

भारत पर आपूर्ति श्रृंखला के दबाव को मापना*

आपूर्ति श्रृंखला व्यवधानों ने महामारी के मद्देनजर नीति निर्माताओं के राडार में अपना रास्ता बना लिया है। मार्च 2005 से मार्च 2022 की अवधि के लिए 19 घरेलू और वैश्विक चरों में अव्यक्त सामान्य कारकों को निकालकर भारत के लिए आपूर्ति श्रृंखला दबाव (आईएसपीआई) का एक सूचकांक, भारतीय अर्थव्यवस्था पर आपूर्ति दबावों को कुशलतापूर्वक ट्रैक करने के लिए पाया जाता है। यह समसामयिक रूप से औद्योगिक उत्पादन, सकल घरेलू उत्पाद और इनपुट लागत की भविष्यवाणी करता है और निर्यात मात्रा और मुद्रास्फीति के संबंध में प्रमुख संकेतक गुण प्रदर्शित करता है। आईएसपीआई में सबसे हालिया उन्नयन भारतीय अर्थव्यवस्था के लिए एक व्यापक आर्थिक प्रारंभिक चेतावनी प्रणाली में आईएसपीआई के महत्व को उजागर करते हुए आपूर्ति श्रृंखला दबावों की सावधानीपूर्वक निगरानी की गारंटी देता है।

कोविड -19 महामारी ने वैश्विक मूल्य श्रृंखलाओं (जीवीसी) को सबसे बड़ा और व्यापक झटका दिया है, जिससे मध्यवर्ती वस्तुओं में जोखिम व्यापार होता है जो वैश्विक निर्यात का दो-तिहाई हिस्सा है। कंटेनरों के साथ भरे हुए जहाज दुनिया भर के बंदरगाहों पर अनलोड होने की प्रतीक्षा करते हैं, कभी-कभी महीनों तक लंगर पर रहते हैं। शिपिंग लागत लगभग छह गुना बढ़ गई है। प्रमुख बंदरगाहों पर पहली छमाही की तुलना में 2021 की दूसरी छमाही के दौरान डिलीवरी का समय दो दिनों से अधिक लंबा हो गया है। श्रम की कमी के कारण पूर्व-महामारी के स्तर पर ट्रक और हवाई माल की कीमतों में भी दोहरे अंकों में वृद्धि हुई है। उच्च आवृत्ति संकेतक बताते हैं कि वैश्विक विकास और व्यापार ने 2022 की पहली तिमाही में गति खो दी है, उत्पादन रुकने, ऑर्डर बैकलॉग और एहतियाती इन्वेंट्री के निर्माण के वास्तविक प्रमाण के साथ, सभी वैश्विक मांग को कम कर रहे हैं। कीमतों में वृद्धि इस तरह हुई है कि केंद्रीय बैंक, उनके अधिदेश और विश्वसनीयता को

चुनौती दी गई है, कमजोर सुधार के बावजूद, उभरते बाजारों और उन्नत अर्थव्यवस्थाओं के अनुसरण के साथ, मौद्रिक नीति को कड़ा करने और महामारी-प्रतिक्रिया चलनिधि को सामान्य करने के लिए मजबूर किया गया है। यह अनुमान लगाया गया है कि इन झंझटों को सुलझाने और सामान्य कामकाज पर लौटने में एक साल या उससे अधिक समय लग सकता है (सी-इंटेलिजेंस, 2021)¹।

इस विषय पर अब बढ़ते हुए साहित्य में, आपूर्ति श्रृंखलाओं के लिए विशिष्ट झटके पर ध्यान केंद्रित किया गया है, उदाहरण के लिए, एकल प्रकार के ग्राहकों और आपूर्तिकर्ताओं पर निर्भरता (वैग्नर और बोडे, 2006), अपस्ट्रीम आपूर्तिकर्ताओं (एंद्रास और चो, को एकीकृत करने का मुद्दा) 2013; अल्फारो, एट अल, 2019), और देश-स्तरीय और उद्योग-स्तरीय उत्पादन बाधाएं (एंद्रास, 2020; मेलिट्ज, 2003)। महामारी की शुरुआत के साथ, यह पारंपरिक दृष्टिकोण इस दृष्टिकोण को रास्ता दे रहा है कि समग्र व्यापक आर्थिक झटके मायने रखते हैं और उनके प्रभाव में, कमी और मुद्रास्फीति के दबाव दृढ़ता (जियांग, रोगोबोन और रिगोबोन, 2021)² प्राप्त करते हैं।

जैसा कि सेवाओं से वस्तुओं की ओर बदला खर्च महामारी से प्रेरित आपूर्ति व्यवधानों और बाधाओं से टकराता है, तदनुसार ध्यान जीवीसी, उनके लाभों और लागतों और विशेष रूप से झटके के लिए जोखिम और कमजोरियों को बढ़ाने की उनकी क्षमता पर केंद्रित है। जबकि जीवीसी अपने भौगोलिक पदचिह्न के आधार पर विभिन्न प्रकार के झटकों के संपर्क में हैं, कुछ देशों में उच्चतम उत्पादन / निर्यात एकाग्रता वाले लोग दूसरों की तुलना में अधिक उजागर होते हैं, अर्धचालक मूल्य श्रृंखला बिंदु, 3 में एक मामला है, हालांकि परिधान जैसे श्रम-गहन मूल्य श्रृंखलाओं को भी महामारी से संबंधित व्यवधानों के लिए अत्यधिक प्रवण पाया गया है (मैकिन्से, 2020)। बस-इन-टाइम उत्पादन, एक ही आपूर्तिकर्ता से सोर्सिंग और कुछ

* यह लेख माइकल देवव्रत पात्रा, हरेंद्र बेहरा और धीरेंद्र गजभिये, भारतीय रिजर्व बैंक द्वारा तैयार किया गया है। इस लेख में व्यक्त विचार लेखकों के हैं और भारतीय रिजर्व बैंक के विचारों का प्रतिनिधित्व नहीं करते हैं।

¹ <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-11-16/container-shipping-rates-may-take-two-years-to-fall-to-normal?ref=QF6yuiFO>

² यह शोध पत्र उक्त विषय पर साहित्य की व्यापक समीक्षा भी प्रदान करता है।

³ सबसे बड़े सेमीकंडक्टर विक्रेता अमेरिका, कोरिया, यूरोप और जापान में स्थित हैं, लेकिन कई देश पूंजी-केन्द्रित विनिर्माण, असंबली और परीक्षण ताइवान, चीन और सिंगापुर में स्थानीयकृत फर्मों को आउटसोर्स करते हैं (OECD, 2019)।

विकल्पों के साथ अनुकूलित उत्पादों पर भरोसा करने जैसी प्रथाएं व्यवधानों को बढ़ाती हैं।

वास्तव में, जीवीसी को गहरा और विस्तारित करने से लाभ के बारे में सवाल उठाए जा रहे हैं और क्या जीवीसी खुद को अधिक स्थानीय उत्पादन नेटवर्क बनने के लिए अनुकूलित कर सकते हैं, जो आज दुनिया के सामने आने वाले व्यवधानों के खिलाफ अधिक सुरक्षा प्रदान करते हैं। इनमें से कुछ बदलाव पहले से ही चल रहे हैं - कंपनियां पूरे जहाजों को विशेष रूप से अपने माल के लिए किराए पर ले रही हैं; छोटे कंटेनर जहाजों के लिए नए ऑर्डर निकल रहे हैं; यात्री विमानों को माल ढुलाई के लिए परिष्कृत किया जा रहा है; कार निर्माता और स्मार्टफोन उत्पादकों को कंप्यूटर सर्वर के आगे चिप्स की आपूर्ति की जा रही है; भारी कम मूल्य के सामानों के लिए शिपिंग निषेधात्मक रूप से महंगा होता जा रहा है, उन्हें दूर करना; निवेश योजनाओं को तदनुसार तैयार किया जा रहा है; सरकारें उत्पादन के 'रिशोरिंग' को प्रोत्साहित कर रही हैं; और वैश्विक व्यापार अधिक क्षेत्रीय होने के कगार पर है। साहित्य में भी, जैसा कि पहले उल्लेख किया गया है, आपूर्ति श्रृंखला लचीलेपन और लचीलापन या समग्र झटके (झाओ एंड यू, 2019; एंट्रास और डी गोर्टारी, 2020) के अनुकूल होने की क्षमता में रुचि में बदलाव है।

वर्तमान में, प्राप्त ज्ञान यह है कि स्थानीय उत्पादन जीवीसी की तुलना में गतिविधि के निचले स्तर, व्यापार विविधीकरण के कम अवसरों और घरेलू रूप से उत्पन्न होने वाले व्यवधानों के प्रवर्धन (ओईसीडी, 2020; बीआईएस, 2020) से जुड़ा हो सकता है। बहरहाल, यह अनुमान लगाया गया है कि महामारी के अनुभव के आलोक में वैश्विक व्यापार का 16-26 प्रतिशत संभावित रूप से नए स्थानों पर जा सकता है। वैकल्पिक रूप से, जीवीसी में जोखिम प्रबंधन क्षमता को मजबूत करना - आपूर्ति और परिवहन अतिरेक का निर्माण; अधिक माल रखना; उत्पाद जटिलता को कम करना; श्रृंखला में लचीला उत्पादन बनाना; वित्तीय लचीलापन; और यहां तक कि आपूर्ति श्रृंखला प्रबंधन के लिए वैश्विक सहमति द्वारा निर्धारित केंद्रीकृत नियम भी अधिक स्थानीय उत्पादन (मैकिन्से, 2020) में बदलाव के आर्थिक परिणामों को सीमित कर सकते हैं। दूसरे शब्दों में, महामारी जीवीसी को एक

उचित समय की रणनीति से 'जस्ट-इन-केस' (जियांग, एट अल, आईबीआईडी) में स्थानांतरित कर देगी।

व्यापार और वाणिज्य के भविष्य को राष्ट्रीय स्तर पर संभावित स्पिलओवर के साथ आकार देने में उनकी भूमिका का आकलन करना महत्वपूर्ण है। अर्थव्यवस्थाएं आपूर्ति में व्यवधान से दबावों का आकलन करने के लिए कई उपायों का उपयोग किया जाता है। आम तरीका यह है कि समय के साथ अंतर्निहित लॉजिस्टिक्स, शिपिंग लागत और डिलीवरी के समय के संकेतकों के एक सेट के विकास का निरीक्षण किया जाए। हालांकि, वे आपूर्ति श्रृंखला के विशिष्ट पहलुओं के बारे में जानकारी प्रदान करते हैं। हाल ही में एक दृष्टिकोण वैश्विक आपूर्ति श्रृंखला दबाव सूचकांक का निर्माण है जो सीमा पार परिवहन लागत, देश-स्तरीय क्रय प्रबंधकों के अर्थव्यवस्थाओं के संकेतकों के एक सेट में छिपे हुए सामान्य कारकों को निकालकर जीवीसी और उप-घटकों के माध्यम से महत्वपूर्ण रूप से जुड़े हुए हैं। पीएमआई, सभी मांग प्रभावों से शुद्ध (बेनिग्नो एट अल, 2022)। इसका उद्देश्य आपूर्ति व्यवधानों का एक उदार लेकिन व्यापक उपाय तैयार करना है जो विश्व स्तर पर और अमेरिका दोनों में जीवीसी पर प्रभाव डालने वाले सभी कारकों को पकड़ लेता है। एक और हालिया दृष्टिकोण निर्यात में जोड़े गए विदेशी मूल्य के अनुपात को लेकर प्रत्येक उद्योग के लिए विदेशी जोखिम की गणना करना है और फिर आपूर्ति श्रृंखला व्यवधानों जैसे बैकलॉग या डिलीवरी के समय के साथ बाधाओं की आपूर्ति के लिए एक्सपोजर प्राप्त करने के लिए इसे गुणा करना है (सांताक्रू और लाबेले, 2022) काम के इन हालिया पहलुओं से आकर्षित होकर, हम भारत (आईएसपीआई) के लिए विशिष्ट आपूर्ति श्रृंखला दबावों का एक सूचकांक विकसित करने का प्रयास करते हैं। हमारा आईएसपीआई भारतीय अर्थव्यवस्था पर आपूर्ति दबाव को काफी अच्छी तरह से ट्रैक करता है, जैसा कि मुद्रास्फीति, औद्योगिक उत्पादन की वृद्धि, निर्यात मात्रा और जीडीपी जैसे संकेतकों के साथ घनिष्ठ सह-आंदोलन में स्पष्ट है, विशेष रूप से महामारी की अवधि के दौरान। हम सहसंबंधों, समय-भिन्न ग्रेंजर करणीयता और मोड़ बिंदुओं पर कब्जा करने में परिलक्षित मजबूत संयोग संकेतक गुणों का भी पता लगाते हैं।

बाकी पेपर को चार सेक्शन में बांटा गया है। अगला खंड विशिष्ट संकेतकों से संबंधित है जो आईएसपीआई में जाते हैं और उनकी पसंद के लिए तर्क देते हैं। खंड III ऊपर सूचीबद्ध चेतावनियों को देखते हुए सूचकांक के लिए पद्धति बताता है। धारा IV में सकल घरेलू उत्पाद, मुद्रास्फीति, औद्योगिक उत्पादन और वाणिज्यिक निर्यात जैसे महत्वपूर्ण व्यापक आर्थिक चर के साथ अपने सह-आंदोलन के संदर्भ में आईएसपीआई का मूल्यांकन किया गया है। अंतिम खंड कुछ दृष्टिकोणों के साथ पेपर का समापन करता है।

II. चर का चुनाव

इस पेपर में प्रस्तावित भारत के लिए आपूर्ति श्रृंखला दबाव (आईएसपीआई) का सूचकांक चुनिंदा घरेलू और वैश्विक चर को ध्यान में रखता है जो भारत के लिए विशिष्ट आपूर्ति और रसद दबावों को प्रभावित करते हैं। इन संकेतकों को दो व्यापक श्रेणियों के तहत वर्गीकृत किया गया है: (i) परिवहन और रसद; (ii) विनिर्माण में आवश्यक मध्यवर्ती।

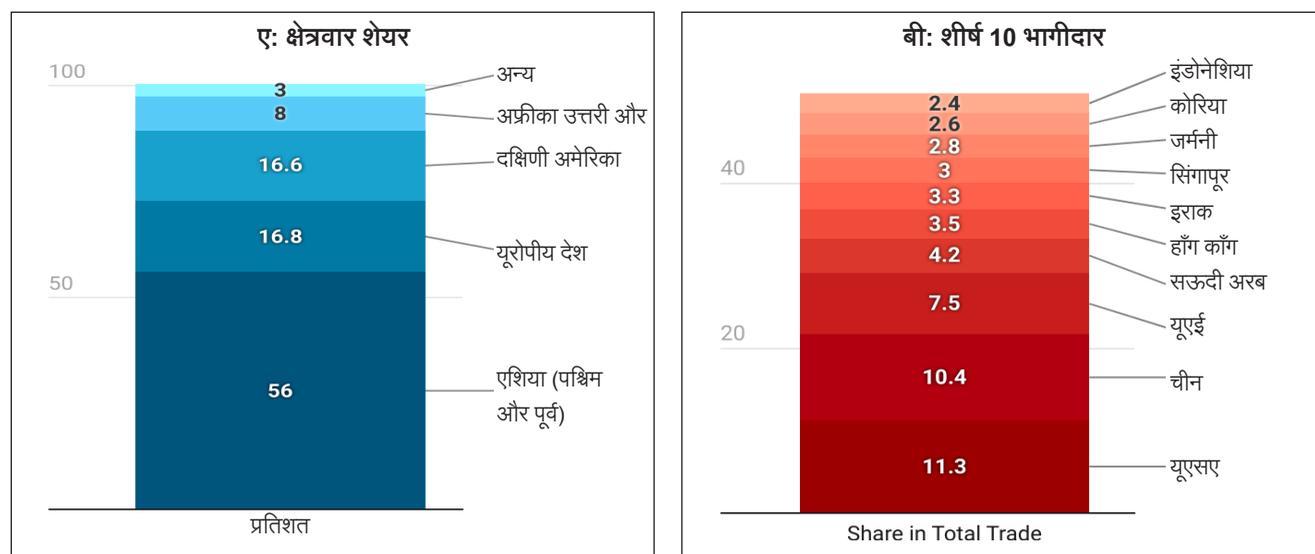
मात्रा के संदर्भ में भारत का लगभग 95 प्रतिशत और मूल्य के संदर्भ में 70 प्रतिशत व्यापार समुद्री परिवहन (आईबीईएफ,

2021) के माध्यम से होता है। सीमा पार व्यापार का 60 प्रतिशत पूर्वी और पश्चिम एशियाई देशों के साथ, 17 प्रतिशत संयुक्त राज्य अमेरिका और यूरोपीय संघ के देशों के साथ और 8 प्रतिशत अफ्रीकी देशों के साथ है। इन क्षेत्रों के शीर्ष 10 देशों में भारत के कुल वस्तु व्यापार का 50 प्रतिशत से अधिक हिस्सा है (चार्ट 1)।

पिछले दो दशकों में, भारत के निर्यात और आयात में कच्चे माल और मध्यवर्ती वस्तुओं का क्रमशः लगभग 40 प्रतिशत और 65 प्रतिशत शामिल है, जो आपूर्ति श्रृंखला (चार्ट 2) से उत्पन्न होने वाले झटके के लिए अतिसंवेदनशील हैं।

परिवहन और रसद संकेतकों के तहत, फ्रेटोस सूचकांक, जो 12 वैश्विक व्यापार लेन पर 40 फुट कंटेनरों के लिए वैश्विक कंटेनर माल दुलाई दरों को मापता है, व्यापक रूप से वास्तविक समय पर डेटा इनपुट के साथ माल दुलाई दर आंदोलनों का एक व्यापक संकेतक माना जाता है। डेटा उपलब्धता से संबंधित सीमाओं को ध्यान में रखते हुए, हालांकि, हमारे आईएसपीआई में शिपिंग दरें बाल्टिक ड्राई इंडेक्स, शुष्क वाहक के तीन अलग-अलग आकारों - कैपेसिज, पैनामैक्स और सुपरमैक्स 4 - और हार्पेक्स इंडेक्स द्वारा समीपस्थ हैं, जो केवल ऑल-कंटेनर जहाजों के आठ वर्गों में

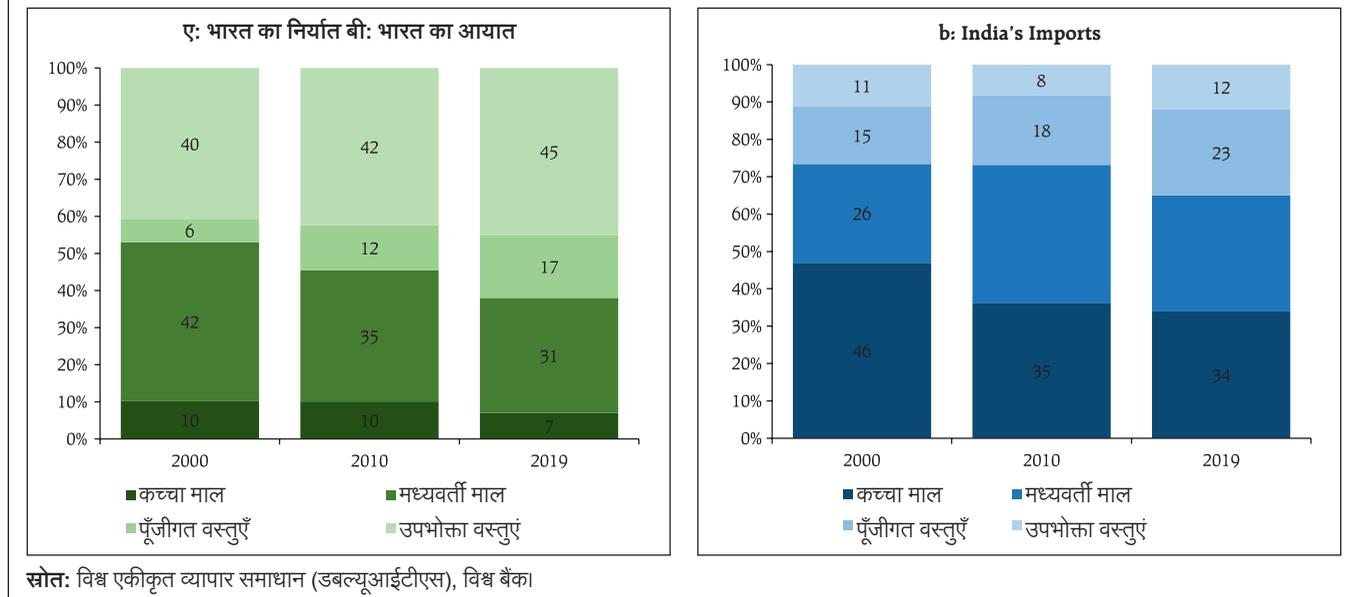
चार्ट 1: भारत का विदेश व्यापार: क्षेत्रवार हिस्सा और शीर्ष 10 भागीदार



स्रोत: वाणिज्य और उद्योग मंत्रालय, भारत सरकार।

⁴ कैपेसाइज - 180,000mt dwt और अधिकतम आयु 10 वर्ष की वहन क्षमता वाले 10 मार्गों पर परिचालन; Panamax- 82,500mt dwt और अधिकतम आयु 12 वर्ष की क्षमता वाले 11 मार्गों पर परिचालन; सुप्रामैक्स - 58,328mt dwt की वहन क्षमता और अधिकतम आयु 15 वर्ष के साथ 10 मार्गों पर परिचालन (स्रोत: रॉयटर्स)।

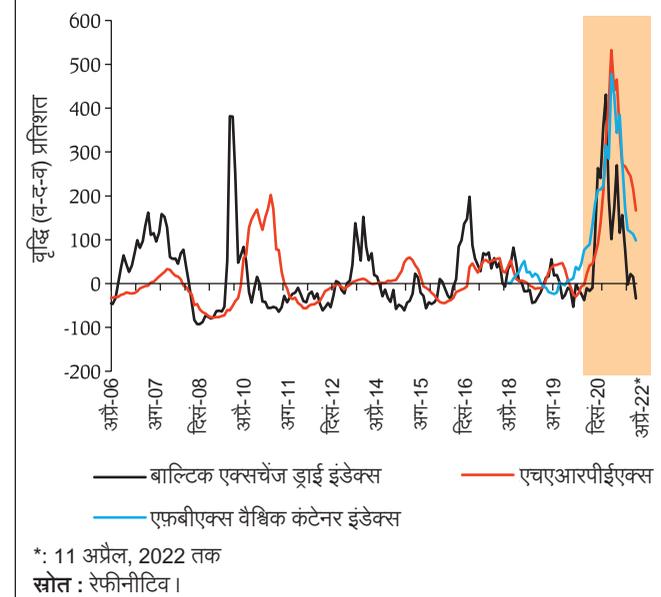
चार्ट 2: भारत में प्रसंस्करण के विभिन्न चरणों की बदलती गतिशीलता



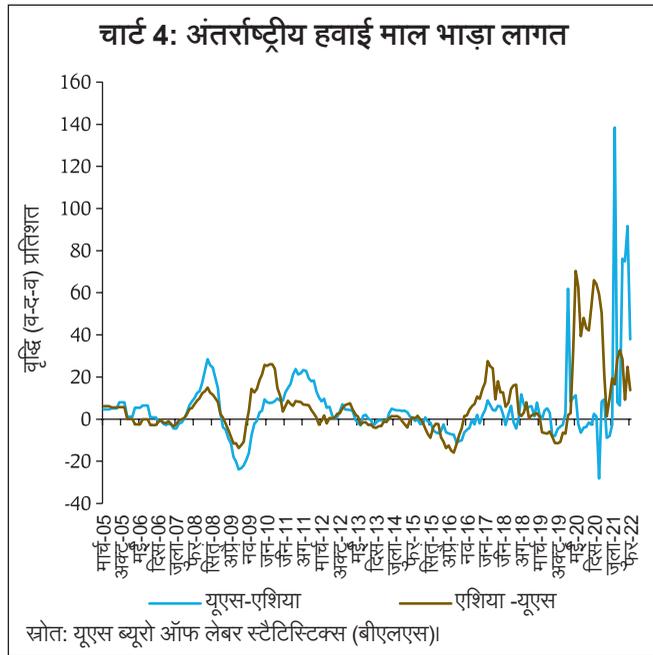
साप्ताहिक आधार पर कंटेनर शिपिंग दरों को ट्रैक करता है। 2021 के दौरान, कंटेनर शिपिंग लागत उनके पूर्व-महामारी के स्तर से छह गुना बढ़ गई और वर्ष के मध्य के आसपास चरम पर पहुंच गई। के पहले चार महीनों में, दरें ऊंची बनी हुई हैं, विशेष रूप से यूएस-चीन व्यापार मार्गों के लिए, (i) चीन में सख्त रोकथाम उपायों के कारण; और (ii) लॉकडाउन उपायों के कारण एशियाई बंदरगाहों पर कंटेनर की कमी, जिसने गलत स्थानों पर कंटेनरों को ढेर कर दिया - एशिया में कंपनियों को कंटेनरों को वापस पाने के लिए प्रीमियम दरों का भुगतान करने की सूचना मिली है (एटिनासी एट अला। अमेरिका और यूरोप में बंदरगाहों की भीड़ ने बंदरगाहों पर ऊंचे प्रतीक्षा समय में भी योगदान दिया, जिससे वैश्विक कंटेनर सेवाओं के कार्यक्रमों की विश्वसनीयता प्रभावित हुई, जो रिकॉर्ड पर सबसे निचले स्तर तक गिर गई (सागर-इंटेलिजेंस, 2022)।⁵ बढ़ती शिपिंग लागत सीमित हवाई माल ढुलाई क्षमता से जटिल थी। हाल ही में, हालांकि, शिपिंग और रसद दबाव कम होना शुरू हो गया है (चार्ट 3)।

अंतर्राष्ट्रीय हवाई माल भाड़ा दरों को भी आईएसपीआई में शामिल किया गया है, जो यूएस-एशिया और एशिया-यूएस दरों के अनुसार यूएस ब्यूरो ऑफ लेबर स्टैटिस्टिक्स से प्राप्त हुआ है। विशेष रूप से, एशिया-अमेरिका दरें यूएस-एशिया समकक्षों से आगे बढ़ीं, लेकिन दोनों 2021 की दूसरी छमाही और 2022 के शुरुआती महीनों में कम हो रही हैं (चार्ट 4)।

चार्ट 3: कंटेनर शिपिंग दरें कम हो रही हैं



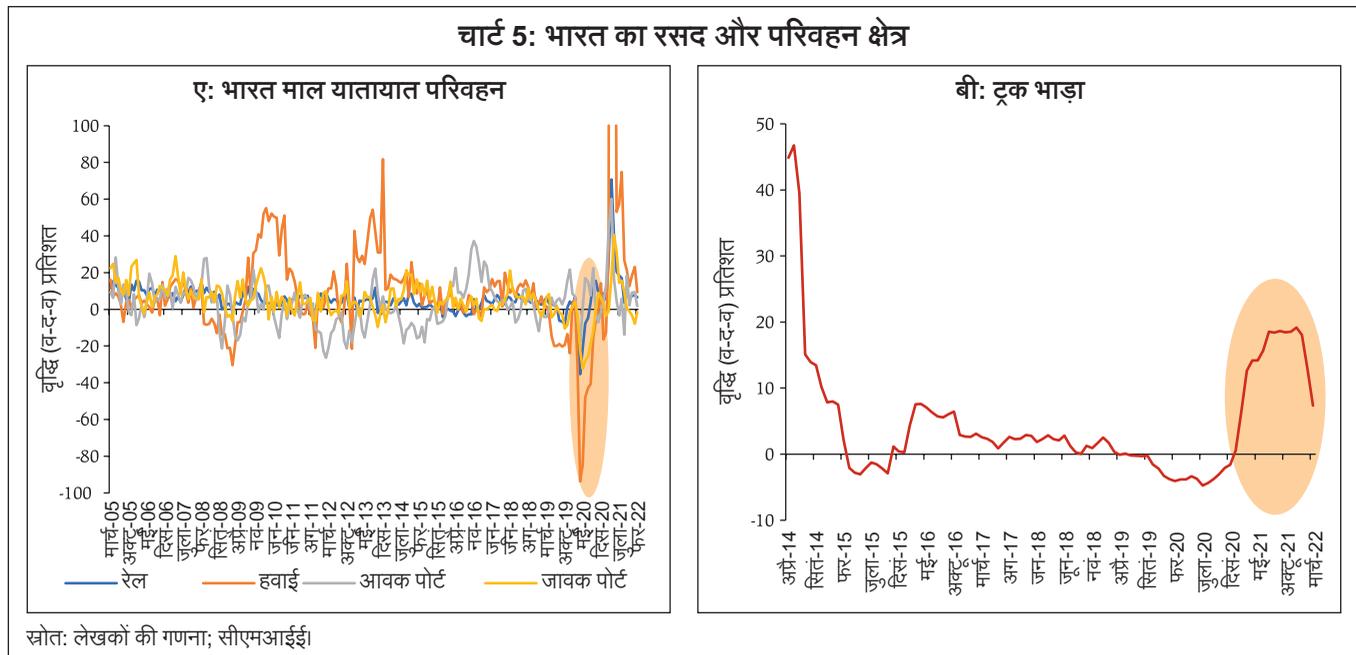
⁵ <https://www.gtreview.com/news/global/no-end-in-sight-for-shipping-chaos-as-schedule-reliability-hits-record-low/>



घरेलू परिवहन लागत को अंतर्देशीय ट्रक माल दुलाई दरों के साथ-साथ घरेलू रेलवे और हवाई माल दुलाई 6 पर विचार करके आईएसपीआई में शामिल किया गया है। इनबाउंड और

आउटबाउंड शिपमेंट में सन्निहित पोर्ट गतिविधि और टर्नअराउंड समय को बंदरगाह की भीड़ को प्रतिबिंबित करने के लिए भी शामिल किया गया है। घरेलू माल दुलाई ने महामारी की पहली लहर के दौरान ट्रक माल दुलाई (चार्ट 5) सहित सबसे गंभीर व्यवधान दर्ज किए। इन सभी संकेतकों ने 2021 की दूसरी छमाही से मजबूत रिकवरी का प्रदर्शन किया है।

विनिर्माण में मध्यवर्ती की आपूर्ति के संकेतकों की ओर मुड़ते हुए, कई संकेतकों का उपयोग किया गया है। वैश्विक संकेतकों में (1) वैश्विक विनिर्माण क्रय प्रबंधक सूचकांक (पीएमआई) में डिलीवरी टाइम उप-सूचकांक 7 और वैश्विक इलेक्ट्रॉनिक्स उपकरण पीएमआई में शामिल हैं, जिस हद तक आपूर्ति श्रृंखला में देरी उत्पादन को प्रभावित करती है; (2) पीएचएल एक्स सेमीकंडक्टर सेक्टर इंडेक्स 8 में सूचीबद्ध सेमीकंडक्टर निर्माताओं (डी-ट्रेंडेड) के शेयर मूल्य; और (3) अमेरिका और चीन विनिर्माण पीएमआई के डिलीवरी समय और बैकलॉग उप-घटक क्रमशः काम शुरू होने और आपूर्ति श्रृंखला में देरी के लंबित आदेशों की मात्रा के संदर्भ में अग्रणी व्यापार भागीदार देश की स्थितियों का प्रतिनिधित्व करने के लिए।



6 स्रोत: भारतीय अर्थव्यवस्था निगरानी केंद्र (सीएमआईई)

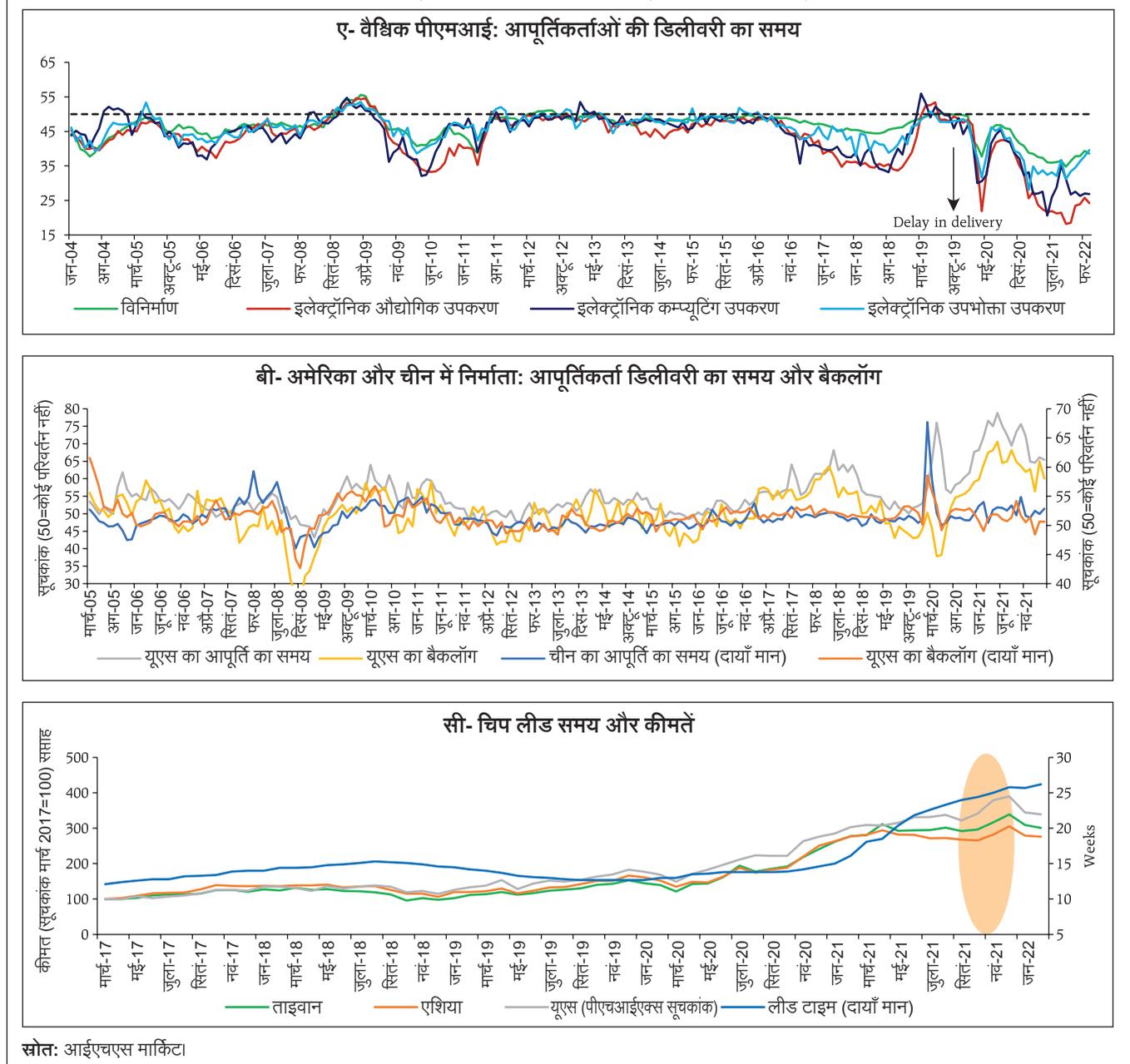
7 आईएचएस मार्केट से प्राप्त

8 पीएचएलएक्स इंडेक्स नैसडैक द्वारा तैयार किया गया है और दुनिया की प्रमुख कंपनियों को ट्रैक करता है जो दुनिया भर में सेमीकंडक्टर के उत्पादन और बिक्री में शामिल हैं। यह सूचकांक चिप लीड समय -जब एक चिप का आदेश दिया जाता है और जब यह पहुंचाया जाता है के बीच का समय- के साथ निकटता से परिवर्तित होता है।

विभिन्न विनिर्माण उप-क्षेत्रों के लिए वैश्विक पीएमआई में आंदोलनों से पता चलता है कि 2020 की दूसरी तिमाही में एक गर्त से उत्पादन के इनपुट के लिए नए ऑर्डर में तेज रिबाउंड को आपूर्तिकर्ता डिलीवरी समय में मजबूत वृद्धि और इनपुट मूल्य दबाव में वृद्धि से कैसे बढ़ावा मिला है - दिसंबर 2021 में लीड टाइम और शेयर की कीमतें दोनों चरम पर थीं (चार्ट 6 ए)। आपूर्ति श्रृंखलाओं में सबसे गंभीर व्यवधानों का सामना करने वाले क्षेत्र

बुनियादी सामग्री, मशीनरी और उपकरण और कारें हैं। 2021 की पहली तिमाही में अमेरिकी विनिर्माण उत्पादन वृद्धि में तेजी आई, जो इनपुट की कमी के बावजूद मांग में वृद्धि को दर्शाता है, जिससे काम में बैकलॉग बढ़ रहा है। ये बैकलॉग 2021 की दूसरी छमाही से मध्यम होने लगे क्योंकि डिलीवरी के समय में सुधार शुरू हो गया। कोविड-19 संक्रमण के प्रसार को रोकने के लिए लगाए गए कड़े लॉकडाउन उपायों के बाद फरवरी 2020 में चीन का बैकलॉग

चार्ट 6: ग्लोबल पीएमआई: सप्लायर्स डिलीवरी टाइम, चिप लीड टाइम और बैकलॉग

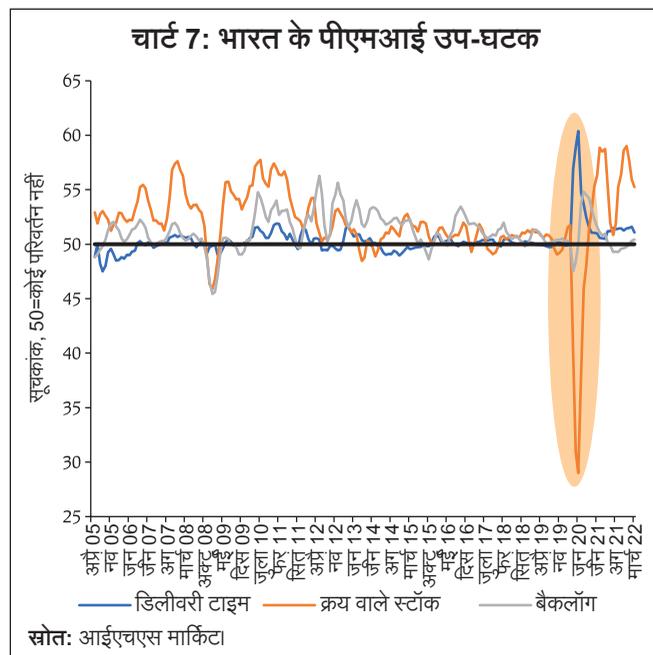


चरम पर पहुंच गया। रोकथाम उपायों में ढील के साथ बाद की तिमाहियों में बैकलॉग सामान्य होने लगे (चार्ट 6 बी)।

जैसे ही 2020 की शुरुआत में लॉकडाउन के उपायों ने दुनिया को जकड़ लिया, मोटर वाहन उद्योग को सेमीकंडक्टर्स की बिक्री में गिरावट आई। रिमोट वर्किंग और डिस्टेंस लर्निंग (एटिनासी एट अल, 2021 ए) में बदलाव के कारण कंप्यूटर और इलेक्ट्रॉनिक उपकरण उत्पादकों की मजबूत मांग से यह बढ़ गया था। वैश्विक चिप्स की बिक्री पिछले 24 महीनों में दृढ़ता से बढ़ी है, जिसके परिणामस्वरूप वैश्विक इलेक्ट्रॉनिक्स पीएमआई में आपूर्तिकर्ताओं के डिलीवरी समय के लिए नए ऑर्डर के अनुपात में अभूतपूर्व वृद्धि हुई है, खासकर ऑटो और ऑटो पार्ट्स और प्रौद्योगिकी उपकरण जैसे उद्योगों में। चीन, ताइवान और हांगकांग अर्धचालकों के वैश्विक निर्यात और आयात पर हावी हैं (चार्ट 6 सी)। भारत की घरेलू ऑटो बिक्री अभी चिप की कमी से उबर नहीं पाई है, हालांकि ऑटो निर्यात जल्दी गर्त से बाहर आ गया और सकारात्मक क्षेत्र में बना रहा क्योंकि निर्माताओं ने निर्यात बाजार हिस्सेदारी बनाए रखना पसंद किया।

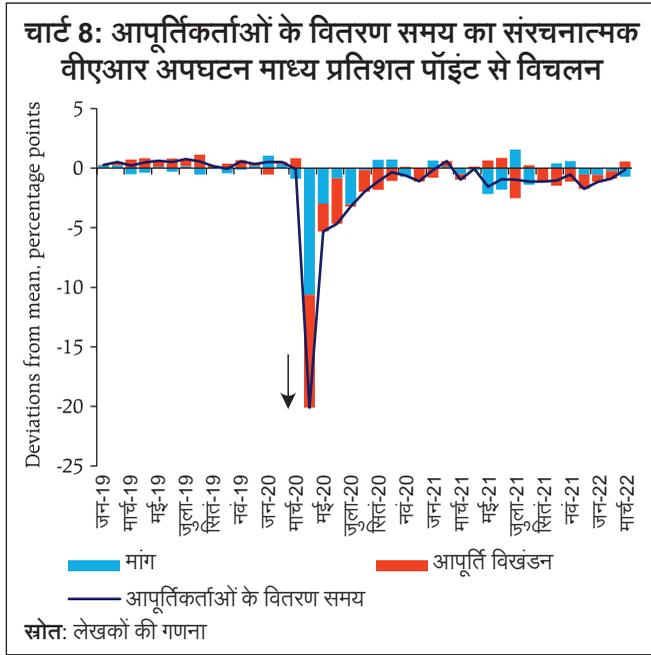
विनिर्माण में आपूर्ति व्यवधानों के घरेलू संकेतकों में भारत के लिए विनिर्माण पीएमआई के उप-घटक शामिल हैं: (1) आपूर्तिकर्ताओं की डिलीवरी का समय - एक मूल्यवान संकेतक जो आपूर्ति श्रृंखला में देरी, क्षमता बाधाओं और मूल्य दबावों को कैप्चर करता है; (2) काम का बैकलॉग - एक उपाय जो किसी कंपनी को प्राप्त आदेशों की मात्रा को मापता है लेकिन अभी तक या तो काम शुरू करना या पूरा करना बाकी है; और (3) स्टॉक खरीद, - जो आपूर्ति श्रृंखला दबावों की प्रत्याशा में कंपनियों द्वारा आयोजित इन्वेंट्री के स्तर में अंतर्दृष्टि प्रदान करती है।

कोविड-19 प्रेरित मांग-आपूर्ति व्यवधानों ने 2020 की दूसरी तिमाही में भारत के विनिर्माण पीएमआई को रिकॉर्ड निचले स्तर पर धकेल दिया, डिलीवरी का समय चरम पर पहुंच गया और मार्च 2005 में पीएमआई डेटा संग्रह शुरू होने के बाद से इन्वेंट्री अपने सबसे निचले स्तर पर पहुंच गई। इससे फर्मों की ऑर्डर बुक पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ा, जिसके परिणामस्वरूप बैकलॉग में वृद्धि हुई। उत्पादन में तेजी के कारण 2020 की दूसरी छमाही में विनिर्माण गतिविधियों ने गति पकड़नी शुरू कर दी। नतीजतन, कंपनियों ने



इनपुट खरीद को बढ़ाया, जिससे पिछले 17 वर्षों में खरीद के स्टॉक में दूसरा सबसे तेज संघय हुआ। डिलीवरी के समय का दबाव खत्म होने लगा, और फर्मों और कंपनियों का इन्वेंट्री प्रबंधन रोकथाम के प्रति अधिक कैलिब्रेटेड दृष्टिकोण के जवाब में अधिक कुशल हो गया, जिसके परिणामस्वरूप बैकलॉग में मॉडरेशन हुआ।

पीएमआई में आपूर्तिकर्ताओं का डिलीवरी टाइम सब-इंडेक्स फर्मों को इनपुट की डिलीवरी के लिए आवश्यक समय में विकास को मापता है। इस सूचक का एक प्रमुख लाभ यह है कि यह विभिन्न प्रकार की क्षमता बाधाओं को पकड़ने में सक्षम है (उदाहरण के लिए, मध्यवर्ती वस्तुओं की कमी; परिवहन देरी; श्रम आपूर्ति की कमी), जिससे यह उत्पादन नेटवर्क में उपभेदों का एक सर्वव्यापी बैरोमीटर बन जाता है। चूंकि आपूर्तिकर्ताओं के प्रसव का समय मौजूदा क्षमता से परे मांग में वृद्धि से भी प्रभावित हो सकता है, इसलिए चक्रीय उतार-चढ़ाव से जुड़े आंदोलनों को अलग करना आवश्यक है। विनिर्माण पीएमआई के नए ऑर्डर घटक के एक संरचनात्मक वेक्टर ऑटोरिग्रेशन (एसवीएआर) - मांग की स्थिति को प्रॉक्सी करना - और विनिर्माण पीएमआई आपूर्ति वितरण समय से पता चलता है कि आपूर्तिकर्ताओं के डिलीवरी समय के आधे से अधिक समय महामारी की पहली लहर के दौरान मांग के कारण था। हाल ही में, हालांकि, देरी



ज्यादातर आपूर्ति बाधाओं के कारण होती है जो भू-राजनीतिक शत्रुता (चार्ट 8) के मद्देनजर उभरी हैं।

इस खंड में प्रस्तुत शैलीगत विश्लेषण से, यह स्पष्ट है कि भारत के सामने आपूर्ति श्रृंखला का दबाव मुख्य रूप से विनिर्माण के विभिन्न क्षेत्रों में आपूर्ति वितरण में देरी में परिलक्षित वैश्विक स्पिलओवर और इलेक्ट्रॉनिक्स उपकरणों के संबंध में तीव्र होने से उपजा है। माल भाड़े की दरों में वैश्विक वृद्धि ने भारत के व्यापार के लिए आपूर्ति बाधाओं को भी लागू किया है, जिसका मुद्रास्फीति और आर्थिक गतिविधि पर प्रभाव पड़ा है। हालांकि, यह उल्लेखनीय है कि भारत के लिए प्रासंगिक आपूर्ति श्रृंखला अव्यवस्थाओं के लिए हवाई माल ढुलाई में वृद्धि का बहुत कम महत्व है, संभवतः समुद्री यातायात के सापेक्ष हवाई माल ढुलाई द्वारा किए गए व्यापार की कम मात्रा को दर्शाता है। घरेलू कारक मुख्य रूप से वैश्विक कारकों के साथ संयोजन के रूप में काम करते हैं। फिर भी, बैकलॉग, रेलवे फ्रेट कार्गो और घरेलू हवाई माल ढुलाई भारत के भीतर आपूर्ति समय को काफी प्रभावित करती है। कुल मिलाकर, घरेलू आपूर्ति श्रृंखलाएं वैश्विक श्रृंखलाओं की तुलना में तेजी से सामान्य हुई हैं, लेकिन ट्रक माल ढुलाई दरें ऊंची बनी हुई हैं, घरेलू आपूर्ति श्रृंखलाओं पर संबंधित प्रभाव के साथ। ये चर हमारी अनुभवजन्य जांच का आधार बनाते हैं, जिसकी चर्चा निम्नलिखित अनुभाग में की गई है।

III. क्रियाविधि

पिछले खंड में पहचाने गए प्रत्येक चर अर्थव्यवस्था के एक विशिष्ट क्षेत्र में आपूर्ति व्यवधानों को दर्शाते हैं। इसलिए, इन संकेतकों में अंतर्निहित सभी सूचनाओं को शामिल करते हुए एक ऐसे समग्र मापदंड की आवश्यकता है, जो अर्थव्यवस्था को सभी आपूर्ति श्रृंखला दबावों के व्यापक आयामों और उनकी दृढ़ता या परिवर्तनशीलता को माप सके।

आयाम में कमी का एक लोकप्रिय तरीका प्रमुख घटक विश्लेषण (पीसीए) है, जो अंतर्निहित चर से सामान्य घटकों को निकाल सकता है। पीसीए की एक सीमा यह है कि इसे केवल संतुलित पैनल पर ही लागू किया जा सकता है। इसके अलावा, पीसीए के माध्यम से पहचाने जाने वाले सामान्य कारक स्थिर प्रकृति वाले हैं और इन चरों की समय-भिन्न विशेषताओं को पकड़ने में विफल होते हैं, जैसा कि पिछले खंड में दिखाया गया है कि ये समय के साथ गतिशील रूप से विकसित होते हैं। तदनुसार, क्रियाविधि के संबंध में हमारी पसंद एक गतिशील कारक मॉडल (डीएफएम) है, जो बड़ी संख्या में विभिन्न चरों में विद्यमान सामान्य अप्रकाशित अंतर्निहित कारकों की पहचान कर सकता है। इसे कलमन फ़िल्टर का प्रयोग करके प्राप्त किया जा सकता है जो गलत विनिर्देश त्रुटियों, गैर-रैखिकता और गैर-स्थिरता की पहचान करने के लिए मजबूत है, जिससे समय-भिन्न मापदंडों को उत्पन्न किया जा सकता है। इसके अतिरिक्त, एक डीएफएम विशेष प्रकार की त्रुटियों में कमजोर सहसंबंधों की अनुमति देता है और एक वेक्टर ऑटोरेग्रेसन (वीएआर) मॉडल की तुलना में पसंद किया जाता है क्योंकि इसमें अर्थव्यवस्था की संरचना पर प्रतिबंधात्मक मान्यताओं की सीमाओं के साथ-साथ अधिकतम संख्या में चर और इस प्रकार झटके की संख्या शामिल किए जा सकते हैं।

निम्नलिखित सामान्य कारकों को निकालने के लिए डीएफएम विनिर्देश का प्रयोग किया जाता है⁹:

$$x_{it} = \lambda_i F_t + \varepsilon_{it}$$

$$F_t = BF_{t-1} + u_t$$

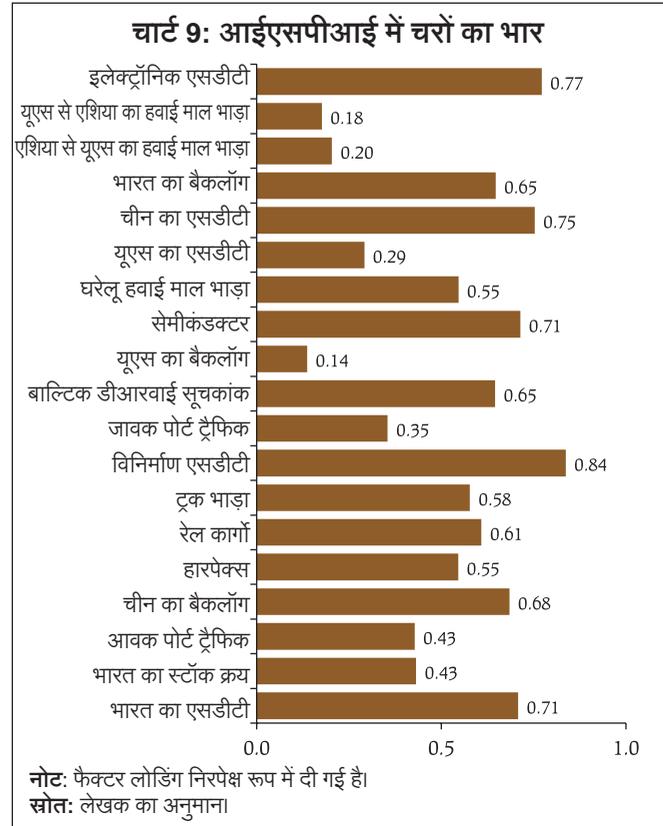
⁹ डीएफएम का अनुमान लगाने से पहले, अप्रैल 2005 से मार्च 2013 की अवधि के दौरान ट्रक भाड़ा दरों से संबंधित डेटा अंतराल को भरने के लिए घरेलू माल ढुलाई चर से एक प्रमुख घटक निकाला जाता है (स्टॉक एंड वाटसन, 2002)।

जहां F_t वीएआर (पी) प्रक्रिया का पालन करने वाले उभयनिष्ठ कारकों का एक वेक्टर है; λ_{it} F_t का कारक लोडिंग है, जो ISPI में प्रत्येक चर ε_{it} की प्रासंगिकता को दर्शाता है तथा x_{it} 't' समय पर i वें चर के लिए विशिष्ट झटके का प्रतिनिधित्व करता है। गतिशील और अनुप्रस्थ-काट गुणों के संबंध में गलत विशिष्टता से बचने के लिए, उभयनिष्ठ कारकों का अनुमान दो चरणों में लगाया जाता है। पहला, प्रारंभिक मान निर्धारित करने के लिए प्रारंभिक मापदंड अनुमान पीसीए से प्राप्त किए जाते हैं। दूसरा, एक कलमैन स्मूथ के माध्यम से माध्य वर्गित त्रुटि-इष्टतम रैखिक प्रक्षेपण द्वारा कारकों का पुनः अनुमान लगाया जाता है, जबकि विशेष प्रकार के अनुप्रस्थ काट वाले विषम-विसारिता और उभयनिष्ठ कारक गतिकी के साथ-साथ एक असंतुलित पैनल (डोज एवं अन्य, 2011) की अनुमति दिया जाता है।

IV. आनुभविक परिणाम

मार्च 2005 से मार्च 2022 तक की अवधि के लिए खंड II में संदर्भित 19 प्रासंगिक चरों पर मासिक आंकड़ों का उपयोग करके डीएफएम का अनुमान लगाया गया है (अनुलग्नक सारणी ए1)¹⁰। चूंकि चर मांग और आपूर्ति दोनों प्रभावों को शामिल करते हैं, इसलिए इसमें से समसामयिक मूल्य के साथ-साथ अन्य 18 चरों में से प्रत्येक पर प्रत्येक देश / क्षेत्र के पीएमआई उप-घटक “नए क्रम” के दो अंतराल तक मांग प्रभाव को हटा दिया जाता है। इन प्रतिगमनों के अवशेषों को इसके बाद मानकीकृत किया जाता है और आईएसपीआई (बेनिग्नो एवं अन्य। 2022) में इनपुट के रूप में प्रयोग किया जाता है।

अनुमानित कारक लोडिंग हमारे शैलीगत मूल्यांकन की पुष्टि करती है कि विनिर्माण की विभिन्न श्रेणियों में आपूर्ति वितरण में देरी जैसे वैश्विक कारक, विशेष रूप से सेमीकंडक्टर में, घरेलू आपूर्ति शृंखला दबावों पर एक प्रमुख प्रभाव रखता है (चार्ट 9)। चूंकि भारत चीन से बड़ी मात्रा में मध्यवर्ती सामग्री और कच्चे माल का आयात करता है, इसलिए उस देश में आपूर्ति में व्यवधान



आईएसपीआई को अमेरिका जैसी उन्नत अर्थव्यवस्थाओं में आपूर्ति बाधाओं से अधिक प्रभावित करता है।

आईएसपीआई में प्रत्येक चर के परिकल्पित योगदान से पता चलता है कि घरेलू आपूर्ति की स्थिति में हाल के सुधार मुख्य रूप से रेलवे और हवाई कार्गो यातायात आवागमन (चार्ट 10) के कारण हैं। दूसरी ओर, सेमीकंडक्टर उत्पादन, आवक पोर्ट ट्रैफिक आवागमन और यूएस में डिलीवरी में देरी के रूप में उन्नत देशों में समस्याएं अभी भी आईएसपीआई पर ऊर्ध्वमुखी दबाव डाल रही हैं।

अपने प्रदर्शन के संदर्भ में, आईएसपीआई वैश्विक वित्तीय संकट (जीएफसी) के दौरान और महामारी की पहली लहर (चार्ट 11) के दौरान के दो प्रमुख आपूर्ति व्यवधानों पर बारीकी से नज़र रखता है। इसके बाद, अप्रैल 2021 में आईएसपीआई बहुत नीचे आ गया क्योंकि महामारी से संबंधित रोकथाम उपायों में उत्तरोत्तर ढील दी गई थी। जैसे-जैसे गतिशीलता में सुधार हुआ, विनिर्मित वस्तुओं की आवागमन के सामान्यीकरण और आपूर्ति-मांग बेमेल के पुनर्संतुलन में रुकी हुई मांग परिलक्षित हुई।

¹⁰ नमूना अवधि मार्च 2005 से शुरू होती है क्योंकि भारत के लिए पीएमआई डेटा उस महीने से उपलब्ध है। इस लेख का उद्देश्य आपूर्ति शृंखला दबाव सूचकांक का अनुमान लगाना है जो भारत के लिए प्रासंगिक है।

¹¹ केवल सेमीकंडक्टर क्षेत्र के मामले में, आपूर्ति व्यवधान को डिट्रेंडेड पीएचएलएक्स सेमीकंडक्टर क्षेत्र सूचकांक के माध्यम से प्राप्त किया जाता है।

सारणी 1: आईएसपीआई और चुनिंदा समष्टि-आर्थिक संकेतकों के बीच गतिशील सहसंबंध

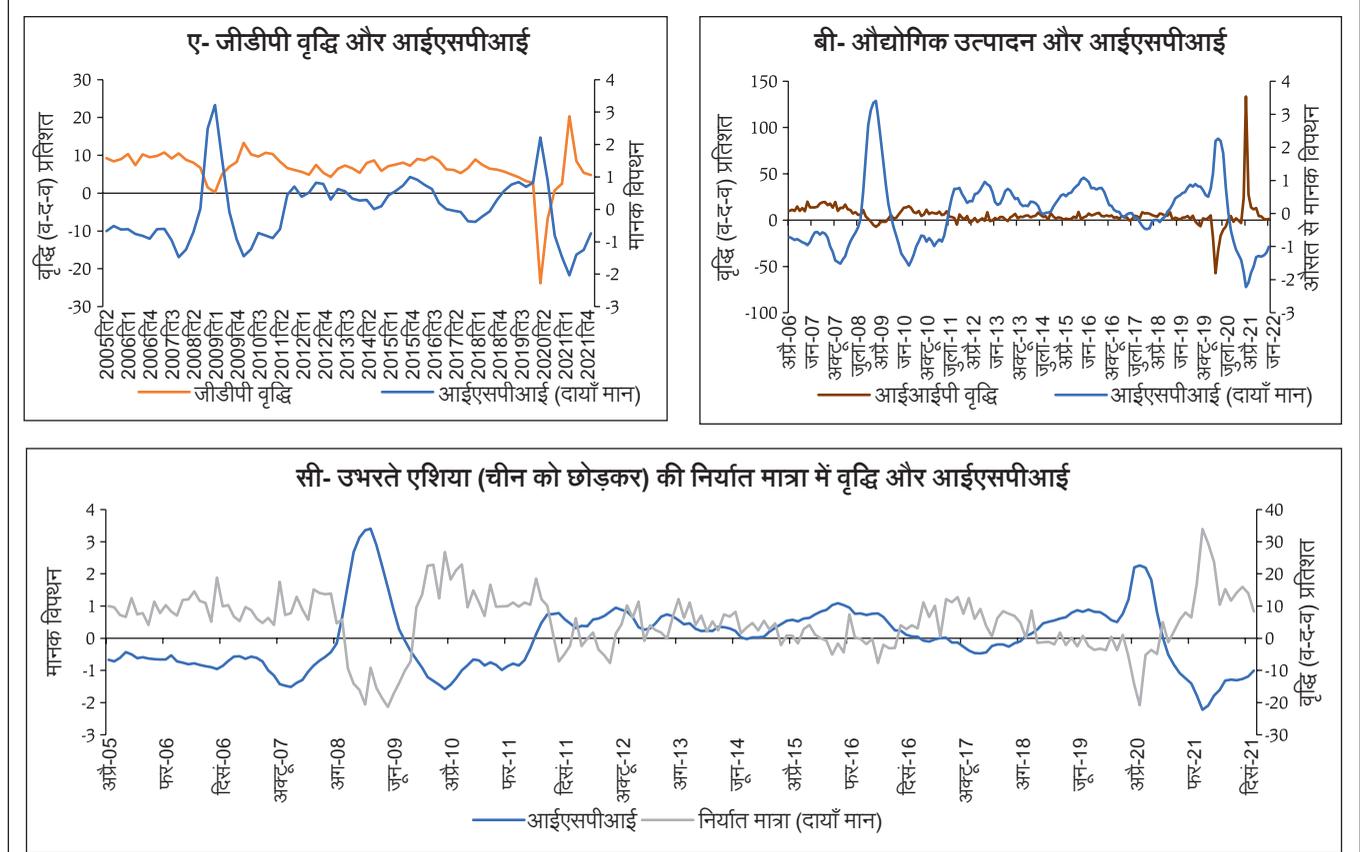
लैग/लीड	आईएसपीआई, निर्यात वृद्धि (टी- आई)	आईएसपीआई, निर्यात वृद्धि (टी+आई)	आईएसपीआई, आईआईपी वृद्धि (टी- आई)	आईएसपीआई, आईआईपी वृद्धि (टी+आई)	आईएसपीआई, डब्ल्यूपीआई कोर मुद्रास्फीति (टी- आई)	आईएसपीआई, डब्ल्यूपीआई कोर मुद्रास्फीति (टी+आई)	आईएसपीआई, इनपुट मूल्य (टी- आई)	आईएसपीआई, इनपुट मूल्य (टी+आई)	आईएसपीआई, आउटपुट मूल्य (टी- आई)	आईएसपीआई, आउटपुट मूल्य (टी+आई)
0	-0.80	-0.80	-0.54	-0.54	0.50	0.50	0.51	0.51	0.45	0.45
1	-0.75	-0.81	-0.51	-0.50	0.42	0.56	0.49	0.47	0.40	0.42
2	-0.65	-0.78	-0.45	-0.44	0.33	0.61	0.43	0.42	0.31	0.37
3	-0.54	-0.74	-0.37	-0.40	0.24	0.64	0.33	0.35	0.18	0.31
6	-0.19	-0.51	-0.17	-0.26	0.04	0.63	0.02	0.20	-0.13	0.20
9	0.04	-0.09	-0.01	-0.01	-0.06	0.44	0.11	0.08	-0.22	0.12
12	0.17	0.26	0.17	0.13	-0.11	0.17	0.17	-0.01	-0.25	0.08

Source: Authors' calculation.

बनता है, समय-भिन्न कार्य-कारण का अनुमान 72 महीने के विंडो आकार के साथ एक रोलिंग विंडो एल्गोरिथ्म के माध्यम से लगाया जाता है, जो अंतराल-संवर्धित वीएआर ढांचे के भीतर ग्रेंजर कार्य-कारण के उप-नमूना परीक्षणों का उपयोग करता है (शि एवं अन्य, 2020)। परिणाम, महामारी की शुरुआत के बाद से, आईएसपीआई

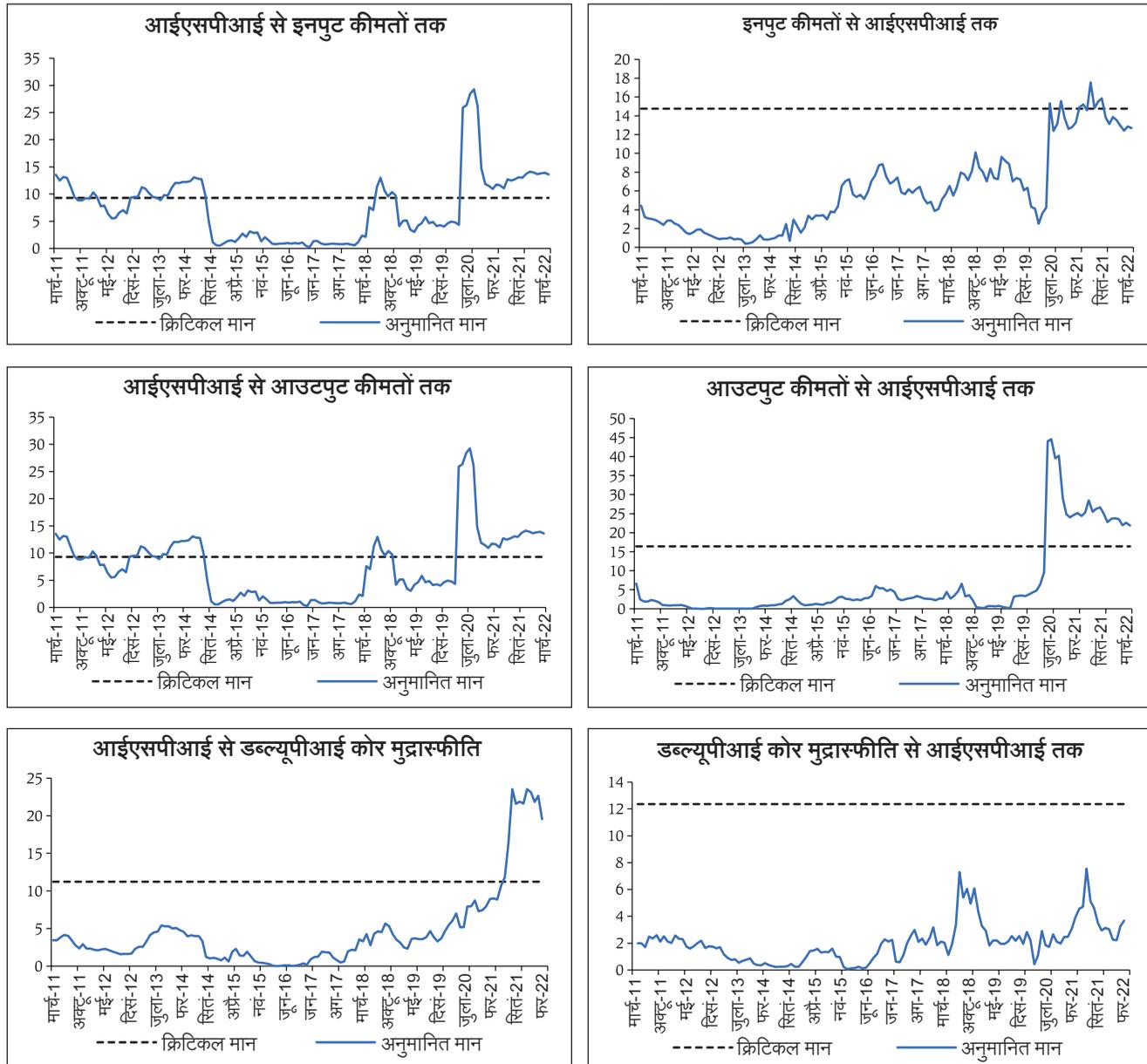
से इनपुट कीमतों, आउटपुट कीमतों और डब्ल्यूपीआई कोर मुद्रास्फीति की ओर अग्रसर प्रतिगामी कार्य-कारण के किसी प्रमाण के बिना अथवा कमजोर प्रमाण वाले ग्रेंजर कार्य-कारण का प्रमाण प्रदान करते हैं। कार्य-कारण को आईएसपीआई से निर्यात मात्रा में परिवर्तन और औद्योगिक उत्पादन में परिवर्तन (चार्ट 13 और चार्ट 14) की ओर गम्य पाया गया है।

चार्ट 12: आईएसपीआई और आर्थिक गतिविधि के बीच संबंध



स्रोत : लेखकों की गणना।

चार्ट 13: समय-भिन्न ग्रेजर केजुअल्टी परीक्षण



नोट: यदि अनुमानित मान, क्रिटिकल मान से अधिक होता है, जहां 499 पुनरावृत्तियों से 5 प्रतिशत बूटस्ट्रैप क्रिटिकल मान प्राप्त होते हैं, तो किसी ग्रेजर केजुअल्टी की शून्य परिकल्पना को अस्वीकार कर दिया जाता है। परीक्षण के लिए रोलिंग विंडो का आकार 72 के रूप में चुना गया है।

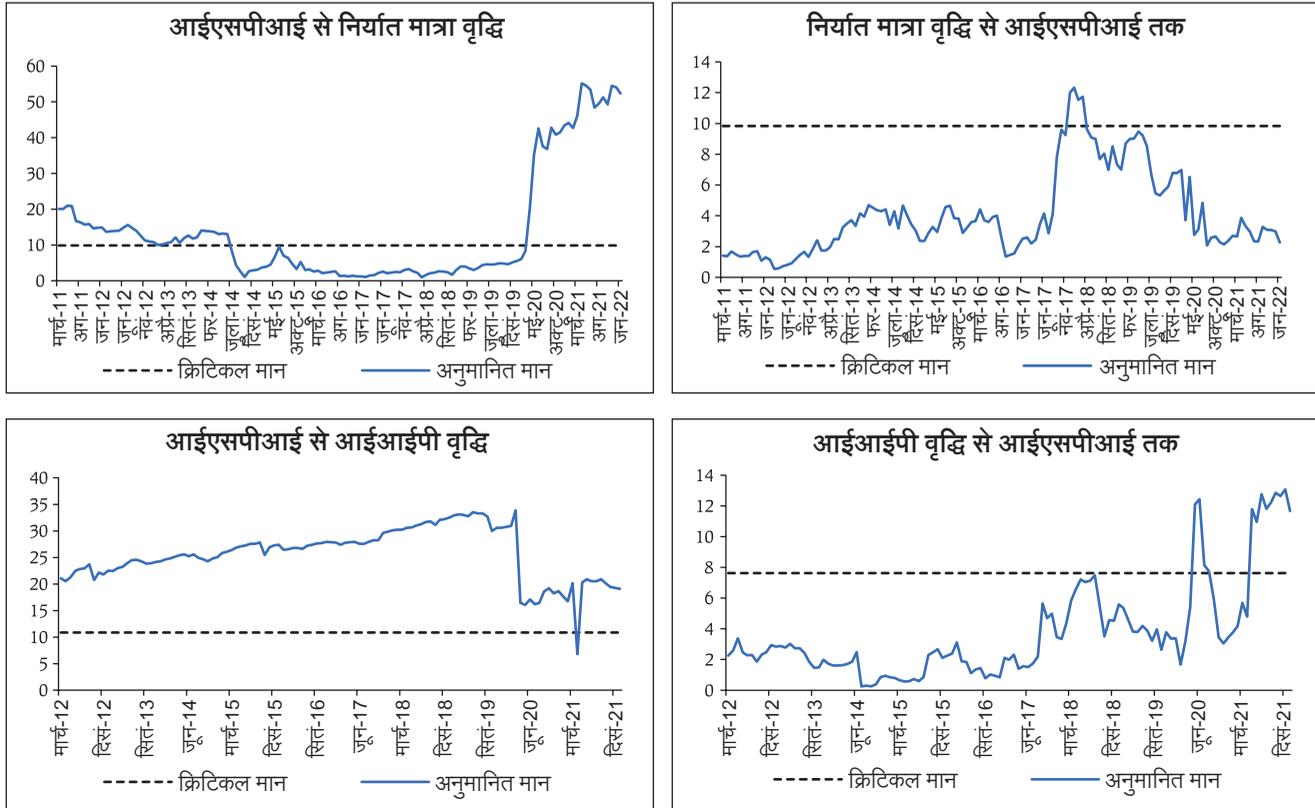
स्रोत: लेखक का अनुमान।

V. निष्कर्ष

महामारी के कारण उत्पन्न आपूर्ति शृंखला व्यवधानों ने नीति निर्माताओं के राडार में अपना रास्ता बना लिया है। यह अनुमान लगाया गया है कि इन व्यवधानों ने विश्व व्यापार की वृद्धि को 2.7 प्रतिशत और विश्व औद्योगिक उत्पादन में 1.4 प्रतिशत (अतिनासी एवं अन्य, 2021 बी) को कम कर दिया है, जबकि

वैश्विक मुद्रास्फीति (ओईसीडी 2021) में 1.5 प्रतिशत का योगदान दिया है। फरवरी 2022 के अंत से भू-राजनीतिक शत्रुता में वृद्धि ने आपूर्ति शृंखला के दबाव को बढ़ा दिया है। यह अनुमान लगाया गया है कि इसके परिणामस्वरूप, वैश्विक सकल घरेलू उत्पाद की वृद्धि 2022 में 1 प्रतिशत से अधिक कम हो सकती है और वैश्विक उपभोक्ता मूल्य मुद्रास्फीति को लगभग 2.5 प्रतिशत अंक (ओईसीडी, 2022) तक बढ़ा सकती है। महामारी ने स्पष्ट रूप से

चार्ट 14: आईएसपीआई और आर्थिक गतिविधि संकेतकों के बीच समय-भिन्न ग्रेजर केजुअल्टी परीक्षण



नोट: यदि अनुमानित मान, क्रिटिकल मान से अधिक होता है, जहां 499 पुनरावृत्तियों से 5 प्रतिशत बूटस्टैप क्रिटिकल मान प्राप्त होते हैं, तो किसी ग्रेजर केजुअल्टी की शून्य परिकल्पना को अस्वीकार कर दिया जाता है। परीक्षण के लिए रोलिंग विंडो का आकार 72 के रूप में चुना गया है।

स्रोत: लेखक का अनुमान।

दर्शाया है कि जीवीसी को दक्षता, लागत-बचत और बाजारों से निकटता के लिए डिज़ाइन किया गया था, लेकिन वे जोखिम एक्सपोजर के लिए अंशांकित नहीं थे, विशेष रूप से भारी प्रकार के जो आज ¹³ अनुभव किए जा रहे हैं। इस संदर्भ में, इस आलेख में भारत के लिए जो आपूर्ति शृंखला दबाव सूचकांक (आईएसपीआई) बनाया गया है और संकेत गुणों के लिए जिसका परीक्षण किया गया है, वह समय पर महत्व रखता है। हम पाते हैं कि वैश्विक आपूर्ति शृंखला व्यवधानों के का प्रभाव तेजी से घरेलू आपूर्ति शृंखलाओं पर पड़ता है, विशेष रूप से उन देशों से जहां से भारत कच्चे माल और अर्ध निर्मित सामग्रियों की अपनी आवश्यकताओं का बड़ा हिस्सा प्राप्त करता है। हमारा आईएसपीआई एक ओर समसामयिक रूप से औद्योगिक

उत्पादन, जीडीपी और इनपुट लागत का पता लगाता है और साथ ही यह निर्यात मात्रा और मुद्रास्फीति के संबंध में प्रमुख संकेतक गुण प्रदर्शित करता है। इससे पता चलता है कि मुद्रास्फीति के लिए प्रचलित ऊर्ध्वगामी जोखिम और निर्यात प्रदर्शन के लिए अधोगामी जोखिम बना रह सकता है। भविष्य में, सर्वसम्मति-आधारित आपूर्ति शृंखला प्रोटोकॉल, भौतिक और डिजिटल बुनियादी ढांचे में अंतराल, श्रम की कमी और क्षमता निर्माण में निवेश में कमी को तेजी से बढ़ाने के लिए समन्वित कार्यों की आवश्यकता है।

References

Alfaro, L., Antràs, P., Chor, D. and Conconi, P. (2019). Internalizing Global Value Chains: A Firm-Level Analysis. *Journal of Political Economy*, 127 (2): 509-559.

¹³ इलेक्ट्रॉनिक्स, संचार उपकरण, कंप्यूटर, ऑटोमोबाइल, परिधान ऐसे उद्योग हैं, जिनमें कंपनियों को एक साल की कमाई खत्म होने की उम्मीद है।

- Antràs, P. (2020). Conceptual Aspects of Global Value Chains. *The World Bank Economic Review*, 34(3), 551-574.
- Antràs, P., and Chor, D. (2013). Organizing the Global Value Chain. *Econometrica*, 81(6), 2127-2204.
- Attinasi, M. G., De Stefani, R., Frohm, E., Gunnella, V., Koester, G., Tóth, M., and Melemenidis, A. (2021a). The Semiconductor Shortage and Its Implication for Euro Area Trade, Production and Prices. *ECB Economic Bulletin*, Issue 4, 78-82.
- Attinasi, M. G., Balatti, M., Mancini, M., & Metelli, L. (2021b). Supply Chain Disruptions and the Effects on the Global Economy. *ECB Economic Bulletin*, Issue 8, 51-57.
- Attinasi, M. G., Bobasu, A., and Gerinovic, R. (2021c). What is Driving the Recent Surge in Shipping Costs? *ECB Economic Bulletin*, Issue 3, 26-32.
- Antràs, P. and Gortari, A. D. (2020). On the Geography of Global Value Chains. *Econometrica*, 88 (4), 1553-1598.
- Bank for International Settlements (2020). *Annual Economic Report 2020*. June.
- Benigno, G., Groen, J. J., Noble, A. I., & di Giovanni, J. (2022). *A New Barometer of Global Supply Chain Pressures* (No. 20220104). Federal Reserve Bank of New York *Liberty Street Economics*, January 4.
- Doz, C., Giannone, D., and Reichlin, L. (2011). A Two-step Estimator for Large Approximate Dynamic Factor Models based on Kalman Filtering. *Journal of Econometrics*, 164(1), 180–205.
- IBEF (2021). *Ports*. November, available at: <https://www.ibef.org/download/Ports-November-2021.pdf>
- Jiang, B., Rigobon, D. E., and Rigobon, R. (2021). From Just in Time, to Just in Case, to Just in Worst-Case: Simple models of a Global Supply Chain under Uncertain Aggregate Shocks, *NBER Working Paper*, No. w29345, National Bureau of Economic Research.
- Melitz, M. J. (2003). The Impact of Trade on Intra-industry Reallocations and Aggregate Industry Productivity. *Econometrica*, 71(6), 1695-1725.
- McKinsey (2020). Risk, Resilience, and Rebalancing in Global Value Chains, McKinsey Global Institute, August 6.
- OECD (2019). Measuring Distortions in International Markets: The Semiconductor Value Chain. *OECD Trade Policy Papers*, No. 234.
- OECD (2020). The Trade Policy Implications of Global Value Chains. *Trade Policy Brief*, February.
- OECD(2021). *Economic Outlook*. December.
- OECD(2022). *Economic Outlook*. Interim Report, March.
- LaBelle, J. and Santacreu, A. M. (2022). Global Supply Chain Disruptions and Inflation During the COVID-19 Pandemic. *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*. Forthcoming.
- Shi, S., Hurn, S., and Phillips, P. C. (2020). Causal change detection in possibly integrated systems: Revisiting the money–income relationship. *Journal of Financial Econometrics*, 18(1), 158-180.
- Stock, J. H. and Watson, M. W. (2002). Forecasting using principal Components from a Large Number of Predictors. *Journal of the American Statistical Association*, 97(460), 1167-1179.
- Wagner, S.M. and Bode, C. (2006). An Empirical Investigation into Supply Chain Vulnerability, *Journal of Purchasing & Supply Management*, 12(6), 301-312.
- Zhao, S. and You, F. (2019). Resilient Supply Chain Design and Operations with Decision-Dependent Uncertainty using a Data-driven Robust Optimization Approach. *AIChE Journal*, 65 (3), 1006-1021.

अनुलग्नक सारणी ए1: आईएसपीआई में प्रयुक्त चर (अवधि: मार्च 2005 मार्च 2022)		
चर की सूची	मद/उप-मद	स्रोत
आवक पोर्ट ट्रेफिक	प्रमुख बंदरगाहों पर माल उतराई, कार्गो ट्रेफिक	भारतीय अर्थव्यवस्था की निगरानी के लिए केंद्र (सीएमआईई)
जावक पोर्ट ट्रेफिक	प्रमुख बंदरगाहों पर माल लदाई, कार्गो ट्रेफिक	भारतीय अर्थव्यवस्था की निगरानी के लिए केंद्र (सीएमआईई)
रेल कार्गो	रेलवे माल यातायात	भारतीय अर्थव्यवस्था की निगरानी के लिए केंद्र (सीएमआईई)
ट्रक भाड़ा	दिल्ली से भारत के विभिन्न शहरों के लिए ट्रक भाड़ा दरें	भारतीय अर्थव्यवस्था की निगरानी के लिए केंद्र (सीएमआईई)
घरेलू हवाई जहाज कार्गो	भारत के घरेलू हवाई अड्डे पर परिचालित कार्गो	भारतीय अर्थव्यवस्था की निगरानी के लिए केंद्र (सीएमआईई)
भारत एसडीटी	आपूर्तिकर्ताओं का वितरण समय, भारत विनिर्माण पीएमआई	आईएचएस मार्किट
भारत स्टॉक खरीद	खरीद का स्टॉक, भारत विनिर्माण पीएमआई	आईएचएस मार्किट
भारत बैकलॉग	कार्य के बैकलॉग, भारत विनिर्माण पीएमआई	आईएचएस मार्किट
चीन एसडीटी	आपूर्तिकर्ताओं का वितरण समय, चीन विनिर्माण पीएमआई	आईएचएस मार्किट
चीन बैकलॉग	कार्य का बैकलॉग, चीन विनिर्माण पीएमआई	आईएचएस मार्किट
विनिर्माण एसडीटी	आपूर्तिकर्ताओं का वितरण समय, वैश्विक विनिर्माण पीएमआई	आईएचएस मार्किट
इलेक्ट्रॉनिक्स एसडीटी	आपूर्तिकर्ताओं का वितरण समय, वैश्विक इलेक्ट्रॉनिक्स पीएमआई	आईएचएस मार्किट
यूएस बैकलॉग	ऑर्डर के बैकलॉग, यूएस विनिर्माण पीएमआई	आपूर्ति प्रबंधन संस्थान (आईएसएम)
यूएस एसडीटी	आपूर्तिकर्ताओं का वितरण, यूएस विनिर्माण पीएमआई	आपूर्ति प्रबंधन संस्थान (आईएसएम)
हार्पेक्स	हार्पेक्स सूचकांक	रिफाइनिटिव
बाल्टिक ड्राई सूचकांक	बाल्टिक ड्राई सूचकांक	रिफाइनिटिव
सेमीकंडक्टर	पीएचएलएक्स सेमीकंडक्टर सेक्टर सूचकांक	रिफाइनिटिव
एशिया से यूएस एयर फ्रेट	आवक मूल्य सूचकांक (अंतर्राष्ट्रीय सेवाएं): एशिया के लिए हवाई माल भाड़ा	यूएस ब्यूरो ऑफ लेबर स्टैटिस्टिक्स
यूएस टू एशिया एयर फ्रेट	जावक मूल्य सूचकांक (अंतर्राष्ट्रीय सेवाएं): एशिया के लिए एयर फ्रेट	यूएस ब्यूरो ऑफ लेबर स्टैटिस्टिक्स

नोट: लेख में प्रयुक्त ट्रक भाड़ा दर शहर स्तर के माल डुलाई का दूरी-आधारित भारित मान का औसत है। प्रतिगमन में उपयोग किए गए नए ऑर्डर वाले डेटा संबंधित देश/क्षेत्र पीएमआई से लिए गए हैं।