।
3 वैज्ञानिक 'एफ' राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रूड़की ।

क्षेत्र में फैला है । केवल 3% भाग विभिन्न महाद्वीपों के पर्वतों पर फैला है । यद्यपि यह छोटा सा हिस्सा है, परन्तु जनसंख्या वाले क्षेत्रों के पास होने के कारण यह बहुत अधिक महत्वपूर्ण है । ऊंचे पर्वतों के जल–संसाधनों के उचित प्रबन्धन की मूल आवश्यकता, जमें हुए जल के कुल जोड़ तथा गलने के कारण मुक्त हुए पानी का आकलन है । विशेष रूप से हिमालय की विभिन्न नदियों को हिमनदों से प्राप्त जल का निर्धारण, जलविज्ञान का एक अति महत्वपूर्ण भाग है । इसका प्रयोग हिमालय के जल–संसाधनों की योजना बनाने तथा प्रबन्धन में किया जा सकता है ।

हिमालय से निकलने वाली नदियों में हिमनद के गलित जल का योगदान जून/जुलाई मास में उस समय प्रारम्भ होता है, जब हिम आवरण पिघल चुका होता है । यह प्रवाह क्षेत्र की जलवायु के अनुसार अक्टूबर/नवम्बर तक जारी रहता है । इस प्रकार हिम गलन अपवाह तथा हिमनद गलन अपवाह के कारण ही हिमालय से निकलने वाली नदियों में निरन्तर धाराएं बहती रहती हैं । अभी तक हिमालय के हिमनदों का बहुत कम विस्तृत जलविज्ञानीय अध्ययन हुआ है (सिंह 1991, 1992; सिंह आदि 1993) । क्योंकि लगभग सभी भारतीय हिमनदों के जलविज्ञानीय आंकड़े बहुत कम मात्रा में उपलब्ध हैं, इनकी उपलब्धता तुरन्त बढाने की आवश्यकता है । यद्यपि हिमनद गलन निदर्श अध्ययन हेतु विकीरण, तापमान, वर्षण, आर्द्रता, पवन वेग व दिशा तथा अपवाह आदि के आंकड़ों की आवश्यकता होती है, किन्तु लम्बे समय के तापमान, वर्षण तथा अपवाह के मूलभूत आंकड़े भी किसी हिमनद के लिए उपलब्ध नहीं हैं । हिमनद की गलत दर तथा गलन काल में सम्भावित कुल मात्रा का आकलन, जल संसाधन आयोजना तथा प्रबन्ध, बाढ़ पूर्वानुमान, जलाशय प्रचालन तथा जलीय संरचनाओं के अभिकल्प में अत्यधिक महत्वपूर्ण है ।

अधिक निलम्बित अवसाद, उसकी संरचना तथा आकार गढ़वाल हिमालय क्षेत्र की एक जाटेल समस्या है। यहां पर उत्तरकाशी में 3x 30 मेगावाट क्षमता का तिलोथ जलशक्ति संयंत्र 1984 में शुरू किया गया था । भागीरथी नदी पर मनेरी भाली में जलविद्युत संयंत्र के लिए एक 8 कि0मी0 की सुरंग द्वारा पानी का पथान्तर किया गया है। यहां पर क्वार्टज के कणों के अवसाद के कारण चक्राल के क्षतिग्रस्त होने की समस्या है । वर्तमान में केवल 0.3 मी0मी0 से कम व्यास तथा 1200 पी0पी0एम0 (10 लाख में एक कण) से कम सांद्रण ही मान्य है । मानसून काल में सांद्रण 10,000 पी0पी0एम0 तक पहुंच जाती है तथा जल विद्युत संयंत्र को तब तक के लिए बन्द करना पड़ता है जब तक सांद्रण 1200 पी0पी0एम0 के स्तर पर नहीं पहुंच जाती ।

## डोकरियानी हिमनद

डोकरियानी हिमनद, गढ़वाल हिमालय में स्थित एक घाटी हिमनद है । यह हिमनद 31°49' से 31°52' अक्षांश तथा 78°47' से 78°51' देशान्तर के बीच पड़ता है । यह भुक्की गांव से पू0उ0पू0 दिशा में लगभग 25 कि0मी0 दूरी पर है । यह जनोली (6633 मी0) तथा द्रोपदी का डांडा (5176 मी0) नामक चोटियों के बीच से प्रारम्भ होता है । डोकरियानी हिमनद से निकलने वाली गलित जलधारा का नाम दीन गठ है । यह धारा घाटी से होते हुए भुक्की गांव के पास भागीरथी नदी से मिलती है । हिमनद का कुल अपवाह 23 वर्ग कि0मी0 तथा हिमनदित क्षेत्रफल लगभग 10.3 वर्ग कि0मी0 है ।

हिमनद की ऊंचाई 3950 मी0 से 5800 मी0 के बीच है । हिमनद की लम्बाई लगभग 5.5 कि0मी0 तथा चौड़ाई 0.1 से 2.0 कि0मी0 के बीच परिवर्तित होती रहती है । हिमनद का मध्य भाग बहुत विभंजित है तथा यहां पर दरारें, लम्बरूप गर्त तथा सतही मोरेंस हैं । अधिकतर दरारें अनुप्रस्थ प्रकार की हैं । हिमनद के पार्श्व में कुछ अनुदैर्ध्य दरारें भी हैं । हिमनद का सनोट 4000 मी0 की ऊंचाई पर है तथा बड़े–बड़े गोलाश्मों तथा मलबे से ढका रहता है । हिमनद की सीमा लगभग 200 मी0 ऊंची दो पार्श्वीय मोरेंस बनाती हैं । इन दो पार्श्वीय मोरेंस के अतिरिक्त और भी भिन्न–भिन्न ऊंचाई की मोरेंस हैं, जिनसे हिमनद के कुछ समय पहले के विस्तार का पता चलता है । एक अन्तस्थ मोरेन के अवशेष सनोट से 2 कि0मी0 नीचे तक देखे गये हैं । अब ये घास से घिरे हुए हैं ।

## गलित जलधारा पर मापन स्थल की स्थापना तथा धारा प्रवाह मापन

हिमनद के सनोट से प्रारम्भ करके 2 कि0मी0 नीचे तक गलित जलधारा का सर्वेक्षण किया गया । अंततः सबसे उपयुक्त स्थान का चयन किया गया तथा सन् 1992 में राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान द्वारा इस स्थान पर मापन स्थल की स्थापना की गई । 1994 एवं 1995 में भी इसी स्थल पर प्रेक्षण लिये गये । यह स्थान सनोट से लगभग 800 मी0 नीचे है । इस स्थान पर प्रवाह अधिक विक्षुब्ध नहीं है तथा अधिकतर गोलाश्म धारा से हटा दिये गये हैं । यह स्थल उस स्थान से लगभेग 1 कि0मी0 ऊपर है जहां पर कुछ छोटे–छोटे नाले दक्षिण दिशा से आकर धारा में मिलते हैं । हिमनद का सारा गलित हिम जल इसी स्थान से होकर बहता है ।

गलित जलधारा के ऊपर एक लकड़ी का अस्थायी पुल वाडिया इन्स्टीटयूट देहरादून की सहायता से बनाया गया तथा इस पुल की सहायता से धारा का अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल ज्ञात किया गया । एक अशांकित दंड–मापी धारा के बांये किनारे पर लगाया गया तथा इसी की सहायता से जल सतह के उच्चावचन के प्रेक्षण लिए गए । मापन स्थल पर 6 मी0 से अधिक का बिल्कुल सीधा बहाव नहीं मिल पाया । क्षेत्रफल–वेग विधि द्वारा गलित जलधारा के प्रवाह का आकलन किया गया । प्रवाह के वेग के निर्धारण हेतु लकड़ी के प्लव का प्रयोग किया गया । स्टोप वाच द्वारा प्लव का यात्रा–काल ज्ञात किया गया । प्रवाह के वेग के सही–सही मापन हेतु, वेग प्रेक्षणों को कम से कम तीन बार लिया गया तथा उनके औसत से वेग का निर्धारण किया गया ।

मापन स्थल हेतु जलस्तर–निस्सरण–सम्बन्ध स्थापित किया गया । इस सम्बन्ध की सहायता से, प्राप्त जल स्तर आंकड़ों के आधार पर प्रवाह का आकलन किया गया । जलस्तर–निस्सरण–सम्बन्ध चित्र 2 व 3 में दिखाये गये हैं । समय–समय पर वेग का मापन भी किया गया ताकि इस सम्बन्ध द्वारा आंकलित प्रवाह का सत्यापन किया जा सके ।

## वायुमंडलीय तथा गलित जल तापमान

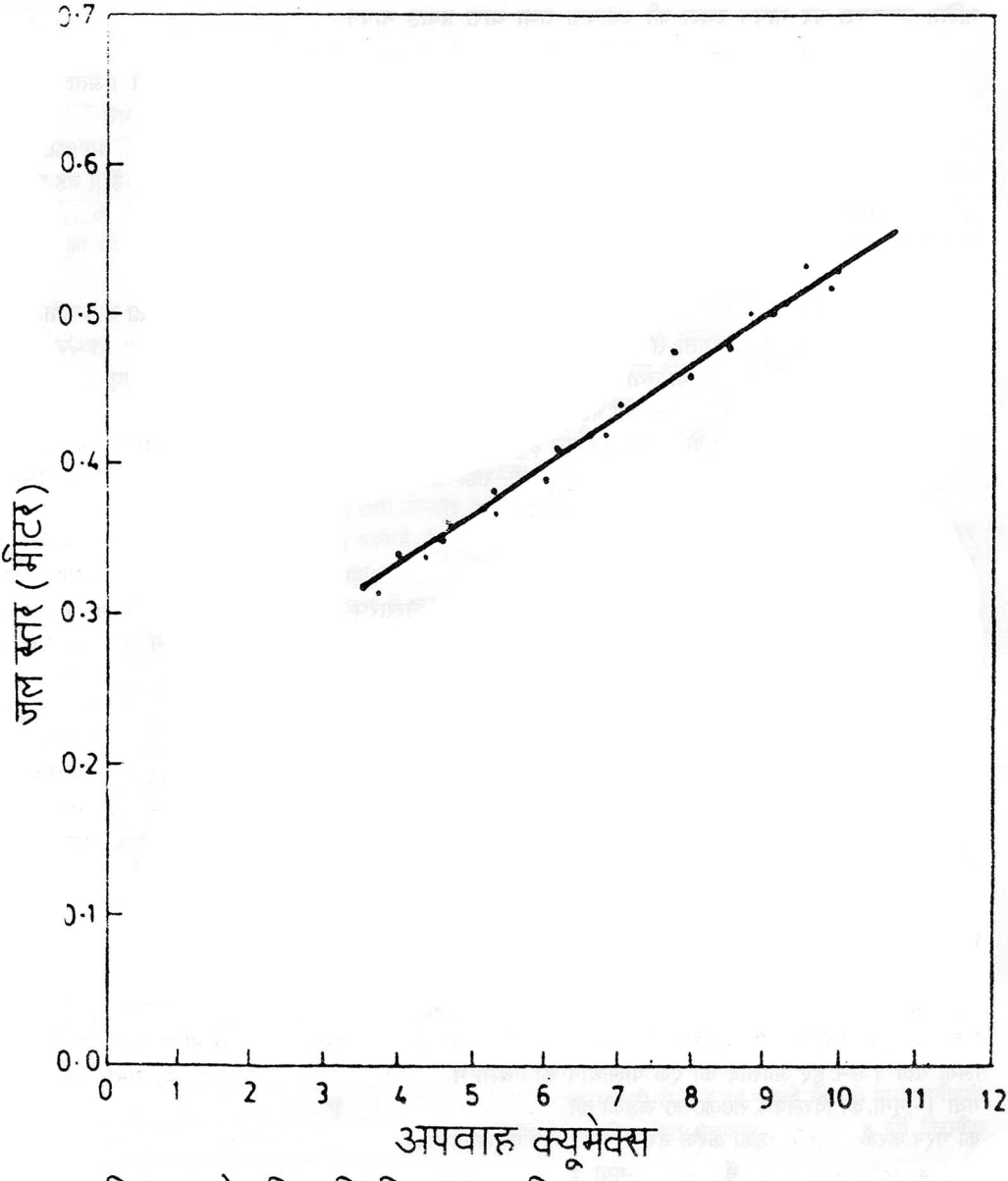
मापन स्थल पर प्रत्येक घंटे वायु तापमान तथा गलित जल तापमान के प्रेक्षण लिए गए । प्रेक्षण केवल दिन के समय में ही लिए गए । इन प्रेक्षणों का प्रयोग करके दैनिक औसत की गणना की गई । आंकड़ों से यह स्पष्ट है कि वायु तापमान तथा गलित जल तापमान दोनों ही जून माह में अधिकतम थे । इसके पश्चात दोनों तापमान घटते गए। यह भी स्पष्ट है कि वायु तापमान में गलित जल तापमान की अपेक्षा अधिक परिवर्तन है ।

## निलम्बित अवसाद

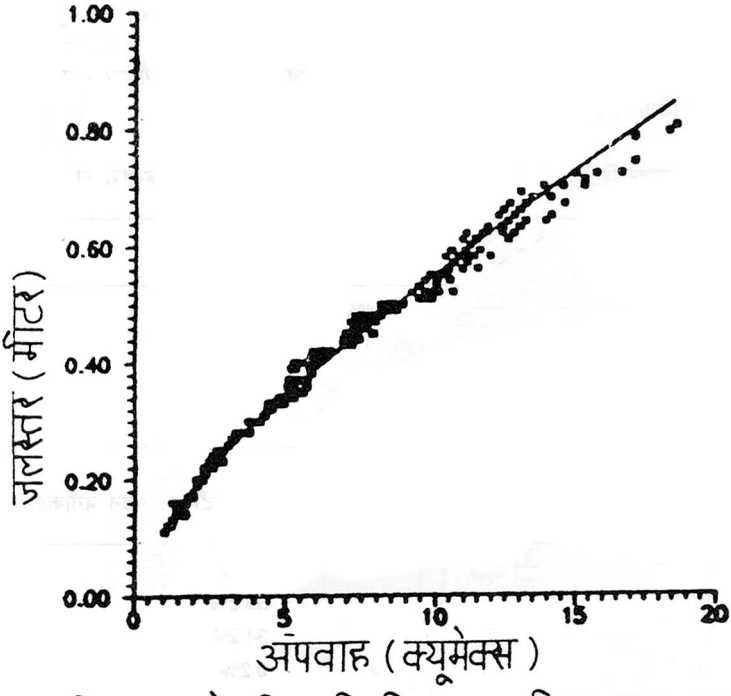
प्रतिदिन दो या तीन निलम्बित अवसाद नमूने एकत्र किये गये तथा उसी समय पर प्रवाह भी मापा गया । नमूने एकत्र करने के लिए धारा से 500 मी0ली0 पानी लेकर उसे वाटमैन–40 फिल्टर पेपर द्वारा मापन स्थल पर ही छान लिया गया । छने हुए अवसाद को एक पोलीथीन की थैली में रखकर उसके ऊपर दिनांक तथा समय लिख दिया गया । नमूनो का विश्लेषण रा0ज0स0 रूड़की की प्रयोगशाला में किया गया । सबसे पहले एक सिलिका की क्रूसिबिल को गरम करके तथा फिर ठंडा करके उसके नीयत भार पर लाया गया । उसके बाद उसमें अवसाद के नमूने को रखकर उसे 24 घंटे के लिए ओवन में रख दिया गया । ओवन का तापमान 200° सेन्टीग्रेड पर रखा गया । अधिक तापमान से राख विहीन फिल्टर पेपर पूरी तरह जल जाता है । क्रूसिबिल को अवसाद सहित पुनः तोला जाता है । कुल भार से क्रूसिबिल का भार घटाकर निलम्बित अवसाद का भार प्राप्त किया गया ।

## मृदा नमी

देखा गया है कि इस क्षेत्र में प्रायः रोज वर्षा होती है । यह सोचा जाता है कि इस स्थान पर मृदा नमी तथा सौर विकिरण पर्याप्त मात्रा में उपलब्ध होने के कारण वाष्पन के लिए उपयुक्त परिस्थितियां बनती हैं । अधिक ऊंचाई




चित्र 2-डोकरियानी हिमनद गलित-जल धारा का जल स्तर अपवाह सम्बन्ध (1992)




चित्र 3- डोकरियानी हिमनद गलित जल धारा का जल-स्तर अपवाह सम्बन्ध (1994)

तथा आवश्यक मात्रा में नमी की उपलब्धता के कारण, सूरज निकलने के बाद मेघों के बनने के लिए अनुकूल परिस्थितियां बनती हैं । यह मेघ अधिकतर दोपहर के बाद दिखाई देते हैं तथा वर्षा होती है । इस बात को ध्यान में रखकर हिमनद के पास मृदा नमी अध्ययन किया गया । भिन्न–भिन्न समय के मृदा नमी के आंकड़े सारिणी–1 में दर्शाये गये हैं । आंकड़ों से स्पष्ट है कि ग्रीष्म ऋतु में भी मृदा नमी काफी अधिक (70% से अधिक) है ।

आधार शिविर के पास से एकत्र किये गये मिट्टी के नमूनों से कण–आमाप–वितरण का भी अध्ययन किया गया। मिट्टी की संरचना में साद की मात्रा सबसे अधिक है । इस आधार पर मिट्टी का वर्गीकरण साद दोमट किया गया। विवरण सारिणी–2 में दिया गया है ।

सारिणी 1 : हिमनद आधार शिविर के पास से 1994 में एकत्र की गई मिट्टी में जलांश मात्रा

| दिनांक | मृदा जलांश |
|---|---|
| 30.7.1994 | 74% |
| 07.8.1994 | 73% |
| 17.8.1994 | 80% |
| 25.8.1994 | 76% |

सारिणी 2 : हिमनद आधार शिविर के पास से 1994 में एकत्र की गई मिट्टी का गठन वर्गीकरण

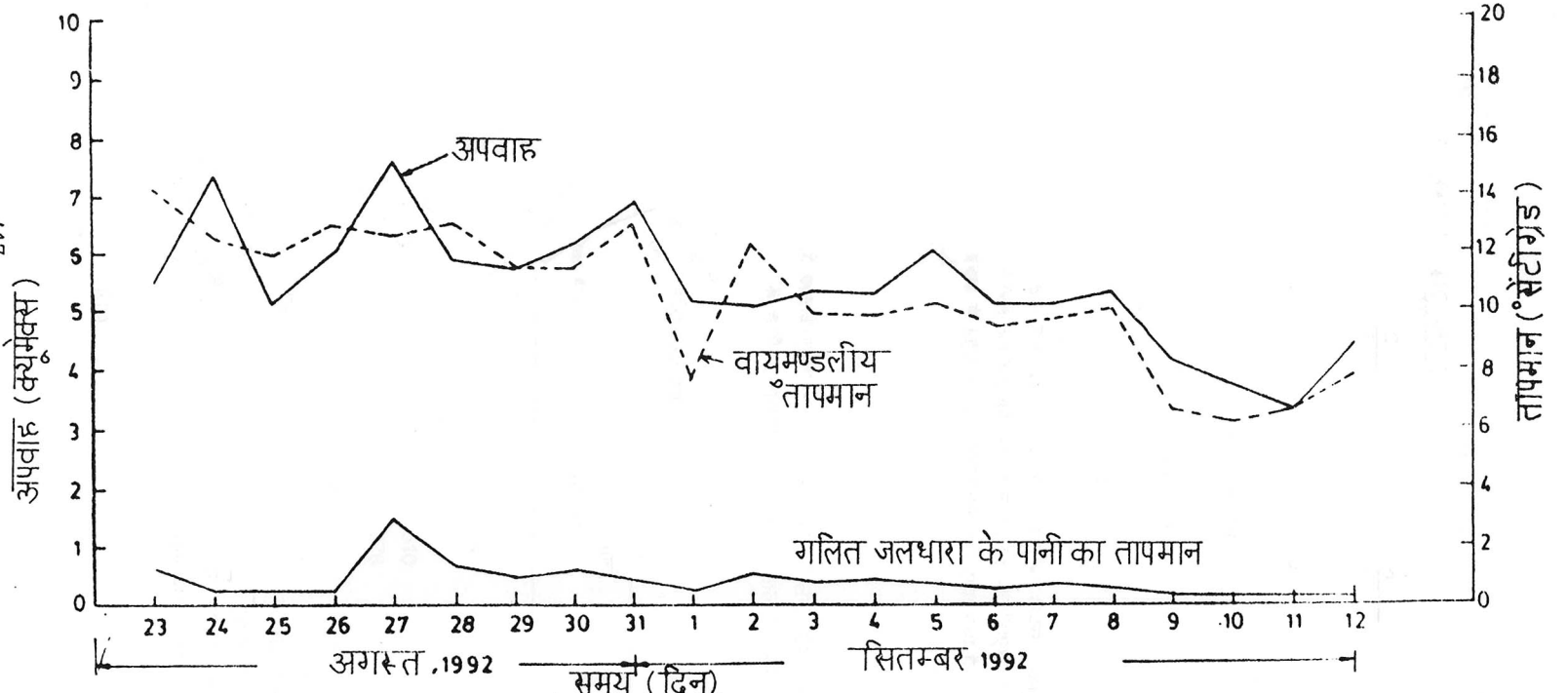
| | |
|---|---|
| मृतिका | 6.4% |
| साद | 59.2% |
| रेत | 34.2% |
| बजरी | 0.2% |

## परिणामों का विश्लेषण

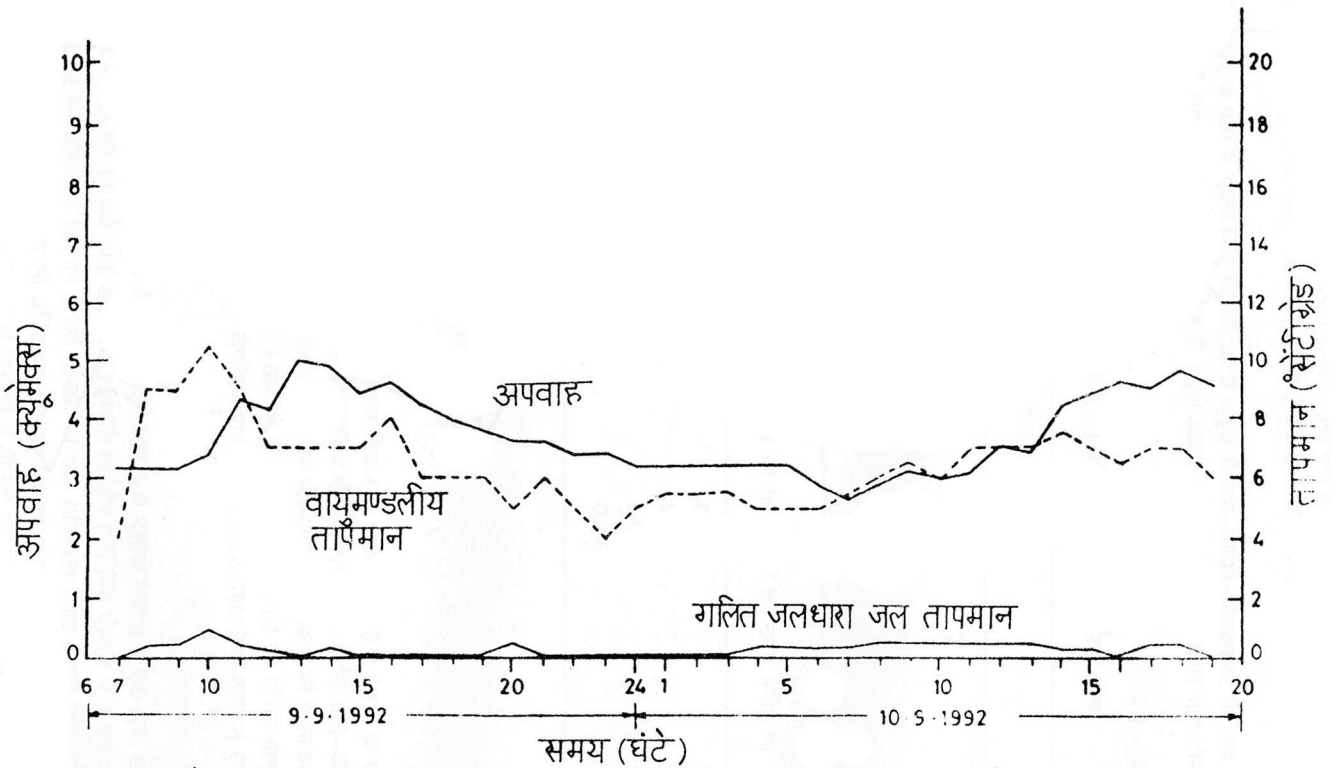
### वर्ष 1992 के अध्ययन

मापन स्थल पर 1992 में प्रेक्षित अपवाह तथा तापमान चित्र 4 में दर्शाया गया है । प्रेक्षणों के प्रारम्भ काल को छोड़कर अपवाह तथा तापमान का चलन एक जैसा है । रेखाचित्र से यह स्पष्ट होता है कि जैसे–जैसे समय बढ़ता है, शरद ऋतु के आगमन के कारण तापमान कम होने लगता है । इसके परिणाम स्वरूप हिमनद की गलन दर भी साथ–साथ घटने लगती है और धारा प्रवाह कम होने लगता है । अध्ययन काल के दौरान अपवाह का औसत मान 5.44 क्यूमेक्स तथा वायुमण्डलीय तापमान का औसत मान 10.5° सेन्टीग्रेड पाया गया । प्रेक्षित प्रवाह तथा तापमान सारिणी 3 में दिए गये हैं ।

प्रवाह तथा वायुमण्डलीय तापमान का दैनिक परिवर्तन चित्र 5 में दर्शाया गया है । एक–एक घटे के प्रेक्षणों से पता चलता है कि 9.8.92 को 10 बजे प्रातः अधिकतम तापमान था और इसी दिन दोपहर में 1 बजे अधिकतम प्रवाह मापा गया । 10.8.92 को अधिकतम तापमान 2 बजे दोपहर था तथा अधिकतम प्रवाह 6 बजे सांय मापा गया । यदि यह मान लिया जाये कि हिमनद के ऊपर भी अधिकतम तथा न्यूनतम तापमान की प्रवृति (परिमाण नहीं) ऐसी ही रही होगी, जैसी मापान स्थल पर थी, जो कि सनोट के पास ही है तो यह अनुमान लगाया जा सकता है कि गलन तथा मापन स्थल पर इसके प्रेक्षणों में 3–4 घंटे की पश्चता है ।




चित्र 4: डोकारियानी हिमनद का प्रेक्षित माध्य दैनिक अपवाह, वायुमण्डलीय तथा गलित-जलधारा जल तापमान




चित्र 5: डोकरियानी हिमनद पर अपवाह वायुमण्डलीय तथा गलित-जलधारा जल तापमान मे प्रत्येक घंटे के परिवर्तन

सारिणी 3 : 1992 के प्रेक्षणों के मुख्य तथ्य

| | |
|---|---|
| अधिकतम प्रवाह वेग | 3.75 मी0/से0 |
| न्यूनतम प्रवाह वेग | 1.54 मी0/से0 |
| अधिकतम दैनिक औसत अपवाह | 7.58 क्यूमेक्स |
| न्यूनतम दैनिक औसत अपवाह | 3.29 क्यूमेक्स |
| अधिकतम निलम्बित अवसाद भार | 1190 पी0पी0एम0 |
| न्यूनतम निलम्बित अवसाद भार | 68 पी0पी0एम0 |
| मापन स्थल पर अधिकतम दैनिक वायुमण्डलीय तापमान का औसत | 14.25° सेन्टीग्रेड |
| मापन स्थल पर न्यूनतम दैनिक वायुमण्डलीय तापमान का औसत | 6.18° सेन्टीग्रेड |
| गलित जलधारा के जल का अधिकतम तापमान | 3.1° सेन्टीग्रेड |
| गलित जलधारा के जल का न्यूनतम तापमान | 0.2° सेन्टीग्रेड |

प्रवाह के साथ निलम्बित अवसाद में परिवर्तन को चित्र 6 व 7 में दर्शाया गया है । निलम्बित अवसाद का परास सारिणी 3 में दर्शाया गया है । अध्ययन काल के दौरान निलम्बित अवसाद का औसत मान 354 पी0पी0एम0 या 180 टन/दिन अभिकलित किया गया है । धारा में गलित जल प्रवाह में बहुत अधिक उच्चावचन नहीं पाया गया है । गलित जल का औसत तापमान 0.80° सेन्टीग्रेड पाया गया ।

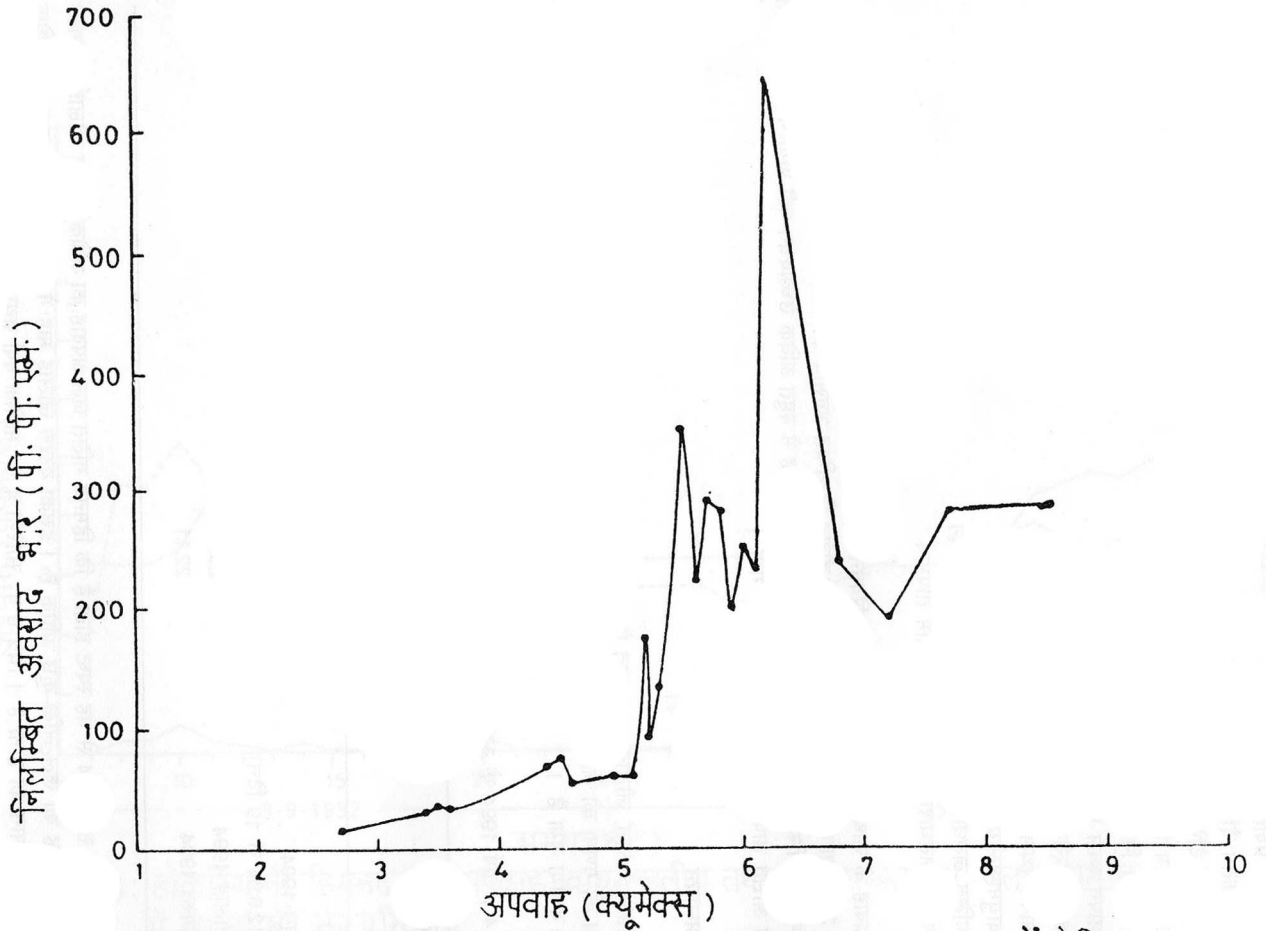
**1994 अध्ययन**

1994 में जून, जौलाई एवं अगस्त में एकत्र किये गये जलविज्ञानीय आंकड़ों द्वारा अलग–अलग महीनों के लिए जललब्धि की गणना की जा सकी तथा उनकी तुलना भी की जा सकी । सारिणी 4 में मासिक जललब्धि तथा मासिक वर्षा को दर्शाया गया है ।

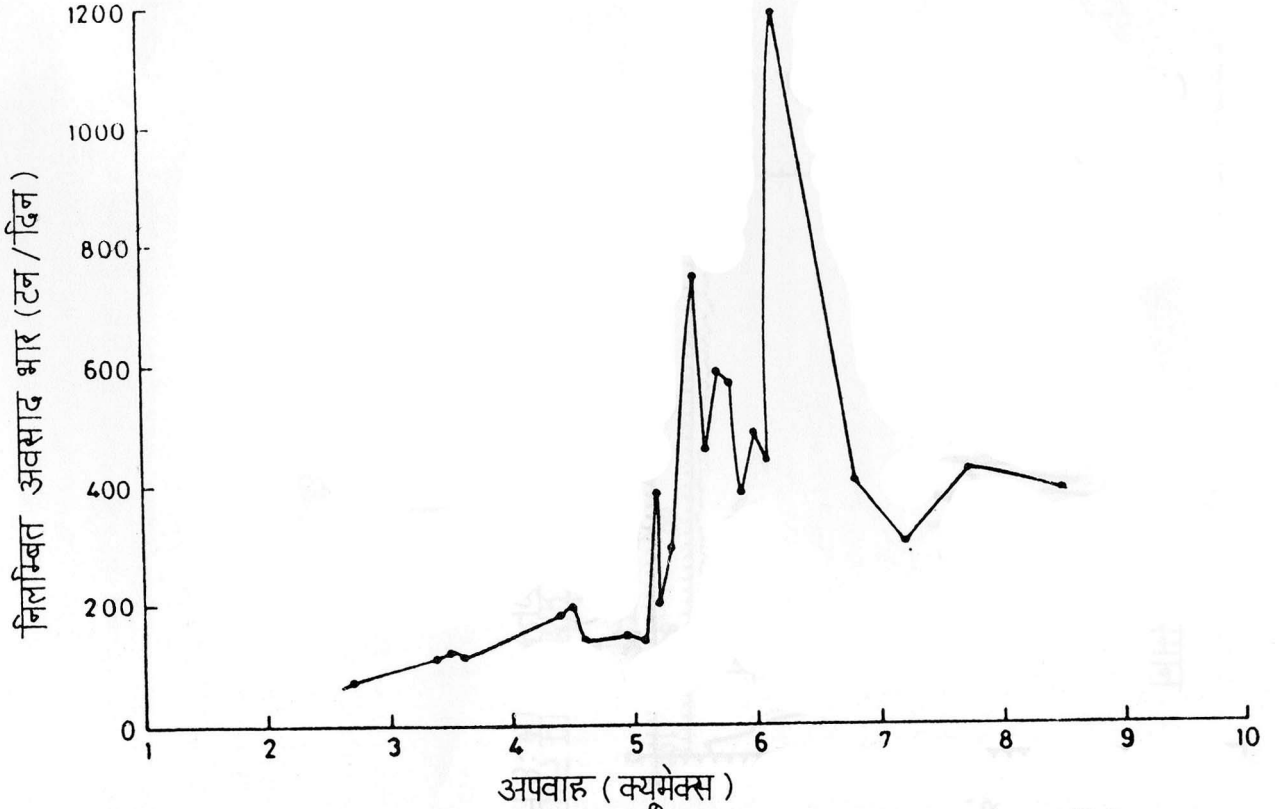
सारिणी 4 : वर्ष 1994 के अध्ययन की प्रेक्षित मासिक जल लब्धि तथा वर्षा

| माह | मासिक जललब्धि (मिलियन क्यूबिक मीटर) | मासिक वर्षा (मि0मी0) |
|---|---|---|
| जून 1994 (12.6.94 से 19 दिन) | 8.29 | 74 |
| जौलाई 1994 | 23.9 | 510 |
| अगस्त 1994 | 22.11 | 476 |

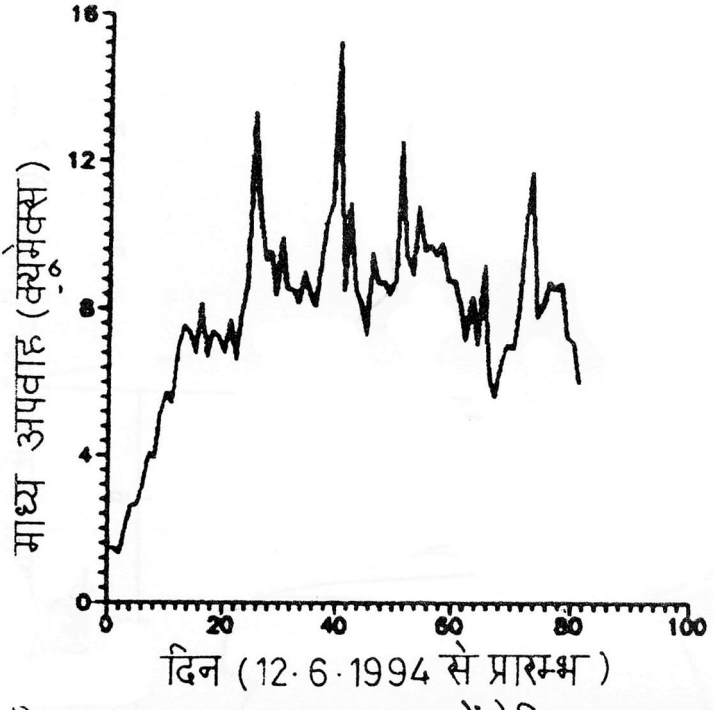
चित्र 8 एवं सारिणी 4 से यह स्पष्ट होता है कि हिमनद गलित जल अपवाह का अधिकांश भाग जौलाई व अगस्त में है । जौलाई माह की जल लब्धि कुछ अधिक है । इसका कारण जौलाई माह में अगस्त माह की तुलना में अधिक वर्षा व अधिक तापमान का होना है । चित्र 9 व सारिणी 4 में मासिक वर्षा तथा तापमान दर्शाये गये हैं । वर्तमान अध्ययन में यह पाया गया है कि हिमनद से अधिकतम जल लब्धि जौलाई माह में है तथा उसके बाद अगस्त में है ।



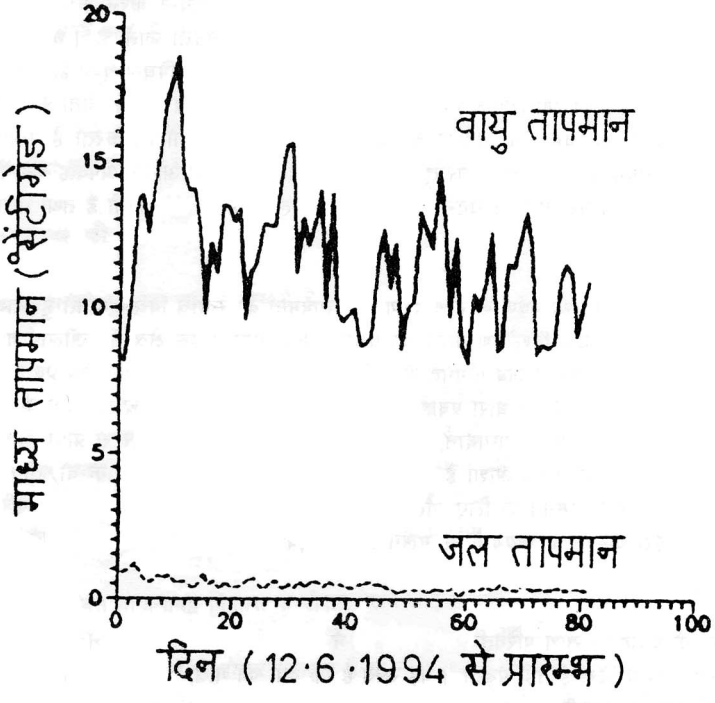

चित्र 6 : डोकरियानी हिमनद गलित-जलधारा मापन स्थल पर 1992 में प्रेक्षित अपवाह तथा निलम्बित अवसाद भार (पी॰पी॰ एम॰)




चित्र 7 : डोकरियानी हिमनद की गलित जलधारा के मापन स्थल पर 1992 में प्रेक्षित अपवाह तथा निलम्बित अवसाद (टन प्रतिदिन)




चित्र 8: मापन स्थल पर 1994 में प्रेक्षित जलधारा प्रवाह




चित्र 9: मापन स्थल पर 1994 में प्रेक्षित वायु तथा जल तापमान

यहां यह भी उल्लेखनीय है कि यद्यपि अधिकतम वायु तापमान जून माह में है परन्तु अधिकतम प्रवाह जौलाई माह में पाया गया है । इसका स्पष्टीकरण हिमनद के हिम आवरण विस्तार द्वारा दिया जा सकता है । जून माह में हिमनद हिम से ढका रहता है जिसका काशानुपात अधिक होने के कारण हिमनद की सतह पर पड़ने वाला अधिकतम विकिरण वायुमण्डल में वापस परावर्तित हो जाता है, इस कारण बहुत कम ऊर्जा, अपवाह उत्पन्न करने के लिए प्रयुक्त होती है । जैसे–जैसे समय बीतता है, हिम आवरण पिघलने के कारण हिम रेखा ऊपर चढ़ती जाती है । धीरे–धीरे हिमनद का हिम आवरण घटता जाता है तथा हिमनद की बर्फ, उन स्थानों पर जहां संचयित बर्फ पिघल चुकी होती है, अनावरित हो जाती है । दूसरे शब्दों में हिमनद का अपक्षरण क्षेत्र बढ़ता जाता है तथा संचयन क्षेत्र घटता जाता है । हिमनद की बर्फ का काशानुपात कम होता है तथा वह हिम आवरण की अपेक्षा अधिक ऊर्जा अवशोषित करता है । स्पष्ट है कि यद्यपि जौलाई और अगस्त में तापमान कम होता है, परन्तु हिमनद की भौतिक अवस्था अधिक अपवाह देने के अनुकूल होती है । शरद ऋतु प्रारम्भ हो जाने पर तापमान घटने लगता है तथा गलन दर भी घट जाती है तथा धारा में प्रवाह भी कम हो जाता है ।

अपवाह, दैनिक औसत तापमान तथा वर्षण के बीच वर्षण तथा तापमान को स्वतंत्र विचल मानते हुए तथा अपवाह को परतंत्र विचल मानते हुए समाश्रयण विश्लेषण करने का प्रयास किया गया । इस क्षेत्र में जौलाई व अगस्त में अधिक वर्षा होती है तथा यह वह ही समय है जब हिमनद से अधिकतम अपवाह आता है । वर्षा तथा प्रवाह के आंकड़ों का सूक्ष्म निरीक्षण करने पर पता चलता है कि धारा प्रवाह में पाये जाने वाले अधिकतर उच्चस्राव वर्षा के कारण होते हैं । गलित प्रवाह में, संचयन क्षेत्र की वर्षा का योगदान, अपक्षरण क्षेत्र की वर्षा की अपेक्षा देर से प्राप्त होने के कारण समाश्रयण विश्लेषण जटिल हो जाता है । यह आशा है कि अपवाह, दैनिक तापमान एवं वर्षण के दो/तीन या अधिक वर्षो के आंकड़े उपलब्ध होने पर इस हिमनद के लिए गलितजल–अपवाह–निदर्शन का अध्ययन अधिक परिशुद्धता के साथ किया जा सकता है । इस प्रकार के अध्ययनों से गलन प्रकिया एवं इसके अपवाह में रूपांतरण को समझा जा सकेगा ।

निलम्बित अवसाद के प्रवाह के साथ परिवर्तन को चित्र 10 में दर्शाया गया है । इस मापन स्थल पर प्रवाह एवं निलम्बित अवसाद में कोई सम्बन्ध दिखाई नहीं पड़ता । यह सत्य है कि वर्षा की मात्रा का निलम्बित अवसाद की मात्रा पर प्रभाव पड़ता है । भू–स्खलन का भी अवसाद की मात्रा तथा सांद्रण पर प्रभाव पड़ता है ।

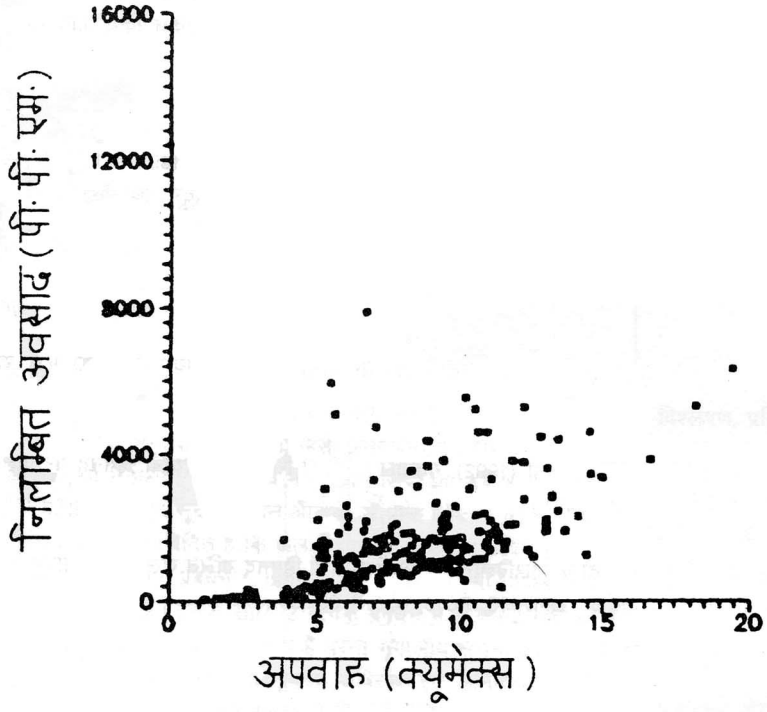
## निष्कर्ष

वर्ष 1992 व 1994 के अध्ययनों से निम्नलिखित परिणाम निकाले जा सकते हैं ।

1. हिमनद से अधिकतम जल लब्धि जौलाई मास में होती है । इसके बाद अगस्त में होती है ! परन्तु अधिकतम वायु तापमान जून में होता है ।

2. जौलाई तथा अगस्त के महीनों में जब हिमनद से अधिकतम अपवाह आता है, उस समय वर्षा भी अधिक मात्रा में होती है । वर्षा तथा धारा प्रवाह के आंकड़ों का सूक्ष्म निरीक्षण करने पर पता चलता है कि धारा प्रवाह में पाये जाने वाले अधिकतर उच्च स्राव वर्षा के कारा ही होते हैं ।

3. यद्यपि यह सत्य है कि वर्षा की मात्रा का निलम्बित अवसाद की मात्रा पर प्रभाव पड़ता है, परन्तु इस मापन स्थल पर प्रवाह तथा निलम्बित अवसाद में कोई सम्बन्ध दिखाई नहीं पड़ता । भू–स्खलन का भी अवसाद की मात्रा तथा सांद्रण पर प्रभाव पड़ता है ।




चित्र 10: मापन स्थल पर 1994 में प्रेक्षित निलम्बित अवसाद तथा जलधारा प्रवाह

4. दो/तीन या अधिक वर्षो के प्रवाह, तापमान एवं वर्षण के आंकड़े एकत्र करने के पश्चात, एक हिमनद गलित जल अपवाह निदर्शन अध्ययन करने का प्रस्ताव है ।

5. हिमनद पर आंकड़े एकत्र करने का कार्य बहुत कठिन है, किन्तु वैज्ञानिक दृष्टि से इतनी ऊंचाई तथा ऐसे वातावरण में आंकड़े एकत्र किये जाने आवश्यक हैं । अतः आंकड़े स्वचालित यंत्रों द्वारा एकत्र किये जाने चाहिए ।

## आभार

लेखक राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रूड़की के निदेशक के आभारी हें कि उन्होंने 1992 व 1994 में अध्ययन की अनुमति दी । अध्ययन कार्यक्रम आयोजित करने के लिए लेखक वाडिया संस्थान देहरादून तथा विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग, नई दिल्ली के भी आभारी हैं ।

## सन्दर्भ

प्रताप सिंह (1991 ), छोटा सिगरी हिमनद (हिमाचल प्रदेश) पर जलविज्ञानीय अध्ययन टी0आर0 106, रा0ज0स0 रूड़की ।

प्रताप सिंह, यू0के0 सिंह एवं एम0के0 शर्मा (1992), गढ़वाल हिमालय स्थित डोकरियानी हिमनद पर जलविज्ञानीय अध्ययन टी0आर0 170, रा0ज0स0 रूड़की ।

प्रताप सिंह (1993), हिमालय के हिमनदों के जलविज्ञानीय अभिलक्षण तथा हिमनद गलित जलधारा के मापन में समस्यायें, आई0ए0एच0 की जलविज्ञानीय पत्रिका, खण्ड–16, नं0 3/4, पेज 30–51.