

जलवायु परिवर्तन का जल संसाधनों पर प्रभाव

डॉ. सी. पी. कुमार, वैज्ञानिक ई1
अंजू चौधरी, व.शोध सहायक
राष्ट्रीय जलविज्ञान संस्थान, रुड़की

परिचय

जल जीवन का अभिन्न अंग है। परन्तु विभिन्न कारणों से यह उचित गुणवत्ता वाला जल उचित मात्रा में उपलब्ध होना कठिन होता जा रहा है। इन कारणों में जलवायु परिवर्तन भी एक मुख्य भूमिका निभा रहा है। जलवायु परिवर्तन पर अर्न्तशासकीय पैनल ने जलवायु को परिभाषित करते हुए बताया है कि “किसी क्षेत्र की जलवायु उस क्षेत्र में एक निश्चित समय अवधि में मौसम में होने वाला परिवर्तन है” समय के साथ-साथ मौसम के इस परिवर्तन को उस स्थान की जलवायु में परिवर्तन माना जाता है।

तथ्य बताते हैं कि ग्रीन हाऊस गैसों के कारण इस समय हम जलवायु परिवर्तन के दौर से गुजर रहे हैं। वातावरण में सन् 1950 से धीरे-धीरे कार्बन डाईआक्साइड का स्तर बढ़ रहा है। यद्यपि यह प्रक्रिया बहुत धीमी है परन्तु लगातार होने के कारण यह सम्पूर्ण विश्व के साथ-साथ स्थानीय जलवायु की विशेषता पर प्रभाव डालता है। तापमान के बढ़ने के साथ-साथ वाष्पन एवं वर्षण आदि में परिवर्तन आता है, जिससे जलीय चक्र प्रभावित होता है। तापमान बढ़ने के साथ साथ अधिक वाष्पन एवं अधिक वर्षण बढ़ेगा तथा यह विभिन्न क्षेत्रों में विभिन्न अनुपात में घट एवं बढ़ सकता है। जलविज्ञानीय प्रक्रिया एवं जल संसाधनों पर स्थानीय एवं क्षेत्रीय जलवायु परिवर्तन के प्रभाव पर सूचना एकत्र करना आधुनिक समय की माँग है। ग्लोबल वार्मिंग एवं जलवायु परिवर्तन को देखते हुए इसके लिए बहु आयामी खोज की आवश्यकता है। जलवायु परिवर्तन पर (आई. पी.सी. सी. 2007) पैनल आंकलन के अनुसार ग्लोबल मीन सर्फेस तापमान सन् 1861 में $0.6 \pm 0.4^\circ$ से $0.6 \pm 0.2^\circ$ बढ़ रहा है तथा आने वाले सौ वर्षों के दौरान यह वृद्धि बढ़ कर 2 से 4. डिग्री से. तक हो सकती है। सन् 1995 से समुद्र तलों में 10 से लेकर 25 सेमी तक की वृद्धि हुई है। (आई.पी.सी.सी.1995) तापमान के बढ़ने से जलविज्ञानीय चक्र में परिवर्तन के कारण वर्षण एवं वाष्पन की दर बढ़ जाएगी। जिससे तीव्र बाढ़ एवं सूखे की स्थिति आ सकती है यह प्रभाव उष्ण कटिबन्धीय क्षेत्रों - जिनमें विकासशील देश जैसे भारत आदि आते हैं, में इसका प्रभाव अधिक होगा।

जलवायु परिवर्तन के आकलन के लिए एक प्रारूप जिसे “कपल्ड एटमोसफियर-ओसिन ग्लोबल क्लाइमेट” मॉडल कहते हैं, का प्रयोग किया जाता है। यह भौतिक आधारित अंकीय प्रारूप जलवायु के सिनोप्टिक पैमाना एवं जलविज्ञानीय प्रक्रिया को समाकलित करता है तथा इसको ग्रीन हाऊस गैसों तथा ऐरोजोल उत्सर्जन को ध्यान में रखकर बनाया गया है। एक जी.सी.एम. मॉडल के विभिन्न रूप वैज्ञानिकों के लिए जलवायु परिवर्तन के प्रभाव को जानने के लिए विकसित देशों में उपलब्ध है जी.सी.एम. से अनुमानित तत्वों को सुनिश्चित करने के लिए सांख्याकिक डाउन स्केलिंग तकनीक ली गई है जो स्थानीय एवं सिनोप्टिक मापन प्रक्रिया के बीच सेतु का कार्य करती है। सांख्याकिक डाउन स्केलिंग स्थानीय प्राचलों जैसे वर्षण एवं क्षेत्रीय स्केल प्राचलों जैसे जी.सी.एम. के मध्य पारस्परिक संबंध को उपयोग करती है। यद्यपि जलवायु परिवर्तन से सतही जल एवं उसकी गुणवत्ता पर काफी प्रभाव पड़ता है। तथापि जल प्रबंधक भौम जल की उपलब्धता पर इसके प्रभाव को आकलन करने के लिए प्रयासरत हैं क्योंकि सिंचाई एवं मानव के

विभिन्न कार्यों के लिए भौम जल ही एक मुख्य स्रोत है। क्योंकि भौमजल का पुनःभरण भी वर्षण के द्वारा होता है। इसलिए जलवायु के परिवर्तन से भौमजल की मात्रा भी प्रभावित होती है।

अतः सतही जल के साथ-साथ भौमजल की मात्रा में जलवायु परिवर्तन से होने वाले परिवर्तन को साथ-साथ ही आंकलित करना आवश्यक है। जलवायु परिवर्तन के प्रभाव के साथ-साथ एक्युफरों को पुनःभरण उनकी विशेषताओं एवं मिट्टी के गुणों पर निर्भर करता है। सतही जल, असंतृप्त भाग एवं भौमजल के आंकड़े आदि पर आधारित अनेक विधियाँ पुनःभरण के आंकलन के लिए प्रयोग होती हैं। इन सब के अलावा अंकीय प्रारूप प्रणाली पुनःभरण को अनुमानित करने का एक मात्र तरीका है। इस प्रारूपण के द्वारा पुनःभरण पर विभिन्न नियंत्रणों को भी ज्ञात किया जा सकता है। हालाँकि पुनःभरण के आंकलन की त्रुटि रहितता के लिए उच्च गुणवत्ता वाले जलविज्ञानीय एवं जलवायु आंकड़े आवश्यक हैं। पुनःभरण प्रक्रिया जटिल होने के कारण जलवायु परिवर्तन का इस पर प्रभाव ज्ञात करना कठिन है।

जलविज्ञानीय चक्र पर जलवायु परिवर्तन का प्रभाव

जलविज्ञानीय चक्र पर क्षेत्रीय तापमान एवं क्षेत्रीय वर्षण के परिवर्तन का प्रभाव पड़ता है। इन चलों के द्वारा ही ज्ञात किया जा सकता है कि कितना भाग सतह जल है, कितने भाग की वाष्पन के द्वारा हानि होती है तथा कितना भाग बर्फ या हिम के रूप में एकत्र होता है तथा कितना भौमजल के रूप में इकट्ठा होता है तथा कितना सतही जल नदियों एवं नालों में बहता है।

जल विभाजकों के जलविज्ञानीय प्रभाव के आंकलन के लिए वाष्पीकरण में परिवर्तन पर सूचना आवश्यक है क्योंकि यह जल संतुलन के लिए मुख्य घटक है। जबकि जलवायु परिवर्तन को तापमान के एवं वर्षण के परिवर्तन के सापेक्ष में देखा जाता है। परन्तु ग्लोबल वार्मिंग का वाष्पन पर प्रभाव का आंकलन करना सरल नहीं है। बहुत से घटक वाष्पन में बढ़ोत्तरी बताते हैं परन्तु बहुत से स्थानीय-क्षेत्रीय घटक वाष्पन को कम भी करते हैं। अधिकतर प्रारूपों में वाष्पन के आंकलन के लिए विकीरण, तापमान, आर्द्रता एवं वायु चाल वहाँ की प्राकृतिक स्थिति का प्रयोग होता है। अतः जलवायु परिवर्तन का वाष्पन पर प्रभाव उस स्थान की विशेषताओं पर निर्भर करता है। बहुत सी नदी नाले जो हिमगलन से जल लाते हैं उन पर जलवायु परिवर्तन का प्रभाव पड़ता है क्योंकि अत्यधिक गर्मी में जब बर्फ पिघलती है तो उनमें जल स्तर बढ़ जाता है परन्तु जब वे ज्यादा पिघल जाते हैं तो इन नदियों में बहाव कम हो जाता है।

जल संसाधन प्रबन्धक ग्लोबल जलवायु परिवर्तन के प्रभाव को जानकर भविष्य में जल की माँग की त्रुटिरहित पूर्ति करने के लिए उत्सुक हैं। नदियों में बहाव के परिवर्तन को ज्ञात करने के लिए बहुत सारे अध्ययन किए जा चुके हैं इसके लिए जल विभाजक मापन जलविज्ञानीय प्रारूप का प्रयोग किया गया है जिसका सत्यापन एक मुख्य चुनौती है। जी.सी.एम. द्वारा प्राप्त परिणाम भी सही नहीं है अतः जलवायु परिवर्तन से धारा प्रवाह में आये परिवर्तन को ज्ञात करने के लिए ऐतिहासिक आंकड़ों की आवश्यकता है। हाल ही के वर्षों में अनेकों वैज्ञानिकों ने इम्प्रीकल रेनफाल रनआफ माडल का प्रयोग कर जलविज्ञानीय चक्र पर जलवायु परिवर्तन के प्रभाव का आंकलन किया है। परन्तु यह माडल विभिन्न बेसिनों के लिए विभिन्न पाया गया है।

भौमजल प्रणाली पर जलवायु परिवर्तन का प्रभाव जानना अति आवश्यक है। जलविज्ञानीय चक्र का एक भाग होने के कारण पुनःभरण के परिवर्तन से भौमजल प्रणाली में हाने वाले परिवर्तन की पूर्णजानकारी हो सकती है। पुनःभरण में परिवर्तन भौमजल एवं सतही जल प्रणाली के मध्य परस्पर मिलाप एवं सिंचाई के लिए प्रयोग किए गये साधनों के परिवर्तन पर निर्भर करती है।

जब समुद्र तट भाग में जल संसाधनों को आंका जाता है तो यह पाया गया कि समुद्रतटीय एक्युफर स्वच्छ पानी के प्रमुख स्रोत है। यद्यपि इस क्षेत्र में खारेपन की समस्या है। नमकीन पानी ताजे पानी में प्रवेश कर इस समस्या को जन्म देता है जिससे इन एक्युफर में स्वच्छ पानी के स्रोत कम हो जाते हैं। जलवायु में परिवर्तन इन पर भी अपना प्रभाव डालता है जिससे भौमजल के पुनःभरण की दर प्रभावित होती है। जिससे अन्ततः स्वच्छ जल की उपलब्धता प्रभावित होती है। समुद्रतटीय एक्युफर में लवणता भौमजल के पुनःभरण को कम करती है जिससे इन स्रोतों में स्वच्छ जल की मात्रा में कमी आती है। समुद्रतटीय क्षेत्र में समुद्र तल का बढ़ना एवं जल सन्तुलन का परिवर्तन भौमजल के निस्सरण को प्रभावित करता है। भौमजल निस्सरण की चौड़ाई को समुद्रतट से लम्बवत मापते हैं और यह निस्सरण दर से सीधे अनुपात में होती है। जल तालिका की आकृति एवं इसके ताजे एवं लवणीय जल की गहराई दोनों स्वच्छ जल एवं खारे जल की सान्द्रता में अन्तर, स्वच्छ जल के निस्सरण की दर एवं एक्युफर की जलाशक्ति विशेषता द्वारा नियंत्रित होती है। जल सारणी (वाटर टेबल) की ऊँचाई किनारे पर मध्य समुद्र स्तर द्वारा नियंत्रित होती है।

स्वच्छ भौमजल संसाधनों पर जलवायु परिवर्तन के प्रभाव को जानने के लिए भौमजल पुनःभरण में परिवर्तन एवं समुद्र तल में वृद्धि पर ध्यान देना आवश्यक है क्योंकि इसके कारण समुद्र तटीय एक्युफरों में जो स्वच्छ जल के स्रोत हैं, जल की कमी आ रही है।

भारत में जलवायु परिवर्तन का रूप

जलवायु परिवर्तन से मृदा में आर्द्रता, भौमजल निस्सरण, बाढ़ या सूखे की बारम्बारता और अन्ततः विभिन्न क्षेत्रों में भौमजल स्तर आदि प्रभावित होते हैं। विश्व के विभिन्न क्षेत्रों एवं विभिन्न बेसिनों के लिए जलवायु परिवर्तन होने से पड़ने वाले प्रभाव के आकलन के लिए बहुत सारे अध्ययन किए गए। यह पाया गया कि तापमान में वृद्धि एवं वर्षण में कमी होने के कारण भौमजल के पुनःभरण में कमी आती है। जिससे भौमजल स्तर प्रभावित होता है। हालाँकि भारतीय क्षेत्रों एवं बेसिनो के लिए जलवायु परिवर्तन का जलविज्ञानीय प्रभाव का आकलन काफी कम आँकलित हुआ है।

जलवायु परिवर्तन के कारण भारत में भी जल संसाधनों पर दबाव बढ़ रहा है। वर्तमान में औसत वार्षिक वर्षण का 45 प्रतिशत जिसमें बर्फबारी भी सम्मिलित है समुद्र में बहकर बेकार हो जाता है। वर्षा के जल को एकत्र करने की बहुत सारी योजना इस जल के क्षय को रोकने के लिए लागू की जा रही है। जिसे अन्ततः भौमजल स्तर में भी वृद्धि होगी। इन योजनाओं की सफलता इस बात पर निर्भर करती है कि हमें सम्भावित जलवायु परिवर्तन के कारण वर्षण एवं वाष्पन दरों तथा तापमान में परिवर्तन को विभिन्न क्षेत्रों एवं नदी बेसिनो के लिए आंकलित करना होगा। संभावित जलवायु परिवर्तन के कारण भविष्य में मौसम परिवर्तन भी बढ़ेगा। जिससे जल संसाधनों के लिए मौसम पर भरोसा कम हो जाएगा। अतः इसके लिए भौमजल निस्सरण एवं वर्षण जल एकत्रण की नयी एवं प्रभावशाली तकनीक अपनाने की आवश्यकता है। वर्षा जल का एकत्रण न केवल भौमजल के स्तर को बढ़ाता है इससे बाढ़ पर भी नियंत्रण रखा जा सकता है और

इससे भविष्य में भौमजल स्रोतों द्वारा जल की माँग की भी पूर्ति हो सकती है। भविष्य में जल की बढ़ती माँग को देखते हुए वर्तमान परिवेश में जल का उचित प्रबंधन अति आवश्यक है। इस संबंध में दास एवं राधाकृष्णन (1991) में सन् 1940-86 तक मुम्बई में एवं सन् 1910-33 तक मद्रास में एक अध्ययन द्वारा साबित किया था कि समुद्र का जल स्तर बढ़ रहा है। जलवायु परिवर्तन ही इसका एक मुख्य कारण है। इस वृद्धि के कारण तट के किनारे कम होने के साथ साथ समुद्रतटीय एक्यूफरों में भी खारे पानी की मात्रा बढ़ रही है। अब तक ऐसा कोई अध्ययन नहीं किया जा सका है जिससे यह ज्ञात हो सके कि माध्यमिक समुद्र स्तर के बढ़ने से उस क्षेत्र के जल विज्ञान पर क्या प्रभाव पड़ेगा।

हाल ही में भारत के लिए क्षेत्रीय जलवायु प्रारूपण तंत्र (आर.सी.एम.) पर आधारित प्रारूप जो पी.आर.ई.सी.आई.एस. के नाम से जाना जाता है एवं हैण्डले केन्द्र में बनाया गया है। रूपा कुमार (2005) ने भारत के लिए इसे प्रयोग किया है इसके परिणाम निम्न है। इस शताब्दी के अन्त तक ए 2 के अन्तर्गत वार्षिक माध्यमिक सतही तापमान में 3 से 5 सेंटी ग्रेट की एवं बी2 के अन्तर्गत 2.5 से लेकर 4 डिग्री सं. तक की वृद्धि होगी इसके साथ ही भारत के उत्तरी भाग ज्यादा गर्म होंगे। गर्मियों के मौसम में वर्षण में 20 प्रतिशत की वृद्धि के साथ साथ पंजाब, राजस्थान एवं तमिलनाडू में वर्षा में कमी आ सकती है। अधिकतम एवं न्यूनतम तापमान में भी वृद्धि होगी एवं पश्चिमी भारत तथा पश्चिमी केन्द्रीय भारत के भागों में वर्षण में वृद्धि होगी।

भारत में जलवायु परिवर्तन से पड़ने वाले प्रभाव को ग्लोबल क्लाइमेट मॉडल एवं क्षेत्रीय क्लाइमेट मॉडल का प्रयोग कर वर्षण के प्रारूप में परिवर्तन एवं तापमान में वृद्धि को ज्ञात किया जा सकता है। बड़े क्षेत्र में समान रूप से वर्षण अधिक लाभदायक है ना कि छोटे क्षेत्र में ज्यादा वर्षण। इसी तरह वर्षा लम्बे समय तक होना लाभकारी होता है। क्योंकि कम समय में होने वाली वर्षा से भौमजल के पुनःभरण की मात्रा में कमी होती है। यदि वर्षा का प्रारूप बदलता है तो सर्दियों में वर्षा में कमी होने से पूर्ण मौसमी वर्षण में कमी होगी। जिससे वर्षा ऋतु से पहले जल की उपलब्धता में कमी आ सकती है। यदि कम समय के लिए अधिक वर्षा होती है तो उससे जल्दी-जल्दी बाढ़ होने की संभावना बढ़ जाती है एवं वर्षा का जल तेजी से बह कर नष्ट हो जाएगा जिससे भौमजल पुनःभरण में भी कमी आएगी।

सन्दर्भ:

1. दास पी.के. एवं राधाकृष्णन एम. (1991), प्रोक. इंडियन एकडमी साई. (अर्थ प्लेनेट सां) वोल्यूम 100 पी.पी., 177-194
2. आई.पी.सी. सी. (1995) रिपोर्ट ऑफ वर्किंग ग्रुप-। ऑफ द इन्टर गर्ग मैन्टल पैनेल ऑन क्लाइमेट, वर्ल्ड मिटिओरोलोजिकल आर्गनाइजेशन , यूनाइटेड नेशन्स एन्वार्यमेंट प्रोग्राम जनेवा ।
3. आई.पी.सी.सी. (2007) इन: होगटन जे.टी., डींग बाई, ग्रीडस, डी.डे नोगर एम., वन डर लिंडे , पी.जे., डाई एक्स, भस्कैल दे जोन सी.ए., क्लाइमेट चेंज 2001; द साईन्टिफिक बेसिस ऑफ वर्किंग ग्रुप। टू द थर्ड एससमेंट रिपोर्ट ऑफ द इन्टरगर्वमैन्टल पैनेल ऑन क्लाइमेट चेंज, कैम्ब्रिज यूनिवर्सिटी प्रैस, कैम्ब्रिज, यूके
4. रूपा कुमार के. (2005), हाई रिज्योल्यूशन क्लाइमेट चेंज सिनेरियो फॉर इंडिया, फार द 2151 सेंचुरी, करंट सांइस वो. 99 पी.पी., 334-345