शोध पत्र/Research Paper

औद्योगिक क्रांतिः स्वचालन की अगली लहर और उसका प्रभाव

Industrial Revolution: The Next Wave of Automation and its Impact

ध्रुव ओझा[1], प्रीति[2] एवं संजय सिंह राठौड़[3]

Dhruv Ojha[1], Preeti[2] and Sanjay S. Rathore[3]

[1]Student, B.Tech (Shri Vishwakarma Skill University, Palwal, Haryana, India)

[2]Skill Assistant Professor (Shri Vishwakarma Skill University, Palwal, Haryana, India),

[3]Skill Associate Professor (Shri Vishwakarma Skill University, Palwal, Haryana, India)

[1]23UGBMS02102@svsu.ac.in, [2]preeti@svsu.ac.in, [3]sanjay.singh@svsu.ac.in

https://doi.org/10.5281/zenodo.18518662

सारांश

कृत्रिम बुद्धिमत्ता, मशीन लर्निंग और रोबोटिक्स में तकनीकी नवाचार की निरंतर प्रगति स्वचालन के एक नए युग की शुरुआत कर रही है। तकनीकी विकास औद्योगिक क्षेत्र में नये-नये परिवर्तन ला रहा है। यह शोध पत्र, इस उद्योग में 'अगली लहर' के परिवर्तनकारी प्रभाव पर केंद्रित है, जिसमें उत्पादकता, श्रम बाजारों और विभिन्न क्षेत्रों की मूलभूत संरचनाओं पर इसके प्रभाव का विश्लेषण किया गया है। शोध पत्र में, महत्वपूर्ण दक्षता लाभ, उन्नत उत्पाद गुणवत्ता और ऑटोमोटिव क्षेत्र से सम्बंधित पूरी तरह से नए क्षेत्रों के उद्भव की संभावना का पता लगाया गया है। हालाँकि, नौकरी की संख्या में संभावित कमी और कार्यबल के पुनः कौशल की आवश्यकता सहित सामाजिक-आर्थिक निहितार्थों पर एक सूक्ष्म चर्चा आवश्यक है। व्यवसायों और नीति निर्माताओं पर स्वचालन क्रांति द्वारा प्रस्तुत अवसरों और चुनौतियों पर चर्चा की गई है जो इस परिवर्तनकारी अवधि को रणनीतिक रूप से नेविगेट कर सकते हैं ताकि साझा समृद्धि का भविष्य सुनिश्चित किया जा सके।

Abstract

The relentless march of technological innovation, particularly in artificial intelligence, machine learning and robotics, is ushering in a new era of automation. Technological developments are creating new disruptions in the industrial sector. The present paper investigates the transformative impact of this "next wave" on industry, analyzing its influence on productivity, labor markets, and the fundamental structures of various sectors. The potential for significant efficiency gains, enhanced product quality, and the emergence of entirely new fields concerning the automotive sector has been explored. However, a nuanced discussion on the socio-economic implications, including potential job displacement and the necessity for workforce reskilling, is essential. Opportunities and challenges presented by the automation revolution on the businesses and policymakers which can strategically navigate this transformative period have been discussed to ensure a future of shared prosperity.

मुख्य शब्दः स्वचालन क्रांति, ऑटोमोटिव क्षेत्र, तकनीकि नवाचार, पुनः कौशलीकरण

Key Words: Automation Revolution, Automotive Sector, Technological Innovation, Reskilling.

परिचय

औद्योगिक क्रांति की शुरुआत 18वीं शताब्दी के अंत में हुई जिसने कृषि आधारित अर्थव्यवस्था को औद्योगिक एवं शहरीकृत समाजों में महत्वपूर्ण बदलावों को चिह्नित किया। औद्योगिक क्रांति का विकास चार प्रमुख चरणों में विभाजित है। उद्योग 1.0 की शुरुआत 18वीं सदी के अंत में हुई, जिसमें भाप शक्ति का उपयोग करके उत्पादन का यंत्रीकरण और कारखानों की स्थापना हुई। 20वीं सदी की शुरुआत में उद्योग 2.0 ने बिजली से संचालित असेंबली लाइनों और बड़े पैमाने पर उत्पादन को बढ़ाया। उद्योग 3.0, 20वीं सदी के अंत में उभरा, जिसमें उत्पादन प्रक्रियाओं में स्वचालन और कंप्यूटरीकरण का प्रवेश हुआ। वर्तमान में उद्योग 4.0 कई उन्नत प्रौद्योगिकियों जैसे इंटरनेट ऑफ थिंग्स (IoT), कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI), और साइबर-फिजिकल सिस्टम को एकीकृत करता है, जिससे कुशल उत्पादन के लिए स्मार्ट कारखानों को सक्षम बनाया जाता है। उद्योग 4.0 ने स्मार्ट मशीनें, कस्टमाइज्ड उत्पादन और स्मार्ट कारखानों की शुरुआत की, जिसने श्रम और आर्थिक उत्पादकता के परिदृश्य में मौलिक रूप से परिवर्तन किया है। इसकी विशेषता स्वचालन और उन्नत प्रौद्योगिकियां हैं, जो उद्योगों को एक बार फिर से परिभाषित करने के लिए तैयार हैं। स्वचालन पर अध्ययन कई दशकों से किया जा रहा है। प्रारंभिक अध्ययनों में मशीनीकरण, श्रम और उत्पादकता पर इसके तत्काल प्रभावों पर ध्यान केंद्रित किया गया है। एडम स्मिथ के मौलिक कार्य 'द वेल्थ ऑफ नेशंस' ने श्रम और विशेषज्ञता के विभाजन पर जोर देते हुए औद्योगिक उत्पादकता को समझने के लिए आधार तैयार किया।[1] यह मूलभूत सिद्धांत प्रौद्योगिकी में प्रगति के साथ विकसित हुआ, विशेष रूप से दूसरी औद्योगिक क्रांति के दौरान, जहां बिजली और असेंबली लाइनों ने उत्पादन दक्षता को और तेज कर दिया।[2]

हाल के दशकों में डिजिटल ऑटोमेशन, रोबोटिक्स, आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस (AI) और मशीन लर्निंग (ML) पर प्रमुख रूप से ध्यान केंद्रित किया गया है। ब्रायनजोल्फसन और मैकएफी की पुस्तक "द सेकंड मशीन एज' में अर्थव्यवस्थाओं और श्रम बाजारों पर डिजिटल प्रौद्योगिकियों के गहन प्रभाव की चर्चा की गई है। उनका तर्क है कि यद्यपि, ये प्रौद्योगिकियां उत्पादकता और आर्थिक विकास को बढ़ावा देती हैं, परन्तु वे आय असमानता और नौकरी विस्थापन को भी बढ़ाती हैं।[3]

इसके अलावा, ऑटोर ने स्वचालन द्वारा संचालित श्रम बाजार में नौकरी के अवसरों की भिन्नता का एक व्यापक विश्लेषण किया जिसमें 'हालो आउट' प्रभाव पर एक तरफ उच्च-कौशल और कम-कौशल दोनों नौकरियों में सापेक्ष वृद्धि देखी गयी जबकि मध्य-कौशल नौकरियों में गिरावट पायी गयी।[4] यह भिन्नता रोजगार पर स्वचालन के प्रतिकूल प्रभावों को कम करने के उद्देश्य से नीति निर्माताओं के लिए एक चिंता का महत्वपूर्ण विषय है।

मैकिन्से ग्लोबल इंस्टीट्यूट की रिपोर्ट 'ए फ्यूचर दैट वर्क्सः ऑटोमेशन, एम्प्लॉयमेंट एंड प्रोडक्टिविटी' ऑटोमेशन के संभावित आर्थिक प्रभाव पर प्रयोगात्मक डेटा प्रदान करती है। रिपोर्ट के अनुसार वर्ष 2030 तक, स्वचालन, वैश्विक स्तर पर उत्पादकता वृद्धि को सालाना 0.8 से 1.4 प्रतिशत तक बढ़ा सकता है, जिससे महत्वपूर्ण आर्थिक लाभ हो सकेंगे, किंन्तु 375 मिलियन श्रमिकों की व्यावसायिक श्रेणियों को बदलने की आवश्यकता की ओर इंगित करते हुए, यह पर्याप्त नौकरी विस्थापन की चेतावनी भी देता है।[5]

'द फ्यूचर ऑफ जॉब्स' विश्व आर्थिक मंच की रिपोर्ट में 2025 तक ऑटोमेशन और एआई बाजार में नौकरियों के स्वरूप को कैसे बदल देगा, इस बारे में एक दूरदर्शी परिप्रेक्ष्य प्रदान करता है। इसमें पुनः कौशलीकरण एवं कौशल उत्पन्न की आवश्यकता पर जोर दिया गया है। इसके अनुसार लगभग आधे कर्मचारियों को बदलते नौकरी के परिदृश्य के अनुकूल होने के लिए नए कौशल की आवश्यकता होगी।[6] मौजूदा अध्ययनों से महत्व-पूर्ण अंतरालों की पहचान करते हुए यह शोध पत्र स्वचालन की अगली लहर, इसके ऐतिहासिक संदर्भ, वर्तमान स्थिति और संभावित भविष्य के प्रभावों पर प्रकाश डालता है।

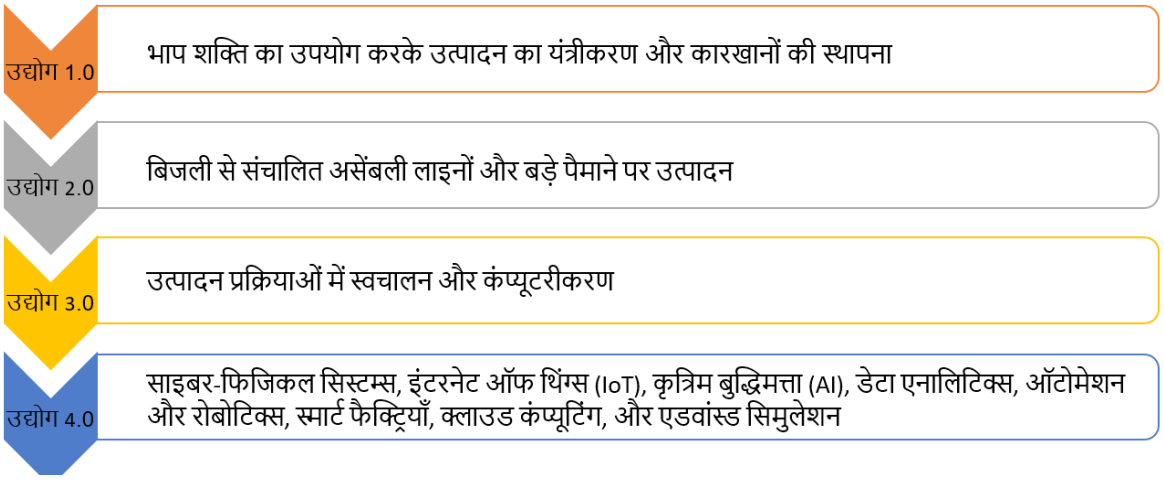
स्वचालन और औद्योगिक क्रांतिः ऐतिहासिक संदर्भ

एक अवधारणा के रूप में स्वचालन की जड़ें 18वीं और 19वीं शताब्दी की औद्योगिक प्रगति में गहराई से अंतर्निहित हैं। 1760 के आसपास ब्रिटेन में शुरू हुई औद्योगिक क्रांति ने ऐसी मशीनरी की शुरुआत की जिसने विनिर्माण प्रक्रियाओं को महत्वपूर्ण रूप से बदल दिया। उद्योगों में मशीनीकरण के आगमन से कारखानों का निर्माण हुआ, हाथों से किए जाने वाले श्रम का स्थान मशीनी कार्य ने ले लिया, जिससे उत्पादकता और दक्षता में वृद्धि हुईं इस अवधि ने स्वचालन की ओर पहला महत्वपूर्ण बदलाव चिह्नित किया, जहां यांत्रिक प्रणालियों द्वारा मानव प्रयास को बढ़ाया गया था।[1]

एडम स्मिथ के मौलिक कार्य, 'द वेल्थ ऑफ नेशंस' (1776) ने औद्योगिक उत्पादकता को समझने की नींव रखी। इस सिद्धांत को दूसरी औद्योगिक क्रांति (लगभग 1870–1914) के दौरान आगे विकसित किया गया जिसमें बिजली, इस्पात उत्पादन और असेंबली लाइन में प्रगति प्रमुख थी, जिसका नेतृत्व हेनरी फोर्ड ने किया। असेंबली लाइन प्रारंभिक स्वचालन का प्रतीक बनी, जिससे उत्पादों, विशेष रूप से ऑटोमोबाइल को इकट्ठा करने के लिए आवश्यक समय में भारी कमी आई।[7]

डिजिटल स्वचालन का आगमन 20वीं शताब्दी के मध्य में कंप्यूटर और प्रोग्रामेबल लॉजिक कंट्रोलर (PLC) के विकास के साथ शुरू हुआ। 1960 के दशक में PLC की मदद से संचालन के जटिल अनुक्रमों के स्वचालन से विनिर्माण प्रक्रियाओं में क्रांति आ गयी। इस अवधि में रोबोटिक्स का उदय भी हुआ, जिसमें जॉर्ज देवोल ने 1954 में पहला औद्योगिक रोबोट, यूनिमेट का आविष्कार किया, जिसे बाद में जनरल मोटर्स की उत्पादन लाइन में तैनात किया गया था।[8,9]

समकालीन समय में, आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस (AI), मशीन लर्निंग (ML) और इंटरनेट ऑफ थिंग्स (IoT) सहित उन्नत स्वचालन प्रौद्योगिकियों की ओर ध्यान केंद्रित किया गया। इन प्रौद्योगिकियों की शुरुआत को अक्सर चौथी औद्योगिक क्रांति या उद्योग 4.0 के रूप में जाना जाता है, जिसमें साइबर–भौतिक प्रणालियों, स्मार्ट कारखानों एवं परस्पर जुड़े उत्पादन नेटवर्क प्रमुख हैं।[10] इन प्रौद्योगिकियों से स्वचालन की सीमाओं को आगे और बढ़ाया जा सकता है, जिससे उत्पादकता, दक्षता और आर्थिक विकास पर महत्वपूर्ण प्रभाव पड़ता है।



चित्र 1. औद्योगिक क्रांति के विकास के चार प्रमुख चरण

स्वचालन और औद्योगिक क्रांतिः वर्तमान परिदृश्य

आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस (AI), मशीन लर्निंग (ML), रोबोटिक्स और इंटरनेट ऑफ थिंग्स (IoT) जैसी प्रौद्योगिकियों से वर्तमान परिदृश्य में स्वचालन में तेजी से प्रगति आई है। उद्योग 4.0 की इन तकनीकों को सामूहिक रूप से शमिल करने से औद्योगिक प्रक्रियाओं और उत्पादकता में महत्व–पूर्ण बदलाव देखा गया है।

आधुनिक स्वचालन में AI और ML महत्वपूर्ण हो गए हैं। ये प्रौद्योगिकियां प्रणालियों को डेटा से सीखने, पैटर्न की पहचान करने और न्यूनतम मानव हस्तक्षेप के साथ निर्णय लेने में सक्षम बनाती हैं। उदाहरण के लिए, एआई–संचालित रोबोट अब विनिर्माण में जटिल कार्यों को करने में सक्षम हैं, जैसे कि सटीक असेंबली, गुणवत्ता नियंत्रण, भविष्यसूचक रखरखाव, दक्षता बढ़ाने और डाउनटाइम को कम करना।[11] इसके अलावा, मशीन लर्निंग एल्गोरिथ्म को आपूर्ति श्रृंखलाओं को अनुकूलित करने, मांग का पूर्वानुमान करने और ग्राहक अनुभवों को व्यक्तिगत बनाने के लिए नियोजित किया जाता है, जिससे व्यवसायों के लिए प्रतिस्पर्धी लाभ होते है।[2]

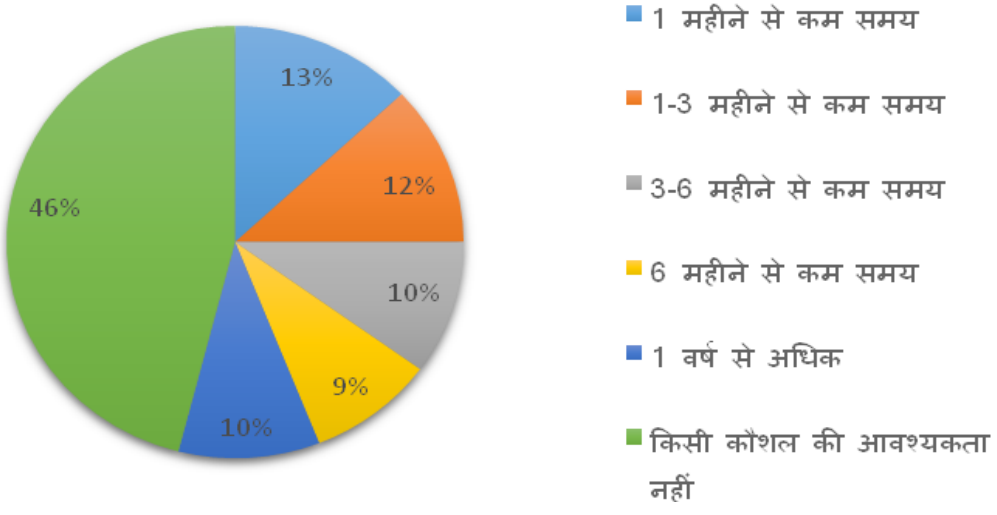
इंटरनेट ऑफ थिंग्स उपकरणों और प्रणालियों के बीच निर्बाध संचार की सुविधा प्रदान करके वर्तमान स्वचालन में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। आईओटी–सक्षम संवेदक और

उपकरण वास्तविक समय में डेटा एकत्र और प्रसारित करते हैं, जो परिचालन प्रदर्शन में मूल्यवान समझ प्रदान करते हैं और औद्योगिक प्रक्रियाओं के सक्रिय प्रबंधन को सक्षम बनाते हैं। यह परस्पर जुड़ाव स्मार्ट कारखानों के निर्माण की अनुमति देता है जहां मशीनरी, सिस्टम और मनुष्य अधिक प्रभावी ढंग से समन्वय और सहयोग कर सकते हैं।[12] सहयोगात्मक रोबोट (कोबोट) में प्रगति के साथ रोबोटिक्स का विकास जारी है, जो मानव श्रमिकों के साथ काम करते हैं, सुरक्षा सुनिश्चित करते हुए उत्पादकता बढ़ाते हैं। कोबोट को उन कार्यों में सहायता के लिए डिजाइन किया गया है जो दोहराए जाने वाले हैं, खतरनाक हैं, या जिसके लिए उच्च सटीकता की आवश्यकता है, जिससे मानव श्रमिकों को अधिक रणनीतिक गतिविधियों पर ध्यान केंद्रित करने का समय मिलता है।[13]

इस प्रगति के बावजूद, स्वचालन को व्यापक रूप से अपनाने से नौकरी के विस्थापन और कार्यबल को फिर से कुशल बनाने की आवश्यकता के बारे में भी विचार करना जरूरी है। विश्व आर्थिक मंच का अनुमान है कि 2025 तक, स्वचालन 85 मिलियन नौकरियों को विस्थापित कर सकता है, जबकि 97 मिलियन नये अवसर पैदा कर सकता है, जो पुनः कौशलीकरण एवं कौशल उन्नयन कार्यक्रमों में महत्वपूर्ण निवेश की आवश्यकता पर जोर देता है।[14]

स्वचालन और औद्योगिक क्रांति: भविष्य के पहलू

औद्योगिक क्रांति के संदर्भ में स्वचालन (उद्योग 4.0) से विभिन्न क्षेत्रों में परिवर्तनकारी बदलाव आने की उम्मीद है। इस नए युग से औद्योगिक प्रक्रियाओं में एकीकरण, स्मार्ट कारखानों और अत्यधिक कुशल उत्पादन प्रणालियों का निर्माण होगा। AI और ML इस परिवर्तन में महत्व-पूर्ण भूमिका निभाएंगे। एआई-संचालित स्वचालन वास्तविक समय की निगरानी और विसंगति का पता लगाने के माध्यम से गुणवत्ता नियंत्रण में सुधार करेगा।[15,16]



चित्र 2. पुनः कौशलीकरण की आवश्यकता

सहयोगात्मक वातावरण में मनुष्यों के साथ काम करने में सक्षम अधिक परिष्कृत और बहुमुखी रोबोट के विकास के साथ रोबोटिक्स महत्वपूर्ण रूप से आगे बढ़ने के लिए तत्पर है। भविष्य के कोबोट उन्नत सेंसर और एआई एल्गोरिथ्म से लैस होंगे जिससे वे अपने आसपास के वातावरण को बेहतर ढंग से समझ और प्रतिक्रिया दे सकेंगे।[17] आईओटी मशीनों, प्रणालियों और मनुष्यों के बीच वास्तविक समय में डेटा के आदान-प्रदान से औद्योगिक संचालन में क्रांति संभव है। यह संपर्क अधिक एकीकृत और उत्तरदायी उत्पादन वातावरण को विकसित करेगा। उदाहरण के लिए, स्मार्ट कारखाने आपूर्ति श्रृंखला प्रबंधन को अनुकूलित करने, संसाधन आवंटन बढ़ाने और ऊर्जा की खपत को कम करने के लिए IoT का उपयोग कर सकेंगे।[12] इसके अलावा, आमतौर पर 3डी प्रिंटिंग के रूप में जानी जाने वाली योगात्मक विनिर्माण के अधिक प्रचलित होने की उम्मीद है। यह तकनीक न्यूनतम अपशिष्ट के साथ जटिल और अनुकूलित उत्पादों के निर्माण की अनुमति देती है, जिससे अधिक टिकाऊ विनिर्माण होता हैं।[18] इन प्रगतियों के बावजूद, नैतिक चिंताओं, डेटा सुरक्षा और नौकरियों के संभावित विस्थापन सहित कई महत्व-

पूर्ण चुनौतियां सामने हैं। स्वचालन के लाभों को व्यापक रूप से साझा किया जाना सुनिश्चित करने के लिए कार्यबल के पुनः कौशलीकरण एवं कौशल उन्नयन को बढ़ावा देने वाली नीतियों को विकसित करना महत्वपूर्ण होगा। विश्व आर्थिक मंच द्वारा भविष्य की नौकरियों के सर्वेक्षण 2018[6] के अनुसार पुनः कौशलीकरण की आवश्यकता को चित्र 2 में दिखाया गया है।

अध्ययन में महत्वपूर्ण रिसर्च गैप

स्वचालन पर अध्ययन के व्यापक निकाय के बावजूद, कई महत्वपूर्ण रिसर्च गैप हैं, जो आगे के अनुसंधान और अन्वेषण के लिए आवश्यकता की वकालत करते हैः

1. दीर्घकालिक सामाजिक-आर्थिक प्रभावः जबकि अल्पकालिक आर्थिक प्रभाव और नौकरी विस्थापन अच्छी तरह से प्रलेखित हैं, व्यापक स्वचालन के दीर्घकालिक सामाजिक-आर्थिक परिणामों पर सीमित शोध है। इस बारे में सवाल बने हुए हैं कि स्वचालन, आने वाले दशकों में सामाजिक संरचनाओं, आय वितरण और अंतर-पीढ़ीगत धन हस्तांतरण को कैसे प्रभावित करेगा।

2. क्षेत्र-विशिष्ट विश्लेषणः अधिकांश मौजूदा अध्ययन स्वचालन के प्रभाव का एक सामान्यीकृत दृष्टिकोण प्रदान करता है। हालांकि, यह समझने के लिए कि विभिन्न उद्योग विशिष्ट रूप से कैसे प्रभावित होंगे, अधिक विस्तृत क्षेत्र-विशिष्ट विश्लेषण की आवश्यकता है। उदाहरण के लिए, स्वास्थ्य सेवा, शिक्षा और रचनात्मक क्षेत्र विनिर्माण और रसद की तुलना में अलग तरह से स्वचालन का प्रयोग कर सकते हैं।

3. पर्यावरण सम्बंधी विचारः कुछ अध्ययन स्वचालन के पर्यावरणीय प्रभाव को छूते हैं, लेकिन इस सन्दर्भ में भी व्यापक शोध की कमी है। ऊर्जा दक्षता और कम उत्सर्जन के संभावित लाभों पर अक्सर चर्चा की जाती है, लेकिन नकारात्मक पहलुओं, जैसे कि इलेक्ट्रॉनिक अपशिष्ट में वृद्धि और डेटा केंद्रों के कारण ऊर्जा की खपत, जैसे विषयों पर अधिक शोध की आवश्यकता है।

4. मानव-मशीन सहयोगः जैसे-जैसे स्वचालन आगे बढ़ेगा, मानव-मशीन सहयोग की गतिशीलता तेजी से महत्वपूर्ण होती जाएगी। अनुसंधान को इस बात पर ध्यान केंद्रित करना चाहिए कि उत्पादकता बढ़ाने के लिए इस सहयोग को कैसे अनुकूलित किया जाए, साथ ही यह सुनिश्चित किया जाए कि श्रमिकों के पेशेवर विकास के लिए सार्थक भूमिकाएं और अवसर बनाए रखें जा सके।

5. नीति और शासनः स्वचालन के युग में नीति और शासन का मार्गदर्शन करने के लिए अधिक मजबूत ढांचे की आवश्यकता है। इसमें कार्यबल को फिर से कुशल बनाने के लिए रणनीतियाँ विकसित करना, निष्पक्ष श्रम प्रथाओं को सुनिश्चित करना और स्वचालन द्वारा विस्थापित लोगों के लिए सुरक्षित वातावरण बनाना शामिल है।

6. नैतिक और सामाजिक प्रभावः स्वचालन के नैतिक निहितार्थ, विशेष रूप से एआई निर्णय लेने, गोपनीयता और निगरानी जैसे क्षेत्रों में, अनदेखे हैं। इन चिंताओं को दूर करने और यह सुनिश्चित करने के लिए कि स्वचालन से समाज को समान रूप से लाभ हो, नैतिक दिशानिर्देशों और नियामक उपायों की आवश्यकता है।

7. पुनः कौशलीकरण और शिक्षाः अनेक शोध पत्रों में पुनः कौशलीकरण की आवश्यकता का अक्सर उल्लेख किया जाता है परंतु इस विषय पर ठोस रणनीतियों और सफल केस स्टडी की कमी है जिससे यह प्रतीत होता है कि बड़े पैमाने पर पुनः कौशलीकरण कार्यक्रमों को प्रभावी ढंग से कैसे लागू किया जाए। शैक्षणिक संस्थानों और निगमित प्रशिक्षण कार्यक्रमों के लिए सर्वोत्तम प्रथाओं और मापनीय समाधानों की पहचान करने के लिए आगे के शोध की आवश्यकता है।

निष्कर्ष

स्वचालन की आगामी लहर उत्पादकता और आर्थिक विकास को महत्वपूर्ण रूप से बढ़ाने का वादा करती है, लेकिन यह पर्याप्त चुनौतियों को भी सामने लाती है जिनके लिए एक संतुलित और समावेशी भविष्य सुनिश्चित करने के लिए सावधानीपूर्वक मार्ग दर्शन की आवश्यकता है। मौजूदा अध्ययन ने स्वचालन के तत्काल प्रभावों की एक अच्छी समझ स्थापित की है, जो उद्योगों को बदलने और दक्षता बढ़ाने की इसकी क्षमता को उजागर करता है। हालाँकि, हमारे ज्ञान में विशेष रूप से दीर्घकालिक सामाजिक-आर्थिक प्रभावों, क्षेत्र-विशिष्ट प्रभावों, पर्यावरणीय विचारों और मानव-मशीन सहयोग की गतिशीलता के सम्बंध में महत्वपूर्ण अंतराल हैं।

इसके प्रतिकूल प्रभावों को कम करते हुए स्वचालन की क्षमता का पूरी तरह से लाभ उठाने के लिए, इन कमियों को दूर करने के लिए व्यापक रणनीतियाँ विकसित करना आवश्यक है। नीति निर्माताओं, उद्योग जगत के अग्रणियों और शिक्षकों को कार्यबल को फिर से कुशल और उन्नत बनाने एवं मजबूत ढांचा बनाने के लिए सहयोग

करना चाहिए, जिससे यह सुनिश्चित किया जा सके कि श्रमिक नई भूमिकाओं और प्रौद्योगिकियों के अनुकूल हो सकें। इसके अतिरिक्त, डेटा गोपनीयता, एल्गोरिथमिक निष्पक्षता और नौकरी विस्थापन जैसे नैतिक विचारों को विचारशील नियामक उपायों और नैतिक दिशानिर्देशों के माध्यम से देखा जाना चाहिए। भविष्य के अनुसंधान को सामाजिक संरचनाओं और आय वितरण पर स्वचालन के दीर्घकालिक प्रभावों पर ध्यान केंद्रित करते हुए यह सुनिश्चित किया जा सके कि तकनीकी प्रगति के लाभों को समान रूप से साझा किया जा सकेगा । स्थायी स्वचालन प्रथाओं को विकसित करने के लिए सकारात्मक और नकारात्मक दोनों पर्यावरणीय प्रभावों पर भी अच्छी तरह से शोध करने की आवश्यकता है। अंत में, एक ओर जहां स्वचालन की अगली लहर नवाचार और विकास के लिए रोमांचक अवसर प्रदान करती है, वहीं दूसरी तरफ इसकी चुनौतियों का सामना करने के लिए सक्रिय उपायों की भी आवश्यकता को इंगित करती है। समावेशी और दूरदर्शी नीतियों को समझने और लागू करने में महत्वपूर्ण अंतराल को सामने रख कर, हम यह सुनिश्चित कर सकते हैं कि स्वचालन सभी के लिए अधिक न्यायसंगत, टिकाऊ और समृद्ध भविष्य बनाये।

संदर्भ

1. A. Smith, "The Wealth of Nations," Penguin Classics, (2003).
2. J. Mokyr, "The Second Industrial Revolution, 1870-1914," Storia dell'economia Mondiale, 1998, vol. 1, pp. 219-245.
3. E. Brynjolfsson and A. McAfee, "The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies," W. W. Norton & Company, (2016).
4. D. Autor, "The Polari±tion of Job Opportunities in the U.S. Labor Market: Implications for Employment and Earnings," Journal of Economic Perspectives, 2012, vol. 26, no. 3, pp. 67-88.
5. McKinsey Global Institute, "A Future That Works: Automation, Employment, and Productivity," McKinsey & Company, 2017.
6. World Economic Forum, "The Future of Jobs," World Economic Forum, 2018.
7. A. Smith, An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations. London: W. Strahan and T. Cadell, 1776.
8. D. A. Hounshell, From the American System to Mass Production, 1800-1932: The Development of Manufacturing Technology in the United States. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1984.
9. J. T. Schlechter, "The history of industrial robotics in the automotive industry," IEEE Robotics & Automation Magazine, 1996, vol. 3, no. 2, pp. 15-20.
10. K. Schwab, The Fourth Industrial Revolution. Geneva: World Economic Forum, 2016.
11. Y. Lu, "Industry 4.0: A Survey on Technologies, Applications and Open Research Issues," Journal of Industrial Information Integration, 2017, vol. 6, pp. 1-10.
12. K. Ashton, "That 'Internet of Things' Thing," RFID Journal, 2009, vol. 22, no. 7, pp. 97-114.
13. G. Michalos, S. Makris, K. Gkournelos, et al., "Design and Simulation of Human-Robot Collaborative Assembly Cells," CIRP Annals, 2016, vol. 65, no. 1, pp. 61-64.
14. World Economic Forum, "The Future of Jobs Report 2020," World Economic Forum, Geneva, 2020.
15. A. Gilchrist, Industry 4.0: The Industrial Internet of Things. Berkeley: Apress, 2016.
16. M. Negri, L. Fumagalli, and M. Macchi, "A Review of the Roles of Digital Twin in CPS-based Production Systems," Procedia Manufacturing, 2017, vol. 11, pp. 939-948.
17. S. Bogue, "Rise of the Cobots: Robots Collaborating with Humans," Industrial Robot: An International Journal, 2020, vol. 47, no. 5, pp. 457-461.
18. B. Berman, "3-D Printing: The New Industrial Revolution," Business Horizons, 2012, vol. 55, no. 2, pp. 155-162.

❐