

लघु हिमालय के सैज जलागम में सतही जल संसाधनों की उपलब्धता पर जलवायु परिवर्तन का प्रभाव

डॉ. ओमवीर सिंह

रीडर, भूगोल विभाग, कुरुक्षेत्र विश्वविद्यालय, कुरुक्षेत्र – 136119

सारांश

जल एक अति महत्वपूर्ण प्राकृतिक संसाधन है, जिसके बिना हमारा अस्तित्व असम्भव है। आई.पी.सी.सी. की नवीनतम रिपोर्ट के आधार पर 20वीं शताब्दी में पृथ्वी का औसत वार्षिक तापमान लगभग $0.74 \pm 0.18^\circ\text{C}$ बढ़ा व 21वीं शताब्दी के अंत तक यह तापमान विश्व के विभिन्न भागों में 1.4°C से लेकर 5.8°C तक बढ़ सकता है। पृथ्वी के इस बढ़ते हुए तापमान का हिमालय क्षेत्र के ग्लेशियरों व उनसे सम्बन्धित जल संसाधनों पर भारी प्रभाव पड़ने की संभावना है। इस तथ्य को ध्यान में रखते हुए सैज जलागम, जोकि हिमाचल प्रदेश राज्य के लघु हिमालय परिक्षेत्र के कुल्लू जिले में स्थित है, को एक ईकाई प्रतिनिधि के रूप में चयनित किया गया है। प्रस्तुत शोध में सैज जलागम के सतही जल संसाधनों का जलवायु परिवर्तन के संदर्भ में अवलोकन किया गया है। सैज जलागम लगभग 741 वर्ग किलोमीटर क्षेत्रफल में फैला हुआ है व इसकी समुद्र तल से न्यूनतम ऊँचाई लगभग 900 मीटर व अधिकतम ऊँचाई 6100 मीटर है। स्त्रोत से लेकर निकास तक इस जल संभरण की लंबाई लगभग 55 कि.मी. है। जलागम के जलग्रहण क्षेत्र में ऊँचाई के साथ-साथ वर्षा की मात्रा, हिम आवरण व ग्लेशियरों से छादित क्षेत्र में परिवर्तन देखने को मिलता है। इस शोध में प्रयोग किए गए जलवायु व नदी के निस्सारण से सम्बन्धित 24 वर्ष (1981-2004) के आंकड़े भाखड़ा ब्यास प्रबंध बोर्ड, पंडोह से एकत्रित किए गए हैं। सैज जलागम के आंकड़ों का विश्लेषण दर्शाता है कि 1981-2004 के मध्य इस जलागम में वर्षा के प्रारूप में कोई विशेष उतार-चढ़ाव का क्रम नहीं पाया गया परन्तु नदी के जल के निस्सारण में काफी कमी पाई गई। विश्लेषण से यह भी पता चला कि नदी के जल का निस्सारण न केवल घटा बल्कि दिसम्बर, जनवरी व अप्रैल के महीनों में इसमें महत्वपूर्ण कमी भी दर्ज की गई। इन महीनों में नदी के जल निस्सारण की यह कमी मुख्यतः जलागम के उच्च क्षेत्रों में अधिक मात्रा में हुए हिमपात को दी जा सकती है। सैज जलागम के निस्सारण में यह कमी इस क्षेत्र में स्थापित विद्युत परियोजनाओं के लिए एक चुनौती साबित हो सकती है। अतः आने वाले समय में नीति निर्धारकों को विद्युत व सिंचाई परियोजनाओं को स्थापित करने से पहले काफी सोच विचार करना होगा। यह शोध पत्र विशेषतः कृषि विशेषज्ञों, जल संसाधन नीति निर्माताओं व खासतौर पर बांध अभियन्ताओं को भविष्य में जल संसाधनों से संबंधित निर्णयों में सहायता प्रदान करने में मददगार साबित होगा तथा आने वाले समय में इस क्षेत्र में जल संसाधनों के विकास की प्रभावी नीति बनाने में भी मदद करेगा। इस अध्ययन से सिंचाई व जलविद्युत परियोजनाओं के सतत् विकास की प्रक्रिया को भी बल मिल सकेगा।

प्रस्तावना

मनुष्य के स्वार्थपरक क्रियाकलापों तथा प्रकृति के प्रति लापरवाही की वजह से भूमण्डलीय ऊष्णीकरण सबसे महत्वपूर्ण पर्यावरणीय मुद्दे के रूप में विश्व के सम्मुख उपस्थित हुआ है। इस बढ़ते भूमण्डलीय ऊष्णीकरण का सामना सम्पूर्ण मानवजाति को आगामी सदियों में करना पड़ेगा। सामान्यतः भूमण्डलीय ऊष्णीकरण की प्रवृत्ति सम्बन्धित क्षेत्र के जलविज्ञानीय चक्र को तथा विशेष रूप से हिम व हिमनद को प्रभावित करती है। भूमण्डलीय ऊष्णीकरण का हिम व हिमनद जलविज्ञान के विभिन्न पहलुओं पर सिंह व सिंह (2001) ने विस्तृत रूप से प्रकाश डाला है।

जल एक अति महत्वपूर्ण प्राकृतिक संसाधन है, जिसके बिना हमारा अस्तित्व असम्भव है। आई.पी.सी.सी. की नवीनतम रिपोर्ट के आधार पर बीसवीं शताब्दी में पृथ्वी का औसत वार्षिक तापमान 0.74 ± 0.18 डिग्री सेन्टीग्रेड बढ़ा व इक्कीसवीं शताब्दी के अन्त तक यह तापमान विश्व के विभिन्न भागों में 1.4°C से लेकर 5.8°C तक बढ़ सकता है। पन्त एवं कुमार (1977) के अनुसार पिछली सदी में भूमण्डलीय ऊष्णीकरण के साथ-साथ भारतवर्ष के ऊपर 0.57°C प्रति सौ वर्ष की ऊष्णीकरण वृद्धि की प्रवृत्ति पाई गई है व अगले सौ वर्षों में 2°C की वृद्धि प्रस्तावित की गई है। ऊष्णीकरण का प्रभाव दक्षिणी पश्चिमी मानसून व शीत ऋतु में मुख्य रूप से होगा। आई.पी.सी.सी. (2001) की रिपोर्ट के अनुसार अधिकतर हिमालयी हिमनद तीव्र गति से प्रतिसारित हो रहे हैं। नेपाल हिमालय में 1970 के उपरान्त तापमान वृद्धि के स्पष्ट संकेत मिले हैं। विशेषतः अधिक ऊँचाई वाले क्षेत्रों में अधिक तापवृद्धि पाई गई है। पर्वतीय हिमनदों के पालन एवं हिमवर्षा में कमी परोक्ष रूप से पीने योग्य जल संसाधनों एवं सिंचाई व जल के अन्य अनुप्रयोग जैसे कि जलविद्युतीय परियोजनाओं को प्रभावित करेगी। उपग्रहों द्वारा प्रेषित दृश्यों में पाया गया है कि 1960 के बाद से अब तक भूमण्डलीय स्तर पर हिमाच्छादित क्षेत्र में 10 प्रतिशत की कमी हुई है। यूरोपीय एलप्स के हिमनदों का क्षेत्रीय विस्तार 30 से 40% तथा आयतन 50% कम हुआ है (हेबेरली एवं बैलिस्टन, 1998)।

सिंह व बैटसन, 2003 ने हिमालयी बेसिन अध्ययन क्षेत्र में ऊष्णतर जलवायु प्रवाह के कारण हिमाच्छादित क्षेत्रफल में होने वाली कमी का अध्ययन किया और पाया कि हिमाच्छादित क्षेत्रफल में ऊष्णतर जलवायु में आने वाले कमी की प्रवृत्ति गलनकाल के साथ-साथ परिवर्तित होती रहती है जोकि मौसम के आरम्भ व अन्त में अपेक्षाकृत अधिक होती है। हिमालयी हिमनदों के प्रतिसारित होने की प्रवृत्ति का अन्वेषण की श्रृंखला के अन्तर्गत टांगडी (2000) ने गंगोत्री हिमनद के मुख की स्थिति में होने वाले परिवर्तनों का अध्ययन किया और पाया कि गंगोत्री हिमनद के प्रतिसरण का कारण जलवायु का ऊष्णतर होना है। उपरोक्त तथ्यों को ध्यान में रखते हुए सैज जलागम जो कि हिमाचल प्रदेश राज्य के लघु हिमालय परिक्षेत्र के कुल्लु जिले में स्थित है, को एक इकाई प्रतिनिधि के रूप में प्रस्तुत शोधपत्र के लिए चयनित किया गया है व इस जलागम के सतही जल संसाधनों का जलवायु परिवर्तन के संदर्भ में अवलोकन करने का प्रयास किया गया है।

सामग्री तथा विधि

अध्ययन का क्षेत्र

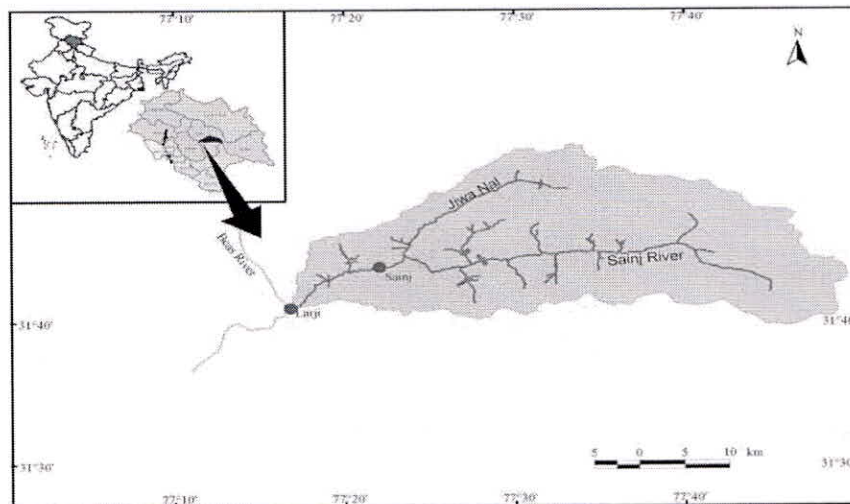
सैज जलागम लघु हिमालय क्षेत्र में लगभग 741 वर्ग कि.मी. क्षेत्रफल में फैला हुआ है व इसकी समुद्रतल से न्यूनतम ऊँचाई 900 मी. व अधिकतम ऊँचाई 6100 मी. है। स्रोत से लेकर निकास तक इस जल सम्भरण की लम्बाई लगभग 55 कि.मी. है यह जल सम्भरण $31^{\circ} 42' 10''$ - $31^{\circ} 55' 02''$ ऊतरी अक्षांशों एवं $77^{\circ} 12' 56''$ - $77^{\circ} 45' 56''$ पूर्वी देशान्तरों के मध्य स्थित है (चित्र-1)। जल सम्भरण का 54% से अधिक क्षेत्रफल 3000 से 4800 मी. के मध्य स्थित है। जल सम्भरण की औसत ऊँचाई 3510 मी. है व इसका लगभग 32% क्षेत्रफल हिम व हिमनदों से ढका हुआ है। इस जल सम्भरण की चट्टानें मुख्यतः प्रीकैम्ब्रियन काल से सम्बन्धित है। जल सम्भरण का अपवाह तंत्र वृक्षाकार है।

जल सम्बन्धी आंकड़ों का एकत्रीकरण

प्रायः हिमालय क्षेत्र दुर्गम होने के कारण यहां पर हाइड्रोलॉजी से सम्बन्धित आंकड़ों का उपलब्ध होना एक कठिन समस्या है। इस शोध में प्रयोग किए गए जलवायु व नदी के निस्सारण से सम्बन्धित चौबीस वर्ष के दैनिक आंकड़े (1981-2004) भाखडा ब्यास प्रबन्ध बोर्ड, पंडोह से एकत्रित किए गए हैं। प्रस्तुत शोध में प्रयोग किए गए आंकड़े जल सम्भरण के निकासी क्षेत्र से लिए गए हैं। इस जल सम्भरण का निकास लारजी नामक स्थान पर है।

भूमि उपयोग संबंधी आंकड़ों का एकत्रीकरण

जल सम्भरण के अन्तर्गत भूमि उपयोग संबंधी आंकड़े एवं सूचनाएँ सुदूर संवेदन तकनीक से एकत्रित किए गए हैं। जल सम्भरण के भूमि उपयोग सम्बन्धी आंकड़े निकालने के लिए 1977 के फोटोचित्र व 1999 की भारतीय सुदूर संवेदन LISSIII की FCC प्रयोग में लाई गई है। इन फोटो चित्र व सुदूर संवेदन प्रतिचित्रों की मदद से कृषि, वन, हिमक्षेत्रों व हिमनदियों आदि के आँकड़े प्रतिपादित किए गए हैं। आँकड़ों का प्रतिपादन करते समय इन फोटोचित्रों व प्रतिचित्रों में प्रकाश, छाया, प्रतिरूप व संबंध आदि तकनीकों का ध्यान रखा गया है।



चित्र-1- भारत के हिमाचल प्रदेश राज्य में सैज जल सम्भरण की रूपरेखा

इस विधि में प्रतिपादित भूमि उपयोग के आंकड़ों को स्कैन करके भौगोलिक सूचना प्रणाली में अंकीकृत किया गया व भूमि उपयोग से सम्बन्धित आँकड़ों के क्षेत्रफल को प्रतिपादित किया गया है।

सांख्यिकीय विश्लेषण

जल सम्भरण के हाइड्रोलॉजी से सम्बन्धित विभिन्न आँकड़ों का प्रमाणित गणितीय व सांख्यिकीय विधियों से विश्लेषण किया गया है। हाइड्रोलॉजी से सम्बन्धित विभिन्न घटकों को सारणी व रेखाचित्रिय विधि से दर्शाया गया है। औसत, माध्य विचलन व परिवर्तनीयता गुणांक आदि सांख्यिकीय विधियों का प्रयोग भी किया गया है। औसत और परिवर्तनीयता गुणांक का महत्त्व जानने के लिए एक और पांच प्रतिशत स्तर पर षष्ठ सांख्यिकीयों का प्रयोग भी प्रस्तुत शोध में आंकड़ों के विश्लेषण के लिए किया गया है।

परिणाम तथा व्याख्या

जल सम्भरण के भूमि उपयोग में परिवर्तन

सारणी-1 सैज जल सम्भरण के भूमि उपयोग में होने वाले परिवर्तन को दर्शाती है। इस सारणी से पता चलता है कि जल संभरण का अधिकांश भू-भाग वनाच्छादित है एवं शेष या तो बंजर व बेकार है या हिमनदियों से ढका हुआ है। 1977-1999 के मध्य सैज जल सम्भरण के क्षेत्र में हिमनदियों के क्षेत्रफल व हिमच्छादित क्षेत्रफल में लगभग 18% की कमी दर्ज की गई। हिमाच्छादित व हिमानियों के क्षेत्रफल में होने वाली इस कमी का जलसंभरण के जलनिस्सारण में काफी योगदान रहा है। सैज जल सम्भरण के हिमाच्छादित व हिमनदियों के क्षेत्रफल में होने वाली इस कमी का मुख्य कारण हिमालय क्षेत्र में होने वाले भूमण्डलीय ऊष्णीकरण से संबंधित जलवायु परिवर्तन को दिया जा सकता है।

सारणी 1 – सैज जल सम्भरण क्षेत्र में फोटोचित्रों व सुदूर प्रतिचित्रों द्वारा प्रतिपादित भूमि उपयोग

भूमि उपयोग	क्षेत्रफल (वर्ग कि.मी.)	क्षेत्रफल (प्रतिशत)	क्षेत्रफल (वर्ग कि.मी.)	क्षेत्रफल (प्रतिशत)	क्षेत्रफल में बढ़त/कमी (वर्ग कि.मी.)	क्षेत्रफल में बढ़त/कमी (प्रतिशत)
	1977	1977	1999	1999	1977-1999	1977-1999
कृषि योग्य भूमि	34.9	4.7	33.2	4.5	- 1.7	-0.2
निम्नीकरण-वन	16.5	2.2	11.4	1.5	- 5.1	-0.7
वन	214.2	28.9	282.8	38.2	68.5	9.3
हिमनदी	73.3	9.9	69.9	9.4	-3.4	- 0.5
पहाड़ी झाड़ जंकाड़/शैल पर्वत	100.2	13.5	175.9	23.8	75.7	10.2
हिमाच्छादित	301.5	40.7	166.9	22.6	-134.6	- 18.2

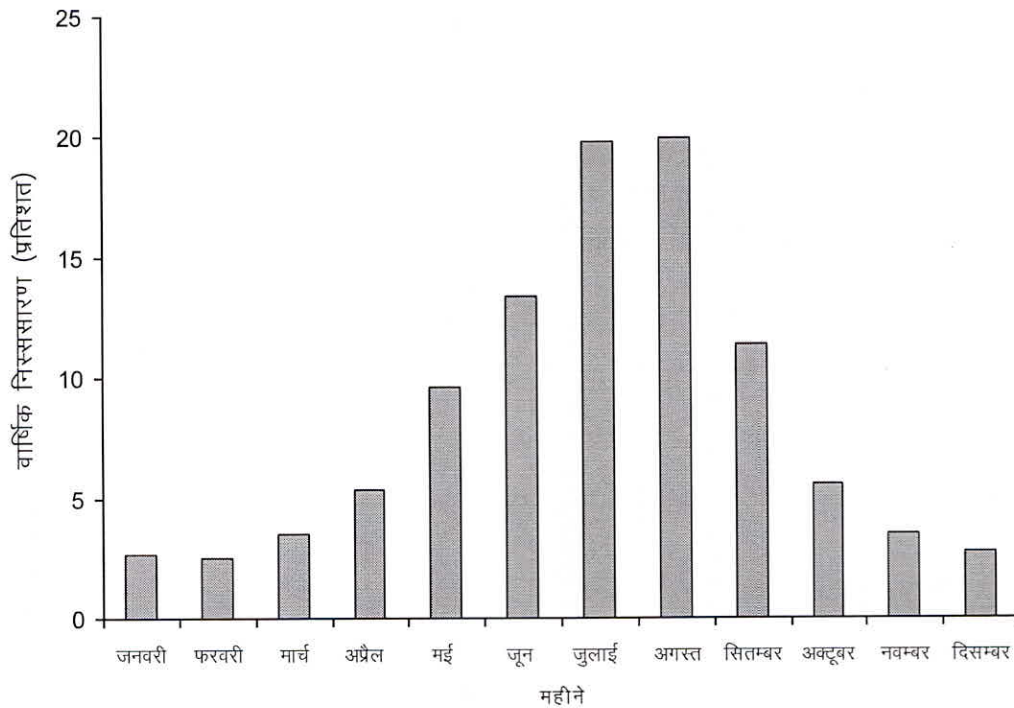
वर्षा

सैज जल सम्भरण में वर्षा से सम्बन्धित आंकड़े दर्शाते हैं कि अधिकतम व न्यूनतम वर्षा में काफी अन्तर पाया गया है जो वर्षा में अनियमितता को दर्शाते हैं। अध्ययन काल के दौरान अधिकतम वर्षा 2030 मि.मी. 1997 में व न्यूनतम वर्षा 594 मि.मी. 1984 में दर्ज की गई। वर्षा की लगभग 50 प्रतिशत मात्रा जून से सितम्बर मध्य के दौरान दर्ज की गई। जल सम्भरण में सर्वेक्षण के दौरान पाया गया कि वर्षा की मात्रा 2500 मि. की ऊँचाई तक बढ़ती है और इसके पश्चात उत्तरोत्तर कम होती चली जाती है व अधिक ऊँचाई वाले क्षेत्रों में यह केवल हिम के रूप में ही रह जाती है। जल सम्भरण में वार्षिक वर्षा का परिवर्तनीयता गुणांक लगभग 27 प्रतिशत रहा, परिवर्तनीयता गुणांक सबसे अधिक मानसून के बाद अक्टूबर-नवम्बर महीनों में पाया गया। इस काल में परिवर्तनीयता गुणांक 130% रहा। लगभग 71% वर्षा 5 मि.मी. या अधिक बारम्बारता की दर्ज की गई। अध्ययन काल के दौरान जल संभरण की वर्षा की मात्रा में विशेषतः कोई अंतर नहीं पाया गया। परन्तु जब जल संभरण के आंकड़ों को दो भागों में (1981-1992, 1993-2004) में विभाजित किया गया तो

दिसम्बर के महीने में लगभग 57% दशकीय कमी एक प्रतिशत महत्त्वपूर्ण स्तर पर दर्ज की गई। दशकीय वार्षिक वर्षा में भी यह कमी लगभग 3.4% दर्ज की गई।

जल सम्भरण में जल का निस्सारण

वर्षा की मात्रा व नदी के जल निस्सारण में अनुपातिक संबंध है। निस्सारण का मात्रात्मक अनुमान किसी भी जल संभरण की हाइड्रोलॉजी सम्बन्धी दशाओं को समझने में महत्त्वपूर्ण योगदान देता है। इसलिए जल संभरण के मुहाने से होने वाले जल प्रवाह का अध्ययन लघु हिमालय क्षेत्र में स्थापित विद्युत परियोजनाओं व आने वाले समय में स्थापित की जाने वाली विद्युत परियोजनाओं के लिए एक महत्त्वपूर्ण सूचना का स्रोत होगी। जल सम्भरण में जल निस्सारण अप्रैल मास से लेकर सितम्बर मास तक लगातार बढ़ता है व इसके बाद फरवरी माह तक निरन्तर कम होता जाता है परन्तु जलसम्भरण में कभी भी जल का निस्सारण शून्य नहीं होता। अगस्त माह में जल का निस्सारण उच्चतम स्तर पर होता है। सैज जल संभरण में लगभग 40% जल का निस्सारण जुलाई व अगस्त के महीनों में होता है (चित्र - 2)। इन महीनों में जल का उच्चतम निस्सारण वर्षा की अधिक मात्रा व जल संभरण के उच्च क्षेत्रों में हिम के गलन के कारण होता है। सैज जल संभरण में अध्ययन काल के दौरान अधिकतम जल का निस्सारण 3 अगस्त 1997 को 536.7 घनमीटर प्रति सैकण्ड दर्ज किया गया। सैज जल संभरण से लगभग साठ प्रतिशत जल का निस्सारण मानसून ऋतु के दौरान होता है। इस ऋतु में जल के निस्सारण में परिवर्तनीयता गुणांक सबसे कम दर्ज किया जाता है। मानसून ऋतु में जल के निस्सारण में होने वाले परिवर्तन से वार्षिक जल के निस्सारण की मात्रा पर काफी असर पड़ता है।



जल संभरण में जल के निस्सारण की प्रवृत्ति

अध्ययन काल के दौरान सैज जल संभरण में जनवरी व अप्रैल के महीनों में क्रमशः एक प्रतिशत स्तर पर कमी दर्ज की गई जबकि दिसम्बर के महीने में यह कमी 5 प्रतिशत स्तर पर महत्त्वपूर्ण आंकी गई। इन महीनों में नदी के जल निस्सारण की यह कमी मुख्यतः जलागम के उच्च क्षेत्रों में अधिक मात्रा में हुए हिमपात को दी जा सकती है। विश्लेषण के दौरान दशकीय जल के निस्सारण में महत्त्वपूर्ण कमी दर्ज की गई। जल के निस्सारण में सबसे अधिक दशकीय कमी नवम्बर व दिसम्बर के महीनों में दर्ज की गई। विश्लेषण के दौरान यह भी पाया गया कि नवम्बर व दिसम्बर के महीनों में जल के निस्सारण में होने वाली यह कमी 1 प्रतिशत स्तर पर महत्त्वपूर्ण है। सर्दी की ऋतु में भी जल के निस्सारण में 21.7 प्रतिशत की कमी पाई गई व यह भी एक प्रतिशत के स्तर पर महत्त्वपूर्ण कमी है। शरद ऋतु में जल के निस्सारण की इस कमी का श्रेय जल संभरण में होने वाले भूमण्डलीय ऊष्मीकरण से जलवायु में होने वाले परिवर्तन को दिया जा सकता है। हिमालय क्षेत्र में जल के निस्सारण में होने वाली यह कमी सतलुज व व्यास आदि नदियों के जल के निस्सारण

में भी पाई गई है (भूटयानी एट ऑल, 2008)। सतलुज व व्यास नदी के जल के निस्सारण में होने वाली इस कमी का कारण भी हिमालय क्षेत्र में भूमण्डलीय उष्मीकरण से जलवायु में होने वाले परिवर्तन को दिया गया है।

निष्कर्ष

उपरोक्त अध्ययन से पता चलता है कि सैज जल सम्भरण एक ऐसा जल सम्भरण है जिसमें वर्षा, हिमाच्छादित व हिमानियों के पिघलने से जल का निस्सारण होता है। जल सम्भरण में 1981-2004 के मध्य $13.1 \times 10^3 \pm 1.8 \times 10^3$ घन मीटर प्रति सैकिंड औसत जल का निस्सारण हुआ। जल सम्भरण से जल के निस्सारण में परिवर्तनीयता गुणांक लगभग 14% दर्ज किया गया। इस जल सम्भरण में परिवर्तनीयता गुणांक दर्शाता है कि सैज जल सम्भरण मानवीय क्रियाओं से अधिक बाधित नहीं है और इसके जल निस्सारण को विद्युत जल उत्पादन के लिए लम्बे समय तक प्रयोग में लाया जा सकता है। हालांकि वर्ष के कुछ महीनों में जैसे जनवरी, अप्रैल व दिसम्बर महीनों में जल के निस्सारण में होने वाली कमी इस क्षेत्र में स्थापित व स्थापित की जाने वाली विद्युत परियोजनाओं के लिए एक चुनौती साबित हो सकती है। अतः आने वाले समय में नीति निर्धारकों को इस क्षेत्र में विद्युत व सिंचाई परियोजनाओं को स्थापित करने से पहले काफी सोच विचार करना होगा। यह शोधपत्र विशेषतः कृषि विशेषज्ञों, जल संसाधन नीति निर्धारकों व बांध अभियंताओं को जल संसाधनों से सम्बन्धित सहायता प्रदान करने में मददगार साबित होगा तथा आने वाले समय में इस क्षेत्र में जल संसाधन विकास की प्रभावी नीति बनाने में भी मदद करेगा। इस अध्ययन से सिंचाई व जल विद्युत परियोजनाओं के सतत विकास की प्रक्रिया को भी बल मिल सकेगा।

संदर्भ

हैबरली, डब्ल्यू, एण्ड बेनिस्टन, एम (1998), "क्लाइमेट चेंज एण्ड इट्स इम्पैक्ट ऑन ग्लेशियर्स एण्ड पर्माफ्रास्ट इन द ऑल्प्स", एमबीओ, 27, 258-265 ।

सिंह, पी एण्ड बैंग्टसन एल. (2003), "इफैक्ट ऑफ वार्मर क्लाइमेट ऑन द डिप्लीशन ऑफ स्नो कवर्ड एरिया इन द सतलज बेसिन इन द वेस्टर्न हिमालयन रीजन", हाइड्रोलॉजीकल साइंसेज जर्नल ।

सिंह पी एण्ड सिंह वी पी (2001), "स्नो एण्ड ग्लेशियर हाइड्रोलॉजी", क्लुवर एकेडमिक पब्लिशर्स, नीदरलैंड

टांगड़ी, ए के. (2000), "इन्टीग्रेशन ऑफ रिमोट सेन्सिंग डाटा विद कन्वेंशनल मैथडोलॉजीज इन स्नो मैल्ट रन ऑफ मॉडलिंग इन भागीरथी रिवर बेसिन, यू पी हिमालयाज", टैक्नीकल रिपोर्ट, रिमोट सेन्सिंग एप्लीकेशन सेन्टर, लखनऊ

पंत, जी बी एण्ड कुमार के आर (1997), "क्लाइमेट ऑफ साऊथ एशिया", जोन विली एण्ड सन्स लिमिटेड, वेस्ट संसेक्स, यू के

आई पी सी सी (इन्टर गवर्नमेन्टल पैनल ऑन क्लाइमेट चेंज), रिपोर्ट (2001), "क्लाइमेट चेंज-द साइन्टिफिक बेसिस", (एडिटर्स)

हाऊटन, जे टी, डिंग वाई, ग्रिगस, डी जे, नौगर एम. परधल डर लिन्डैन पी जे डे, एम्स, मास्कल, के और जॉनसन, सी ऐ

भूटयानी एम आर, काले एस विश्वास व पंवार एंड जे (2008) चेंचिंग स्ट्रीमफलो पैटर्न इन दा रीवर ऑफ नॉर्थ वैस्टर्न हिमालया : इम्प्लीकेशन्स ऑफ ग्लोबल वार्मिंग इन दा 20वीं सैन्चुरी, करंट साइंस, 95, 618-626