

# हिमालय बेसिन में हिमाच्छादित क्षेत्र के अपक्षय से वायुताप का संबंध

मनोहर अरोरा  
वैज्ञानिक-बी

आर.डी. सिंह  
वैज्ञानिक-एफ

हुकुम सिंह  
वरिष्ठ शोध सहायक

राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान रुड़की

## सारांश

माध्य वायु ताप के प्रयोग से हिमाच्छादित क्षेत्र (एस.सी.ए.) के अपक्षय के मूल्यांकन के लिए एक प्रणाली की रूपरेखा तैयार की गई तथा इसका परीक्षण किया गया। चूंकि हिम का अपक्षय हिमाच्छादित क्षेत्र तथा उसके आसपास की जलवायु की दशाओं का एक संचयी प्रभाव होता है, अतः एक निकटवर्ती स्टेशन के संचयी माध्य ताप (सी.टी.एम) को एस.सी.ए. के अपक्षय को दर्शाना चाहिए। पश्चिमी हिमालय क्षेत्र में अवस्थित सतलुज बेसिन (22,305 वर्ग कि.मी.) के लिए अध्ययन किया गया। यहाँ पर मार्च के आरम्भ में हिम गलन शुरू होता है, अतः सी.टी.एम के अभिकलन के लिए 01 मार्च को निर्देश तिथि माना गया। एस.सी.ए. तथा सी.टी.एम के बीच संबंध संस्थापित करने के लिए तीन अपक्षय मौसमों (1987-1989) के आंकड़ों को प्रयोग में लाया गया। यह पाया गया कि एस.सी.ए. का अपक्षय सी.टी.एम ( $R^2 > 0.98$ ) सहसंबंधित है। पर्वतीय बेसिनों में हिम वितरण के आधार एस.सी.ए. के चरघातांकी घटौती की व्याख्या की जा सकती है। इस प्रणाली में लुप्त आंकड़ों को आंकलित करने की क्षमता है। बेसिन में गलन मौसम के प्रथम चरण में जब एक बार अपक्षय प्रवृत्ति संस्थापित हो जाती है, तो गलन मौसम की शेष अवधि के लिए सी.टी.एम. आंकड़ों के प्रयोग से एक यथार्थ रूप में एस.सी.ए. को भी अनुकारित किया जा सकता है। ऐसे अनुप्रयोगों से एस.सी.ए. संबंधी सूचनाओं को प्राप्त करने के लिए अपेक्षित उपग्रह चित्रों की संख्या को कम किया जा सकता है। पूर्वानुमानित वायु तापों के प्रयोग से एस.सी.ए. का भी पूर्वानुमान लगाया जा सकता है। गलन अवधि में एस.सी.ए. के अपक्षय पर मौसम परिवर्तन के प्रभाव यह दर्शाते हैं कि (1-3°C) तापमान की सीमित वृद्धि के दौरान हिम का गलन तापमान के अनुसार रेखाक्रम के अनुरूप बढ़ता है। 2 °C तापमान की वृद्धि पर हिम के गलन क्षेत्र के सम्पूर्ण गलन ऋतु के दौरान 5.1 प्रतिशत तक बढ़ता है।

## 1.0 प्रस्तावना

जलविज्ञानीय चक्र का हिम एक बहुत महत्वपूर्ण घटक है और अपनी विश्व के बहुत से हिस्सों में जीव संबंधी जल संसाधन में कार्य करता है एक क्षेत्र या बेसिन में हिमाच्छादित शीत काल तूफानों की एक श्रृंखला से उन्नति करता है और गर्म जलवायु के कारण ग्रीष्मकाल की ऋतु के दौरान रिक्त करता है।

वहाँ की बेसिन और जलवायु के हालात के स्थापन की निर्भरता, हिमाच्छादित उन्नति शीतकाल कार्य के दौरान पूर्णतया या आंशिक रूप से कम हो सकती है। हिमाच्छादित जल संग्रह का मौसमी समय सारिणी पर एक बड़ा (भाग) घटक है और बढ़ती गहराई में बदलता है, और इसका जल तुल्यांक क्षेत्रीय और महाद्वीपीय जल संसाधनों पर एक बड़ा दबाव रखता है। यात्रा और अपवाह दर उत्पन्न किया जाना एक बेसिन में गलनांक क्रिया हिमाच्छादित क्षेत्र में बदलाव से संबंधित हो सकता है। (एस.सी.ए.) के विभिन्न जलविज्ञानीय अनुप्रयोग बेसिन सारिणी पर हैं। अपवाह की भविष्यवाणी जलाशय प्रबन्धन विद्युत शक्ति उत्पादन सिंचाई उपयोग एवं बाढ़ नियन्त्रण इत्यादि के क्षेत्र में विभिन्न प्रयोगात्मक अनुप्रयोगों के लिए एस.सी.ए. आकड़ों के उपयोग द्वारा किया गया हिमगलन अपवाह का निदर्शन अत्यधिक महत्वपूर्ण हैं कुछ जलविज्ञानीय मॉडल हैं, उदाहरणतः, हिम गलन अपवाह मॉडल (SRM), जो हिम गलन अभिकलन के लिए एक दैनिक आधार परिवर्तनशील (Input) एस.सी.ए. की तरह प्रयोग होते हैं (Martinecetal 1983) उसी समय में एस.सी.ए. में परिवर्तन महत्वपूर्ण भूमिका अदा करता है व निदर्शन परिवर्तन जो कि जल संसाधन के भौगोलिक परिवर्तनों में प्रभाव का परिणाम है। बड़े और अगम्य हिमालयन बेसिन के हिम गलन प्रतिरूपण अध्ययन के लिए एस.सी.ए. का अनुप्रयोग अत्यावश्यक हो गया है, जो उच्च हिमपात का अनुभव करता है लेकिन इसकी गुणता के लिए पर्याप्त मौसम वैज्ञानिक नैटवर्क नहीं रखता। पहले सुदूर संवेदन का प्रयोग एस.सी.ए. और मासिक वर्षा के बीच अनुमतिक सम्बन्ध कुछ अनुप्रयोग के लिए और विशेषतः संसार के विरल क्षेत्रों के आंकड़ों में अच्छा काम करते थे। संवेदन व्युत्पन्न एस.सी.ए. के प्रयोग से हिमालयन नदी बेसिन में हिम गलन अपवाह का प्रतिदिन आंकलन वर्धमान अभिमेय जल साधन अनु-साधन व प्रबन्धन में एक योग्य कार्य विधि के रूप में हो रहा है। (रैंगो 1977 राममुर्ति और सुबाराव 1981 ; गुप्ता 1982 ; डे 1983, 1989 ; डे और गोस्वामी 1984 ; जैन 2001 ) सिंचाई, जल ऊर्जा प्राप्ति और घरेलू व औद्योगिक, जल पूर्ति के अनुप्रयोग में हिमालयन नदियों में हिमगलन प्रेरित प्रवाह की भविष्यवाणी एक महान विमन हैं।

हिम आवरण क्षेत्र एक बेसिन में हिम आरक्षण या जल तुल्यांक के सूचक के रूप में भी प्रयोग किया गया है। (Meier 1973;φ degard and φ strem 1977 ; Rango et al. 1977). Schjødt-Osmo and Engeset (1977) हिम का क्षेत्रीय फैलाव एक मुख्य चर है और गर्मी प्रवाह विभव से सीधा संबंधित है। एक हिम आवरण का हिम जल तुल्य प्रचलित सुदूर संवेदन आंकड़े द्वारा व्युत्पन्न नहीं किया जा सकता। जबकि सक्रियात्मक बाढ़ को पूर्वानुमान को मॉनीटर करने के लिए चर हिम आवरण घटक एक महत्वपूर्ण पैरामीटर है (Schjødt-O Smo and Engeset 1997) Singh et al. (1997) and Singh and Jain (2002) ने संतुलक उपगमन का प्रयोग कर हिमालयन नदियों के वार्षिक प्रवाह में हिम और हिम पर्वत के योगदान का अनुमान के लिए हिम आवरण क्षेत्र (एस.सी.ए.) का प्रयोग किया है। सिंह और सिंह (2001) ने मौसम प्रणाली पर क्षेत्रीय हिम आवरण के विभिन्न अनुप्रयोग दिये हैं।

साधारणतया, हिम आवरण क्षेत्र के फैलाव की जानकारी संवेदन आंकड़ों द्वारा व्युत्पन्न की जाती हैं क्योंकि हिम को देखा जा सकता है और इसकी उच्च परावर्तिकता के कारण इसको संवेदन के प्रत्यक्ष झुकावों के भीतर मानचित्रित कर सकते हैं जबकि नकारात्मक - हिम क्षेत्र को नहीं। हिम गलन अहपवाह और मौसम अध्ययन की भविष्यवाणी के लिए सुदूर संवेदन एक महत्वपूर्ण औजार है। हिम मानचित्रण के लिए संवेदन आंकड़ों का प्रयोग संसार के विभिन्न क्षेत्रों में सक्रियात्मक हो गया है।

इस समय, NOAA द्वारा उत्तरी अमेरिका की 3000 नदियों की बेसिन के लिए हिम आवरण प्राप्त किया जाता है जिसमें से लगभग 300 उन्नयन के द्वारा मानचित्रित किया है जिसका प्रयोग धारा प्रवाह भविष्यवाणी में करते हैं (Carroll 1990) NOAA औसत माह के हिम आवरण के लिए भी क्षेत्रीय व ग्लोबी मानचित्र उत्पादित करता है (Dewey and Heim 1981). Rango (1993) ने हिम जल विज्ञान में सुदूर संवेदन की भूमिका का सारांश प्रस्तुत किया है। Swiss Alps में सुदूर संवेदन द्वारा हिम आवरण चित्रण का सारांश Seidel et al. (1989, 1995) ने किया। Haefner et al. (1997) ने दिर्घावधि में अलग-अलग बेसिनों के लिए हिमाच्छादित सूचना तंत्र स्थापित करने की सलाह दी। प्रयोगात्मक आधार पर ये अनुप्रयोग हिम गलन अवधि के दौरान हिम आवरण के प्रतिस्तरण प्रक्रम के प्रलेख, जलतुल्यांक के क्षेत्रीय वितरण के मानचित्र, अपवाह के अनुकरण एवं पूर्वानुमान की वर्तमान जलवायु परिस्थितियों के अन्तर्गत हिम आवरण के मौसमी एवं वार्षिक परिवर्तन के प्रबोधन से संबद्ध है। एस.सी.ए. पर सूचना प्राप्त करने के क्रम में हिम जलविज्ञानीय अनुप्रयोग के लिए हिम आवरण का सुनिश्चित एवं नियमित मानचित्र आवश्यक हो गया है तथापि सामान्यतः अध्ययन के लिए आवश्यक एस.सी.ए. आंकड़ों में अनियमितताएं हैं। उपग्रह के आंकड़ों के अत्याधिक मूल्यवान होने, आंकड़ों के विश्लेषण में अधिक समय लगने एवं बादलों की उपस्थिति के कारण आंकड़ों के अशुद्ध होने के कारण दैनिक आधार पर एस.सी.ए. आंकड़ा बेस विकसित करना अत्याधिक कठिन है। (Schijødt-0Smo एवं Engset 1997.) के अनुसार हिम गलन ऋतु में, आप्टिकल उपग्रह चित्र से वियुक्त क्रमित सूचना में बादल एक महत्वपूर्ण व्यवधान प्रस्तुत करते हैं। Haefner et al. 1997 ने प्रतिवेदित किया है कि एक हिमगलन अवधि के इसे 10 उपग्रह चित्र को प्राप्त करना अत्यधिक महंगा पड़ता है तथापि यदि किसी व्यक्ति के पास उपलब्ध संसाधन उसे इन चित्रों को खरीदने की अनुमति प्रदान करते भी हैं तब भी इनके विश्लेषण में बहुत अधिक समय लगता है। ये समस्याएं हिमालय के बेसिनों के लिए अधिक महत्वपूर्ण हो जाती हैं जहाँ मानसून से पूर्व एवं मानसून की अवधि में बादलों के लम्बे समय तक पाये जाने की सम्भावना होती है। ऐसे बेसिनों के हिम गलन निर्देशन अध्ययनों के लिए अधिक संख्या में उपग्रह चित्रों की आवश्यकता होती है जिसको प्राप्त करने के लिए बहुत अधिक धन एवं विश्लेषण हेतु बहुत समय की आवश्यकता होती है। सामान्यतः हिम गलन अवधि हेतु कुछ तिथियों के उपग्रह आंकड़ों को प्राप्त किया जाता है तथा उनका अन्तरवेक्षण करके अनुपलब्ध अवधि के आंकड़ों को ज्ञात कर लिया जाता है। अपरक्षण अवधि के दौरान अनुपलब्ध एस.सी.ए. आंकड़ों को अन्तरवेधित करने की कोई भी विधि उपलब्ध नहीं है। प्रस्तुत प्रपत्र में बेसिन में स्थित स्टेशनों के तापमान आंकड़ों का प्रयोग कर एस.सी.ए. आंकड़ों को अन्तरवेधित करने की एक पद्धति विकसित करने का प्रयास किया गया है। इस पद्धति का प्रयोग कर कोई व्यक्ति एस.सी.ए. आंकड़ों को प्राप्त करने के लिए आवश्यक उपग्रह चित्रों की संख्या में कमी कर सकता है। इस विधि में बेसिन एस.सी.ए. आंकड़ों को जनित करने के लिए तापमान आंकड़ों का प्रयोग किया जा सकता है।

## 2.0 क्रिया पद्धति

पहले गलनांक के बाद एस.सी.ए. एक निर्धारित समय पर गलन प्रारम्भ होने के पहले के हिमाच्छादित क्षेत्र के मान एवं गलन काल के दौरान तापमान की पद्धति के द्वारा जाना जा सकता है। हिम गलन के पूर्वकालन हेतु डिग्री डे अथवा तापमान इन्डेक्स विधि पहले से ही स्थापित तरीका है। वर्तमान में हिमगलन के कई निदर्श हैं जो कि उपरोक्त विधि को प्रयोग करके बेसिन से आने वाले हिम गलन अपवाह को निकालते हैं (सिंह एवं सिंह 2001) बेसिन के निचले हिस्से में जो कि अपेक्षाकृत गर्म होता है गलन पहले प्रारम्भ होता है। यहाँ पर हिम आवरण सबसे पतला होता है। क्रमानुसार बेसिन के सबसे निचले

हिस्से में हिम सबसे पहले लुप्त हो जाता है, जैसे जैसे ग्रीष्म काल आगे बढ़ता है बेसिन के ऊपरी हिस्सों में भी गलन प्रारम्भ हो जाता है। हिम आवरण समय के साथ-साथ कम हो जाता है एवं प्रत्येक समय पर गलन को वायु तापमान के साथ संबंधित किया जा सकता है। परिणाम स्वरूप गलन काल का संचयी तापमान हिमाच्छादित क्षेत्र में हानि को प्रदर्शित करता है कोई भी हिमाच्छादित क्षेत्र गर्म ऋतु अवस्थाओं में ज्यादा तीव्र गति से लुप्त होगा जबकि शीत तापमान क्षेत्र में यह गति मंद रहेगी। हिमाच्छादित क्षेत्र के कम होने की निर्भरता बेसिन में उपस्थित प्रारम्भिक हिम जल तुल्यांक से प्रभावित होती है (Rango एवं मार्टिनेट 1994) ने बताया कि प्रारम्भ में पतला हिम पुंज एक मोटे बर्फ पुंज की अपेक्षा जल्दी गल जाएगा। उन्होंने हिमाच्छादित क्षेत्र एवं संचयी मोटाई में परिवर्तन का उपयोग गर्म ऋतु दृश्यों के उपयोग द्वारा निकाले जो अप्रत्यक्ष रूप से एस.सी.ए. की तापमान पर निर्भरता को समर्थन करते हैं क्योंकि संचयी गलन मुख्य रूप से तापमान द्वारा संचालित होता है। प्रस्तुत प्रपत्र में क्रिया - पद्धति को सरल एवं सीधे-सीधे तौर पर प्रयोग में लाने के लिए उन स्थानों के तापमान आंकड़े प्रयोग किए गए हैं जो कि एस.सी.ए. के समीप हैं। हिमालयी बेसिनों के लिए गलन कार्य मार्च के लगभग प्रारम्भ होता है। इसलिए 01 मार्च को CTM संगठन हेतु संदर्भ तिथि माना गया है और उसी के अनुसार एस.सी.ए. आंकड़े उपयोग किए गए हैं।

### 3.0 अध्ययन बेसिन

वर्तमान अध्ययन सतलुज नदी बेसिन के लिए पश्चिमी हिमालय में स्थित भाखड़ा बाँध (भारतीय भाप) के लिए किया गया है। सतलुज नदी एक उच्च हिमगलन नदी है जो कि इसके वार्षिक प्रवाह में 60 प्रतिशत हिम और बर्फ गलन प्रवाह का योगदान करती है (सिंह और जैन 2001) सतलुज नदी, तिब्बती पठार में 4,600 मी. की ऊँचाई पर स्थित मानसरोवर व राकसताल झीलों से निकलती है तथा सिंधु नदी की एक मुख्य प्रवाहिनी बनाती है। अध्ययन क्षेत्र का क्षेत्रफल लगभग 22,305 वर्ग किमी. तथा इसकी ऊँचाई लगभग 500 मी. से 7,000 मी. के बीच में है। जबकि एक छोटा क्षेत्र 6,000 मी. से ऊपर स्थित है। क्षेत्र की मध्य ऊँचाई लगभग 3,600 मी. है। इस क्षेत्र का आकार और स्थिति इस प्रकार है कि इस क्षेत्र का एक बड़ा भाग वृहत हिमालय में है जहाँ सर्दियों में भारी हिमपात होता है। इस क्षेत्र का एक बड़ा भाग सर्दियों में बर्फ से ढका रहता है।

### 4.0 अध्ययन काल और प्रयुक्त आँकड़ें

पाँच वर्ष के हिमाच्छादित क्षेत्र और तापीय आंकड़ों की सहायता से गलन काल (मार्च - अगस्त) का अध्ययन किया गया है। सामान्यतया हिमाच्छादित क्षेत्र माह में एक बार, जबकि प्रतिदिन मध्यताप पूरे अध्ययन काल में उपलब्ध था। दो ऊँचे स्टेशनों काल्पा (2436 मी.) और काजा (3639 मी.) के प्रतिदिन माध्य ताप के आंकड़े इस अध्ययन में प्रयोग किये गये हैं। संचयी माध्य ताप की गणना के लिए मार्च 1 को सांदर्भिक आरंभिक बिन्दु के रूप में माना गया था।

अध्ययन बेसिन के लिए हिमाच्छादित क्षेत्र प्राप्त करने की अवधि और विश्लेषण जैन द्वारा विस्तारपूर्वक बताया गया है। (2001) 1987 के लिए लैण्डसेट (MSS) (80 मी. वियोजन) के आंकड़े जबकि 1988 -1991 के लिए आई.आर.एस. (लिस-1) के आंकड़े प्रयोग किये गये हैं।

## 5.0 परिणाम और विवेचन

गर्मी के समय में सतलुज बेसिन में समय के साथ हिमाच्छादित क्षेत्र में कमी तथा काल्पा में तीन अपशरण कालों (1987, 88 और 89) की CTM की प्रवृत्ति को चित्र में दिखाया गया है। चित्र-2 भिन्न वर्षों में काल्पा के लिए हिमाच्छादित क्षेत्र तथा सी.टी.एम के बीच संबंध को दर्शाता है। चित्र-2 से यह ज्ञात किया जा सकता है कि गर्मी के मौसम में एस.सी.ए., सी.टी.एम. के साथ चरघातीय रूप से कम होता है, सभी वर्षों के लिए इस प्रकार का संबंध सुनिश्चित होता है। इस संबंध को निम्न प्रकार से दर्शाया जा सकता है।

$$SCA = a * \exp(-b * CTM)$$

गुणांक  $a$ ,  $b$  व  $R^2$  के गुणांक का मान विभिन्न वर्षों के लिए सूची में दर्शाया गया है। सभी वर्षों के लिए  $R^2$  का उच्च मान प्रदर्शित करता है कि SCA और CTM उच्च सह संबंध है। चारघातांकीय संबंध प्रदर्शित करता है कि उत्तरोत्तर ताप में वृद्धि के बजाय प्रारम्भिक ताप हिमाच्छादित क्षेत्र में उच्च परिवर्तन को नेतृत्व प्रदान करता है। ऐसी प्रवृत्ति को बेसिन में बर्फ के वितरण के आधार पर वर्णित किया जा सकता है। पर्वतीय बेसिन में बर्फ की गहराई ऊँचाई के साथ बढ़ती है। (सिंह और कुमार 1997) समान रूप से सर्दी में बेसिन में बना हिमआवरण कम ऊँचाई पर पतला तथा अधिक ऊँचाई पर मोटा होता है। गर्मी में हिम रेखा का ऊँचाई से अधिक ऊँचाई की ओर निवर्तित होता है तथा इसी प्रकार बेसिन में हिमाच्छादित क्षेत्र घटता है। निवर्तित दर गलन काल के उत्तरोत्तर भाग में, अधिक ऊँचाई पर बर्फ की अधिक गहराई के कारण घटती है। कैटलमैन (1997) के अनुसार कम ऊँचाई पर सियरानेवादा, केलीफोर्निया (अमेरिका में) शीघ्र गलन हुआ। पर्वतीय बेसिन में बर्फ का वितरण हिमाच्छादित क्षेत्र का सी.टी.एम. के साथ चरघातांकीय कमी दर्शाता है।

चार साल के लिए एस.सी.ए. और बर्फ पिघलने के प्रवाह के गणनात्मक आंकड़े गलन काल के अन्त में हिमाच्छादित क्षेत्र तथा मौसमी गलन बर्फ के प्रवाह के आयतन में लघुगणक संबंधता दर्शाता है। (गुप्ता et al.) हिम गलन को ताप के साथ रेखीय संबंधित मानते हुए बता सकते हैं कि हिमाच्छादित क्षेत्र तथा सी.टी.एम. में चरघातांकीय संबंधता होनी चाहिए, जो कि पर्वतीय बेसिन के लिए वर्तमान अध्ययन में संबंधता को प्रदर्शित करता है।

अध्ययन बेसिन के लिए एस.सी.ए. में कमी एक अन्य स्टेशन (काजा 3,639 मी.) के साथ जो कि बेसिन में काफी ऊँचाई पर स्थित हैं के साथ भी सह संबंध थी। एस.सी.ए. और सी.टी.एम. के बीच संबंध इस स्टेशन के लिए भी चरघातांकीय था। लेकिन स्टेशन पर मार्च के महीने में ऋणात्मक तापमान के कारण यह विक्षुब्ध हो गया था। चित्र-4 के अनुसार सभी तीनों वर्षों के लिए गलन काल के प्रारम्भ में संचयी ताप ऋणात्मक था। संचयी ऋणात्मक ताप के कारण गलन काल के प्रारम्भिक समय में चरघातांकीय संबंध विक्षुब्ध हो गया था। इस प्रकार जो स्टेशन गलन काल में ऋणात्मक ताप अनुभव करता हो उसे इस प्रयोग के लिए उपयोग नहीं किया जा सकता है। जबकि उन्हें एक समय बाद जब वहाँ पर धनात्मक ताप का अनुभव हो तथा संचयी ताप भी धनात्मक हो उपयोग में लाया जा सकता है। इस प्रकार, आगे के अध्ययन के लिए सिर्फ काल्पा स्टेशन का उपयोग किया गया।

## 6.0 अनुप्रयोग

इस उपगमन के तीन बड़े अनुप्रयोग हैं, जिनका वर्णन नीचे दिया गया है :-

### 6.1 एस.सी.ए. का अंतर्वेशन

एस.सी.ए. और सी.टी.एम. के बीच दैनिक सी.टी.एम.के मूल्यों और कुछ एस.सी.ए. के मूल्यों को इस्तेमाल करके एक बार सम्बन्ध स्थापित हुआ, तब यह समीकरण गलन काल के दौरान आँकड़ों को अंतर्वेशन करने में इस्तेमाल हो सकती है। लुप्त आंकड़ें एस.सी.ए. और सी.टी.एम. के बीच सम्बन्ध जानकर पैदा किए जा सकते हैं।

### 6.2 एस.सी.ए. का अनुकरण

क्योंकि एस.सी.ए. और सी.टी.एम.आपस में चरघांताकी हैं, एक बार एस.सी.ए. हिम का रिक्तीकरण झुकाव बेसिन में स्थापित हो जाये तो, गलन ऋतु काल केवल सी.टी.एम. आंकड़े इस्तेमाल करके ही बढ़ाया जा सकता है। इस प्रकार की क्रिया चित्र-5 और 6 में दर्शायी गई है। दो अनजान (ए और बी) को एस.सी.ए. को लॉग सारिणी पर और सी.टी.एम. को रेखा संबंधी सारिणी पर आलेख करके आसानी से निकाला जा सकता है। अध्ययन बेसिन में दैनिक एस.सी.ए. के अनुकरण के लिए यह उपगमन दो वर्षों, 1990 और 1991 के लिए अनुप्रयोगित किया गया था। अनुकरणीय एस.सी.ए. गलन ऋतु के शेष भाग में अनुसरणीय एस.सी.ए. से तुल्यात्मक था। जैसा कि चित्र 5 (b) और 6 (b) में दिखाया गया है कि दोनों वर्षों के दैनिक एस.सी.ए. का इस उपगमन को इस्तेमाल करके अच्छा अनुकरण किया गया है यद्यपि ये विभिन्न उपगमन शेष भाग की ऋतु के लिए एक आकृतियों की संख्या कम कर सकता है, फिर भी इस प्रकार के अनुप्रयोगों के लिए सांकेतिक है, रिक्तीकरण झुकाव की सी.टी.एम. के साथ एक (Setting) प्रारम्भिक है।

### 6.3 हिमाच्छादित क्षेत्र पर मौसम परिवर्तन का असर

जलविज्ञान चक्र और जल प्रबन्धन क्षेत्र पर मौसम परिवर्तन का महत्वपूर्ण असर प्रत्याशित है (Askew 1991) अगले दशक में तापमान में वृद्धि प्रत्याशित हैं (Schneider 1989) हिम निर्मित नदियों के जलविज्ञान व्यवहार पर मौसम परिवर्तन के असर का अध्ययन बहुत अध्ययनकर्ताओं द्वारा किया गया है। (Rango 1992; सिंह 1996; सिंह एवं कुमार 1997) सिंह एवं कुमार (1997) द्वारा पश्चिमी हिमालय में स्थित उच्च हिमनिर्मित नदियों पर भिन्न मौसमी घटनाओं तथा भिन्न प्रवाहों के घटक के लिए अध्ययन किया गया है। ग्रीष्मकालीन परिस्थिति के अंतर्गत हिम आवरण का कम होने का सीमित अध्ययन हुआ है। Rango and Martinec 1994 ने हिम गलन प्रवाह मॉडल के द्वारा ताप और अवक्षेपण में बदलाव के प्रभाव को बताया है। इस अध्ययन में हिमाच्छादित क्षेत्र में कमी का ताप के साथ सह संबंध किया गया है, जो कि गर्म वातावरण घटनाओं का हिमाच्छादित क्षेत्र पर प्रभाव के अध्ययन को बताती है।

ताप में 1° सेन्टीग्रेड से 3° सेन्टीग्रेड की वृद्धि के प्रभाव का अध्ययन, अध्ययन क्षेत्र के लिए हिमाच्छादित क्षेत्र में कमी को बताता है। 1988 के गलन काल के लिए विभिन्न घटनाओं के अंतर्गत एस.सी.ए. में कमी दिये गये चित्र में दर्शायी गयी है। आशा के अनुरूप गर्म वातावरण के अंतर्गत गलन काल के बाद हिम, बेसिन से तीव्र दर से गायब होती है। जो एस.सी.ए. में कमी के रूप में मिलती है। दूसरे शब्दों में गर्मियों में गलन क्षेत्र में वृद्धि गर्म वातावरण के कारण होती है। चित्र-8 के अनुसार सभी वर्षों के लिए गर्म वातावरण में हिम आवरण क्षेत्र में वृद्धि, ताप के साथ रेखीय सहसंबंधता दर्शाती है। चूंकि बेसिन में आंशिक एस.सी.ए. और तापीय वितरण गलन काल के दौरान साल दर साल घटता बढ़ता है। इसलिए मौसम में बदलाव का प्रभाव भिन्न वर्षों के लिए भिन्न होता है। अध्ययन बेसिन के लिए औसत में, ताप में 1,2, तथा 3° सेन्टीग्रेड की वृद्धि, गलन क्षेत्र को क्रमशः 2.7, 5.1 और 7.2 प्रतिशत बढ़ाती है। इस प्रकार वर्तमान क्रिया पद्धति के द्वारा बेसिन में एस.सी.ए. की उत्पत्ति नये वातावरण के अंतर्गत की जा सकती है। जो कि प्रतिरूपण अध्ययन और अन्य प्रयोगों से संबंध एस.सी.ए. में निवेश के लिए उपयोग किया जा सकता है।

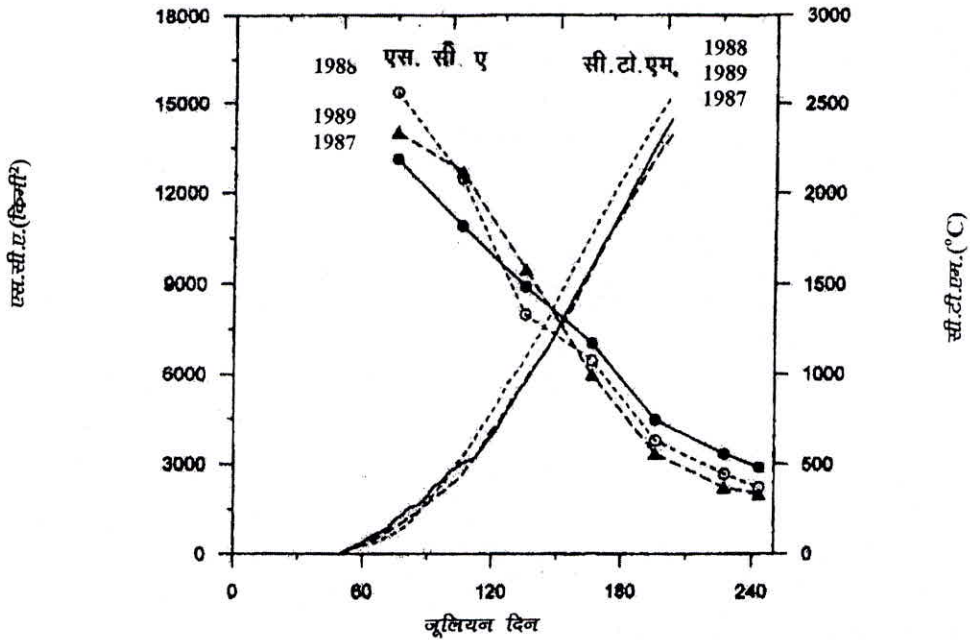
## 7.0 निष्कर्ष

उपग्रह से प्राप्त एस.सी.ए. का प्रयोग कई जल वैज्ञानिक व मौसम वैज्ञानिक अध्ययनों में किया गया है। ऐसी जानकारी क्रियात्मक जल स्रोतों के व्यवहार में प्रयोगात्मक रूप से सार्थक होती हैं तथा जल स्रोतों के प्रबंध के द्वारा जल वैज्ञानिक अनुप्रयोगों में प्रयुक्त होती हैं। प्राथमिक रूप से एस.सी.ए. का अनुप्रयोग हिम संग्रह का पता करने के लिए, हिम गलन प्रवाह के प्रतिरूपण के लिए, बाढ़ भविष्यवाणी के लिए, जल संतुलन के अध्ययन के लिए किया जाता है। वर्तमान अध्ययन का जोर प्रतिदिन समय पैमाने पर एस.सी.ए. के आंकड़ों से हिम गलन प्रवाह को ज्ञात करने पर दिया गया है। एस.सी.ए. बड़े और अज्ञात बेसिनों जैसे हिमालय बेसिन की हिम गलन प्रतिरूपण के अध्ययन के लिए एक बहुत महत्वपूर्ण जानकारी है। साथ ही साथ उपग्रह द्वारा प्राप्त प्रतिदिन के चित्र बहुत मंहगे होते हैं। बड़े बेसिन के लिए उच्च विभेदन आंकड़े छायाचित्रों की संख्या बढ़ाते हैं तथा आंकड़ों का मूल्य भी साथ-साथ बढ़ाते हैं। बड़ी संख्या में छायाचित्रों का मूल्यांकन भी ज्यादा समय लेता है। कुछ निश्चित वातावरणीय स्थितियों जैसे आसमान में बादलों के कारण एस.सी.ए. की विश्वसनीय सूचना नहीं मिल पाती। वर्तमान अध्ययन में एस.सी.ए. के अनुपस्थित आंकड़ों को भरने के लिए जो क्रिया पद्धति उपयोग की गई है को बताया गया है। सी.टी.एम. प्रत्येक वर्ष के लिए गलन काल की वातावरणीय स्थिति को बताता है तथा उस काल में एस.सी.ए. में कमी सी.टी.एम. की मात्रा तथा वितरण को प्रभावित करती है इस प्रपत्र में पश्चिमी हिमालय क्षेत्र में स्थित सतलुज बेसिन (22, 305 वर्ग कि.मी.) के लिए एस.सी.ए. तथा सी.टी.एम. के बीच संबंध का अध्ययन किया गया है। यह पाया गया कि गलन काल (मार्च से अगस्त) में, हिमाच्छादित क्षेत्र के निकट स्थित स्टेशन पर एस.सी.ए. तथा सी.टी.एम. के साथ चरघांताकीय रूप से घटता है। एस.सी.ए. और सी.टी.एम. के बीच संबंध के लिए तीन वर्ष के आंकड़ों का उपयोग किया गया है और सभी कालों के लिए सी.टी.एम. का संबंध देखा गया है जो कि सिद्ध करता है कि एस.सी.ए. सी.टी.एम. के साथ मजबूत संबंध प्रदर्शित करता है। वर्षों के लिये  $R^2$  का मान 0.98 से ऊपर रहा। बेसिन में आंशिक हिम आवरण और ताप वितरण गलन काल के दौरान निर्भर रहते हैं तथा एक अलग समीकरण प्राप्त होती है। वर्तमान अध्ययन, आंशिक व्यवस्था में तथा मध्य अवस्था उपलब्ध सीमित जानकारी तथा एस.सी.ए. के बीच संबंध की अच्छी जानकारी देता है।

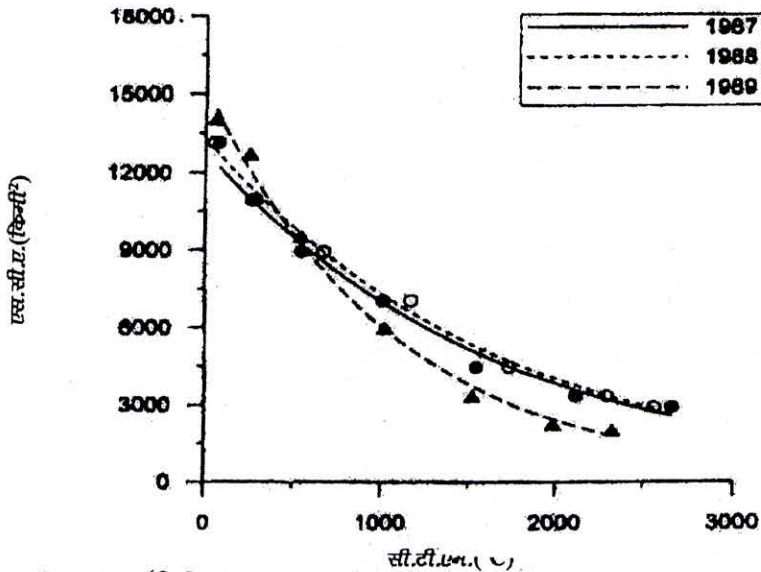
यह देखा गया है कि गलन काल के प्रथम भाग में एक बार कमी का दौर होता है तथा गलन काल के बचे भाग में सी.टी.एम. आंकड़ों का उपयोग करके एस.सी.ए. की गणना की जा सकती है। ऐसे अनुप्रयोग हिमाच्छादित क्षेत्र प्राप्त करने के लिए उपग्रह से प्राप्त चित्रों की आवश्यकता को कम कर सकते हैं। हिमाच्छादित क्षेत्र की समय के साथ विविधता की भविष्यवाणी हवा के ताप की भविष्यवाणी का उपयोग करके की जा सकती है।

तीन वर्ष के अध्ययन के आधार पर, ताप में 1, 2 व 3°C की वृद्धि हिम आवरण के गलन क्षेत्र को गलन काल में क्रमशः 2.7, 5.1 और 7.2 प्रतिशत बढ़ाती है। तापीय वृद्धि (1-3°C) की वैचारिक सीमा के लिए, यह पाया है कि बेसिन में हिम का गलन क्षेत्र ताप में वृद्धि के साथ रेखीय रूप में बढ़ता है।



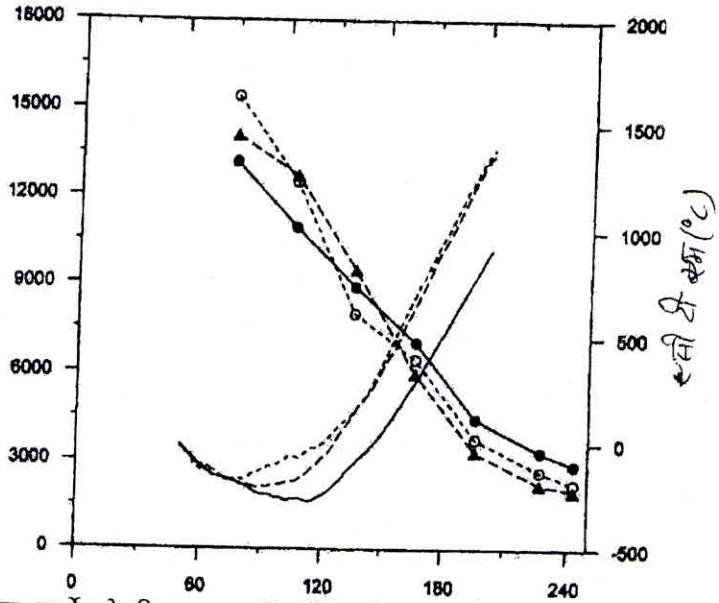


**चित्र 1.** विभिन्न वर्षों के लिए कल्पा(2,346 मी.) में नित्य सी.टी.एम के साथ साथ सजलुज बेसिन में समय के साथ एस.सी.ए. का रिवित्करण। सी.टी.एम. मार्च, 1 से लिया गया है।



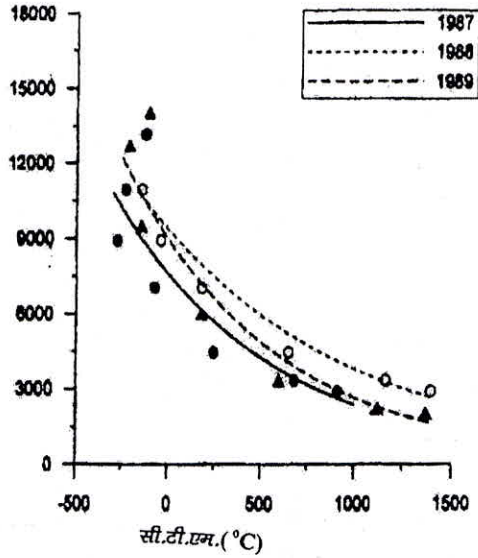
**चित्र 2.** कल्पा(2,346 मी.) स्टेशन पर हिम आवरण रिवित्करण और सी.टी.एम में संबंध।

एस.सी.ए. (किन्मी<sup>2</sup>)

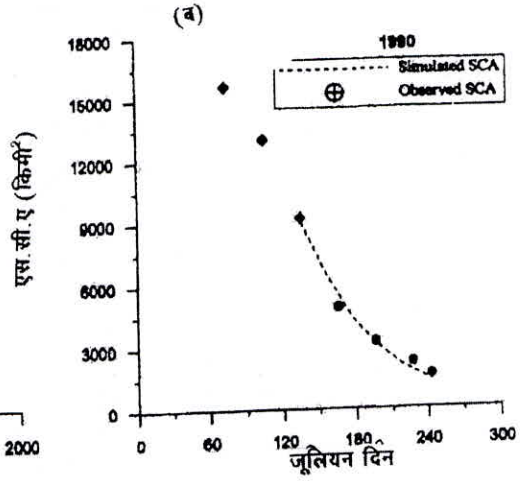
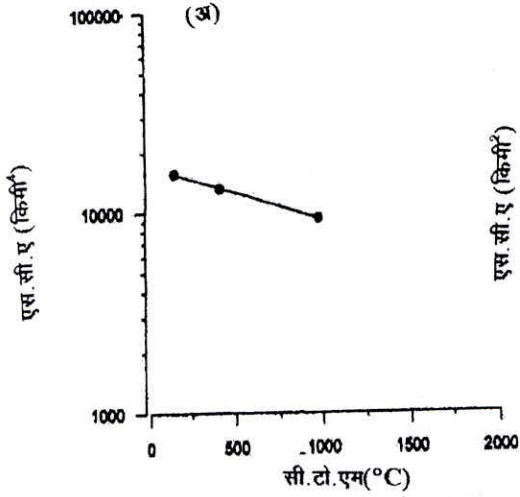


**चित्र 3.** विभिन्न वर्षों के लिए काजा(3,639 मी.) में नित्य सी.टी.एम क साथ सजलुज बेसिन में समय के साथ एस.सी.ए. का रिकविकरण। सी.टी.एम. मार्च, 1 से लिया गया है।

एस.सी.ए. (किन्मी<sup>2</sup>)

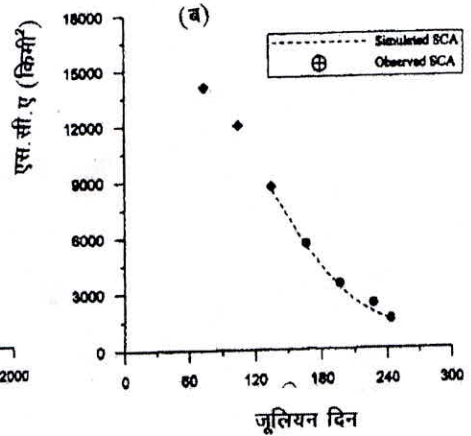
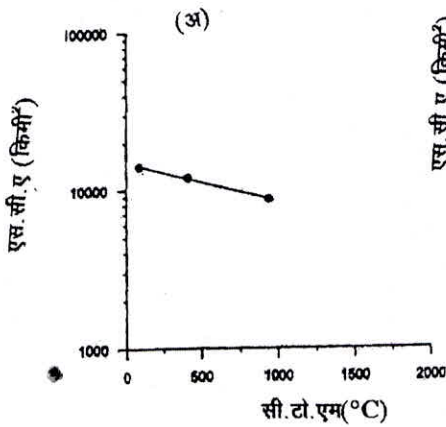


**चित्र 4.** काजा(3,639 मी.) स्टेशन पर हिम आवरण रिकविकरण और सी.टी.एम में संबंध।



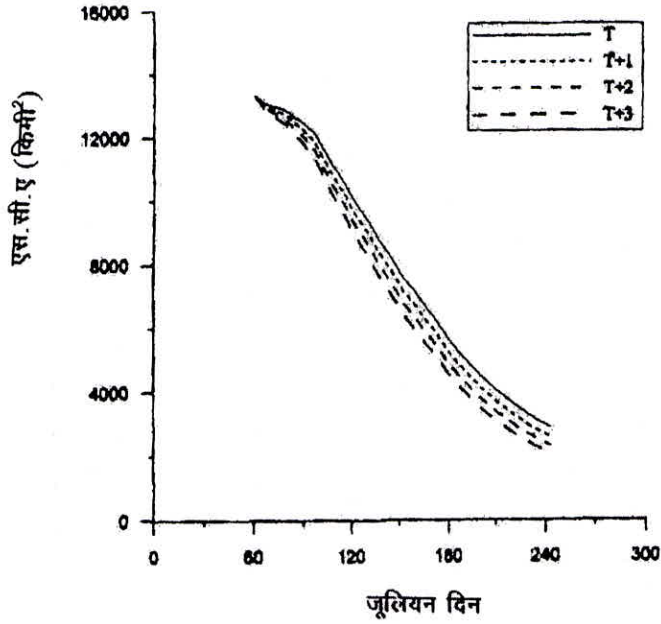
चित्र 5- (अ) ग्रीष्म काल के आरंभिक भाग के लिए, कल्या के सी.एम.टी. का प्रयोग करके 1990 के लिए हिमआवरण रिक्तिकरण के झुकाव की स्थापना ।

(ब) सी.टो.एम. आंकड़ों का प्रयोग करके हिम आवरण रिक्तिकरण का बहाव तथा इसकी आंकलित हिमआच्छादित क्षेत्र के साथ तुलना ।

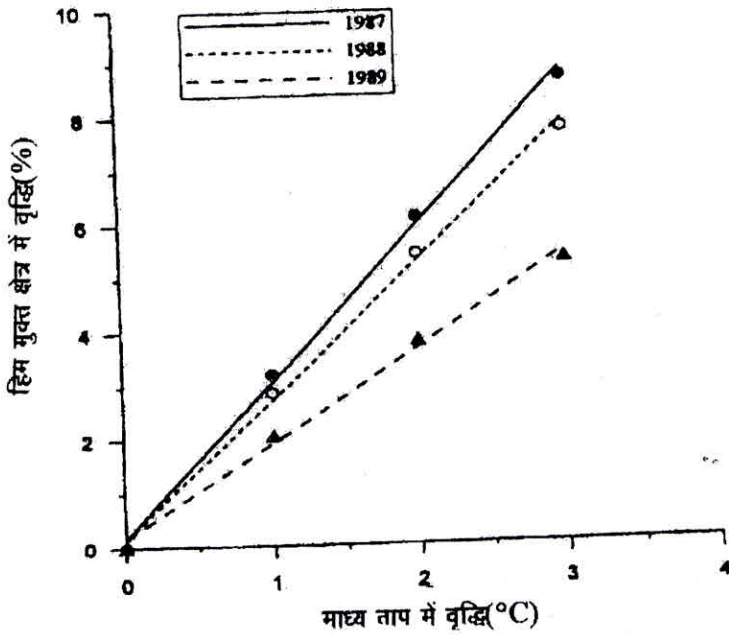


चित्र 6- (अ) ग्रीष्म काल के आरंभिक भाग के लिए, कल्या के सी.एम.टी. का प्रयोग करके 1991 के लिए हिमआवरण रिक्तिकरण के झुकाव की स्थापना ।

(ब) सी.टो.एम. आंकड़ों का प्रयोग करके हिम आवरण रिक्तिकरण का बहाव तथा इसकी आंकलित हिमआच्छादित क्षेत्र के साथ तुलना ।



चित्र 7- 1988 के लिए, विभिन्न वातावरणीय स्थितियों के अंतर्गत सतलुज बेसिन में हिम आच्छादित क्षेत्र का रिक्तिकरण ।



चित्र 8- विभिन्न वर्षों के लिए, सतलुज बेसिन में गलन काल के अंत में हिम मुक्त क्षेत्र में वृद्धि, माध्य ताप में वृद्धि के साथ ।

## विषय वस्तु - तृतीय

### जल संसाधनों की गुणवत्ता एवं निवारण

क्रम संख्या	शीर्षक	पृष्ठ संख्या
1.	मध्य प्रदेश स्थित औद्योगिक क्षेत्रों में निस्सरित दूषित जल का भूजल पर प्रभाव - एक अध्ययन बी.के. सिंह, रीता कोरी, बी. एस. ठाकुर, आलोक सक्सेना, निशा उपाध्याय	102
2.	क्लोरीनयुक्त पेयजल में ट्रायहैलोमिथेन की उपस्थिति पर अध्ययन बी.के. सिंह, रीता कोरी, नीरज वर्मा, निशा उपाध्याय	113
3.	जयपुर जिले में सिंचाई हेतु उपयोग में आने वाले जल की गुणता मुकेश कु. शर्मा, टी. आर. सपरा, बबीता शर्मा, बीना प्रसाद	121
4.	जयपुर जिले की भूजल गुणवत्ता का फ्लोराइड प्रदूषण की दृष्टि से अध्ययन मुकेश कुमार शर्मा, राकेश गोयल, वी.के. चौबे	137
5.	चयनित भारतीय नदियों के समस्थानिक गुणधर्म में स्थानिक एवं कालिक परिवर्तन एस0के0 वर्मा, पंकज गर्ग, विपिन अग्रवाल, मौहर सिंह, एस0 वी0 विजय कुमार, एस0 आर0 कुमार	147
6.	वर्तमान परिवेश में अधिकतम वाष्पन के कारण दिल्ली के भूजल में लवणता की वृद्धि सोमेश्वर राव, भीष्म कुमार, पंकज गर्ग	152
7.	सतही जल में लोह मैंगनीज की समस्या: अध्ययन एवं निवारण प्राकाश पाटनी, कीर्ती लांजेवार, गजानन खडसे, प्रकाश केलकर	160
8.	पेयजल गुणवत्ता में जैविक प्राचल का अभिप्राय और उसके निर्मूलन हेतु उपचार श्वेता वैद्य, विजया जोशी, सुभाष आन्दे, प्रकाश केलकर	165
9.	पेयजल में फ्लोराइड की मात्रा कम करने में विद्युत अपघटन संयंत्र का योगदान तथा कार्यक्षमता विजया जाशी, सारिका पिपलांकर, प्रकाश केलेकर,	170
10.	राजनांदगाव छत्तीसगढ़ के भूजल में आर्सेनिक प्रदूषण - अध्ययन, उपाय एवं सुझाव लेना देशपांडे, प्रांज्वली ठाकरे, प्रकाश केलकर	181

— 100 —

— 100 —

— 100 —

— 100 —

— 100 —

— 100 —

— 100 —

— 100 —

— 100 —

— 100 —

— 100 —

— 100 —

— 100 —

— 100 —

— 100 —

— 100 —

— 100 —

— 100 —

— 100 —

— 100 —

— 100 —

— 100 —

— 100 —

— 100 —

— 100 —

— 100 —

— 100 —

— 100 —

— 100 —

— 100 —

— 100 —

— 100 —

— 100 —

— 100 —

— 100 —

— 100 —

— 100 —

— 100 —