

जलवायु परिवर्तन: समष्टि आर्थिक प्रभाव और जोखिमों को कम करने के नीतिगत विकल्प*

यह आलेख पूरे विश्व की अर्थव्यवस्थाओं के आर्थिक परिदृश्य में जलवायु परिवर्तन के कारण बढ़ते जोखिमों पर प्रकाश डालता है और साथ ही यह जोखिम को कम करने के लिए उपलब्ध नीतिगत विकल्पों की समीक्षा भी करता है। यदि हम सन 1901 से लेकर मौसम से जुड़ी भारत की प्रमुख घटनाओं का विश्लेषण करते हैं तो यह पाते हैं पिछले दो दशकों में अत्यधिक गंभीर घटनाओं की संख्या बढ़ी है और दीर्घावधि औसत (एलपीए) की तुलना में देखने पर औसत तापमान का स्तर बढ़ा है तथा वर्षा का रुख भी अधिक परिवर्तनशील हो गया है। अनुभव आश्रित निष्कर्ष यह बताते हैं भारत के संदर्भ में जलवायु परिवर्तन का समष्टि आर्थिक प्रभाव, विशेष रूप से खाद्य स्फीति और वास्तविक अर्थव्यवस्था गतिविधियों कुछेक संकेत को पर काफी अधिक रही है।

भूमिका

विश्व के औसत तापमान में हुई वृद्धि के कारण हो रहा जलवायु परिवर्तन तथा उसके फलस्वरूप मौसमी चक्र में आ रहा परिवर्तन उन्नत और उभरती दोनों प्रकार की अर्थव्यवस्थाओं के समष्टि आर्थिक परिदृश्य के सम्मुख प्रमुख जोखिम बनकर उभरा है। संयुक्त राष्ट्र की टिप्पणी है कि 'जलवायु परिवर्तन' एक ऐसा मुद्दा है, जो हमारे समय को परिभाषित कर रहा है और हम एक निर्णायक क्षण पर खड़े हैं। हाल की अवधि में भारत भी मौसमी चक्र में बड़े परिवर्तनों का साक्षी रहा है। जनसंख्या बढ़ने के कारण ग्रीन हाउस गैसों (जीएचजी) का उत्सर्जन संचयी रूप में ऊंचे स्तर पर रहा है जिसके परिणामस्वरूप औसत तापमान बढ़ गया है। अंतरराष्ट्रीय ऊर्जा एजेंसी (आईईए) द्वारा किए गए एक अध्ययन के अनुसार वर्ष 2018 में भारत ने 2,299 मिलियन टन कार्बन डाइऑक्साइड (CO₂) का उत्सर्जन किया जो पिछले वर्ष की तुलना में 4.8 प्रतिशत अधिक था¹।

* यह आलेख अर्चना दिलीप और सुजाता कुंडू द्वारा तैयार किया गया है जो भारतीय रिजर्व बैंक (आरबीआई) के क्रमशः वित्तीय बाजार परिचालन विभाग (एफएमओडी) तथा आर्थिक और नीति अनुसंधान विभाग (डीईपीआर) में अनुसंधान अधिकारी के रूप में कार्यरत हैं। इस आलेख में व्यक्त विचार लेखकों के निजी विचार हैं और वे भारतीय रिजर्व बैंक के विचारों का प्रतिनिधित्व नहीं करते।

¹ वर्ष 2018 में भारत द्वारा CO₂ के उत्सर्जन की वृद्धि दर यूएस और चीन, जो विश्व में सबसे ज्यादा उत्सर्जन करने वाले देश माने जाते हैं, से अधिक रही।

भारत में समृद्धि और महँगाई परिदृश्य आज भी दक्षिण पश्चिम मानसून एसडब्ल्यूएम के मौसम (जून-सितंबर) के दौरान होने वाली वर्षा मात्रा और उसके वितरण से प्रभावित होता है। पूरे वर्ष भर में देश में होने वाली वर्षा का लगभग 75 प्रतिशत इन्हीं 4 महीनों के दौरान मिलता है जोकि कृषि क्षेत्र के लिए अति महत्वपूर्ण है क्योंकि भारत की कुल कृषि योग्य भूमिका 65 प्रतिशत हिस्सा अभी भी असिंचित है। वर्ष 2019 में दक्षिण पश्चिम मानसून (एसडब्ल्यूएम) ने पिछले दो दशकों की सर्वाधिक बारिश प्रदान की। हालांकि, शुरुआती महीनों में काफी दिनों तक सूखे की स्थिति बने रहने के बाद जैसे-जैसे मानसून आगे बढ़ा, भारी या अत्यधिक बारिश हुई जिसके कारण देश के बहुत से हिस्सों में बाढ़ आ गई और फसल को नुकसान हुआ।

वर्षण (बारिश) के अलावा, तापमान और उसमें जारी परिवर्तन मौसम में आ रहे इस बदलाव का एक अन्य प्रमुख संकेतक है। पिछले दो दशकों के दौरान भारत का मध्यमान वार्षिक तापमान काफी बढ़ गया है। अब तक, जैसा कि भारत के मौसम विभाग आईएमडी ने बताया है, वर्ष 2016 भारत का सबसे गर्म वर्ष रहा है। जहां एक ओर, पूरे विश्व में बदलती मौसमी परिस्थितियों की एक बड़ी विशेषता आवश्यकता में क्रमशः हो रही वृद्धि है, वहीं अति गंभीर/ मौसमी परिवर्तन से जुड़ी घटनाएं, जैसे वर्षा के चक्र में बदलाव आ जाना, इसका वितरण असमान हो जाना, बाढ़ बार-बार और अधिक तीव्रता से आना, बेमौसम बारिश होना, गर्म हवाएं चलना और सूखा पड़ना आदि अति गंभीर समष्टि आर्थिक जोखिम उत्पन्न करती हैं। भारत समुद्र के बढ़ते जलस्तर और ग्लेशियरों के पिघलने का साक्षी भी रहा है जिसका कारण ग्लोबल वार्मिंग को माना जा सकता है। सागर के जलस्तर में क्रमशः होने वाली वृद्धि से कृषि योग्य भूमि का क्षेत्रफल कम होता जाने की आशंका है।

वर्तमान में तापमान-वृद्धि की जो दर है, उसे देखते हुए अतिवृष्टि और तापमान बढ़ने से जुड़ी घटनाओं की आवृत्ति बढ़ जाएगी जिससे कि आजीविका और उत्पादन बुरी तरह प्रभावित होने की संभावना है [इंटरगवर्नमेंटल पैनल ऑन क्लाइमेट चेंज (आईपीसीसी), 2018]। इस प्रकार प्रौद्योगिकी में हो रही तीव्र प्रगति तथा जनांकिकीय बदलावों के साथ मिलकर जलवायु परिवर्तन बड़े आर्थिक उथल-पुथल लाने की क्षमता रखता है (रुडबुश, 2019)। मौसमी परिस्थितियों में होने वाले बदलावों के

दीर्घकालिक मैक्रो इकोनॉमिक परिणाम विभिन्न रूपों में देखने को मिल सकते हैं। इसे सर्वाधिक स्पष्ट रूप में कृषि उत्पादन में देखा जा सकता है, अन्य परिणामों में श्रम उत्पादकता, मृत्यु दर और निवेश निर्णयों पर पड़ने वाले प्रतिकूल प्रभाव की गिनती की जा सकती है [ऐसी वेडो 2019; बैटन, 2018; कान और अन्य, 2019; अंतर्राष्ट्रीय मुद्रा कोष (आईएमएफ), 2019]। संलग्न सारणी-1 में जलवायु परिवर्तन के कारण उत्पन्न जोखिमों के महत्वपूर्ण प्रकारों और अर्थव्यवस्था में उनके संचरण के माध्यमों को प्रस्तुत किया गया है। मौसमी परिस्थितियों में होने वाले बदलावों के कारण आस्ति की कीमतों और वित्तीय स्थिरता पर पड़ने वाले विपरीत प्रभावों को भी रेखांकित किया गया है [वैश्विक वित्तीय स्थिरता रिपोर्ट (आई एम एफ), 2019]।

जहां भारत से संबंधित साहित्य तापमान और मौसम से जुड़ी घटनाओं के कृषि-उत्पादन पर पड़ने वाले प्रभाव पर अधिकांशतः केंद्रित रहा है, वहीं इस आलेख में महंगाई (मुख्यतः खाद्य वस्तुओं की महंगाई) पर मौसम के प्रभाव की चर्चा की गई है। इसमें जोखिम को कम करने के लिए नीतिगत विकल्पों की समीक्षा भी की गई है। आलेख को इस प्रकार व्यवस्थित किया गया है: भाग 2 में अखिल भारतीय स्तर पर मौसम की बदलती परिस्थितियों से जुड़े तथ्यों की समीक्षा की गई है। इसके अंतर्गत, भारत में विशेष रूप से पिछले दो दशकों में जलवायु परिवर्तन - खराब मौसम से जुड़ी घटनाओं की आवृत्ति- को अभिलिखित करते हुए शोधपरक तथ्य प्रस्तुत किए गए हैं। भाग 3 में अर्थव्यवस्था पर जलवायु परिवर्तन के प्रभाव से संबंधित साहित्यिक सैद्धांतिक और अनुभव आश्रित साहित्य की संक्षिप्त समीक्षा प्रस्तुत करता है और इसके बाद भाग 4 में खाद्य स्थिति वास्तविक आर्थिक गतिविधियों के संकेत पर पड़ने वाले प्रभाव का अनुभव आश्रित विश्लेषण किया गया है। भाग 5 इस प्रकार के साहित्य में रेखांकित की गई ऐसी विभिन्न नीतियों की रूपरेखा प्रस्तुत करता है जिन्हें सरकार और केंद्रीय बैंक जोखिमों को कम करने के लिए अपना सकते हैं। भाग 6 में निष्कर्ष प्रस्तुत किए गए हैं।

II. जलवायु परिवर्तन : क्या यह कल्पना मात्र है?

जलवायु परिवर्तन को बीते दिनों की किसी बेसलाइन को आधार मानते हुए मौसमी घटनाओं की तीव्रता अथवा आवृत्ति में आने वाले दीर्घकालिक विचलन के रूप में परिभाषित किया

जा सकता है (मनी और अन्य, 2018)। इसके अंतर्गत विभिन्न रूपों में घटित होने वाली सभी प्रकार की मौसमी घटनाओं को शामिल किया जा सकता है अथवा धीरे-धीरे होने वाले मौसमी परिवर्तन जैसे कि औसत वार्षिक तापमानों में उल्लेखनीय परिवर्तन, बाढ़, सूखा, गर्म हवाएं और तूफान तथा/ अथवा मौसमी चक्र में परिवर्तन जैसी खराब मौसमी घटनाओं की आवृत्ति/ तीव्रता में वृद्धि।

भारत में तापमान और वर्षा के चक्र में आने वाले परिवर्तन के बढ़ते हुए प्रमाण देखे जा सकते हैं। यदि हम 1999 से 2019 के दौरान भारत में प्रकाशित समाचार पत्रों के ऐसे लेखों जिनमें 'जलवायु परिवर्तन' शब्द आया हो, उनके वर्ड क्लाउड² पर नजर डालें तो हम पाते हैं कि किस प्रकार यह इन वर्षों में लगातार चर्चा का एक प्रमुख विषय बना रहा है (उद्धरण 1)। इस भाग में भारत में हुए जलवायु परिवर्तन के कुछ स्पष्ट प्रमाणों पर चर्चा की गई है।

उद्धरण 1 : मुख्य रूप से 'क्लाइमेट चेंज' शब्द पर आधारित वर्ड क्लाउड

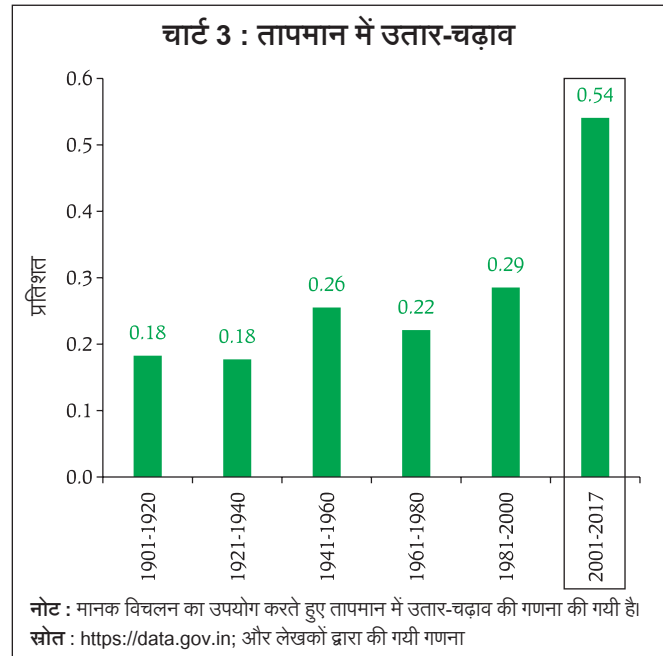
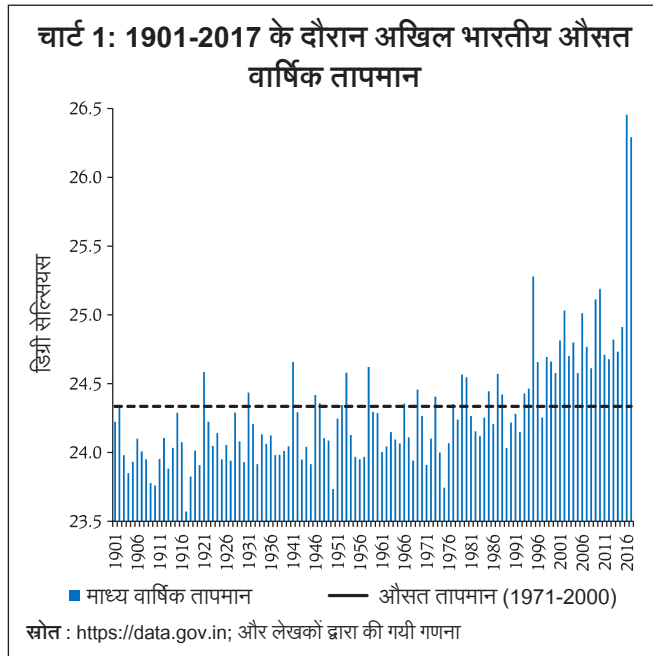


स्रोत : प्रोक्वेस्ट डेटाबेस : <https://data.gov.in>; और लेखकों द्वारा की गयी गणना

तापमान

पिछले दो दशकों (2001-17) में औसत वार्षिक तापमान में उल्लेखनीय वृद्धि हुई है (चार्ट 1)। सन 1901 के बाद की अवधि

² शब्द क्लाउड शब्दों से बना एक चित्रण है, जिसमें एक शब्द का आकार एक पाठ में प्रदर्शित होने की आवृत्ति को दर्शाया जाता है। किसी शब्द विशेष का आकार जितना बड़ा हो, वह उतना ही महत्वपूर्ण होता है।



की बात करें तो किसी भी 20 वर्ष के अंतराल की तुलना में 2001-17 के दौरान औसत तापमान में वृद्धि (साथ ही, तापमान में उतार-चढ़ाव) काफी अधिक रही (चार्ट 2 और 3)।

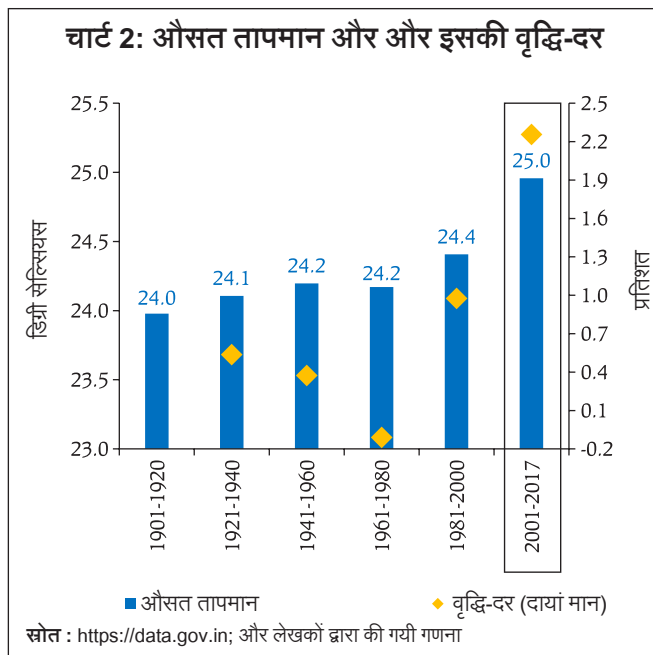
भारत में तापमान के क्रम के अंतः-वर्ष अवधिक इस प्रकार हैं कि किसी भी वर्ष के दौरान न्यूनतम तापमान आमतौर पर जनवरी-फरवरी (सर्दियों के महीनों) के दौरान होता है, जबकि अधिकतम तापमान आमतौर पर मार्च-मई (मानसून पूर्व) के दौरान देखा

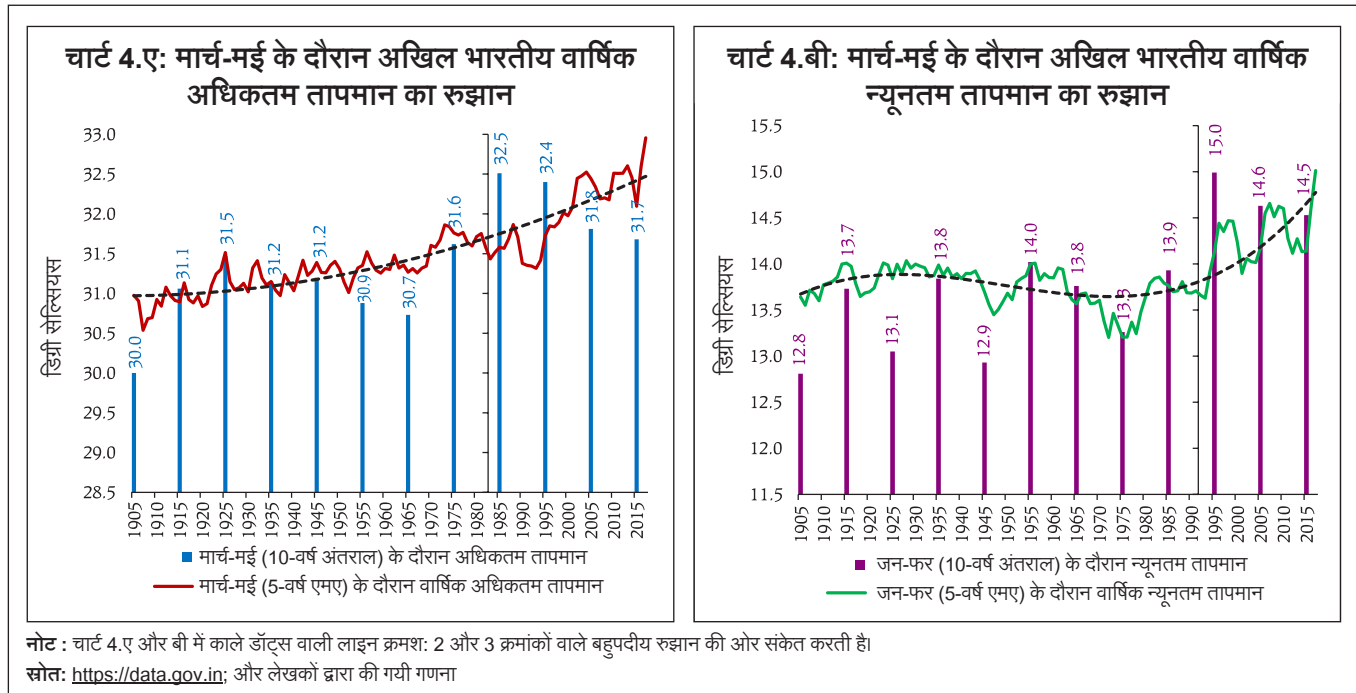
जाता है। आंकड़े बताते हैं कि साल-दर-साल इन महीनों के दौरान न्यूनतम और अधिकतम दोनों तापमानों में वृद्धि हो रही है (चार्ट 4.ए और चार्ट 4.बी)। इसके अलावा, 1901 के बाद से 5 साल की चलायमान औसत (एमए), विशेष रूप से विगत 30 वर्षों की बात करें तो इस वृद्धि में ज्यादा परिवर्तन देखा गया है।

वर्षा

एसडब्ल्यूएम में अपने सामान्य पैटर्न / वितरण से होने वाले विचलन व्यापक आर्थिक परिदृश्य के सम्मुख बड़े जोखिम उत्पन्न कर देते हैं। विगत कई वर्षों में एसडब्ल्यूएम के मौसम की गतिकी में क्रमिक परिवर्तन दिखाई पड़े हैं। उदाहरण के लिए, 2019 के दौरान, विलंब से हुई शुरुआत (8 जून, 2019) और जून के दौरान अत्यधिक कम बारिश वाले दौर (एलपीए से 33 प्रतिशत) के बावजूद, सीजन समाप्त होते-होते सामान्य से 10 प्रतिशत अधिक बारिश दर्ज की गयी जो कि पिछले 25 वर्षों का सर्वाधिक स्तर था (1990-2019 की अवधि के दौरान उच्चतम स्तर 1994 में 12.5 प्रतिशत था) (चार्ट 5)।

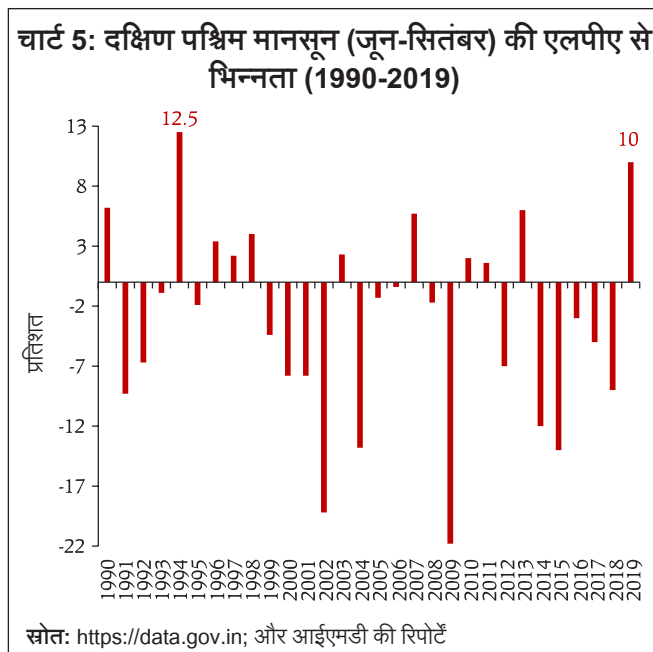
2019 में, जून में वर्षा की काफी कमी के बाद, मानसून ने जुलाई में कुछ गति प्राप्त की (चार्ट 6.ए और 6.बी)। हालांकि, अगस्त और सितंबर के दौरान वर्षा की अधिकता बहुत ज्यादा थी (चार्ट 6.सी और 6.डी)। अगस्त में, वर्षा एलपीए से 15 प्रतिशत ऊपर हुई थी, जो पिछले 23 वर्षों में सबसे अधिक थी, जबकि





सितंबर में तो, यह एलपीए से 52 प्रतिशत ऊपर थी, जो 1918 के बाद अब तक का सबसे अधिक स्तर रहा। साथ ही, यदि अगस्त और सितंबर के दौरान वर्षा की कुल मात्रा (557 मिमी) को देखें तो यह 1983 (564 मिमी) के बाद सर्वाधिक थी।

इसके अलावा, एसडब्ल्यूएम की शुरुआत और समाप्ति की तारीखें (2010 के बाद से) इसकी समयरेखा में दिखने वाले



परिवर्तनों का विश्लेषण करने के लिए उपयोगी जानकारी प्रदान करती हैं (सारणी 1)। आईएमडी के अनुसार, एसडब्ल्यूएम की शुरुआत और वापसी की सामान्य तिथियां क्रमशः 1 जून और 1 सितंबर हैं। 2010 से लेकर पांच साल तक एसडब्ल्यूएम की शुरुआत में देरी हुई थी जहां औसत देरी 5 दिनों की थी, जबकि 2019 के दौरान मानसून 7 दिनों की देरी से आया था। खास तौर पर, तबाही मचाने वाली बात यह थी कि मानसून की समाप्ति में 39 दिनों की देरी हुई, जो पिछले नौ वर्षों के बिलकुल विपरीत थी³

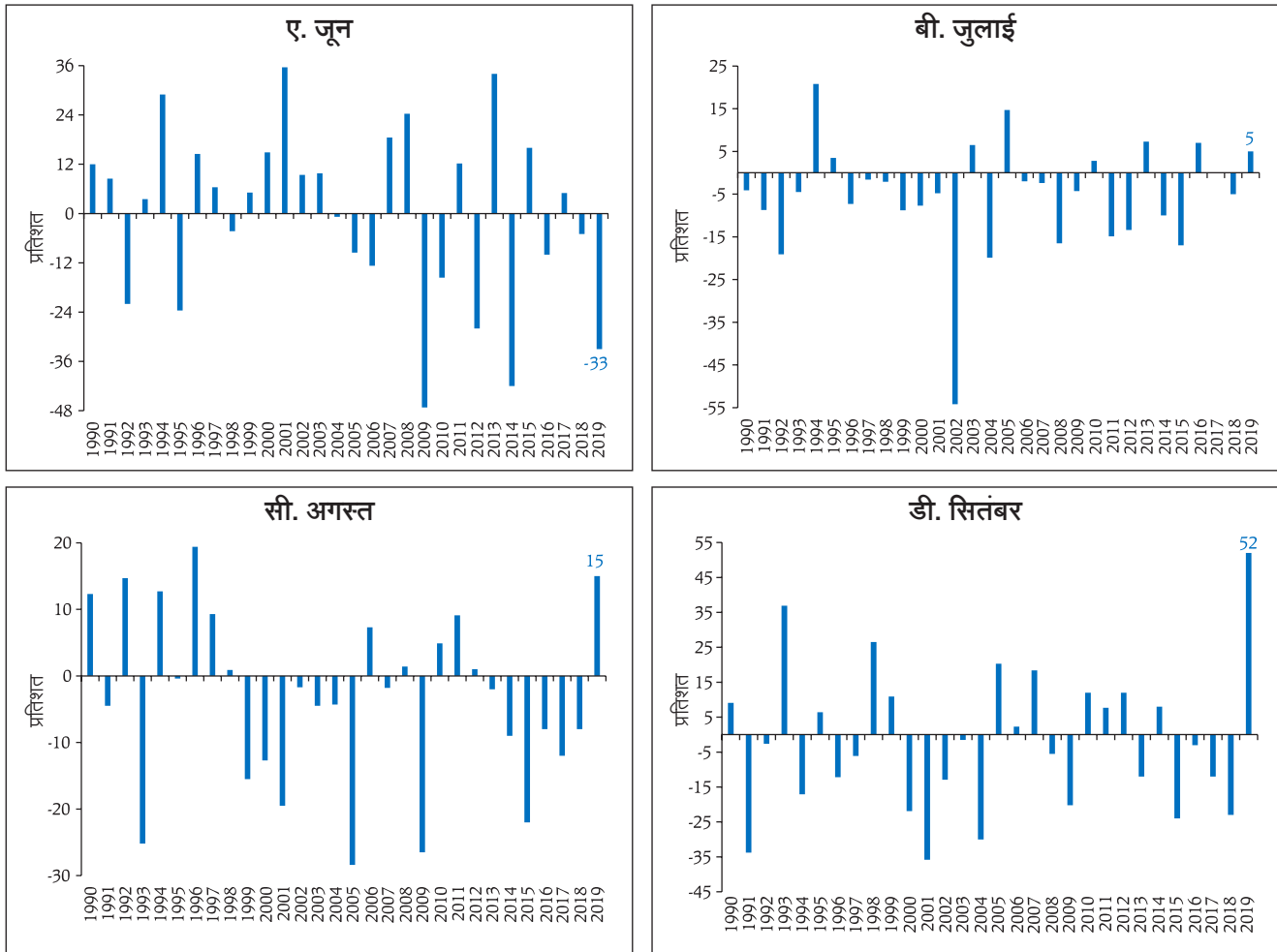
सारणी 1: दक्षिण पश्चिम मानसून का आना और इसकी वापसी की समय-सीमा (दिनों की संख्या)

वर्ष	शुरुआत में विलंब	वापसी में विलंब	पूरी तरह वापसी में लगा समय
2010	1	27	33
2011	3	23	32
2012	-4	24	25
2013	0	9	43
2014	-5	23	26
2015	-4	4	46
2016	-7	15	44
2017	2	27	15
2018	3	29	23
2019	-7	39	8

स्रोत: मानसून रिपोर्टें, आईएमडी

³ आईएमडी की रिपोर्ट के अनुसार, 2019 से पहले SWM की सबसे देरी से निकासी 1961 (1 अक्टूबर; 31 दिन) और 2007 (30 सितंबर; 30 दिन) में दर्ज की गई थी।

चार्ट 6: एलपीए से दक्षिण-पश्चिम मानसून वर्षा का माह-वार अंतर (1990-2019)



स्रोत: <https://data.gov.in>; और आईएमडी की रिपोर्टें

एसडब्ल्यूएम द्वारा इसकी पूर्णतया समाप्ति में लिए गए दिनों की संख्या (आठ दिन) भी असामान्य थी। इसके अतिरिक्त, वर्ष 2019 में एसडब्ल्यूएम की वापसी के साथ ही उत्तर-पूर्व मानसून का आगमन हो गया जो बिलकुल नई घटना थी।

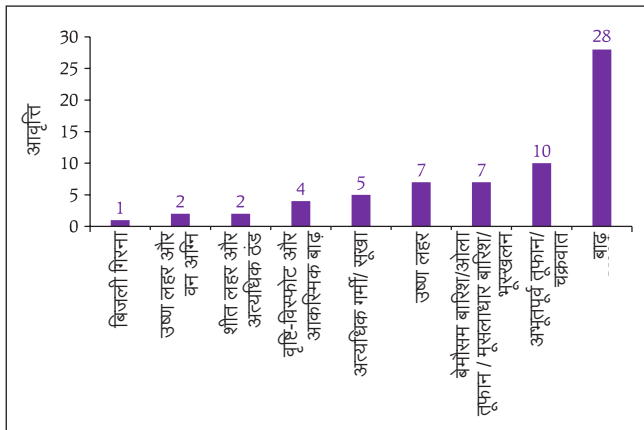
अत्यंत प्रतिकूल मौसम वाली घटनाएं

तापमान और वर्षा के पैटर्न में धीरे-धीरे बदलाव के साथ, अत्यधिक प्रतिकूल मौसम वाली घटनाएं यथा अत्यधिक/बेमौसम बारिश (अक्सर बाढ़ लाने वाली), तापमान में चिंताजनक उतार-चढ़ाव (जैसे, गरम लू और शीतलहरी) और तेज हवाएँ (जैसे, तूफान) दुनिया भर में बढ़ती आवृत्ति और तीव्रता के साथ देखी

जा रही हैं। भारत में भी, पिछले दो दशकों के दौरान, बाढ़ें और उनके बाद आए चक्रवातों, बेमौसम बारिश और गर्म लू इस प्रकार के अत्यधिक प्रतिकूल मौसम से जुड़ी प्रमुख घटनाएं थीं (चार्ट 7. ए)। वर्ष 2008 से इन घटनाओं की आवृत्ति में भी वृद्धि हुई है (चार्ट 7. बी)।

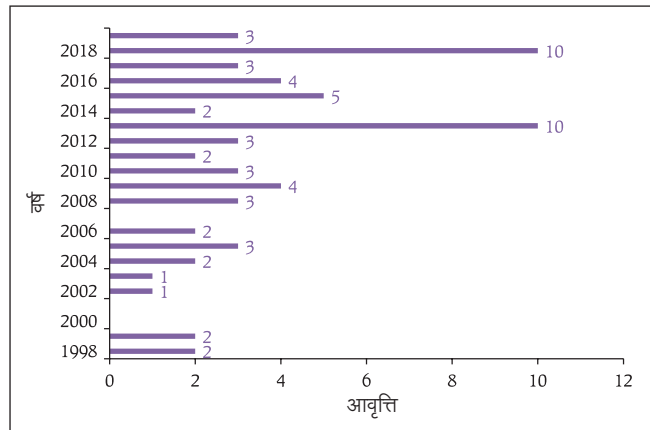
2004 के बाद से बड़े पैमाने पर बाढ़ और मूसलाधार बारिश की घटनाएं हुई हैं, जबकि 2011 के बाद से बेमौसम बारिश एक बढ़ती चिंता का विषय बन गया है। इसके अलावा, अगर हम इन घटनाओं के क्षेत्रीय वितरण को देखें, तो यह पाते हैं कि कुछ प्रमुख कृषि आधारित राज्य (या तो खाद्यान्न उत्पादक या नकदी फसल

चार्ट 7.ए : अत्यधिक प्रतिकूल मौसमी घटनाओं के प्रकार (1998-2019)



नोट : इन घटनाओं को ऐसे राज्यों में नोट किया गया जो भौगोलिक रूप से पास-पास नहीं हैं और/अथवा लगातार आने वाले महीनों के नहीं हैं।
स्रोत : डाउन टु अर्थ (विज्ञान और पर्यावरण केंद्र द्वारा सहायता-प्राप्त) : आईएमडी प्रकाशन: और लेखकों द्वारा की गयी गणना।

चार्ट 7.बी: अत्यधिक प्रतिकूल मौसमी घटनाओं की आवृत्ति (1998-2019)



उत्पादक) सबसे अधिक प्रभावित रहे हैं (आंध्र प्रदेश, ओडिशा, पश्चिम बंगाल, गुजरात, महाराष्ट्र और मध्य प्रदेश) (चार्ट 8)।

III. साहित्य की समीक्षा

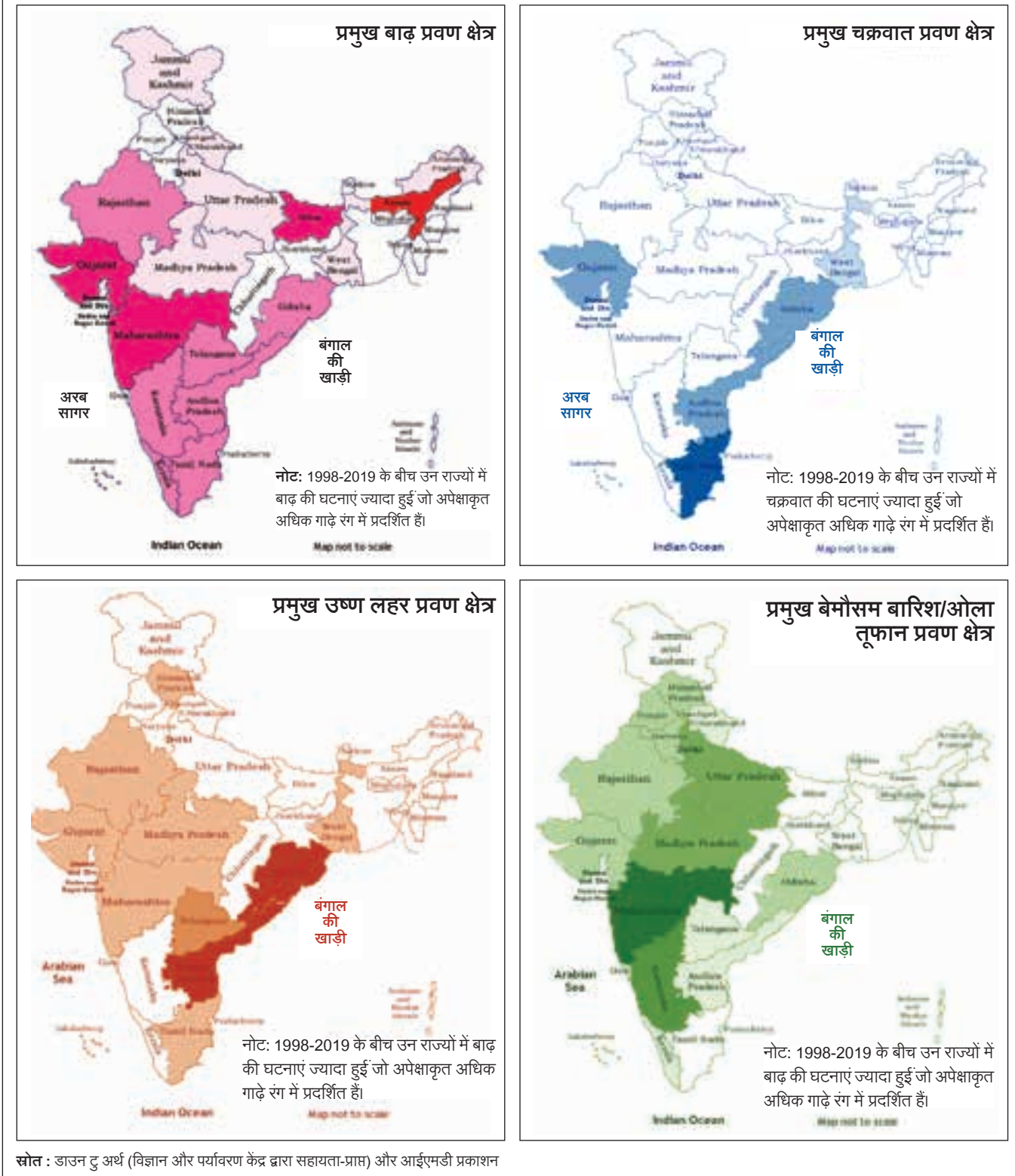
जलवायु परिवर्तन और अर्थव्यवस्था पर इसके प्रभाव से संबंधित साहित्य भरा पड़ा है, चाहे विभिन्न प्रकार के जटिल मुद्दों को समावेशित करने की दृष्टि से देखें या फिर विश्लेषण की गहनता की दृष्टि से। जहाँ एक ओर विकसित अर्थव्यवस्थाओं के संदर्भ में बहुत सारा काम किया गया है, वहीं विकासशील अर्थव्यवस्थाओं के लिए साहित्य अभी भी अपनी प्रारम्भिक अवस्था में है। नीति निर्माता और केंद्रीय बैंकर भी जलवायु परिवर्तन के बढ़ते आर्थिक परिणामों / जोखिमों को महसूस कर रहे हैं, तथा समष्टि आर्थिक चरों की मॉडलिंग और पूर्वानुमानों की प्रणालियों में बदलाव की आवश्यकता व्यक्त की जा रही है (नॉर्डहाउस, 2017; बैटन, 2018)। इस प्रकार के साहित्य से ऐसे संकेत मिलते हैं कि यदि यह प्रक्रिया अधिकांश निवेशकों को अपने निहित वित्तीय जोखिमों का मूल्यांकन करने में सहायक बन सके, तो जलवायु संबंधी प्रकटीकरणों से क्रमिक रूप से कम कार्बन आधारित अर्थव्यवस्था की ओर बढ़ा जा सकेगा (बैटन और अन्य, 2016)।

समग्र आर्थिक स्वास्थ्य पर मौसमी परिवर्तनों के प्रभाव के संबंध में जो भी अध्ययन हुए हैं वे आम तौर पर कुल आर्थिक उत्पादन और कृषि पैदावार पर केंद्रित हैं। उदाहरण के लिए, एक अध्ययन के निष्कर्ष यह बताते हैं कि उच्च तापमान का न केवल कुल आर्थिक उत्पादन के स्तर पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ सकता है, बल्कि यह इसकी वृद्धि दर भी कम कर सकता है (डेल और अन्य,

2012; ऐसीवेडो और अन्य, 2018)। एक अन्य अध्ययन से पता चलता है कि 1964-2007 के दौरान, सूखे और अत्यधिक गर्मी ने दुनिया भर में कृषि उत्पादन को काफी नुकसान पहुंचाया, और हाल के सूखों ने अनाज उत्पादन पर पहले वाले सूखों की तुलना में अधिक प्रभाव डाला (लेस्क और अन्य, 2016)।

ऐसे भी अध्ययन भी हुए हैं जो यह बताते हैं कि जीवन स्तर, पशुधन की उत्पादकता और सूखा प्रभावित क्षेत्रों में खाद्य सुरक्षा पर जलवायु परिवर्तन का नकारात्मक प्रभाव पड़ रहा है (मणि और अन्य, 2018; आईपीसीसी, 2019)। तापमान से संबंधित प्रतिकूल मौसम की घटनाओं का असर वर्षा संबंधी कारकों की तुलना में कृषि उपज से जुड़ी विसंगतियों पर अधिक दिखता है; सिंचाई सुविधाएं अत्यधिक तापमान के नकारात्मक प्रभावों को कम करने में मदद करती हैं लेकिन केवल आंशिक रूप से (वोगेल और अन्य, 2019)। 1960-2014 की अवधि के लिए 174 देशों के पैनल डेटासेट का उपयोग करते हुए एक अध्ययन में पाया गया है कि तापमान के अपने ऐतिहासिक मानकों से लगातार विचलन से प्रति व्यक्ति वास्तविक उत्पादन वृद्धि पर विपरीत प्रभाव पड़ा है (कहन और अन्य, 2019)। यह कई राज्यों और विभिन्न क्षेत्रों में वास्तविक उत्पादन, श्रम उत्पादकता और रोजगार की स्थिति पर जलवायु परिवर्तन के निरंतर नकारात्मक प्रभाव का साक्ष्य प्रस्तुत करता है। अमेरिका के लिए भी इसी तरह के निष्कर्ष प्रस्तुत किए गए हैं (कोलासिटो और अन्य, 2018)। एक समष्टि मौसम सूचकांक का उपयोग करते हुए, जापान में किए गए एक अध्ययन में पाया गया कि वर्षा में वृद्धि से उपभोक्ता खर्च में गिरावट आएगी और

चार्ट 8 : भारत में प्रतिकूल मौसम की प्रमुख घटनाओं का क्षेत्रीय विस्तार



तापमान में वृद्धि से गर्मियों में निजी खपत में वृद्धि होगी और सर्दियों में कमी आएगी (अकुत्सु और कोइके, 2019)।

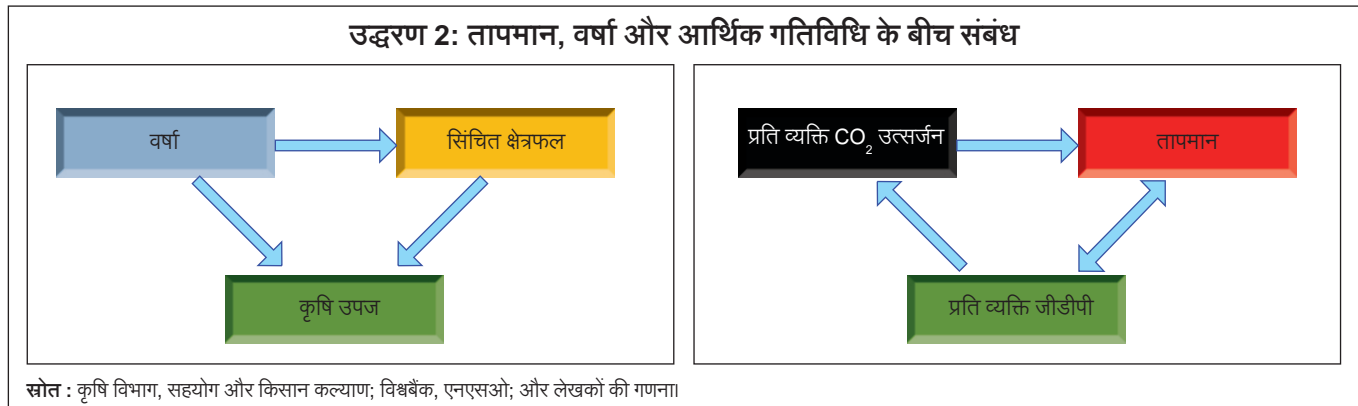
भारतीय संदर्भ में बात की जाए तो कुछ अध्ययन हैं जिन्होंने जलवायु परिवर्तन से उत्पन्न जोखिमों को उजागर किया है, मुख्य रूप से कृषि क्षेत्र (विशेष रूप से, फसल की पैदावार) और लोगों के जीवन स्तर से जुड़े जोखिमों को। अफ्रीका को छोड़कर भारत को अमेरिका, चीन, रूस और दुनिया के अधिकांश अन्य हिस्सों की तुलना में जलवायु परिवर्तन के प्रति अधिक संवेदनशील माना जाता है (जोशी और पटेल, 2009)। वर्ष 1957-2000 के लिए जिला-स्तरीय पैनाल डेटासेट का उपयोग करते हुए, यह अनुमान लगाया गया है कि किसी वर्ष के दौरान उच्च तापमान वाले दिनों में मानक विचलन में एक की वृद्धि के परिणामस्वरूप कृषि पैदावार और वास्तविक मजदूरी में क्रमशः 12.6 प्रतिशत और 9.8 प्रतिशत की गिरावट आ जाती है, वहीं ग्रामीण जनसंख्या की वार्षिक मृत्यु दर में 7.3 प्रतिशत की वृद्धि हो जाती है (बर्गेस और अन्य, 2014)। कर्नाटक में विभिन्न प्रकार की फसलों की पैदावार (जैसे धान, ज्वार, रागी और सफेद मटर) पर अत्यधिक तापमान के प्रभाव का विश्लेषण करने वाला एक अन्य अध्ययन यह दर्शाता है कि फसल की पैदावार और अत्यधिक तापमान वाले दिनों की संख्या के बीच एक व्युत्क्रम रैखिक संबंध होता है, और साथ ही यह भी कि पैदावार पर तापमान का प्रभाव वर्षा के प्रभाव से अधिक होता है (मुरारी और अन्य, 2018)। इसके अलावा, यह भी देखा गया है कि तापमान में वृद्धि कृषि उत्पादकता को कम कर देती है, जबकि वर्षा (जब तक कि आवश्यकता से अधिक न हो जाए) इस प्रभाव को प्रायः दूर कर देती है (बिर्थल और अन्य, 2014)। अगर इस जोखिम को कम करने के लिए नीतियाँ नहीं बनायी जातीं, तो तापमान में हो रही लगातार वृद्धि के कारण वर्ष 2100 तक भारत के प्रति व्यक्ति सकल घरेलू उत्पाद (जीडीपी) में 6.4 प्रतिशत तक की गिरावट आ सकती है (काहन और अन्य, 2019)।

IV. भारत के लिए अनुभवजन्य विश्लेषण

भारत में CO₂ उत्सर्जन की मात्रा एक बड़ी चिंता का विषय रहा है क्योंकि वैज्ञानिकों ने तर्क दिया है कि यह उत्सर्जन ही तापमान के बढ़ते स्तर के लिए मुख्य रूप से दोषी है। साथ ही, यह आम तौर पर माना जाता है कि बढ़ती आर्थिक गतिविधियों के परिणामस्वरूप CO₂ का अधिक उत्सर्जन होता है। इसलिए प्रारंभिक तौर पर, तीन सेटों में युग्म-वार ग्रेंजर-कार्य-कारण परीक्षण किए गये हैं जिनमें प्रति व्यक्ति जीडीपी का डेटा, प्रति व्यक्ति CO₂ उत्सर्जन (मीट्रिक टन) और भारतीय संदर्भ में 1960-2014 की अवधि के वार्षिक औसत तापमान का उपयोग किया गया है। इसके परिणाम यह बताते हैं कि प्रति व्यक्ति जीडीपी के आधार पर मापी गयी आर्थिक गतिविधि के कारण CO₂ का उत्सर्जन होता है और CO₂ उत्सर्जन से औसत तापमान में वृद्धि होती है (संलग्न सारणी 2.ए)। इसके अलावा, ये परिणाम यह भी दर्शाते हैं कि तापमान और प्रति व्यक्ति सकल घरेलू उत्पाद के बीच एक द्वि-दिशात्मक कार्य-कारण संबंध होता है। जैसा कि अपेक्षित है, वर्षा के कारण उपलब्ध सिंचित क्षेत्र (सकल सिंचित क्षेत्र) की मात्रा प्रभावित होती है, जो बदले में कृषि उपज (उत्पादन और/अथवा बोया गया क्षेत्र) को प्रभावित करती है (संलग्न सारणी 2.बी)। इन परिणामों को फ्लो चार्ट के माध्यम से भी सारांश रूप में प्रस्तुत किया गया है (उद्धरण 2)।

किसी भी समय विशेष पर भारतीय जलवायु की परिस्थितियों में मौजूद विविधता को ध्यान में रखते हुए, सभी राज्यों में मौसम संकेतकों का सामान्य औसत मात्रा मौसम के बदलते चक्र की वास्तविक प्रकृति को पूरी तरह से पकड़ने में सक्षम नहीं हो सकता। इस समस्या से निपटने के लिए, मौसम सूचकांकों - तापमान सूचकांक और वर्षा सूचकांक - की गणना दीर्घावधिक औसतों से होने वाले विचलनों के भारत औसत के रूप में की जाती है। इसके

उद्धरण 2: तापमान, वर्षा और आर्थिक गतिविधि के बीच संबंध



स्रोत : कृषि विभाग, सहयोग और किसान कल्याण; विश्वबैंक, एनएसओ; और लेखकों की गणना।

अलावा, चूंकि अधिकांश आर्थिक आंकड़े पूरी अर्थव्यवस्था के लिए तैयार किए गए होते हैं और वे मासिक अंतराल पर उपलब्ध कराए जाते हैं, इसीलिए ये सूचकांक भी अखिल भारतीय स्तर पर मासिक रूप से तैयार किए जाते हैं।

ब्लोश और गौरियो (2015) के सिद्धांत पर चलते हुए इन सूचकांकों को तैयार करने के विविध चरण नीचे दिए जा रहे हैं:-

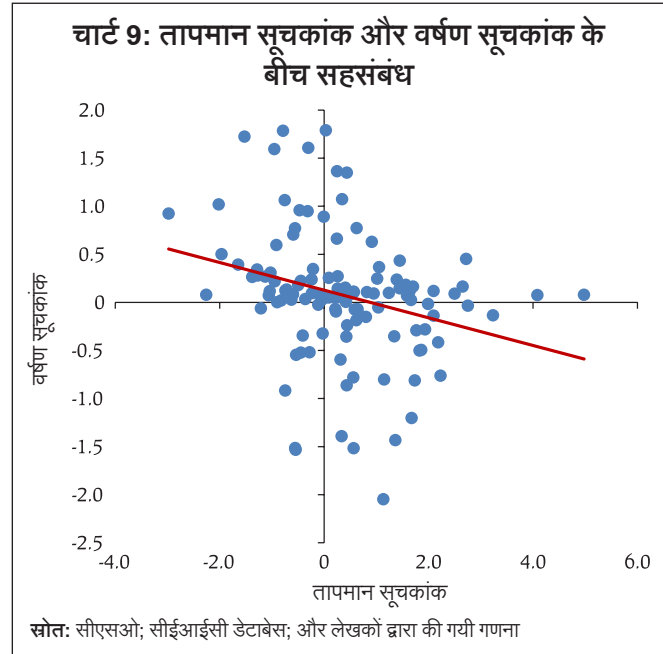
चरण 1: देश के महत्वपूर्ण मौसम केंद्रों के लिए तापमान और वर्षा के मासिक विचलनों (मासिक औसत और दीर्घकालिक सामान्य के बीच अंतर) से जुड़ा डेटा प्राप्त किया जाता है। मान लेते हैं कि विचलनों को D_i से दर्शाया गया है जहाँ i राज्य / स्थान दर्शाता है।

चरण 2: इन विचलनों को परिवर्तनशीलता के माप से सामान्यीकृत किया जाता है, जो कि मानक विचलन (σ_i) होता है। अब हम इन सामान्यीकृत विचलनों (तापमान/वर्षा विचलन और मानक विचलन का अनुपात) को इस प्रकार दर्शाते हैं \hat{D}_i ।

चरण 3: सभी राज्यों के सामान्यीकृत विचलनों को विभिन्न राज्यों की जनसंख्या (w_i) के अनुसार भारिता देते हुए उनका औसत निकाला जाता है, यह मानते हुए कि आर्थिक गतिविधि जनसंख्या से सहसंबद्ध होती है।

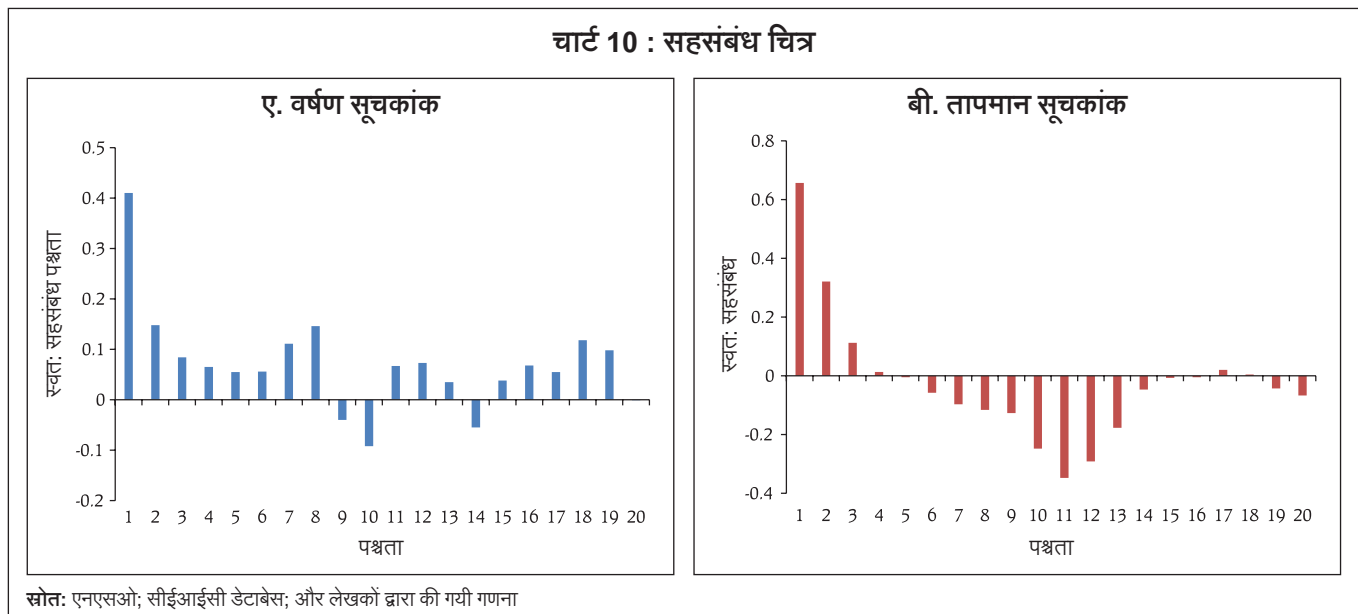
$$\bar{D} = \frac{\sum_i w_i \hat{D}_i}{\sum_i w_i}$$

चरण 4: इसके बाद, भारत की आर्थिक गतिविधि पर एसडब्लूएम के महत्व को ध्यान में रखते हुए, इसे जून-सितंबर के औसत और मानक विचलन के साथ सामान्यीकृत किया जाता है।



जैसा कि भारतीय संदर्भ में अपेक्षित है, अक्टूबर 2009-जुलाई 2019 की अवधि के लिए तैयार किया गया वर्षा सूचकांक की तुलना में तापमान सूचकांक के प्रकीर्ण प्लॉट नकारात्मक और सांख्यिकीय रूप से महत्वपूर्ण सहसंबंध $[(-) 0.32]$ प्रदर्शित करता है। यह इंगित करता है कि जब वर्षा में वृद्धि होती है तो तापमान घटता है (चार्ट 9)।

इसके अतिरिक्त, वर्षण और तापमान के सूचकांकों के बीच सहसंबंध चित्र यह बताते हैं कि विचलन कितने समय तक बने रहते हैं (चार्ट 10)। तापमान सूचकांक के मामले में तो यह सहसंबंध

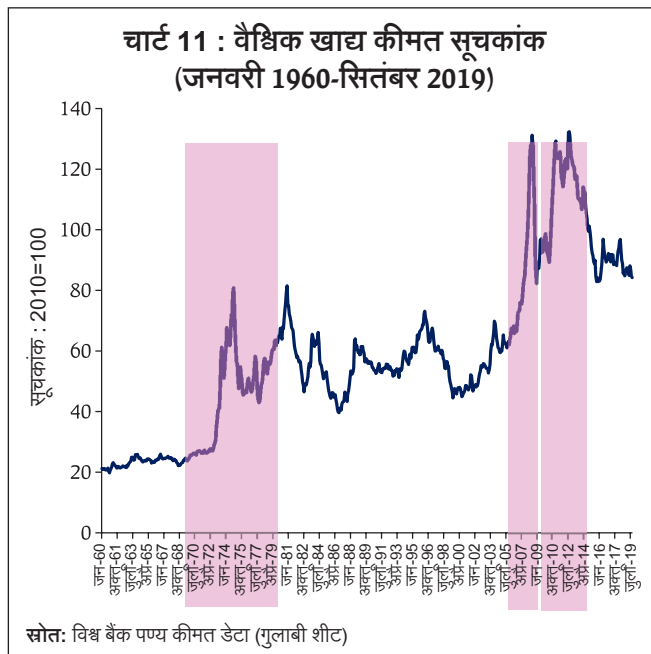


जल्दी समाप्त हो जाता है। वर्षण सूचकांक में सहसंबंध का दीर्घकाल तक बने रहना अधिक लंबे मानसून तथा एसडब्लूएम मानसून की वापसी और उत्तरी पूर्वी मानसून के आगमन के बीच के समयांतराल के कम होने का संकेत देता है।

अगले दो उप-खंडों में मँहगाई और आर्थिक गतिविधि पर जलवायु परिवर्तन के प्रभाव का विश्लेषण किया गया है। यहाँ, हालांकि समुद्र तल और पवन-चक्र जैसे अन्य कारक भी हैं जो बदलते जलवायु चक्र को दर्शाते हैं, तथापि इस विश्लेषण के तहत तापमान और वर्षा के प्रभाव (जैसा सूचकांकों का उपयोग करके मापा जाता है) का अध्ययन किया गया है।⁴

IV.1. मँहगाई पर असर

वैश्विक स्तर पर बात करें तो, खाद्य-वस्तुओं की कीमतों में उछाल मौसम से संबंधित घटनाओं के बाद की समयावधियों में ही आता है और इसका कारण होता है खराब मौसम से फसल की हानि / कम कृषि उत्पादन। पिछले छह दशकों के दौरान, ऐसे तीन अवसर आए जब विश्व स्तर पर खाद्य पदार्थों की कीमतों में उल्लेखनीय वृद्धि हुई : 1970 के दशक के दौरान; 2007-08 में; और 2010-14 के दौरान, और इन सभी के मूल में प्रतिकूल मौसमी परिस्थितियों से लगे झटके तथा उनसे प्रेरित अन्य कारक जैसे तेल की कीमतों में वृद्धि, व्यापार नीतियों में बदलाव और जैव ईंधन की खपत थे (चार्ट 11)।



⁴ चरम घटनाओं की आवृत्ति में वृद्धि के साथ, तापमान और वर्षा के प्रभावों में बदलाव की संभावना है।

भारत के मामले में, मुख्य मँहगाई⁵ साल-दर-साल गिरती गयी है और साथ ही, खाद्य मँहगाई में उल्लेखनीय गिरावट आयी है (संलग्न सारणी 3)। चूंकि समग्र उपभोक्ता मूल्य सूचकांक (सीपीआई) में 46 प्रतिशत भागीदारी खाद्य समूह की है, इसलिए यह मुख्य मँहगाई के प्रक्षेपवक्र का महत्वपूर्ण निर्धारक होता है। मँहगाई और विभिन्न खाद्य घटकों में मौजूद इसकी अस्थिरता दोनों अलग-अलग पैटर्न प्रदर्शित करते हैं। जनवरी 2012 से सितंबर 2019 के दौरान सब्जियों की मँहगाई दर उच्च (6.8 प्रतिशत) बनी रही है और साथ ही, इसकी अस्थिरता भी उल्लेखनीय रूप से अधिक (15.8 प्रतिशत) रही है। इसके अलावा, यह सीपीआई-खाद्य (भारिता: सीपीआई-खाद्य में 13.2 फीसदी) के प्रमुख घटकों में से एक है, जिसका समग्र खाद्य मँहगाई दर के साथ मजबूत सकारात्मक संबंध है (सारणी 2)।

वर्षा का विचलन का सब्जियों की मँहगाई दर के साथ घनिष्ठ रूप से जुड़ा होता है और इसके माध्यम से समग्र खाद्य मँहगाई दर

सारणी 2: सीपीआई-खाद्य और पेय पदार्थ और इसके प्रमुख घटक : संक्षिप्त आंकड़े

घटक	खाद्य मँहगाई से साथ सहसंबंध	औसत मँहगाई (प्रतिशत)	मँहगाई में उतार-चढ़ाव (प्रतिशत)
अनाज और उनके उत्पाद (21.1)	0.77***	5.3	4.3
मांस और मछली (7.9)	0.81***	7.3	3.6
अंडा (0.9)	0.72***	5.9	5.4
दूध और उसके उत्पाद (14.4)	0.64***	6.4	3.9
तेल और वसा (7.8)	0.47***	4.6	4.7
फल (6.3)	0.51***	5.9	5.5
सब्जियाँ (13.2)	0.78***	6.8	15.8
दालें और उनके उत्पाद (5.2)	0.37***	5.2	16.5
चीनी और मिष्ठान (3.0)	0.17	3.0	9.8
मसाले (5.5)	0.24**	4.7	4.0
अल्कोहल मुक्त पेय पदार्थ (2.7)	0.84***	4.9	2.4
बना-बनाया भोजन, नाश्ता, मिठाइयाँ आदि (12.1)	0.82***	7.5	3.3
भोजन और पेय पदार्थ	1.00	5.8	4.3

*** ** और * महत्व की दृष्टि से क्रमशः 1 प्रतिशत, 5 प्रतिशत और 10 प्रतिशत को दर्शाते हैं।

नोट: 1. कोष्ठक में दी गयी संख्याएं सीपीआई खाद्य एवं पेय पदार्थों की भारिता का संकेत करते हैं।

2. मँहगाई में उतार-चढ़ाव को मानक विचलन का प्रयोग करते हुए मापा जाता है।

स्रोत : एनएसओ; तथा लेखकों द्वारा की गयी गणना।

⁵ हेडलाइन मँहगाई को अखिल भारतीय सीपीआई-संयुक्त (ग्रामीण और शहरी) में साल-दर-साल हुए परिवर्तनों से मापा जाता है।

सारणी 3: खाद्य स्फीति, इसके घटकों और वर्षण सूचकांक के बीच संबंध

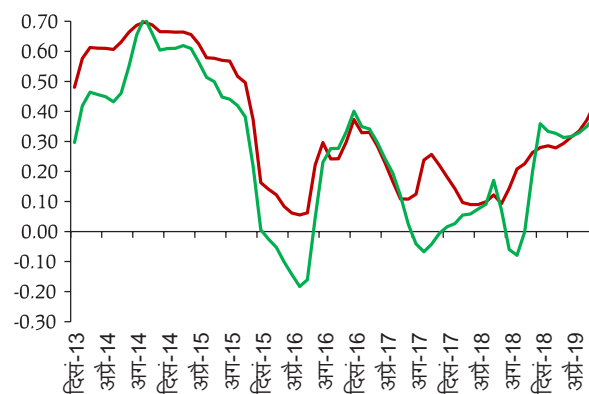
घटक	सहसंबंध गुणांक	पी-मान
अनाज और उत्पाद	0.26	0.01***
मांस और मछली	0.18	0.08*
अंडा	0.10	0.37
दूध और उत्पाद	0.02	0.82
तेल और वसा	-0.18	0.08
फल	-0.04	0.67
सब्जियां	0.38	0.00***
दालें और उत्पाद	-0.11	0.29
चीनी और कन्फेक्शनरी	0.03	0.77
मसाले	0.11	0.30
गैर-अल्कोहल पेय पदार्थ	0.21	0.05**
तैयार भोजन, नाश्ता, मिठाई आदि	0.16	0.13
खाद्य और पेय पदार्थ	0.25	0.02**

***, ** और * क्रमशः 1 प्रतिशत, 5 प्रतिशत और 10 प्रतिशत महत्व के स्तर को दर्शाते हैं।

स्रोत: एनएसओ; सीईआईसी डेटाबेस; और लेखकों की गणना।

परिवर्ती सहसंबंध गुणांक (जनवरी 2012 से प्रारंभ करते हुए) ऐसी समयावधियों को दर्शाते हैं जब सब्जियों (खाद्य) की मँहगाई दर और वर्षण सूचकांक के बीच सहसंबंध उच्चतम स्तर 0.70 पर पहुंच गया (चार्ट 14)।

इसके अलावा, हम क्रॉस-सहसंबंध गुणांक को देखते हैं, जो न केवल समकालीन सहसंबंध को प्रग्रहण करेगा, बल्कि अंतराल (लों) के साथ वर्षा के प्रभाव को भी दिखाएगा। ऐसा इसलिए है, क्योंकि कुछ खाद्य घटकों में, वर्षा का प्रभाव कुछ समय अंतराल के साथ दिखाई दे सकता है, जबकि अन्य के लिए बारिश का प्रभाव कुछ महीनों तक रह सकता है। परिणामों से पता चलता है कि वर्षा का प्रभाव आमतौर पर सब्जी स्फीति के साथ-साथ समग्र खाद्य स्फीति के मामले में 5-6 महीने तक रहता है (चार्ट 15)। साथ ही, सब्जियों के मामले में, प्रभाव की सीमा कुछ अंतराल के साथ बढ़ सकती है। यह आमतौर पर ऐसा होता है क्योंकि सब्जियों की प्रकृति खराब हो जाने वाली होती है और फसलों के क्षतिग्रस्त होने और क्षेत्रों में फैले उत्पादन केंद्रों से प्रतिकूल आपूर्ति नुकसान के बाद कीमतों पर प्रभाव धीरे-धीरे परिलक्षित होता है। अनाजों के मामले में देखें तो हम वर्षण सूचकांक और मुद्रास्फीति के बीच बहुत अधिक संबंध नहीं पाते हैं, जो मुख्य रूप से अनाज के खराब नहीं होने और उपलब्ध बफर स्टॉक/अच्छी तरह से परिभाषित आपूर्ति प्रबंधन प्रणाली

चार्ट 14: वर्षण सूचकांक और सीपीआई-खाद्य/सब्जी स्फीति के बीच रोलिंग सहसंबंध गुणांक

— वर्षण सूचकांक और सीपीआई-सब्जी मुद्रास्फीति

— वर्षण सूचकांक और सीपीआई-खाद्य स्फीति

स्रोत: एनएसओ; सीईआईसी डेटाबेस; और लेखकों की गणना।

की स्थिर भूमिका होने के कारण हो सकता है। किसी भी समकालीन सहसंबंध को मुख्य रूप से प्रतिकूल वर्षा पैटर्न और फसल बुवाई से संबंधित व्यापारियों के बीच बाजार की धारणाओं से प्रभावित किया जा सकता है। फलों के मामले में, वर्षण सूचकांक मुद्रास्फीति को कुछ अंतराल के साथ प्रभावित करता है, ऐसा इसलिए हो सकता है क्योंकि अधिकांश फल मौसमी होते हैं और पूरे वर्ष में उत्पादित नहीं होते हैं। इसलिए, यदि प्रतिकूल वर्षा से उत्पादन पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है, तो कीमतों पर प्रभाव धीरे-धीरे होता है और एक बार प्रभावित होने पर, यह कुछ अवधि तक रह सकता है।

चूँकि सब्जियों की कीमतें वर्षा में विघ्न से सबसे अधिक प्रभावित होती हैं, इसलिए हम सब्जियों के मूल्यों पर वर्षण सूचकांक के प्रभाव को एक अव्यवस्थित स्तर पर देखते हैं। सीपीआई-सब्जियों के भीतर, टमाटर (वजन: 9.5 प्रतिशत), प्याज (वजन: 10.7 प्रतिशत) और आलू (वजन: 16.3 प्रतिशत) मिलकर कुल हिस्सेदारी का 36 प्रतिशत हैं और इन तीन प्राथमिक सब्जियों की कीमतों में उतार-चढ़ाव में महत्वपूर्ण रूप से शामिल हैं, जो समग्र रूप से सब्जियों की मँहगाई निर्धारित करते हैं। पुनः, क्रॉस-सहसंबंध विश्लेषण के आधार पर परिणाम दर्शाते हैं कि लगातार 4-5 महीनों के प्रभाव के साथ टमाटर, प्याज और आलू (टीओपी) को छोड़कर वर्षण सूचकांक में

चार्ट 15: वर्षण सूचकांक और खाद्य स्फीति के बीच क्रॉस-सहसंबंध गुणांक

खाद्य, वर्षण सूचकांक (-i)	i	विलंब	सब्जी, वर्षण सूचकांक (-i)	i	विलंब
	0	0.2490		0	0.3757
	1	0.2296		1	0.4050
	2	0.2289		2	0.4352
	3	0.2165		3	0.4162
	4	0.1758		4	0.3211
	5	0.1095		5	0.1788
	6	0.0442		6	0.0546
	7	0.0226		7	0.0121
मांस_मछली, वर्षण सूचकांक (-i)	i	विलंब	पेय, वर्षण सूचकांक (-i)	i	विलंब
	0	0.1827		0	0.2107
	1	0.1782		1	0.1535
	2	0.1290		2	0.1044
	3	0.0814		3	0.0699
	4	0.0347		4	0.0380
	5	-0.0133		5	0.0011
	6	-0.0898		6	-0.0370
अंडा, वर्षण सूचकांक (-i)	i	विलंब	फल, वर्षण सूचकांक (-i)	i	विलंब
	0	0.0949		0	-0.0448
	1	0.1024		1	-0.0259
	2	0.1085		2	0.0313
	3	0.1595		3	0.0948
	4	0.2201		4	0.1727
	5	0.2112		5	0.2458
	6	0.1271		6	0.2945
	7	0.0700		7	0.3206
	8	0.0510		8	0.3318
	9	0.0267		9	0.3503
	10	-0.0286		10	0.3506
अनाज, वर्षण सूचकांक (-i)	i	विलंब			
	0	0.2644		11	0.3189
	1	0.1938		12	0.2897
	2	0.1416		13	0.2602
	3	0.1147		14	0.1910
	4	0.1026		15	0.1135
	5	0.0820		16	0.0404
	6	0.0437			
	7	0.0166			

टिप्पणी: टूटी हुई रेखाएं 95 प्रतिशत विश्वास अंतराल को दर्शाती हैं
 स्रोत: एनएसओ; सीईआईसी डेटाबेस; और लेखकों की गणना।

सब्जियों की महंगाई पर एक मजबूत और सांख्यिकीय रूप से महत्वपूर्ण प्रभाव दिखाने की क्षमता है (चार्ट 16)। आलू के महंगा होने का वर्षण सूचकांक के साथ कोई खास संबंध नहीं था।⁷ इसका कारण आलू की स्टोर करने की प्रकृति और भंडारण सुविधाओं की उपलब्धता हो सकता है। सब्जियों, विशेष रूप से प्याज और टमाटर की कीमत का बढ़ना, वर्ष 2019-20 में एक

प्रमुख चिंता का विषय था, इसकी वजह अक्टूबर में मानसून का देरी जाना, और महाराष्ट्र, कर्नाटक, तेलंगाना, मध्य प्रदेश और हिमाचल प्रदेश जैसे प्रमुख उत्पादक राज्यों में अत्यधिक/मानसून के बाद होने वाली बेमौसम बारिश के कारण हुआ फसलों को नुकसान और आपूर्ति में बाधा थी। पहले भी (विशेष रूप से, 2011, 2015, 2017 और 2018 के दौरान) ऐसे दौर देखने को मिले हैं जब बेमौसम बारिश के कारण सब्जियों, खासकर प्याज और टमाटर की कीमतें प्रभावित हुई थी (आरबीआई, 2011; 2015; 2018)।

⁷ टमाटर और प्याज को छोड़कर वर्षण सूचकांक और सब्जियों के बीच क्रॉस सहसंबंध गुणांक दूसरे और तीसरे लैंग में महत्वपूर्ण पाए गए, लेकिन कम परिमाण के साथ। यह संभवतः आलू की कीमतों के अच्छे-खासे प्रभाव को दर्शाता है।

चार्ट 16: वर्षण सूचकांक और सीपीआई-सब्जी मुद्रास्फीति के बीच क्रॉस-सहसंबंध गुणांक

प्याज, वर्षण सूचकांक (-i)	i	विलंब	टमाटर, वर्षण सूचकांक (-i)	i	विलंब	सब्जी_एक्सटॉप वर्षण सूचकांक (-i)	i	विलंब
█████	0	0.3719	█████	0	0.3514	█████	0	0.3975
█████	1	0.4187	█████	1	0.2978	█████	1	0.4538
█████	2	0.4400	█████	2	0.2522	█████	2	0.4912
█████	3	0.4041	█████	3	0.2550	█████	3	0.4345
█████	4	0.3085	█████	4	0.2005	█████	4	0.3111
█████	5	0.1793	█████	5	0.0596	█████	5	0.1795
█████	6	0.0718	█████	6	-0.0563	█████	6	0.0792

टिप्पणी: टूटी हुई रेखाएं 95 प्रतिशत विश्वास अंतराल को दर्शाती हैं
 स्रोत: एनएसओ; सीआईआईसी डेटाबेस; और लेखकों की गणना।

IV.2. आर्थिक गतिविधि पर प्रभाव

आर्थिक गतिविधि पर जलवायु परिवर्तन के प्रभाव का अध्ययन करने के लिए, आठ उच्च आवृत्ति वाले आर्थिक संकेतक (जिनके लिए मासिक आधार पर डेटा उपलब्ध हैं) का उपयोग किया गया है। संकेतकों को इस तरह से चुना गया है कि वे अर्थव्यवस्था के विभिन्न क्षेत्रों को ट्रैक करते हैं। इन संकेतकों में शामिल हैं: विदेशी पर्यटक आगमन, ऑटोमोबाइल बिक्री, ट्रैक्टर बिक्री, बिजली की मांग, भारत का कुल व्यापार, क्रय प्रबंधक सूचकांक (पीएमआई), औद्योगिक उत्पादन सूचकांक (आईआईपी) और आईआईपी-विनिर्माण खाद्य उत्पाद।

विश्लेषण के लिए, सभी चर मौसमी रूप से समायोजित किए जाते हैं। प्रत्येक संकेतक के लिए अलग-अलग समय-श्रृंखला प्रतिगमन दो मौसम सूचकांकों पर निम्नलिखित समीकरण के अनुसार किया जाता है:

$$\Delta \log Y_t = \alpha + \beta P_t + \gamma T_t + \epsilon_t^8$$

जहां, Y_t आठ आर्थिक संकेतकों में से एक है जिस t समय पर मान लिया गया है। t समय पर P_t वर्षण सूचकांक है। t समय पर T_t

⁸ जिज्ञा किया गया मॉडल बहुत मजबूत नहीं है क्योंकि इसका उद्देश्य यह अध्ययन करना है कि मौसम के सूचकांकों का आर्थिक गतिविधि के संकेतकों पर प्रभाव पड़ता है या नहीं। हालांकि, चर (वेरिअस इन्फ्लेशन फैक्टर का उपयोग करके) और ऑटोकोर्रिलेशन (डर्बिन वाटसन स्टेटिस्टिक का उपयोग करके) के बीच की कोलीनियरिटी की जाँच की जाती है। अमेरिका के संदर्भ में तापमान और बर्फबारी के प्रभाव के समान विश्लेषण में निम्न आर-वर्गीय मान भी देखे गए थे (ब्लेशेक और गौरियो, 2015)।

तापमान सूचकांक है और ϵ_t अवशिष्ट है।

परिणाम से पता चलता है कि तापमान में परिवर्तन की तुलना में वर्षा का अर्थव्यवस्था पर ज्यादा प्रभाव पड़ता है (सारणी 4)। वर्षण और तापमान दोनों सूचकांकों के मामले में पीएमआई के

सारणी 4: प्रतिगमन परिणाम⁹

आश्रित चर	वर्षा	तापमान	आर-वर्गीकृत
विदेशी पर्यटकों का आगमन ¹⁰	0.007 (0.205)	0.002 (0.441)	0.016
ऑटोमोबाइल की बिक्री	0.015** (0.026)	0.002 (0.624)	0.043
ट्रैक्टर की बिक्री	0.020* (0.086)	0.007 (0.234)	0.030
विद्युत ऊर्जा: मांग	0.005 (0.192)	0.005*** (0.009)	0.061
कुल व्यापार	-0.068** (0.048)	-0.045*** (0.012)	0.068
पीएमआई	-0.019*** (0.0000)	-0.005** (0.049)	0.222
आईआईपी	0.002 (0.441)	0.001 (0.429)	0.011
आईआईपी; विनिर्माण, खाद्य उत्पाद ¹¹	-0.007 (0.267)	-0.005 (0.199)	0.026

***, ** और * क्रमशः 1 प्रतिशत, 5 प्रतिशत और 10 प्रतिशत महत्व के स्तर को दर्शाते हैं।

टिप्पणी: कोष्ठकों में आंकड़े पी-मान को दर्शाते हैं।

⁹ यूनिट रूट परीक्षणों के परिणाम परिशिष्ट सारणी 4 में प्रस्तुत किए गए हैं।

¹⁰ वर्षण सूचकांक के पश्चायित मान ने विदेशी पर्यटकों की संख्या पर ऋणात्मक प्रभाव डाला (और यह सांख्यिकीय रूप से महत्वपूर्ण पाया गया)। यह प्रशंसनीय है क्योंकि यात्रा वाले देश में मौसम संबंधी घटनाओं की संभावित निगरानी आगंतुकों द्वारा की जाएगी।

¹¹ वर्षण और तापमान सूचकांकों के पश्चायित मान को शामिल करने के बाद किए गए विश्लेषण से पता चलता है कि तापमान और वर्षा प्रस्थान सांख्यिकीय रूप से महत्वपूर्ण और विनिर्मित खाद्य उत्पादन पर ऋणात्मक प्रभाव डालते हैं।

लिए नकारात्मक संकेत यह दर्शाते हैं कि ज्योंही देश में गर्म बढ़ जाती है या जब अपेक्षित से अधिक बारिश होती है, तो विनिर्माण और सेवा क्षेत्र में गिरावट आ जाती है। कुल व्यापार में भी नकारात्मक प्रभाव देखा जा सकता है। इसके अलावा, जैसा कि हम जानते हैं, तापमान में वृद्धि होने से बिजली की मांग बढ़ जाती है क्योंकि एयर-कंडीशनर, कूलर और रेफ्रिजरेटर की आवश्यकता बढ़ जाती है। बारिश होने से ट्रैक्टर की बिक्री पर सकारात्मक प्रभाव पड़ता है। इसके अलावा, बारिश में वृद्धि से ऑटोमोबाइल की बिक्री में भी तेजी आती है।

V. जलवायु परिवर्तन जोखिमों को कम करना

क्रोगस्ट्रुप और ओमान (2019) समष्टि आर्थिक और वित्तीय नीतियों पर साहित्य की व्यापक समीक्षा प्रदान करते हैं जो जलवायु परिवर्तन के जोखिमों को कम करने में प्रभावी हो सकते हैं। वे निष्कर्ष निकालते हैं कि राजकोषीय साधन पहले सर्वोत्तम विकल्प हैं, लेकिन उपयुक्त मौद्रिक नीति लिखतों द्वारा पूरक होना चाहिए।

V.1. राजकोषीय नीति साधन

अप्रैल 2016 में, भारत ने आधिकारिक तौर पर अन्य 194 देशों के साथ 2015 के पेरिस जलवायु समझौते पर हस्ताक्षर किए। समझौते के अनुसार, वैश्विक औसत तापमान में वृद्धि को पूर्व-औद्योगिक स्तरों से 2 डिग्री सेल्सियस से ठीक नीचे रखा जाना चाहिए और तापमान वृद्धि को 1.5 डिग्री सेल्सियस तक सीमित करने के प्रयास किए जाने चाहिए।

क्रोगस्ट्रुप और ओमान (2019) के अनुसार, राजकोषीय नीति टूल्स को इनमें वर्गीकृत किया जा सकता है: (1) कीमत नीतियां (कार्बन कराधान जो फर्मों और व्यक्तियों को उत्सर्जन कम करने के लिए बाध्य करेगा; और शमन कार्यों के लिए सब्सिडी देगा); (2) खर्च और निवेश (एकमुश्त सार्वजनिक निवेश और रियायती ऋण); और (3) लोक गारंटी। आईएमएफ के राजकोषीय मॉनीटर (अक्टूबर 2019) में कार्बन कराधान के अलावा अन्य लिखतों के उपयोग पर चर्चा की गयी है, जिसमें एमिसन ट्रेडिंग सिस्टम्स¹², फीबेट्स¹³ और उत्सर्जन दर मानकों को निर्धारित

¹² फर्मों से अपेक्षित है कि वे अपने प्रत्येक टन उत्सर्जन के लिए एक अनुज्ञा रखें और सरकार कुल उत्सर्जन पर एक सीमा निर्धारित कर सकती है।

¹³ औसत से ज्यादा उत्सर्जन पर शुल्क लगाना और उत्सर्जन दर से कम के लिए छूट।

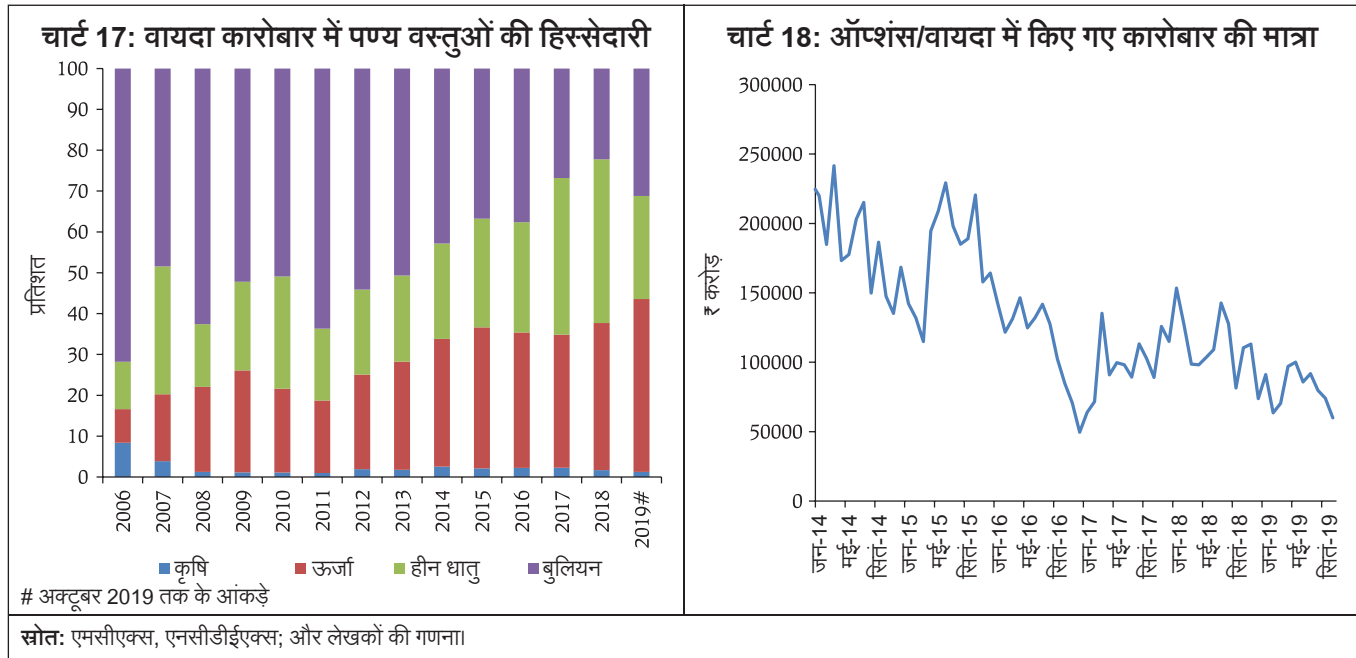
करने के लिए विनियम, या बिजली उत्पादन में नवीकरण के उपयोग के लिए न्यूनतम अपेक्षाएँ शामिल हैं। हालांकि, जागरूकता पैदा करना पहला कदम है, जो शासी निकायों की प्रमुख जिम्मेदारी होगी।

V.2. कमोडिटी डेरिवेटिव्स बाजार

वर्तमान में, मल्टी कमोडिटी एक्सचेंज (एमसीएक्स) भारत में सबसे बड़ा कमोडिटी फ्यूचर्स एक्सचेंज है, इसके बाद नेशनल कमोडिटी एंड डेरिवेटिव्स एक्सचेंज (एनसीडीईएक्स) है। व्यापार में शामिल वस्तुओं में धातु, बुलियन, ऊर्जा, मसाले, बागान, दालें, अनाज, पेट्रोकेमिकल, तेल और तिलहन शामिल हैं।

आंकड़ों से पता चलता है कि कृषि जिंस में वायदा कारोबार कम है और कुल व्यापार में हिस्सेदारी हाल के दिनों में घटी है (चार्ट 17)। इसके अलावा, एनसीडीईएक्स पर वायदा/विकल्प कारोबार किए जाने की मात्रा में तेज गिरावट आई है, जो कि सबसे बड़ा कृषि वायदा बाजार (चार्ट 18) है। अर्थव्यवस्था पर जलवायु परिवर्तन के प्रभाव को ध्यान में रखते हुए, एक विकसित कमोडिटी डेरिवेटिव बाजार निरंतर कीमत निर्धारण को सक्षम करने और अनिश्चितता की स्थिति में कीमत जोखिम को कम करने के लिए एक रणनीति प्रदान करके जोखिम को कम करने में मदद कर सकता है।

मौसम डेरिवेटिव्स को 'वित्तीय लिखतों के रूप में देखा जा सकता है, जिनके मूल्य और/या नकदी प्रवाह मौसम संबंधी घटनाओं के घटित होने पर निर्भर करते हैं, जिन्हें आसानी से पहचाना और मापा जा सकता है और ये वित्तीय संविदाओं के बुनियाद के तौर पर काम कर सकते हैं' (बैरीयू और स्कैलेट, 2009; कंसीडाइन) 2000)। मौसम डेरिवेटिव्स जो अमेरिका और यूरोप में क्रमशः 1997 और 1998 में पेश किए गए थे, लोकप्रिय हो रहे हैं। अमेरिका और यूरोप में बाजार काफी बढ़ गए हैं और उनका विस्तार काउंटर पर (ओटीसी) शेयर क्रय-विक्रय बाजारों तक हो गया है। शिकागो मर्केटाइल एक्सचेंज (सीएमई) ने मौसम संबंधी डेरिवेटिव पेश किए हैं जिसकी खरीद-बिक्री सीएमई के ग्लोबेक्स प्लेटफॉर्म पर इलेक्ट्रॉनिक रूप से की जा सकती है। लोकप्रिय संविदाएं फ्यूचर्स पर विकल्पों के साथ-साथ हीटिंग डिग्री डेज (एचडीडी) के आधार पर मासिक वायदा (स्वैप) संविदाएं हैं, जो यह मापती हैं कि सर्दियों में कितना हीटिंग आवश्यक है; और



कूलिंग डिग्री डेज (सीडीडी), जो मापता है कि गर्मी के महीनों में कितना ठंडा जरूरी है (श्वेनकर और टेलर, 2019)।

आमतौर पर बीमा का उपयोग कम संभावना और उच्च जोखिम वाली घटनाओं के घटित होने के कारण होने वाले नुकसान को कवर करने के लिए किया जाता है। लेकिन मौसम डेरिवेटिव के मामले में, अंतर्निहित घटना को आवश्यक रूप से विनाशकारी नहीं होना चाहिए और उच्च-संभावना एवं कम जोखिम वाली घटनाओं के लिए सबसे उपयुक्त है। देश में जलवायु परिवर्तन के पैटर्न को देखते हुए, मौसम डेरिवेटिव्स की शुरुआत और उसे लोकप्रिय बनाना समय की समय की मांग बन गयी है।

मौसम डेरिवेटिव्स को पेश करने में आने वाली चुनौतियों में डिजाइन के मुद्दे, उचित मूल्य निर्धारण करने संबंधी नियमों का चुनाव और अंतर्निहित आस्तियों का चुनाव शामिल हैं। बेमौसम बारिश से होने वाले जोखिमों को कम करने में इसके महत्व और व्यवहार्यता का पता लगाने के लिए वर्षा के लिए एक उपयुक्त सूचकांक का उपयोग करके पायलट रन चलाया जा सकता है।

V.3. केंद्रीय बैंकिंग टूल्स

केंद्रीय बैंकों से दो प्रकार के जोखिमों की निगरानी करने की अपेक्षा होती है: भौतिक जोखिम और संक्रमण जोखिम (बैटन एवं

अन्य, 2016)। जहां भौतिक जोखिमों में मौसम संबंधी घटनाओं से उत्पन्न होने वाले घर-परिवारों, कॉरपोरेट्स, बैंकों और बीमा कंपनियों की बैलेंस शीट की क्षति शामिल होगी, जिससे वित्तीय और समष्टि आर्थिक अस्थिरता पैदा होती है, वहीं संक्रमण जोखिमों में राजकोषीय नीति संबंधी टूल्स के कार्यान्वयन के बाद के प्रभाव शामिल होंगे, जिसके कारण कार्बन-प्रधान आस्तियों का पुनः मूल्य निर्धारण करना पड़ सकता है और ऋणात्मक आपूर्ति का आघात भी लग सकता है।

जलवायु परिवर्तन पर केंद्रीय बैंक के सर्वेक्षण 2019 के अनुसार, 64 प्रतिशत उत्तरदाताओं ने जलवायु परिवर्तन को काफी चिंता का विषय बताया। आठ केंद्रीय बैंकों और पर्यवेक्षकों ने 2017 में ग्रीनिंग द फाइनेंशियल सिस्टम (एनजीएफएस) के लिए केंद्रीय बैंकों और पर्यवेक्षकों नेटवर्क की स्थापना की, जो वित्तीय क्षेत्र¹⁴ में जोखिमों के विश्लेषण और प्रबंधन से संबंधित है। एनजीएफएस ने जलवायु-संबंधी कारकों को विवेकपूर्ण पर्यवेक्षण में शामिल करने सहित केंद्रीय बैंकों, पर्यवेक्षकों, नीति निर्माताओं और वित्तीय संस्थानों के लिए छह सिफारिशों की है और वह एक मजबूत और अंतरराष्ट्रीय स्तर पर सतत जलवायु और पर्यावरण प्रकटीकरण फ्रेमवर्क के महत्व पर जोर देता है [एनजीएफएस (2019)]।

¹⁴ एनजीएफएस का काफी विस्तार हुआ है और वर्तमान में 48 सदस्य हैं जिसमें दुनिया भर के केंद्रीय बैंक शामिल हैं।

क्रोगस्टुप और ओमान (2019), बैटन एवं अन्य, (2016), सिल्वा (2019) और केंद्रीय बैंकिंग फोकस रिपोर्ट द्वारा दिए गए सुझावों की त्वरित समीक्षा उन महत्वपूर्ण उपायों को इंगित करेगी जिन्हें जलवायु परिवर्तन से उत्पन्न होने वाले जोखिम को कम करने के लिए केंद्रीय बैंकों द्वारा अपनाया जा सकता है:

1. ग्रीन फाइनेंस (जैसे एनजीएफएस) को लक्षित करने वाली गतिविधियों/पहलों को सहायता प्रदान करें।
2. नीति निर्माण और अनुसंधान में उपयोग किए जाने वाले विश्लेषणात्मक मॉडल में जलवायु जोखिमों को शामिल करें और उन क्षेत्रों को समझने के लिए वहाँ परिदृश्य विश्लेषण और दबाव परीक्षण करें जहां कार्रवाई की अपेक्षा हो।
3. वित्त के विभिन्न पर्यावरणीय पहलुओं से संबंधित आंकड़ों के अंतर को दूर करें।
4. अपने आरक्षित प्रबंधन के एक हिस्से के रूप में, केंद्रीय बैंक कार्बन-प्रधान आस्ति जैसी ब्राउन आस्ति के बजाय हरित आस्ति में निवेश कर सकते हैं।
5. पर्यावरण के अनुकूल उत्पादों में निवेश करने वाले बैंकों को अतिरिक्त/रियायती चलनिधि सहायता प्रदान करें।
6. पूंजी और संपार्श्विक नियमों को नया स्वरूप देकर बैंकों को हरित परियोजनाओं की ओर प्रेरित करना।
7. पर्यावरण के अनुकूल क्षेत्रों को कम से कम एक निश्चित न्यूनतम ऋण आवंटित करने के लिए विनियमित/पर्यवेक्षित संस्थाओं (बैंकों) को प्रोत्साहित करना।

VI निष्कर्ष

जलवायु संबंधी स्थितियाँ, जिनमें दो प्रमुख संकेतक शामिल हैं - वर्षण और तापमान, भारतीय अर्थव्यवस्था के समग्र स्वास्थ्य में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। इन वर्षों में, भारत ने बाकी दुनिया के अनुरूप जलवायु पैटर्न में बदलाव देखा है। जनसंख्या और आर्थिक गतिविधियों में वृद्धि के साथ, जीएचजी उत्सर्जन के संचयी स्तर में वृद्धि हुई है, जिससे समय के साथ औसत तापमान में वृद्धि हुई है। खासकर वर्षा पैटर्न, विशेष रूप से एसडब्ल्यूएम के संबंध में महत्वपूर्ण परिवर्तन हुए हैं, जो वार्षिक वर्षा का लगभग 75 प्रतिशत प्रदान करता है। इसके अलावा, पिछले दो दशकों के दौरान बाढ़/बेमौसम बारिश, लू और चक्रवात जैसे कठोर मौसम की घटनाओं में वृद्धि हुई है और आंकड़ों से पता चलता है कि भारत के कुछ प्रमुख कृषि राज्य इस तरह की घटनाओं से सबसे अधिक प्रभावित हुए हैं।

अखिल भारतीय स्तर पर दो अलग-अलग सूचकांकों का निर्माण किया गया - तापमान सूचकांक और वर्षण सूचकांक - और खाद्य स्फीति और आर्थिक गतिविधि संकेतकों पर उनके प्रभाव का विश्लेषण किया गया। परिणामों से पता चला कि मौसम की स्थिति, विशेष रूप से वर्षा, खाद्य स्फीति पथ पर मजबूत प्रभाव डालती है और यह प्रभाव कुछ महीनों तक बना रहता है। खाद्य के भीतर देखें तो, सब्जियों की कीमतें वर्षा आघात के प्रति सबसे ज्यादा संवेदनशील होती हैं। परिणामों से यह भी देखने को मिला कि पीएमआई, आईआईपी, बिजली की मांग, व्यापार, पर्यटक आगमन और ट्रैक्टर एवं ऑटोमोबाइल बिक्री जैसे आर्थिक गतिविधियों के कुछ प्रमुख संकेतकों पर मौसम की स्थिति का महत्वपूर्ण प्रभाव पड़ता है। इस आलेख में विभिन्न नीतिगत टूल पर भी प्रकाश डाला गया है जो जलवायु परिवर्तन के जोखिमों को कम करने में मदद कर सकते हैं।

संदर्भ

- Acevedo, S., Mrkaic, M., Novta, N., Pugacheva, E., & Topalova, P. (2018), "The Effects of Weather Shocks on Economic Activity: What are the Channels of Impact?", *IMF Working Paper*, WP/18/144s.
- Akutsu, K., and Y. Koike (2019), "Analysis of Private Consumption using Weather Data", *Bank of Japan Review*, 2019-E-1.
- Barrieu, P., and O. Scaillet (2009), "A Primer on Weather Derivatives", *Uncertainty and Environmental Decision Making*, 155-175.
- Batten, S. (2018), "Climate Change and the Macro-Economy: A Critical Review", *Staff Working Paper No. 706*, Bank of England.
- Batten, S., R. Sowerbutts and M. Tanaka (2016), "Let's Talk About the Weather: The Impact of Climate Change on Central Banks", *Staff Working Paper No. 603*, Bank of England.
- Birthal, P.S., et al., (2014), "How Sensitive is Indian Agriculture to Climate Change?", *Indian Journal of Agricultural Economics*, 69 (4), National Centre for Agricultural Economics and Policy Research, New Delhi.
- Bloesch, J., and F. Gourio (2015), "The Effect of Winter Weather on U.S. Economic Activity", *Federal Reserve Bank of Chicago Economic Perspectives*, 39, Number 1.
- Burgess, R., et al., (2014), "The Unequal Effects of Weather and Climate Change: Evidence from Mortality in India", available at: <https://pdfs.semanticscholar.org/8958/18edb2300f50ffe45417f3c065c722dd1ba4.pdf>
- Central Banking (2019), "Central Banking Focus Report-Climate Change", in association with Amundi Asset Management.
- Colacito, R., et al., (2018), "The Impact of Higher Temperatures on Economic Growth", *Economic Brief*, Federal Reserve Bank of Richmond.
- Considine, G. (2000), "Introduction to Weather Derivatives", available at <http://www.agroinsurance.com/files/weather%20derivatives.pdf>
- Dell, M., B.F. Jones and B.A. Olken (2012), "Temperature Shocks and Economic Growth: Evidence from the Last Half Century", *American Economic Journal: Macroeconomics*, 4 (3), 66-95.
- IMF (2019), "Fiscal Monitor-How to Mitigate Climate Change", October, Washington DC, USA.
- IMF (2019), "Global Financial Stability Report", October, Washington DC, USA.
- IMF (2019), "World Economic Outlook", April, Washington DC, USA.
- IMF (2019), "World Economic Outlook", October, Washington DC, USA.
- Indian Environment Portal: <http://www.indiaenvironmentportal.org.in>
- IPCC (2018), "Global Warming of 1.5°C", *Special Report*, Switzerland.
- IPCC (2019), "Climate Change and Land", *Summary for Policymakers*, Approved Draft.
- Joshi, V., and U. R. Patel (2009), "India and Climate Change Mitigation", *Smith School Working Paper Series*, Working Paper 003, Smith School of Enterprise and the Environment, University of Oxford, UK.
- Kahn, M.E., et al., (2019), "Long-term Macroeconomic Effects of Climate Change: A Cross-Country Analysis", *NBER Working Paper Series*, Working Paper 26167.
- Krogstrup, S., W. Oman, (2019), "Macroeconomic and Financial Policies for Climate Change Mitigation: A Review of the Literature", *IMF Working Paper*, No. 19/185.
- Lesk, C., P. Rowhani and N. Ramankutty (2016), "Influence of Extreme Weather Disasters on Global Crop Production", *Nature*, 529, 84-99.

Mani, M., *et al.*, (2018), "South Asia's Hotspots: The Impact of Temperature and Precipitation Changes on Living Standards", World Bank Group, Washington DC, USA.

Murari, K., *et al.*, (2018), "Extreme Temperatures and crop Yields in Karnataka, India", *Review of Agrarian Studies*, 8 (2).

NGFS (2019), "A call for action-Climate change as a source of financial risk", available at https://www.banque-france.fr/sites/default/files/media/2019/04/17/ngfs_first_comprehensive_report_-_17042019_0.pdf

Nordhaus, W.D. (2017), "Projections and Uncertainties about Climate Change in an Era of Minimal Climate Policies", *NBER Working Paper Series*, Working Paper 22933.

RBI (2011), "Reserve Bank of India Annual Report 2010-11", Mumbai.

RBI (2015), "Reserve Bank of India Annual Report 2014-15", Mumbai.

RBI (2018), "Reserve Bank of India Annual Report 2017-18", Mumbai.

Rudebusch, G.D. (2019), "Climate Change and the Federal Reserve", FRBSF Economic Letter.

Schlenker, W., and C. A. Taylor (2019), "Market Expectations about Climate Change", *NBER Working Paper Series*, Working Paper 25554.

Silva, L A P da (2019), "Research on Climate-related Risks and Financial Stability: An Epistemological Break?", Conference of the Central Banks and Supervisors Network for Greening the Financial System (NGFS), Paris, April.

United Nations <https://www.un.org/en/sections/issues-depth/climate-change/>

United Nations Framework Convention on Climate Change <https://unfccc.int/>

Vogel, E., *et al.*, (2019), "The Effects of Climate Extremes on Global Agricultural Yields", *Environmental Research Letters*, 14.

परिशिष्ट सारणी 1: जलवायु परिवर्तन और समष्टि अर्थव्यवस्था - ट्रांसमिशन चैनल और जोखिम				
आघात/प्रभाव का प्रकार		भौतिक जोखिम		संक्रमण जोखिम
		कठोर मौसम की घटनाओं से	क्रमिक ग्लोबल वार्मिंग से	
मांग	निवेश	जलवायु घटनाओं के बारे में अनिश्चितता		जलवायु नीतियों से 'निजी निवेश का बहिर्गमन'
	उपभोग	आवासीय संपत्ति के लिए बाढ़ का बढ़ा हुआ जोखिम		जलवायु नीतियों से 'निजी निवेश का बहिर्गमन'
	व्यापार	प्राकृतिक आपदाओं के कारण आयात/निर्यात प्रवाह में व्यवधान		असममितिक जलवायु नीतियों से उत्पन्न विकृतियां
	श्रम आपूर्ति	प्राकृतिक आपदाओं के कारण काम के घंटों का नुकसान	अत्यधिक गर्मी के कारण काम किए गए घंटों का नुकसान	
	ऊर्जा, भोजन और अन्य इनपुट	भोजन और अन्य इनपुट की कमी		ऊर्जा आपूर्ति का जोखिम
आपूर्ति	पूंजीगत स्टॉक	कठोर मौसम के कारण नुकसान	उत्पादक निवेश से अनुकूलन पूंजी की ओर संसाधनों का विचलन	उत्पादक निवेश से शमन गतिविधियों की ओर संसाधनों का विचलन
	प्रौद्योगिकी	नवाचार से पुनर्निर्माण और प्रतिस्थापन की ओर संसाधनों का विचलन	नवाचार से अनुकूलन पूंजी की ओर संसाधनों का विचलन	नवाचार की दर और स्वच्छ ऊर्जा प्रौद्योगिकियों को अपनाने के बारे में अनिश्चितता

स्रोत: बैटन (2018)

परिशिष्ट सारणी 2.ए: पेयरवाइज ग्रेंजर कॉजेलिटी टेस्ट	
शून्य परिकल्पना	पी-मान
प्रति व्यक्ति जीडीपी प्रति व्यक्ति ग्रेंजर कॉज CO_2 उत्सर्जन नहीं करता है	0.008
प्रति व्यक्ति CO_2 उत्सर्जन प्रति व्यक्ति जीडीपी का कारण नहीं है	0.392
तापमान प्रति व्यक्ति ग्रेंजर कॉज CO_2 उत्सर्जन नहीं करता है	0.983
CO_2 उत्सर्जन प्रति व्यक्ति ग्रेंजर कॉज तापमान का कारण नहीं है	0.000
तापमान प्रति व्यक्ति जीडीपी ग्रेंजर कॉज नहीं करता है	0.085
प्रति व्यक्ति जीडीपी ग्रेंजर कॉज तापमान नहीं है	0.000

परिशिष्ट सारणी 2.बी: पेयरवाइज ग्रेंजर कॉजेलिटी टेस्ट	
शून्य परिकल्पना	पी-मान
कृषि उपज वर्षा का ग्रेंजर कॉज नहीं होता है	0.162
वर्षा कृषि उपज का ग्रेंजर कॉज नहीं होता है	0.000
सकल सिंचित क्षेत्र वर्षा का ग्रेंजर कॉज नहीं होता है	0.168
वर्षा सकल सिंचित क्षेत्र का ग्रेंजर कॉज नहीं होता है	0.000
सकल सिंचित क्षेत्र कृषि उपज का ग्रेंजर कॉज नहीं होता है	0.001
कृषि उपज सकल सिंचित क्षेत्र का ग्रेंजर कॉज नहीं होता है	0.481

परिशिष्ट सारणी 3: सीपीआई हेडलाइन मुद्रास्फीति और इसके प्रमुख घटक								
घटक	2012-13	2013-14	2014-15	2015-16	2016-17	2017-18	2018-19	2019-20 (अप्रै.-सितं.)
खाद्य और पेय पदार्थ (45.86)	11.2	11.9	6.5	5.1	4.4	2.2	0.7	2.6
ईंधन और प्रकाश (6.84)	9.7	7.7	4.2	5.3	3.3	6.2	5.7	0.5
भोजन और ईंधन को छोड़कर (47.30)	9.0	7.2	5.4	4.6	4.8	4.6	5.8	3.3
सभी समूह	10.0	9.4	5.8	4.9	4.5	3.6	3.4	4.3

टिप्पणी: कोष्ठक में आंकड़े सीपीआई-संयुक्त में भार को दर्शाते हैं।

स्रोत: एनएसओ; और लेखकों की गणना।

परिशिष्ट सारणी 4: यूनिट रूट टेस्ट के परिणाम				
चर	औगंमेटेड डिक्ली फुलर टेस्ट स्टेटिस्टिक		फिलिप्स-पेरोन टेस्ट स्टेटिस्टिक	
	X	ΔX	X	ΔX
विदेशी पर्यटक आगमन	-0.182	-9.727***	-0.387	-29.786***
ऑटोमोबाइल बिक्री	-1.910	-13.367***	-2.287	-14.592***
ट्रैक्टर बिक्री	-3.016	-9.311***	-2.660	-16.058***
विद्युत ऊर्जा: मांग	-0.325	-15.339***	-0.323	-17.275***
कुल व्यापार	-2.093	-22.254***	-1.957	-19.867***
आईआईपी	0.333	-10.567***	0.480	-25.973***
आईआईपी: विनिर्माण, खाद्य उत्पाद	-0.089	-10.629***	-0.162	-25.561***
पीएमआई	-4.695***	-	-4.640***	-

***, ** और * क्रमशः 1 प्रतिशत, 5 प्रतिशत और 10 प्रतिशत के महत्व को दर्शाते हैं।

स्रोत: एनएसओ; और लेखकों की गणना।