

नई डिजिटल अर्थव्यवस्था एवं उत्पादकता का विरोधाभास

साधन कुमार चट्टोपाध्याय,
श्रीरूपा सेनगुप्ता और श्रुति जोशी द्वारा [^]

यह आलेख उत्पादकता वृद्धि में डिजिटलीकरण के योगदान का आकलन करता है और भारत के लिए सोलो (solow) उत्पादकता विरोधाभास (सोलो प्रोडक्टिविटी पैराडॉक्स) की जांच करता है। विश्लेषण से पता चलता है कि उत्पादन वृद्धि में सूचना और संचार प्रौद्योगिकी (आईसीटी) का योगदान वर्ष 1981-1990 में 5.0 प्रतिशत से बढ़कर वर्ष 1992-2023 के दौरान 13.2 प्रतिशत हो गया। औसतन, आईसीटी क्षेत्र की उत्पादकता पूरे नमूना अवधि के लिए गैर-आईसीटी क्षेत्र की तुलना में बेहतर रही।

परिचय

डिजिटलीकरण, नवोन्मेष का एक रूप है, जिससे दीर्घावधि में उत्पादकता में सुधार होने की उम्मीद होती है (सोलो, 1987)। सबसे पहले, डिजिटल प्रौद्योगिकियाँ कारोबारों के संचालन को सुव्यवस्थित करके तथा ग्राहकों और आपूर्तिकर्ताओं के साथ संचार संबंधी व्यय को कम करके नवाचार करने का अवसर देती हैं (एकरमैन और अन्य, 2013)। दूसरा, जब उत्पादन प्रक्रिया में सूचना और संचार प्रौद्योगिकी (आईसीटी) का इनपुट के रूप में उपयोग किया जाता है, तो गहनता के माध्यम से उत्पादकता में भी सुधार होता है। तीसरा, कंपनियाँ आईसीटी आस्तियों के स्वामित्व से आईसीटी सेवाएँ प्राप्त करने पर स्विच करके अपने आईसीटी व्यय और ऊर्जा, श्रम और रखरखाव जैसी संबंधित लागतों को कम कर सकती हैं। अर्थव्यवस्था का समग्र उत्पादकता निष्पादन, अंततः इन बचतों से लाभान्वित हो सकता है क्योंकि वे संसाधन आबंधन में सुधार लाते हैं और दक्षता बढ़ाते हैं (वेन आर्क, 2020)।

कुछ अध्ययनों ने दावा किया है कि नई डिजिटल अर्थव्यवस्था के उदय के साथ उत्पादकता में भी कोई वृद्धि नहीं हुई है (वेन आर्क, 2016)। इसके अलावा, ऐसमोग्लू और अन्य (2014), ब्रिनजॉल्फसन और मैकएफी (2014) और बार्टेल्समैन और अन्य

[^] लेखक आर्थिक एवं नीति अनुसंधान विभाग, भारतीय रिजर्व बैंक, मुंबई से हैं। इस आलेख में व्यक्त विचार लेखकों के हैं और भारतीय रिजर्व बैंक के विचारों का प्रतिनिधित्व नहीं करते हैं।

(2017) के हालिया काम में उत्पादकता पर डिजिटलीकरण का कोई महत्वपूर्ण प्रभाव नहीं पाया गया है। इन अध्ययनों ने सुस्त वैश्विक उत्पादकता वृद्धि के मद्देनजर रॉबर्ट सोलो के 1987 के "उत्पादकता विरोधाभास" के पुनरुत्थान पर चर्चा को फिर से शुरू कर दिया है।

वैश्विक प्रवृत्ति का अनुसरण करते हुए, भारत भी तेजी से डिजिटलीकरण का अनुभव कर रहा है, और भारत की आर्थिक वृद्धि पर डिजिटल वस्तुओं और सेवाओं का प्रभाव अधिक स्पष्ट हो गया है, विशेषकर कोविड-19 महामारी के बाद (गजभिये और अन्य, 2022)। जबकि कई अध्ययन उन्नत अर्थव्यवस्थाओं, विशेष रूप से ओईसीडी देशों में उत्पादकता विरोधाभास के अस्तित्व की जांच करते हैं, ऐसे सीमित अध्ययन हैं जो भारत जैसी उभरती बाजार अर्थव्यवस्थाओं में उत्पादकता विरोधाभास के अस्तित्व की समझ को समृद्ध करते हैं। इस आलोक में, यह आलेख भारत में उत्पादकता विरोधाभास के अस्तित्व की जांच करता है।

दास और एरुम्बन (2016) का अनुसरण करते हुए, उत्पादकता पर डिजिटलीकरण¹ के प्रभाव का आकलन दो अलग-अलग चैनलों के माध्यम से किया गया है - (i) उत्पादन और श्रम उत्पादकता वृद्धि को बढ़ाने में एक इनपुट के रूप में आईसीटी का योगदान और (ii) आईसीटी क्षेत्र और गैर-आईसीटी क्षेत्र के बीच अंतर की जांच करके उत्पादकता क्षमताओं का अनुमान लगाना। आलेख के शेष खंड निम्नानुसार व्यवस्थित हैं। खंड II डिजिटलीकरण और उत्पादकता विरोधाभास पर साहित्य सर्वेक्षण से संबंधित है। खंड III इस शोध पत्र में उपयोग किए गए डेटा और कार्यप्रणाली का वर्णन करता है। खंड IV भारत के लिए डिजिटलीकरण और उत्पादकता विरोधाभास के अनुभवजन्य विश्लेषण के परिणाम प्रस्तुत करता है। अंत में, अंतिम खंड अध्ययन के निष्कर्ष पर प्रकाश डालता है।

II. साहित्य की समीक्षा

आईसीटी और उत्पादकता के बीच कमजोर संबंध को "उत्पादकता संबंधी आंकड़ों को छोड़कर हर जगह कंप्यूटर विद्यमान है" के रूप में वर्णित किया गया था - जिसे साहित्य में "solow) सोलो विरोधाभास" के रूप में जाना जाता है। आईसीटी

¹ ओईसीडी (2020) के अनुसार, आर्थिक वृद्धि में आईसीटी क्षेत्र के योगदान का अनुमान लगाकर डिजिटलीकरण की सीमा को मापा जा सकता है।

और उत्पादकता पर प्रारम्भिक अध्ययनों में सोलो विरोधाभास के प्रमाण मिले और पाया गया कि आईसीटी और उत्पादकता के बीच एक महत्वहीन संबंध मौजूद है (बन्ड्ट और मॉरिसन, 1995; ब्रिनजॉल्फसन और यांग, 1996; फ्रैंक, 1987)। श्रेयर (2001) ने तर्क दिया कि जब आईसीटी अपनी शैशवावस्था में था, तो कुल अर्थव्यवस्था में इसका योगदान बहुत कम था, और इसलिए यह उत्पादकता में परिलक्षित नहीं हुआ। इसके अलावा, गतिविधियों की एक विस्तृत शृंखला में आईसीटी का उपयोग करने और इसके पूर्ण लाभों को आत्मसात करने में अधिक समय लगता है (बासु और फर्नाल्ड, 2007)।

ब्रिनजॉल्फसन (1996) ने पाया कि सूचना प्रौद्योगिकी (आईटी) उद्योग में श्रम और पूंजी का उत्पादन के साथ एक महत्वपूर्ण संबंध है और आईटी उद्योगों के सीमांत उत्पाद गैर-आईटी उद्योगों की तुलना में बड़े हैं। ब्रिनजॉल्फसन और हिट (2000) के अनुसार, आईटी पूंजी ने अल्पावधि में उत्पादन वृद्धि और उत्पादकता में वृद्धि की (एक वर्ष के अंतराल के साथ), लेकिन दीर्घावधि में इसका प्रभाव पाँच गुना अधिक था (पाँच से सात वर्ष के अंतराल के साथ)। सीगल और ग्रिलिचेस (1992) ने विकसित अर्थव्यवस्थाओं में कंप्यूटर निवेश और उत्पादकता वृद्धि के बीच एक महत्वपूर्ण सकारात्मक संबंध पाया।

वैन आर्क और इंकलार (2006) ने पाया कि आईसीटी के उपयोग और उत्पादकता के बीच संबंध यू-आकार का था, जो बताता है कि आईसीटी निवेश के रिटर्न प्रारम्भ में प्रायोगिक अवधि में होते हैं, जिसके दौरान यह टीएफपी वृद्धि के साथ ऋणात्मक संबंध दर्शाता है। बाद के चरण में, उत्पादकता लाभ आईसीटी की सीमांत लागत के अनुरूप प्राप्त किए जाते हैं। एक संबंधित अध्ययन में, वैन आर्क (2008) ने पाया कि अमेरिका के सापेक्ष यूरोप में ज्ञान अर्थव्यवस्था का धीमा विकास उस महाद्वीप में उत्पादकता में गिरावट का कारण था। इन निष्कर्षों के अनुसार, उच्च आईटी निवेश उच्च उत्पादकता वृद्धि दर से जुड़ा हुआ है।

उत्पादकता विरोधाभास ने सम्भवतः पुनः दस्तक दी है। वैश्विक उत्पादकता में हाल के रुझान संकेत देते हैं कि डिजिटल प्रौद्योगिकी को अपनाने में वृद्धि के बावजूद, विशेष रूप से क्लाउड कंप्यूटिंग, आई-क्लाउड, बिग डेटा और रोबोटिक्स के रूप में दुनिया भर में, उन्नत अर्थव्यवस्थाओं के साथ-साथ उभरती

अर्थव्यवस्थाओं (कॉन्फ्रेंस बोर्ड कुल अर्थव्यवस्था डेटाबेस) में उत्पादकता वृद्धि में गिरावट आयी है। गोपेन (2020) ने उत्पादन प्रक्रिया में त्वरित डिजिटलीकरण के साथ एक नए उत्पादकता विरोधाभास के उद्भव की पुष्टि की जो उत्पादकता वृद्धि के आंकड़ों में प्रकट नहीं होती है। इन सभी अध्ययनों ने सोलो के 1987 के उत्पादकता विरोधाभास पर चर्चाओं को फिर से जीवंत कर दिया है। कुछ लेखक बताते हैं कि डिजिटल प्रौद्योगिकियों का उत्पादकता पर केवल एक क्षणिक प्रभाव पड़ा है और यह दीर्घकालिक जीवन स्तर को मौलिक रूप से नहीं बदलेगा (गॉर्डन, 2012)। अन्य लोग तर्क देते हैं कि फर्म सीखने के चरण में हैं, और डिजिटल प्रौद्योगिकी को अपनाने और टीएफपी संख्याओं में परिलक्षित होने वाले प्रभाव के बीच एक समय अंतराल है (वैन आर्क, 2016)। इसके अलावा, नए अनुभवजन्य शोध के बावजूद, ऐसे अध्ययन सीमित हैं जो उभरती बाजार अर्थव्यवस्थाओं में उत्पादकता विरोधाभास की गहनतापूर्वक समझ प्रदान करती हैं।

भारत के लिए, जोगेंसन और वू (2005), विश्व सूचना प्रौद्योगिकी और सेवा गठबंधन (डब्ल्यूआईटीएसए) के आईसीटी खर्च डेटा का उपयोग करते हुए, अर्थव्यवस्था में आईसीटी में कुल निवेश का अनुमान लगाते हैं। एरुम्बन और दास (2016) ने भारत की समग्र आर्थिक वृद्धि में आईसीटी निवेश से बढ़ा योगदान पाया, जो ज्यादातर सेवा क्षेत्र पर केंद्रित था। यह आलेख दो तरीकों से एरुम्बन और दास (2016) पर आधारित है - पहला, यह प्रतिगमन तकनीकों का उपयोग करके भारत के लिए उत्पादकता विरोधाभास की प्रत्यक्ष जांच करता है तथा आईसीटी और गैर-आईसीटी क्षेत्रों के बीच उत्पादकता अंतर का विश्लेषण करता है। एरुम्बन और दास (2016) ने भारत में कुल टीएफपी वृद्धि में आईसीटी और गैर-आईसीटी क्षेत्रों के योगदान की पहचान करने के लिए शिफ्ट शेयर और डोमर एकत्रीकरण² विश्लेषण का उपयोग किया है। दूसरा, वर्तमान अध्ययन वर्ष 1980 से 2019 तक की एक दीर्घावधि को कवर करता है और सम्मेलन बोर्ड और भारत क्लेमस डेटाबेस का उपयोग करता है।

साहित्य ने डिजिटल अर्थव्यवस्था को आईसीटी-उत्पादक और आईसीटी-उपयोग करने वाले क्षेत्रों में विभाजित किया है

² डोमर एकत्रीकरण औद्योगिक उत्पादकता वृद्धि का भारत योग है, जिसके भार का योग इनपुट-आउटपुट अर्थव्यवस्थाओं में एकता से अधिक है (सेंटिनी और अरुजो, 2021)।

(मेसेनबर्ग, 2011) - इनमें से पहला, आईसीटी इंफ्रास्ट्रक्चर का उत्पादन करता है जबकि दूसरा में एक अन्य आर्थिक प्रक्रिया के लिए आईसीटी का उपयोग करता है। वैन आर्क (2003) ने आईसीटी उपयोग के आधार पर उद्योगों का वर्गीकरण भी प्रदान किया है। वैन आर्क (2003) के आधार पर, 27 केएलईएमएस उद्योगों को आईसीटी-उपयोग, आईसीटी-उत्पादन और गैर-आईसीटी उद्योगों में वर्गीकृत किया गया है। वैन आर्क के अलावा, एरुम्बन और दास (2016) ने भी इसी तरह से केएलईएमएस उद्योगों को वर्गीकृत किया है। वैन आर्क (2003) के आधार पर, श्रम उत्पादकता और टीएफपी विकास में आईसीटी और गैर-आईसीटी के योगदान की जांच की जाती है। अंततः यह इस बात की भी जांच करता है कि क्या आईसीटी और गैर-आईसीटी की उत्पादकता में कोई महत्वपूर्ण अंतर है या नहीं।

III. डेटा और विधि

अध्ययन में जॉर्गेनसन और अन्य (2007) द्वारा सुझाए गए वृद्धि लेखांकन दृष्टिकोण का उपयोग किया गया है, जो इस प्रकार है:

$$\Delta \ln Y \equiv \bar{v}_{ictk} \Delta \ln ICTK + \bar{v}_{ictnonk} \Delta \ln ICTnonK + \bar{v}_L \Delta \ln L + \Delta TFP \quad (1)$$

उपरोक्त समीकरण में, कुल अर्थव्यवस्था मूल्य वर्धन (Y), उद्योग मूल्य वर्धन वृद्धि को जोड़कर प्राप्त किया जाता है। $\Delta \ln K$ और $\Delta \ln L$ कारक इनपुट यथा पूंजी और श्रम की वृद्धि को दर्शाते हैं। पूंजी इनपुट को आईसीटी पूंजी में विभाजित किया जाता है और आईसीटीके इसे के रूप में दर्शाया जाता है, और गैर-आईसीटी पूंजी को ICTnonK के रूप में दर्शाया जाता है। \bar{v}_{ictk} कुल मूल्य वर्धन में आईसीटी पूंजी के दो लगातार वर्षों का औसत हिस्सा है, $\bar{v}_{ictnonk}$ मूल्य वर्धन वृद्धि में गैर-आईसीटी पूंजी के दो लगातार वर्षों का औसत हिस्सा है। \bar{v}_L कुल मूल्य वर्धन में श्रम का दो लगातार वर्षों का औसत हिस्सा है। ΔTFP कुल TFP वृद्धि में वृद्धि है।

समीकरण (1) के दोनों पक्षों से रोजगार वृद्धि दरें घटाने पर निम्नलिखित समीकरण प्राप्त होता है:

$$\Delta \ln l_p \equiv \bar{v}_{ictk} \Delta \ln ICTk + \bar{v}_{ictnonk} \Delta \ln ICTnonk + \bar{v}_L \Delta \ln LQ + \Delta TFP \quad (2)$$

समीकरण 2 में $\Delta \ln LQ$ श्रम उत्पादकता वृद्धि को दर्शाता है, $\Delta \ln ICTk$ और $\Delta \ln ICTnonk$ पूंजी गहनता में वृद्धि को दर्शाता है। $\Delta \ln LQ$ श्रम गुणवत्ता³ में वृद्धि को दर्शाता है। समीकरण 2 श्रम उत्पादकता वृद्धि में आईसीटी पूंजी निवेश के योगदान को दर्शाता है।

उपरोक्त समीकरण का अनुमान लगाने के लिए, यह अध्ययन आरबीआई द्वारा प्रकाशित क्लेम्स-इंडिया डेटासेट का उपयोग करता है। क्लेम्स ढांचा उत्पादन फंक्शन दृष्टिकोण के भीतर कारक इनपुट को मापता है, और इनपुट माप में गुणवत्ता सूचकांक को शामिल करता है। उदाहरण के लिए, श्रम इनपुट निम्न और उच्च-कुशल श्रम सेवाओं के बीच उत्पादकता भिन्नताओं को संबोधित करने के लिए शैक्षिक उपलब्धि को वर्गीकृत करता है। इसी तरह, पूंजी स्टॉक का माप आर्स्ति विविधता के लिए जिम्मेदार है। क्लेम्स (KLEMS) में योजित सकल मूल्य (जीवीए) डेटा, भारत के राष्ट्रीय लेखा सांख्यिकी (एनएएस) से प्राप्त होते हैं।

श्रम डेटा वर्ष 1991-2016 के लिए पंचवर्षीय रोजगार बेरोजगारी सर्वेक्षण (ईयूएस) और 2017 के बाद के आवधिक श्रम बल सर्वेक्षण (पीएलएफएस) डेटा पर आधारित हैं। रोजगार दौर और मजदूरी/वेतन डेटा को शिक्षा श्रेणियों द्वारा परिभाषित श्रमिकों के कौशल स्तर के आधार पर वर्गीकृत किया जाता है। स्व-नियोजित श्रमिकों के लिए मजदूरी दरों का अनुमान मिन्सर समीकरण (केएलईएमएस मैनुअल, 2023) का उपयोग करके लगाया जाता है। केएलईएमएस ढांचे में पूंजी इनपुट डेटा का अनुमान आर्स्ति प्रकार द्वारा वर्गीकृत निवेश डेटा प्राप्त करके एनएएस डेटा से लगाया जाता है। पूंजी स्टॉक का अनुमान सतत सूची पद्धति का उपयोग करके लगाया जाता है, जिसमें मशीनरी के लिए 8.0 प्रतिशत मूल्यहास दर, निर्माण के लिए 2.5 प्रतिशत और परिवहन उपकरण के लिए क्रमशः 10.0 प्रतिशत मूल्यहास दर माना जाता है (केएलईएमएस मैनुअल, 2023)। पूंजी का किराया मूल्य वापसी की बाह्य दर का प्रतिनिधित्व करता है। कुल अर्थव्यवस्था स्तर पर पूंजीगत इनपुट को ग्रोनिंगन विश्वविद्यालय, नीदरलैंड द्वारा प्रकाशित कुल अर्थव्यवस्था डेटाबेस (2023), कॉन्फ्रेंस बोर्ड के डेटा का उपयोग करके आईसीटी और गैर-आईसीटी पूंजी में विभाजित किया गया है।

³ श्रम का योगदान निवल रोजगार मात्रा और श्रम गुणवत्ता के योगदान में विभाजित है।

IV. जीवीए और उत्पादकता वृद्धि पर आईसीटी का प्रभाव

चार्ट 1ए से देखा जा सकता है, कुल अर्थव्यवस्था जीवीए में आईसीटी क्षेत्र की हिस्सेदारी समय के साथ बढ़ी है। विशेष रूप से, यह आईसीटी-उपयोग करने वाली सेवाओं के लिए सही है, जबकि गैर-आईसीटी सेवा क्षेत्रों और गैर-आईसीटी अन्य क्षेत्रों (कृषि, खनन, निर्माण, बिजली) की हिस्सेदारी में गिरावट आई है। दूसरी ओर, आईसीटी-उत्पादक/उपयोग करने वाले विनिर्माण क्षेत्रों की हिस्सेदारी समय के साथ स्थिर रही है (चार्ट 1ए और 1बी)।

जीवीए और श्रम उत्पादकता वृद्धि में इनपुट के रूप में आईसीटी पूंजी के योगदान का विश्लेषण ऊपर वर्णित समीकरण 1 और 2 का अनुमान लगाकर किया गया है। विघटन के परिणाम दर्शाते हैं कि आईसीटी पूंजी सेवाओं ने औसतन 1981-91 के दौरान उत्पादन वृद्धि में 5.0 प्रतिशत का योगदान दिया और यह योगदान 1992-2000 के दौरान बढ़कर लगभग 16.0 प्रतिशत और 2001-2010 के दौरान 14.3 प्रतिशत हो गया। इसके बाद, 2011-2023 के दौरान यह घटकर 10.3 प्रतिशत रह गया (चार्ट 2ए)। श्रम उत्पादकता वृद्धि में आईसीटी पूंजी के गहनीकरण का हिस्सा 1981-90 में 8.4 प्रतिशत से बढ़कर 1992-2000 के दौरान 20.8 प्रतिशत और 2001-2010 के दौरान 17.4 प्रतिशत हो गया, जिससे 1990 और 2000 के दशकों के दौरान उत्पादन और उत्पादकता वृद्धि को उत्प्रेरित करने में आईसीटी पूंजी निवेश

की भूमिका में सुधार का संकेत मिलता है। श्रम उत्पादकता वृद्धि में आईसीटी पूंजी के गहनीकरण का हिस्सा 2011-23 के दौरान गिरकर 11.3 प्रतिशत हो गया (चार्ट 2बी)। ये परिणाम संकेत देते हैं कि 1980 से 2000 के दशक के दौरान उत्पादकता में आईसीटी का योगदान अधिक था, जो उत्पादकता विरोधाभास का खंडन करता है, लेकिन विरोधाभास वैश्विक रुझानों के अनुरूप 2010 के बाद की अवधि में उभरता हुआ प्रतीत होता है (सयेह, डबला-नोरिस और किंडा, 2023)।

क्या उत्पादकता में अंतर सांख्यिकीय रूप से महत्वपूर्ण है?

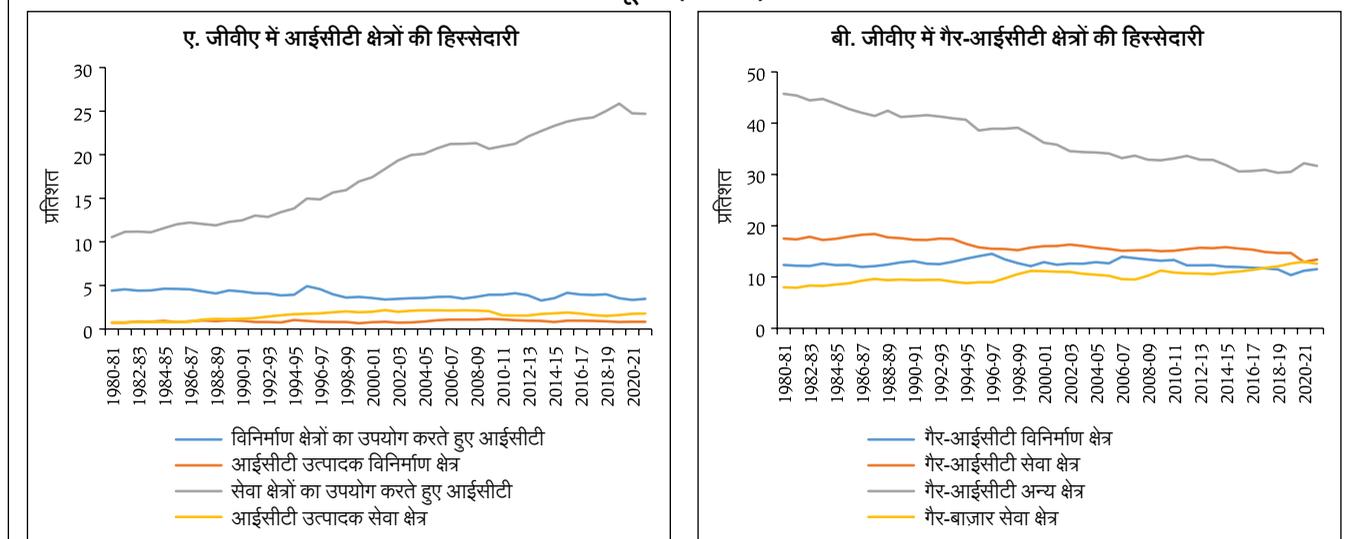
यह देखा गया है कि, औसतन, आंशिक और समग्र उत्पादकता के मामले में आईसीटी क्षेत्र का प्रदर्शन गैर-आईसीटी की तुलना में बेहतर है। इसके बाद, यह जांचने के लिए कि क्या आईसीटी और गैर-आईसीटी क्षेत्रों के बीच उत्पादकता-अंतर सांख्यिकीय रूप से महत्वपूर्ण है, निम्नलिखित प्रतिगमन समीकरणों का अनुमान लगाया गया है।

$$\Delta P_{it} = \alpha + \beta * ICT Dummy + \gamma X_{it} + \epsilon_{it} \quad (3)$$

$$\Delta LPG_{it} = \alpha + \beta * ICT Dummy + \gamma X_{it} + \epsilon_{it} \quad (4)$$

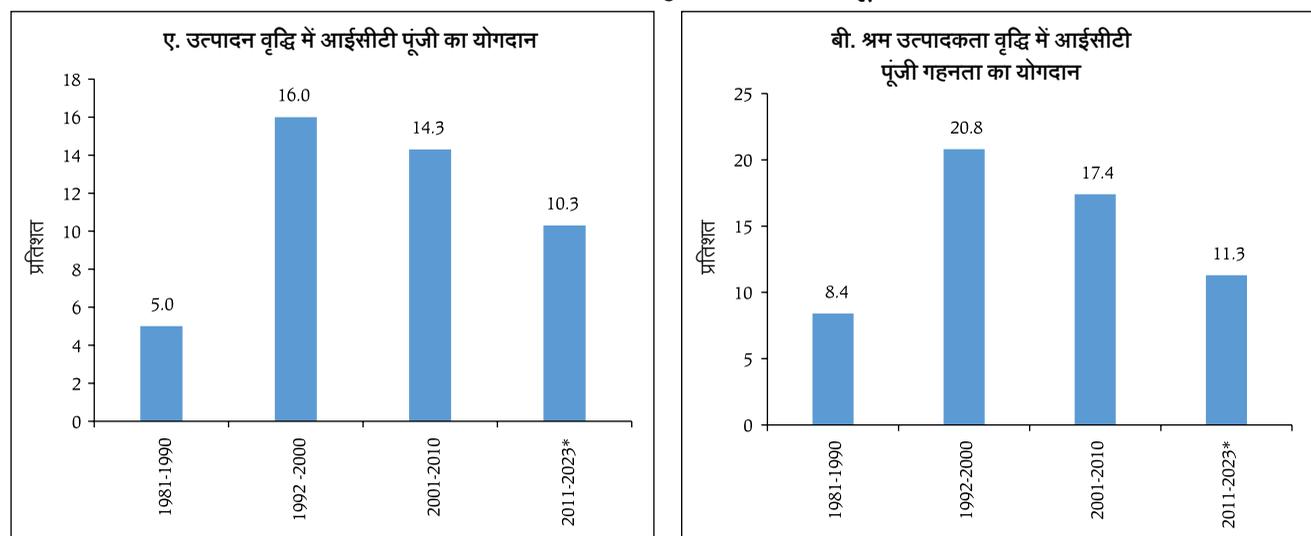
समीकरण (3) में, ΔP_{it} कुल कारक उत्पादकता वृद्धि दर है, i उद्योग है, और t वर्ष (2020-1980) है। आईसीटी उद्योग डमी है और यदि उद्योग आईसीटी है तो 1 का मान लेता है और अन्यथा 0 का मान लेता है। X_{it} श्रम गुणवत्ता, पूंजी गुणवत्ता और कुल पूंजी

चार्ट 1: योजित सकल मूल्य (जीवीए) में क्षेत्रवार हिस्सेदारी



टिप्पणी: वर्गीकरण, एरुम्बन और दास (2016) से अपनाया गया है। गैर-बाज़ार सेवाओं में स्वास्थ्य, सामाजिक कार्य, शिक्षा, लोक प्रशासन और रक्षा शामिल हैं।
 स्रोत: लेखकों द्वारा की गई गणना।

चार्ट 2: जीवीए और उत्पादकता वृद्धि में आईसीटी पूंजी का योगदान



टिप्पणी: *1991 और 2020, क्रमशः आर्थिक संकट के बाद के वर्ष तथा कोविड-प्रभावित वर्षों, ऋणात्मक श्रम उत्पादकता वृद्धि के कारण विश्लेषण से हटा दिए गए हैं।
स्रोत: कॉन्फ्रेंस बोर्ड; और टोटल इकोनॉमी डेटाबेस, 2023।

स्टॉक सहित नियंत्रण चर के लिए एक वेक्टर है। इसके अतिरिक्त, उद्योग और समय-निर्धारित प्रभावों को नियंत्रित किया गया है। गैर-आईसीटी उद्योग के लिए α अनुमानित औसत उत्पादकता वृद्धि दर है और आईसीटी उद्योग के लिए $\alpha + \beta$ अनुमानित औसत उत्पादकता वृद्धि दर है। इसलिए, β आईसीटी और गैर-आईसीटी उद्योगों की उत्पादकता वृद्धि दर में अंतर दर्शाता है। समीकरण (4) में, एलपीजी (LPG) वार्षिक श्रम उत्पादकता वृद्धि दर है, और अन्य सभी चर समीकरण 3 के समान हैं।

सारणी 1 के परिणाम दर्शाते हैं कि औसतन, आईसीटी क्षेत्र का उत्पादकता प्रदर्शन, जिसमें आईसीटी-उत्पादक और आईसीटी-उपयोग करने वाले दोनों क्षेत्र शामिल हैं, 1980-2020

की पूरी अवधि के लिए गैर-आईसीटी से अधिक है। इसके बाद, मॉडल का विभिन्न उप-अवधियों के लिए प्रयोग किया गया। यह पाया गया कि आईसीटी का उत्पादकता प्रभाव 1980 से 2010 तक सबसे अधिक था। हालाँकि, 2010 से 2020 की अवधि के दौरान, आईसीटी क्षेत्र और गैर-आईसीटी क्षेत्र के बीच उत्पादकता अंतर नगण्य था, जो दुनिया के कई हिस्सों में देखी गई जीएफसी उत्पादकता मंदी के अनुरूप था।

इन परिणामों की पुष्टि सारणी 2 में की गई है। श्रम उत्पादकता वृद्धि के संदर्भ में, आईसीटी क्षेत्र ने पूर्ण अवधि और उसके बाद की उप-अवधियों के लिए गैर-आईसीटी क्षेत्र की तुलना में बेहतर प्रदर्शन किया है। हालांकि पिछले दशक में श्रम उत्पादकता वृद्धि में

सारणी 1: कुल कारक उत्पादकता वृद्धि के लिए प्रतिगमन परिणाम

	$\Delta\phi$	$\Delta\phi$	$\Delta\phi$	$\Delta\phi$	$\Delta\phi$
	1980-2020	1980-1990	1990-2000	2000-2010	2010-2020
आईसीटी सेक्टर डमी	0.16*** (3.46)	0.31* (1.83)	0.52 (1.39)	0.68* (1.99)	-0.31 (-0.91)
गैर-आईसीटी क्षेत्र डमी	0.12* (2.69)	0.27 (1.56)	0.45 (1.24)	0.60* (1.82)	-0.33 (-0.99)
गैर-आईसीटी की तुलना में आईसीटी का अंतर	0.04*** (5.46)	0.04*** (9.15)	0.07* (2.69)	0.07** (3.24)	0.01 (1.33)
एन (N)	1053	243	243	243	243

टिप्पणी: डेटा में कोई क्रॉस-सेक्शनल निर्भरता नहीं मिली और सभी चर पैनल-स्टेशनरी थे।

* पी <0.05, ** पी <0.01, *** पी <0.001

स्रोत: लेखकों द्वारा की गई गणना।

सारणी 2: श्रम उत्पादकता वृद्धि के लिए प्रतिगमन परिणाम

	Δ एलपीजी	Δ एलपीजी	Δ एलपीजी	Δ एलपीजी	Δ एलपीजी
	1980-2020	1980-1990	1990-2000	2000-2010	2010-2020
आईसीटी	0.074 (1.06)	0.451* (2.26)	0.334 (1.03)	0.740* (2.11)	-0.64 (-1.53)
गैर-आईसीटी	0.070 (1.06)	0.42* (2.18)	0.27 (0.91)	0.71* (2.12)	-0.523 (-1.43)
गैर-आईसीटी की तुलना में अंतर	0.0036 (0.72)	0.031** (3.83)	0.0586** (2.52)	0.027* (1.82)	-0.046* (-2.75)
एन (N)	1014	234	234	234	234

टिप्पणी: डेटा में कोई क्रॉस-सेक्शनल निर्भरता नहीं मिली; सभी चर पैनल-स्टेशनरी थे।

*, ** और *** 5 प्रतिशत, 10 प्रतिशत और 1 प्रतिशत स्तर पर सांख्यिकीय रूप से महत्वपूर्ण संकेत देते हैं।

स्रोत: लेखकों द्वारा की गई गणना।

थोड़ी नरमी देखी गई है, लेकिन कुल मिलाकर, आईसीटी क्षेत्र का उत्पादकता प्रदर्शन गैर-आईसीटी क्षेत्रों की तुलना में बेहतर रहा। आईसीटी का उपयोग करने वाले बनाम आईसीटी उत्पादन करने वाले उद्योग

आईसीटी उत्पादक और आईसीटी उपयोग करने वाले क्षेत्रों के बीच उत्पादकता अंतर की पहचान करने के लिए, अलग-अलग आईसीटी क्षेत्रों के लिए निम्नलिखित प्रतिगमन चलाए जाते हैं:

$$\Delta P_{it} = \alpha + \beta * ICT \text{ using Dummy} + \gamma X_{it} + \epsilon_{it} \quad (5)$$

$$\Delta LPG_{it} = \alpha + \beta * ICT \text{ using Dummy} + \gamma X_{it} + \epsilon_{it} \quad (6)$$

आईसीटी का उपयोग करने वाले और उत्पादन करने वाले उद्योगों के लिए एक डमी को समीकरण (5) और (6) में प्रस्तुत

किया गया है। यदि उद्योग आईसीटी का उपयोग कर रहा है तो डमी का मान 1 है और यदि यह आईसीटी का उत्पादन कर रहा है तो 0 है।

सारणी 3 से पता चलता है कि औसतन, आईसीटी उत्पादक उद्योगों का उत्पादकता प्रदर्शन, आईसीटी का उपयोग करने वाले उद्योगों की तुलना में बेहतर था। इसके अलावा, सारणी 4 से पता चलता है कि श्रम उत्पादकता के मामले में, आईसीटी उत्पादक क्षेत्र भी आईसीटी का उपयोग करने वाले क्षेत्र से बेहतर प्रदर्शन करता है। 2000-2020 में आईसीटी क्षेत्र की श्रम उत्पादकता वृद्धि में कमी, आईसीटी का उपयोग करने वाले उद्योगों की श्रम उत्पादकता वृद्धि दर में कमी के कारण है। इसलिए, जो उद्योग आईसीटी वस्तुओं और सेवाओं का उत्पादन करते हैं या वस्तुओं

सारणी 3: कुल कारक उत्पादकता वृद्धि के लिए प्रतिगमन परिणाम

	Δ पी	Δ पी	Δ पी
	1980-2020	1980-2000	2000-2020
आईसीटी-उपयोग	0.15*** (3.16)	0.34*** (3.30)	0.041 (0.39)
आईसीटी-उत्पादन	0.18*** (3.48)	0.33*** (3.36)	0.079 (0.70)
गैर-आईसीटी	0.12* (2.69)	0.29** (2.87)	0.031 (0.32)
गैर-आईसीटी की तुलना में अंतर			
आईसीटी-उपयोग	0.030*** (5.46)	0.06*** (4.57)	0.009* (2.03)
आईसीटी-उत्पादन	0.055*** (6.53)	0.05*** (4.61)	0.04** (3.31)
एन (N)	1014	494	494

टिप्पणी: डेटा में कोई क्रॉस-सेक्शनल निर्भरता नहीं पायी गई और सभी चर पैनल-स्टेशनरी थे।

*, ** और *** 5 प्रतिशत, 10 प्रतिशत और 1 प्रतिशत स्तर पर सांख्यिकीय रूप से महत्वपूर्ण संकेत देते हैं।

स्रोत: लेखकों द्वारा की गई गणना।

सारणी 4: श्रम उत्पादकता वृद्धि के लिए प्रतिगमन परिणाम

	Δ एलपीजी	Δ एलपीजी	Δ एलपीजी
	1980-2020	1980-2000	2000-2020
आईसीटी-उपयोग	0.08 (1.25)	0.314* (2.71)	-0.050 (-0.37)
आईसीटी-उत्पादन	0.110 (1.61)	0.328** (2.75)	-0.002 (-0.01)
गैर आईसीटी	0.0776 (1.23)	0.308* (2.68)	-0.0363 (-0.28)
गैर-आईसीटी से अंतर			
आईसीटी का उपयोग	0.00258* (2.47)	0.00632*** (5.52)	-0.0138* (-2.53)
आईसीटी उत्पादक	0.0330*** (5.23)	0.0197*** (3.96)	0.0341 (1.77)
एन (N)	1053	513	513

टिप्पणी: डेटा में कोई क्रॉस-सेक्शनल निर्भरता नहीं पायी गई, और सभी घर पैनल-स्टेशनरी थे। *, ** और *** 5%, 10% और 1% स्तर पर सांख्यिकीय रूप से महत्वपूर्ण संकेत देते हैं।

स्रोत: लेखकों द्वारा की गई गणना।

और सेवाओं के प्रावधान में आईसीटी का उपयोग करते हैं, उनकी उत्पादकता उन उद्योगों की तुलना में अधिक होती है जो आईसीटी के कम गहन उपयोगकर्ता हैं, समय के साथ आईसीटी और गैर-आईसीटी की उत्पादकता के बीच का अंतर बढ़ता जा रहा है।

VI. निष्कर्ष

इस आलेख का उद्देश्य दो दृष्टिकोणों का उपयोग करके भारत में उत्पादकता वृद्धि का रुख तय करने में आईसीटी की भूमिका का विश्लेषण करना है। पहले दृष्टिकोण में, उत्पादन वृद्धि और उत्पादकता को चलाने में एक इनपुट के रूप में आईसीटी पूंजी की भूमिका की जांच की जाती है। दूसरा दृष्टिकोण प्रतिगमन मॉडल का उपयोग करके आईसीटी और गैर-आईसीटी क्षेत्रों के बीच उत्पादकता अंतर का अध्ययन करता है। अनुभवजन्य तथ्य संकेत देते हैं कि 1980 के दशक से 2000 के दशक के दौरान, उदारीकरण के बाद की अवधि में, उत्पादन और श्रम उत्पादकता वृद्धि में आईसीटी पूंजी का योगदान बढ़ा, जिसमें बाद में कुछ नरमी के साथ सामान्यता आयी। ये अनुमान प्रतिगमन परिणामों द्वारा समर्थित हैं। इसलिए, आईसीटी ने इस अवधि के दौरान उत्पादकता वृद्धि में योगदान दिया, जिससे भारत के लिए सोलो

के उत्पादकता विरोधाभास का खंडन हुआ। हालांकि, 2010 के उत्तरार्ध में, नई डिजिटल प्रौद्योगिकियों की शुरुआत के कारण,

संदर्भ

- Acemoglu, D., Gallego, F. A., and Robinson, J. A. (2014). Institutions, human capital, and development. *Annu. Rev. Econ.*, 6(1), 875-912.
- Akerman, A., Gaarder, I., and Mogstad, M. (2013). The skill complementarity of broadband internet. IZA Discussion Papers 7762. *Institute for the Study of Labor (IZA)*. URL <http://ideas.repec.org/p/iza/izadps/dp7762.html>.
- Bartelsman, E. J., and Wolf, Z. (2017). Measuring productivity dispersion.
- Basu, S., and Fernald, J. (2007). Information and communications technology as a general-purpose technology: Evidence from US industry data. *German Economic Review*, 8(2), 146-173.
- Berndt, E. R., and Morrison, C. J. (1995). High-tech capital formation and economic performance in US manufacturing industries: An exploratory analysis. *Journal of Econometrics*, 65(1), 9-43.
- Brynjolfsson, E., and Hitt, L. (1996). Paradox lost? Firm-level evidence on the returns to information systems spending. *Management Science*, 42(4), 541-558.

- Brynjolfsson, E., and Hitt, L. M. (2000). Beyond computation: Information technology, organizational transformation and business performance. *Journal of Economic Perspectives*, 14(4), 23-48.
- Brynjolfsson, E., and Hitt, L. M. (2003). Computing productivity: Firm-level evidence. *Review of Economics and Statistics*, 85(4), 793-808.
- Brynjolfsson, E., and McAfee, A. (2011). Race against the machine: How the digital revolution is accelerating innovation, driving productivity, and irreversibly transforming employment and the economy.
- Brynjolfsson, E., and McAfee, A. (2014). The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies. *WW Norton and Company*.
- Brynjolfsson, E., and Yang, S. (1996). Information technology and productivity: A review of the literature. *Advances in computers*, 43, 179-214.
- Erumban, A. A., and Das, D. K. (2016). Information and communication technology and economic growth in India. *Telecommunications Policy*, 40(5), 412-431.
- Franke, R. H. (1987). Technological revolution and productivity decline: Computer introduction in the financial industry. *Technological Forecasting and Social Change*, 31(2), 143-154.
- Gajbhiye, D., Arora, R., Arham, N., Rigzen, Y., and Ishu, T. (2022). Measuring India's digital economy. *RBI Bulletin*.
- Gopane, T. J. (2020). Digitalisation, productivity, and measurability of digital economy: evidence from BRICS. In *Digital Economy. Emerging Technologies and Business Innovation: 5th International Conference on Digital Economy, ICDEc 2020, Bucharest, Romania, June 11-13, 2020, Proceedings 5* (pp. 27-37). Springer International Publishing.
- Gordon, R. J. (2012). Is US economic growth over? Faltering innovation confronts the six headwinds. *National Bureau of Economic Research* (No. w18315).
- Inkelaar, R., Jäger, K., O'Mahony, M., and van Ark, B. (2020). European productivity in the digital age: evidence from EU KLEMS. *Measuring economic growth and productivity* (pp. 75-94). Academic Press.
- Jorgenson, D. W., and Vu, K. (2005). Information technology and the world economy. *The Scandinavian Journal of Economics*, 107(4), 631-650.
- Jorgenson, D. W., Ho, M. S., and Stiroh, K. J. (2008). A retrospective look at the US productivity growth resurgence. *Journal of Economic Perspectives*, 22(1), 3-24.
- McAfee, A., and Brynjolfsson, E. (2008). Investing in the IT that makes a competitive difference. *Harvard Business Review*, 86(7/8), 98.
- Mesenbourg Jr, T. (2011). The role of the commodity flow survey in understanding the US economy. *Transportation Research Circular*, (E-C158).
- Santini, T., and Araujo, R.A. (2021). Productivity growth and sectoral interactions under Domar aggregation: A study for the Brazilian economy from 2000 to 2014. *Economic Structures* 10, 14.
- Schreyer, P., and Pilat, D. (2001). Measuring productivity. *OECD Economic studies*, 33(2), 127-170.
- Siegel, D. S., and Griliches, Z. (1991). Purchased services, outsourcing, computers, and productivity in manufacturing.
- van Ark, B. (2016). The productivity paradox of the new digital economy. *International Productivity Monitor*, 31, 3-18.
- van Ark, B., and Inklaar, R. (2006). Catching up or getting stuck? Europe's troubles to exploit ICT's productivity potential.
- van Ark, B., Inklaar, R., and McGuckin, R. H. (2003). ICT and Productivity in Europe and the United States Where do the differences come from? *Cesifo Economic Studies*, 49(3), 295-318.
- van Ark, B., O'Mahony, M., and Timmer, M. P. (2008). The productivity gap between Europe and the United States: Trends and causes. *Journal of Economic Perspectives*, 22(1), 25-44.

परिशिष्ट सारणी 1: आईसीटी और गैर-आईसीटी उद्योगों का वर्गीकरण

क्लेम्स (केएलईएमएस) उद्योग	उद्योग समूह
कृषि, शिकार, वानिकी और मत्स्य पालन	गैर-आईसीटी अन्य
खनन और उत्खनन	गैर-आईसीटी अन्य
खाद्य उत्पाद, पेय पदार्थ और तम्बाकू	गैर-आईसीटी विनिर्माण
वस्त्र, वस्त्र उत्पाद, चमड़ा और जूते	गैर-आईसीटी विनिर्माण
लकड़ी और लकड़ी के उत्पाद	गैर-आईसीटी विनिर्माण
लुगदी, कागज, कागज उत्पाद, मुद्रण और प्रकाशन	आईसीटी का उपयोग कर विनिर्माण
कोक, परिष्कृत पेट्रोलियम उत्पाद और परमाणु ईंधन	गैर-आईसीटी विनिर्माण
रसायन और रासायनिक उत्पाद	गैर-आईसीटी विनिर्माण
रबर और प्लास्टिक उत्पाद	गैर-आईसीटी विनिर्माण
अन्य गैर-धात्विक खनिज उत्पाद	गैर-आईसीटी विनिर्माण
मूल धातुएँ और निर्मित धातु उत्पाद	गैर-आईसीटी विनिर्माण
मशीनरी, एनईसी	आईसीटी का उपयोग कर विनिर्माण
विद्युत और ऑप्टिकल उपकरण	आईसीटी-उत्पादन विनिर्माण
परिवहन उपकरण	आईसीटी का उपयोग कर विनिर्माण
विनिर्माण, एनईसी ; रीसाइक्लिंग	आईसीटी का उपयोग कर विनिर्माण
बिजली, गैस और जल आपूर्ति	गैर-आईसीटी अन्य
निर्माण	गैर-आईसीटी अन्य
व्यापार	आईसीटी-उपयोग सेवा
होटल और रेस्तरां	आईसीटी-उपयोग सेवा
परिवहन और भंडारण	आईसीटी-उपयोग सेवा
डाक एवं दूरसंचार	आईसीटी उत्पादक सेवा
वित्तीय मध्यस्थता	आईसीटी-उपयोग सेवा
व्यापार सेवाएँ	आईसीटी-उपयोग सेवा
लोक प्रशासन और रक्षा ; अनिवार्य सामाजिक सुरक्षा	गैर-आईसीटी सेवा
शिक्षा	गैर-आईसीटी सेवा
स्वास्थ्य और सामाजिक कार्य	गैर-आईसीटी सेवा
अन्य सेवाएँ	गैर-आईसीटी सेवा