

## इंडो-गंगा घाटी पर जलवायु परिवर्तन का प्रभाव

**MONIKA, Research Scholar**

Shri Jagdishprasad Jhabarmal Tibrewala University,  
Jhunjhunu, Rajasthan.

**Dr. Jaydev Sharma, Dept., of Geography**

Shri Jagdishprasad Jhabarmal Tibrewala University,  
Jhunjhunu, Rajasthan.

### सार

हम भारत-गंगा बेसिन (IGB) पर उनकी प्रवृत्ति के बारे में एक एकीकृत निष्कर्ष निकालने के लिए मल्टी-वेरिएबल बायेसियन मर्जिंग (डटंड) एल्गोरिथम का उपयोग करके विभिन्न डेटासेट से मौसमी माध्य वर्षा और तापमान को एक बायेसियन फ्रेमवर्क में जोड़ते हैं। बायेसियन पद्धति द्वारा निर्मित समय श्रृंखला को समान जलवायु परिवर्तन संकेतों को प्राप्त करने के लिए एक बहु-चर ट्रेंड प्रिंसिपल कंपोनेंट (एमटीपीसी) सेटअप में जोड़ा जाता है। इन संकेतों का उपयोग आईजीबी पर जलवायु परिवर्तन को प्रभावित करने वाले विभिन्न क्षेत्रीय और वैश्विक ड्राइवर्स के महत्व का अनुमान लगाने के लिए किया जाता है। हम दिखाते हैं कि पूर्व-मानसून और मानसून के मौसम के दौरान आईजीबी पर जलवायु परिवर्तन बहुत महत्वपूर्ण है, मानसून के बाद के दौरान कम महत्वपूर्ण है, और सर्दियों के मौसम में महत्वपूर्ण जलवायु परिवर्तन का कोई संकेत नहीं है। वैश्विक टेलीकनेक्शन को जलवायु परिवर्तन संकेत (जैसे  $\text{TC}_{\text{P}3} = 0.06 \sim 0.21$ ) से बहुत कम संबंध दिखाया गया है। दूसरी ओर, ग्रीनहाउस गैसों की सांद्रता जलवायु परिवर्तन संकेत के लिए बहुत मजबूत सहसंबंध (जैसे  $\text{TC}_{\text{GH}} = 0.94 \sim 0.99$ ) प्रदर्शित करती है, जो प्लॉट पर जलवायु परिवर्तन के चालकों के रूप में उनके महत्व को दर्शाता है।

**मुख्य शब्द:** भौगोलिक विविधताएं; बायेसियन ढांचा; वैश्विक टेली कनेक्शन

## परिचय

इंडो-गंगा बेसिन (IGB) भारत के साथ-साथ दक्षिण एशिया <sup>रू1</sup>, के अरबों लोगों के लिए भोजन और आजीविका सुरक्षा का प्रमुख स्रोत है। जलवायु परिवर्तन के तहत जल संसाधनों के व्यवहार का विश्लेषण करने वाले अध्ययन औसत वार्षिक निर्वहन पर महत्वपूर्ण प्रभाव दर्शाते हैं, जो वर्षा वितरण की तीव्रता और आवृत्ति में परिवर्तन द्वारा नियंत्रित होता है। प्राकृतिक प्रवाह में मामूली बदलाव के कारण जलाशय के भंडारण में परिवर्तन में ऊर्जा उत्पादन, बाढ़ उत्पादन और नियंत्रण उपाय को संभावित रूप से बदलने की क्षमता है। हाल के दिनों में कई अध्ययनों ने प्लठ <sup>रू5-8</sup>, पर जलवायु परिवर्तन का विश्लेषण किया है। हालांकि, वर्षा, के साथ-साथ तापमान में प्रवृत्तियों के परिमाण और यहां तक कि दिशा के बारे में सामान्य सहमति का अभाव है। समझौते की यह कमी विभिन्न कारकों के कारण हो सकती है, उदा। अध्ययन डोमेन की सटीक सीमा (स्थानिक औसत के लिए), विश्लेषण विधि (पैरामीट्रिक या गैर-पैरामीट्रिक), और ग्रिड डेटा का स्रोत। जलवायु एक बहुत ही जटिल और गैर-रेखीय प्रणाली है जिसमें इसकी भौतिक-गतिशील प्रक्रिया के भीतर परिवर्तनशीलता के व्यापक स्पेक्ट्रम शामिल हैं। उनमें से सबसे सरल रेखिक प्रवृत्ति है। पूरे अध्ययन क्षेत्र को एक इकाई के रूप में देखते हुए, हम इस क्षेत्र में औसत परिवर्तनशील प्रवृत्ति का पता लगा सकते हैं। हालांकि, जब हम किसी क्षेत्र के लिए एकल प्रवृत्ति प्रतिक्रिया (औसत प्रतिक्रिया) निकालते हैं तो हम प्रवृत्ति की भौगोलिक भिन्नता की जानकारी खो देते हैं। इसके अलावा, जलवायु प्रणाली की जटिलता को देखते हुए, यह संभव हो सकता है कि एक एकल प्रतिक्रिया कुल प्रवृत्ति भिन्नता की व्याख्या करने के लिए पर्याप्त नहीं है।

इस अध्ययन में, हम APHRODITE, जलवायु अनुसंधान इकाई (CRU), वैश्विक वर्षा जलवायु विज्ञान परियोजना (GPCC), भारत मौसम विज्ञान विभाग (IMD), भूमि पर वर्षा पुनर्निर्माण (PREC / L) और डेलावेयर विश्वविद्यालय (UDEL) से वर्षा के आंकड़ों का विश्लेषण करते हैं। , और एफ्रोडाइट,

सीआरयू और यूडीईएल से तापमान डेटा यह दिखाने के लिए कि विभिन्न डेटासेट के बीच स्थानिक रुझान दृढ़ता से विषम हैं। हम पहले बताए गए डेटासेट से बायेसियन ढांचे में विलय करके मौसमी औसत वर्षा और तापमान की एक एकीकृत प्रवृत्ति का अनुमान लगाते हैं। ग्रिड बिंदुओं को सांख्यिकीय रूप से सजातीय माना जाता है ताकि हम सभी डेटासेट और ग्रिड बिंदुओं से डेटा को एक सांख्यिकीय ढांचे में फिट कर सकें। हम उम्मीद करते हैं कि यह उस मामले की तुलना में विभिन्न मापदंडों का अधिक सटीक अनुमान होगा जहां प्रत्येक ग्रिड बिंदु को अलग से माना जाता है। यह मल्टी वेरिएबल बायेसियन मर्जिंग (एमबीएम) फॉर्मूलेशन तेबाल्डी एट अल के काम से प्रेरित है। और तेबाल्डी एट अल। २०१६,। इस तकनीक की एक प्रमुख धारणा अंतर्निहित जलवायु स्थान के नमूने के रूप में डेटासेट की व्याख्या है। अनुभवजन्य अर्थोगोनल फंक्शन (ईओएफ) विश्लेषण इनपुट अनुपात-अस्थायी चर के रैखिक संयोजन को इस तरह से प्राप्त करता है कि यह एक अर्थोगोनैलिटी बाधा के भीतर उनके विचरण को अधिकतम करता है।

हन्नाची २०१७, ने ईओएफ का एक वैकल्पिक सूत्रीकरण प्रस्तावित किया है, जो जलवायु चर के भीतर प्रवृत्ति को अधिकतम करता है, जिसे ट्रेंड प्रिंसिपल कंपोनेंट एनालिसिस (टीपीसीए) कहा जाता है। वर्तमान कार्य में, हम अपने सूत्रीकरण में इस ट्रेंड ईओएफ पद्धति का विस्तार करते हैं। तापमान और वर्षा, अन्य महत्वपूर्ण चरों के साथ घनिष्ठ संबंध और अवलोकनों की आसान उपलब्धता के कारण, जलवायु प्रणाली के लिए एक प्रॉक्सी के रूप में माना जाता है।

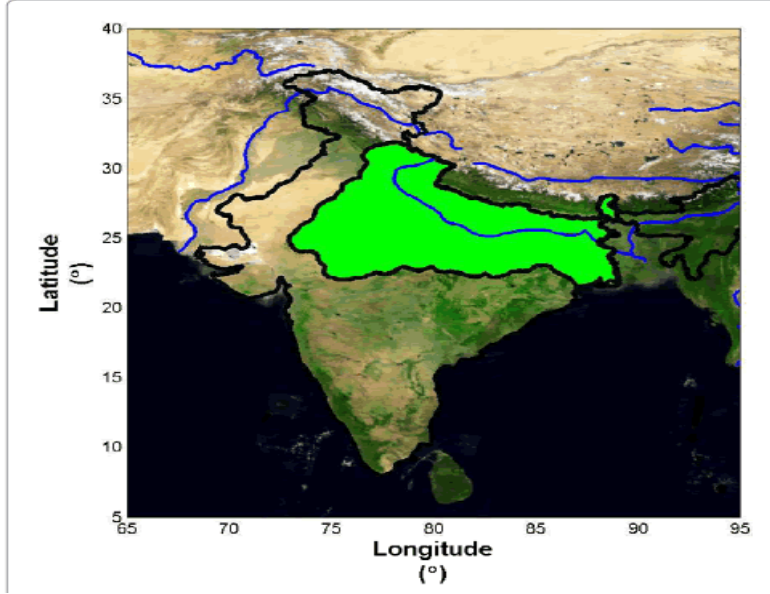
कोई भी तरीका जो इन चरों से जलवायु की जानकारी को एक समान जलवायु परिवर्तन संकेत से जोड़ता है, भौगोलिक क्षेत्र में जलवायु परिवर्तन के अध्ययन के लिए बहुत उपयोगी होगा। हम बायेसियन पद्धति द्वारा निर्मित समय श्रृंखला को एक बहु-चर ट्रेंड प्रिंसिपल कंपोनेंट एनालिसिस (एमटीपीसीए) सेटअप में जोड़ते हैं ताकि समतुल्य प्रवृत्ति प्रमुख घटकों को प्राप्त किया जा सके। ये एमटीपीसीए, यदि महत्वपूर्ण हैं, तो उन्हें समान जलवायु परिवर्तन संकेत के रूप में लिया जा सकता

है। हम देखे गए जलवायु परिवर्तन को प्रेरित करने में विभिन्न ड्राइवों के सापेक्ष महत्व को खोजने के लिए एक उपकरण के रूप में एमटीपीसीए से समकक्ष जलवायु परिवर्तन संकेत का उपयोग करते हैं।

### अध्ययन क्षेत्र, डेटासेट और कार्यप्रणाली

IGB का हवाई कवरेज 70,00,000 132 है और यह 1 बिलियन 28, की आबादी का समर्थन करता है। इस विशाल जनसंख्या (कुल वैश्विक जनसंख्या का 147वां) को ध्यान में रखते हुए, इस क्षेत्र में जलवायु परिवर्तन की संभावना का एक बड़ा सामाजिक-आर्थिक प्रभाव है। चित्रा 1 आईजीबी (हरा छायांकित) का स्थान और कवरेज दिखाता है। हम प्लॉट पर मौसम के पैटर्न को चार मौसमों में चित्रित करते हैं, जैसे, सर्दी (जनवरी-फरवरी), प्री-मानसून (मार्च-मई), मानसून (जून-सितंबर) और पोस्ट-मानसून (अक्टूबर-दिसंबर)। सर्दियों के दौरान प्रमुख मौसम संबंधी घटना कोहरा है और प्री-मानसून के दौरान धूल भरी आंधी 29, है।

प्लॉट से अधिक वर्षा मानसून अवधि 30, के दौरान केंद्रित होती है। किसी क्षेत्र की जलवायु स्थिति के आकलन के लिए उस क्षेत्र में प्रचलित जलवायु परिस्थितियों के बारे में दीर्घकालिक जानकारी की आवश्यकता होती है। एक दीर्घकालिक पर्यावरणीय डेटाबेस बनाने के लिए, कई प्रयास किए गए हैं जिसके कारण व्यापक डेटाबेस 31-36, का निर्माण हुआ। इस अध्ययन में उपयोग किए गए डेटासेट अवलोकन संबंधी डेटाबेस के उदाहरण हैं। एफ्रोडाइट 37,38,, सीआरयू 39,, जीपीसीसी 40,, पीआरईसीधल 41,, यूडीईएल 42, और आईएमडी 43,। हम इन डेटासेट से 0.5°×0.5° रिजोल्यूशन वर्षा डेटा का उपयोग करते हैं। हालांकि, तापमान डेटा एफ्रोडाइट, सीआरयू और यूडीईएल से प्राप्त किया जाता है क्योंकि वे केवल इन स्रोतों से उपलब्ध होते हैं। प्रवृत्ति विश्लेषण के लिए 99 से 2015 तक की अवधि को अध्ययन अवधि के रूप में चुना गया है।



चित्र 1: आईजीबी का स्थान और आवृत्त क्षेत्र

मूल्यों का सापेक्ष परिमाण संबंधित म्पहमद वैक्टर द्वारा समझाया गया एकरसता की सीमा का प्रतिनिधित्व करता है, और उच्चतम म्पहमद मान वाला वेक्टर अधिकतम मोनोटोनिक प्रवृत्ति देता है। यदि किसी म्पहमद मान का वितरण या उच्चतम पोस्टीरियर डेंसिटी कान्फिडेंस इंटरवल (HPDCI) एक निश्चित विश्वसनीय स्तर पर दूसरों को ओवरलैप नहीं करता है, तो इसका अर्थ है कि म्पहमद मान और साथ ही संबंधित म्पहमद वेक्टर उस विश्वसनीय स्तर पर महत्वपूर्ण हैं। हमने डेटासेट ( $\lambda$ ) के सटीक कारक को छोड़ने के बाद वर्षा और तापमान के पश्च वितरण से नमूनों (1000) का एक सेट तैयार किया, इन नमूना धाराओं में से प्रत्येक के लिए ईंजिन विश्लेषण किया, और ईंजिन मूल्य स्पेक्ट्रम का वितरण उत्पन्न किया। हम विश्लेषण अवधि के लिए जलवायु परिवर्तन संकेत के रूप में महत्वपूर्ण म्पहमद मूल्यों के अनुरूप म्पहमद वैक्टर पर विचार करते हैं।

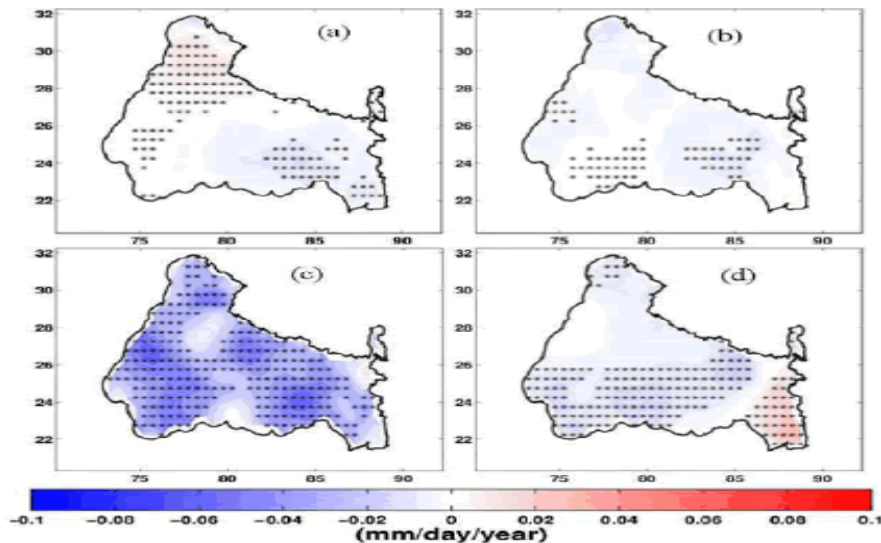
किसी भी जलवायु चालक के समतुल्य समय श्रृंखला के समतुल्य जलवायु परिवर्तन संकेतों के बीच सहसंबंध उस चालक पर जलवायु परिवर्तन की निर्भरता को दर्शाता है। हम जलवायु परिवर्तन की अनिश्चितताओं का वर्णन करते हुए, जलवायु परिवर्तन संकेत के 1000 नमूनों का उपयोग करके

महत्व परीक्षण के साथ सहसंबंध का परीक्षण करते हैं। महत्व परीक्षण पर इस पेपर के पूरक खंड में आगे चर्चा की गई है।

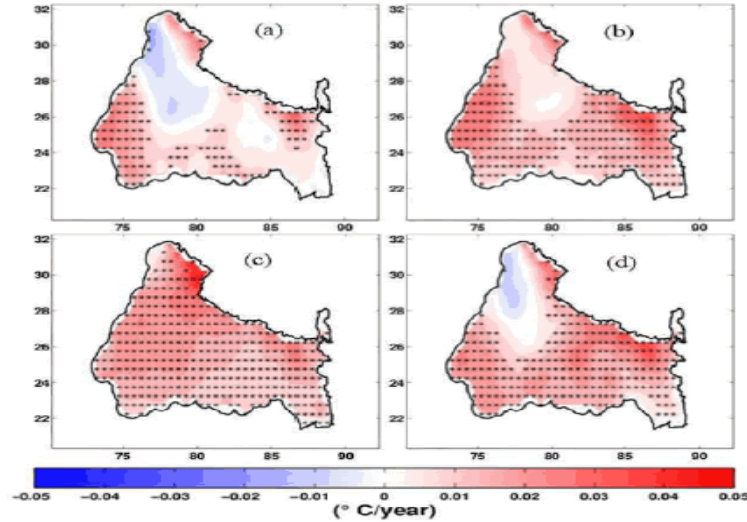
## निष्कर्ष

## परिणाम

हम सभी ग्रिड बिंदुओं की औसत प्रवृत्ति का अनुमान लगाते हैं और 90: विश्वसनीय स्तर पर एचपीडीसीआई का उपयोग करते हुए गैर-शून्य प्रवृत्ति वैकल्पिक परिकल्पना का परीक्षण करते हैं। ग्रिड बिंदु जहां परीक्षण शून्य प्रवृत्ति शून्य परिकल्पना को खारिज कर देता है, तारांकन चिह्न (\*) अंकों द्वारा आंकड़े 2 और 3 में दिखाया गया है।



चित्र 2: (ए) सर्दी, (बी) पूर्व-मानसून, (सी) मानसून और (डी) मानसून के बाद के मौसम के लिए औसत वर्षा (मिमी/दिन -1 वर्ष -1) की बायेसियन प्रवृत्ति। तारांकन (\*) 0.90 विश्वसनीय स्तर की प्रवृत्ति (चढ0.1) वाले अंक हैं।



चित्र 3: (ए) सर्दी, (बी) पूर्व-मानसून, (सी) मानसून और (डी) मानसून के बाद के मौसम के लिए औसत तापमान ( $^{\circ}$  वर्ष  $-1$ ) की बायेसियन प्रवृत्ति। तारांकन (\*) 0.90 विश्वसनीय स्तर की प्रवृत्ति (चढ0.1) वाले अंक हैं।

चित्र 2 विभिन्न मौसमों के लिए वर्षा की प्रवृत्ति के स्थानिक वितरण को दर्शाता है। सर्दियों में रुझान (चित्र 2) एक प्रमुख द्वि-मोडल संरचना दिखाते हैं। बेसिन का दक्षिण पूर्वी भाग प्रमुख घटती प्रवृत्ति ( $\sim -0.02$  मिमी दिन  $-1$  वर्ष  $-1$ ) दिखाता है, और उत्तर पश्चिमी भाग प्रमुख बढ़ती प्रवृत्ति ( $\sim 0.02$  मिमी दिन  $-1$  वर्ष  $-1$ ) दिखाता है। सर्दियों के दौरान सेंट्रल आईजीबी किसी भी प्रवृत्ति से पूरी तरह शून्य है। केंद्रीय प्लठ पर वर्षा की यह प्रवृत्ति-रहित विशेषताएँ, जिसमें इस मौसम में प्लठ के अन्य भाग की तुलना में अधिक मात्रा में वर्षा (3 ~ 4 मिमी दिन  $-1$ ) होती है, इस मौसम के दौरान जलवायु के स्थिर व्यवहार को इंगित करती है। यह संरचना उत्तरी भाग में ओरोग्राफी रुझान, के संभावित प्रभावों और दक्षिण पूर्वी भाग में समुद्र के प्रभाव रुझान, को इंगित करती है। प्री-मानसून (चित्र 2बी) मौसमों के दौरान प्रवृत्ति संरचना सुसंगत नहीं है। प्लठ के दक्षिणी भाग में बहुत कम ग्रिड बिंदु महत्वपूर्ण रुझान दिखाते हैं

( $\sim -0.01$  मिमी दिन $^{-1}$ वर्ष $^{-1}$ )। अधिकांश उत्तरी और मध्य आईजीबी प्री-मानसून सीजन के दौरान किसी भी प्रवृत्ति से पूरी तरह शून्य हैं। मानसून (चित्र 2ब) मौसम लगभग सभी ग्रिड बिंदुओं ( $-0.02 - 0.1$  मिमी दिन $^{-1}$ वर्ष $^{-1}$ ) के लिए एक मजबूत घटती प्रवृत्ति को दर्शाता है। दो स्थानिक मोड हैं: पूर्वी और पश्चिमी, इन घटते रुझानों के साथ केंद्रीय आईजीबी में उत्तर-दक्षिण असंततता के साथ। मध्य बंगाल में, आईजीबी के पूर्वी हिस्से में, बढ़ती प्रवृत्ति ( $-1$  वर्ष  $-1$ ) की एक जेब है, हालांकि महत्वपूर्ण नहीं है। प्रवृत्तियों का परिमाण इस मौसम में सबसे मजबूत है जो इस तथ्य के कारण है कि आईजीबी पर अधिकांश वर्षा मानसून के मौसम में केंद्रित होती है, इस प्रकार लगातार सूखना भी सबसे मजबूत होता है। मानसून अवधि के दौरान आईजीबी द्वारा प्राप्त वर्षा में इन कमी का कृषि और जल-ऊर्जा उत्पादन पर बहुत प्रभाव पड़ता है क्योंकि इस क्षेत्र में अधिकांश वर्षा मानसून के मौसम के दौरान प्राप्त होती है। मानसून के बाद का मौसम (चित्र 2डी) केंद्रीय आईजीबी ( $\sim -0.02$  मिमी दिन $^{-1}$ वर्ष $^{-1}$ ) में घटती प्रवृत्ति को दर्शाता है, लेकिन दक्षिण-पूर्वी भाग में एक महत्वपूर्ण वृद्धि की प्रवृत्ति है ( $\sim 0.03$  मिमी दिन $^{-1}$ वर्ष $^{-1}$ ), और उत्तरी भाग कोई महत्वपूर्ण प्रवृत्ति नहीं दिखाता है। घटती प्रवृत्ति की ओर बढ़ने का तीव्र स्थानिक परिवर्तन आईजीबी के दक्षिण पूर्वी भाग में संभावित भूमि-समुद्री संपर्क को इंगित करता है।

### सारांश

हमने यह दिखाने के लिए कई स्रोतों से डेटासेट का विश्लेषण किया है कि अलग-अलग डेटासेट में स्थानिक प्रवृत्ति की विशेषताएं काफी भिन्न होती हैं। इस मुद्दे को हल करने के लिए हम उन सभी डेटासेट पर विचार करते हुए एकीकृत रुझान प्राप्त करने के लिए एक बायेसियन ढांचे का प्रस्ताव करते हैं। व्यक्तिगत अवलोकन डेटासेट के प्रभाव को हटाने के बाद, समान डेटासेट से कई नमूने, बायेसियन ढांचे से प्राप्त मापदंडों का उपयोग करके तैयार किए जाते हैं।



इस विश्लेषण के नमूने विभिन्न मौसमों के दौरान आईजीबी के लिए समान जलवायु परिवर्तन संकेत प्राप्त करने के लिए एमटीपीसीए ढांचे में निर्दिष्ट हैं। हम दिखाते हैं कि प्री-मानसून और मानसून के मौसम के दौरान आईजीबी पर जलवायु महत्वपूर्ण रूप से (झ 90: आत्मविश्वास स्तर) बदल रही है। मानसून के बाद के दौरान, परिवर्तन थोड़ा कम महत्व (~ 85: आत्मविश्वास स्तर) के साथ होता है। सर्दियों के मौसम में किसी भी तरह के जलवायु परिवर्तन के संकेत नहीं मिलते। आईजीबी पर जलवायु परिवर्तन को प्रेरित करने में विभिन्न जलवायु चालकों के महत्व का विश्लेषण करने के लिए समकक्ष जलवायु परिवर्तन संकेत का उपयोग किया जाता है। हम पाते हैं कि जलवायु परिवर्तन को प्रेरित करने में वैश्विक टेलीकनेक्शन का महत्व नगण्य है। जीएचजी की सांद्रता का जलवायु परिवर्तन संकेत के साथ बहुत मजबूत संबंध है जो आईजीबी पर जलवायु परिवर्तन के चालकों के रूप में उनके प्रमुख महत्व को दर्शाता है। इन परिणामों से संकेत मिलता है कि टेलीकनेक्शन सूचकांक, जो अंतर वार्षिक परिवर्तनशीलता या हाइड्रोलॉजिकल चरम (जैसे सूखा) के लिए जिम्मेदार हो सकते हैं, आईजीबी पर दीर्घकालिक जलवायु प्रवृत्ति में महत्वपूर्ण भूमिका नहीं निभा सकते हैं। दूसरी ओर, जीएचजी, जो अंतर-वार्षिक परिवर्तनशीलता के लिए जिम्मेदार नहीं हो सकता है, आईजीबी पर जलवायु परिवर्तन प्रक्रिया में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकता है। इस पत्र में तैयार की गई नवीन विधियां आईजीबी पर जलवायु के विश्लेषण तक ही सीमित नहीं हैं, बल्कि किसी भी क्षेत्र की जलवायु विशेषताओं के विश्लेषण में उपयोग की जा सकती हैं। ये विधियां हमें किसी भी क्षेत्र के जलवायु गुणों और उन्हें प्रेरित करने वाली प्रक्रियाओं को समझने में मदद करेंगी।

### संदर्भ

1. परोदा आरएस, वुडहेड टी, सिंह आरबी (1994) एशिया में चावल-गेहूं उत्पादन प्रणालियों की स्थिरता। आरएपीए प्रकाशन, बैंकाक।

2. व्हिटफील्ड पीएच, कैनेन एजे (2000) कनाडा में जलवायु और जल विज्ञान में हालिया बदलाव। कैनेडियन वाटर रिसोर्स जे 25: 19-65।
3. मुजिक ए (2001) जलवायु परिवर्तन के लिए जलविद्युत प्रणालियों की संवेदनशीलता। कैनेडियन वाटर रिसोर्स जे 26: 233-253।
4. जू सी-वाई, सिंह वी (2004) स्थिर और बदलती जलवायु के तहत क्षेत्रीय जल संसाधन मूल्यांकन मॉडल पर समीक्षा। जल संसाधन प्रबंधन 18: 591-612।
5. पंत जीबी, हिंगाने एलएस (1988) 20 वीं शताब्दी के दौरान राजस्थान के रेगिस्तान में और उसके आसपास जलवायु परिवर्तन। इंटर जे क्लाइमेटोल 8: 391-401।
6. बोलासीना एमए, मिंग वार्ड, रामास्वामी वी (2011) एंथ्रोपोजेनिक एरोसोल और दक्षिण एशियाई ग्रीष्मकालीन मानसून का कमजोर होना। विज्ञान 334: 502-505।
7. हिंगाने एलएस, कुमार केआर, मूर्ति वीआर (1985) भारत में सतही हवा के तापमान के दीर्घकालिक रुझान। इंटर जे क्लाइमेटोल 5: 521-528।
8. सुभाष एन, सिक्का एके, मोहन एचएसआर (2010) मध्य पूर्वोत्तर भारत में वर्षा और तापमान की अवलोकन संबंधी विशेषताओं की जांच- एक ऐतिहासिक परिप्रेक्ष्य 1889-2008। जैमवत चचसब्सपउंजवस 103: 305-319।
9. एनाडाटर एच, क्रोनबर्ग जी, निस्ट्रैंड आर, रायलैंडर आर (2005) साइनोबैक्टीरिया से एंडोटॉक्सिन और एरोसोल के साँस लेने के बाद तीव्र इन्फ्लूएंजा जैसी प्रतिक्रिया के कारण के रूप में ग्राम-नकारात्मक बैक्टीरिया। इकोहेल्थ 2:209-221
10. अंसारी टीयू, वलसन एई, ओझा एन, रविकृष्ण आर, नरसिम्हन बी, गुंथे एसएस (2015) माडल सिमुलेशन आफ फंगल स्पोर डिस्ट्रीब्यूशन ओवर द इंडियन रीजन। एटमास एनवायरन 122:552-560

11. बालासुब्रमण्यम आर, नैनार पी, राजशेखर ए (2012) आवासीय सूक्ष्म वातावरण में एयरबोर्न बैक्टीरिया, कवक और एंडोटाक्सिन स्तर: एक केस स्टडी। एरोबायोलोजी 28:375-390
12. बाउर एच, गिबल एच, हिटजेनबर्गर आर, कैस्पर-गिबल ए, रीस्चल जी, जिबुस्का एफ, पक्सबाम एच (2003) क्लाउड कंडेनसेशन न्यूक्लियस के रूप में एयरबोर्न बैक्टीरिया। जे जियोफिस रेस: एटमास 108:4658
13. चौहान एस (2016) एक सुनियोजित शैक्षणिक परिसर और उसके आस-पास रहने वाले समुदाय के श्वसन स्वास्थ्य को परिभाषित करने में बायोएरोसोल की भूमिका और महत्व को समझने के लिए साल भर का अध्ययन। (पीएचडी थीसिस, भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान कानपुर से सम्मानित)
14. क्लार्क सीएस, रायलैंडर आर, लार्सन एल (1983) कम्पोस्ट प्लांट्स में ग्राम-नेगेटिव बैक्टीरिया, एस्परगिलस फ्यूमिगेटस, इस्ट और एंडोटाक्सिन के स्तर। एपल एनवायरन माइक्रोबायोल 45:1501-1505
15. डोमांस्का ए, स्ट्रोसजेन-मरोका जी (1994) एंडोटाक्सिन इन आक्यूपेशनल एनवायरनमेंट आफ बेकर्स: मेथड आफ डिटेक्शन। इंट जे आक्यूप मेड एनवायरन हेल्थ 7:125-134
16. फू पी, कावामुरा के, ओकुजावा के, अग्रवाल एसजी, वांग जी, कानाया वाई, वांग जेड (2008) माउंट पर गर्मियों के पर्वतीय एरोसोल की कार्बनिक आणविक रचनाएं और अस्थायी विविधताएं। ताई, उत्तरी चीन का मैदान। जे भूभौतिकी रेस: एटमास 113:व19107

17. गार्सिया ई, हिल टीसीजे, प्रेन्नी एजे, डीमाट पीजे, फ्रैंक जीडी, क्रेडेनवाइस एसएम (2012) दो अमेरिकी उच्च मैदानी कृषि क्षेत्रों में सीमा परत हवा में बायोजेनिक बर्फ नाभिक। जे भूभौतिकी रेस: एटमास 117:क18209
18. गुप्ता पीके, सहाय एस, सिंह एन, दीक्षित सीके, सिंह डीपी, शर्मा सी, तिवारी एमके, गुप्ता आरके, गर्ग एससी (2004) चावल-गेहूं फसल प्रणाली में अवशेष जलना: कारण और निहितार्थ। कर्क विज्ञान 87:1713-1717
19. हाक्स सीवी, किवलिन एसएन, रोक्का जेडी, ह्यूगेट वी, थॉमसन एमए, सटल केबी (2011) वर्षा के लिए फंगल समुदाय प्रतिक्रियाएं। ग्लोब चेंज बायोल 17:1637-1645
20. कुमार ए, गुप्ता टी (2015) एक चर विन्यास च्छ1ध्छ2.5 प्रभाव-आधारित नमूना का विकास और प्रयोगशाला प्रदर्शन मूल्यांकन। एयरोसोल एयर क्वाल रेस 15:768-775
21. ली टी, ग्रिंशपुन एसए, किम केवाई, इओसिफोवा वाई, अधिकारी ए, रेपोनन टी (2006) इनडोर और आउटडोर एयरबोर्न फंगल बीजाणुओं, पराग, और (1 → 3)-बीटा-डी-ग्लुकन के बीच संबंध बिना दृश्य मोल्ड वृद्धि के घरों में। एरोबायोलोजी 22:227-235
22. ममता श्रीवास्तव जेएन, सत्संगी जीपी, कुमार आर (2015) इंडो-गंगा के मैदान पर बायोएरोसोल प्रदूषण का आकलन। पर्यावरण विज्ञान प्रदूषण रेस 22:6004-6009
23. प्रूसिन एजे, गार्सिया ईबी, मार् एलसी (2015) इनडोर और आउटडोर हवा में वायरस और बैक्टीरिया की कुल सांद्रता। Environ Sci Technol Lett 2:84-88
24. राजीव पी, राजपूत पी, गुप्ता टी (2016) अल-नीनो और पीडीओ के दौरान एरोसोल और बारिश के पानी की रासायनिक विशेषताओं ने भारतीय ग्रीष्मकालीन मानसून को प्रभावित किया। एटमास एनवायरन 145:192-200

25. मेंतजपब I, वंससंपिवत TN (2011) वैश्विक कवक बीजाणु उत्सर्जन, समीक्षा और साहित्य डेटा का संश्लेषण। जैव भूविज्ञान 8:1181-1192
26. ताहा एमपीएम, डू जीएच, टैमर ए, हेविंग्स जी, जोर्डिन्सन जीएम, लाब्गहर्सट पीजे, पोलाई एसजेटी (2007) कंपोस्टिंग सुविधाओं के बायोएरोसोल एक्सपोजर आकलन में सुधार- विभिन्न खाद युगों और प्रसंस्करण गतिविधियों से उत्सर्जन का तुलनात्मक मॉडलिंग। एटमास एनवायरन 41:4504-4519