ISSN: 2349-6002

चौथी तकनीकी औद्योगिक क्रांति 4.0

डॉ. कोमलबेन एन आहिर

इतिहास विभाग, श्री एवं श्रीमती पी के कोटावाला आर्ट्स कोलेज पाटन, गुजरात

doi.org/10.64643/IJIRTV12I8-190244-459

शोध सार : आज के दौर में हम बहोत बड़े ट्रांजिक्शन ट्रांसफोर्मेशन के संक्रांतिकाल से गुजर रहे है |चौथी औद्योगिक क्रांति वर्तमान वैश्विक विकास की वह परिवर्तनकारी प्रक्रिया है जिसमें डिजिटल, भौतिक और जैविक तकनीकों का अभूतपूर्व सम्मिलन देखने को मिलता है। कृत्रिम बुद्धिमत्ता, रोबोटिक्स, इंटरनेट ऑफ थिंग्स, बिग डेटा, क्लाउड कम्प्यूटिंग, जेनेटिक इंजीनियरिंग और साइबर-फिजिकल सिस्टम जैसी तकनीकें उत्पादन, सेवा, शिक्षा, स्वास्थ्य, व्यवसाय और शासन के हर क्षेत्र को पुन:पारीभाषित कर रही हैं। यह क्रांति अवसरों के साथ-साथ अनेक चुनौतियाँ भी लेकर आई है—जैसे रोजगार में बदलाव, डेटा सुरक्षा, नैतिकता और कौशल विकास की आवश्यकता। यह लेख इस क्रांति की अवधारणा, विशेषताओं, प्रभावों, लाभों, चुनौतियों और भविष्य की संभावनाओं का विस्तृत विश्लेषण प्रस्तुत करता है। औद्योगिक क्रांति 4.0, जिसे इंडस्ट्री 4.0 भी कहा जाता है, औद्योगिक विकास का चौथा प्रमुख चरण है, जिसमें डिजिटल, भौतिक और जैविक प्रणालियों का आपसी समन्वय देखने को मिलता है। पूर्ववर्ती औद्योगिक क्रांतियाँ जहाँ यंत्रीकरण, विद्युतीकरण और स्वचालन पर केंद्रित थीं, वहीं औद्योगिक क्रांति 4.0 बुद्धिमान प्रणालियों पर आधारित है, जो कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI), इंटरनेट ऑफ थिंग्स (IoT), बिग डेटा, क्लाउड कंप्यूटिंग तथा साइबर-फिजिकल सिस्टम के माध्यम से स्वयं निर्णय लेने में सक्षम हैं। यह शोध पत्र औद्योगिक क्रांति 4.0 की अवधारणा, इसकी प्रमुख तकनीकों तथा उत्पादन प्रणाली, रोजगार संरचना, शिक्षा और सामाजिक-आर्थिक ढांचे पर पड़ने वाले प्रभावों का विश्लेषण करता है। शोध की प्रमुख समस्या विकासशील देशों में तकनीकी अनुकूलन की है। अध्ययन में द्वितीयक स्रोतों पर आधारित वर्णनात्मक एवं विश्लेषणात्मक शोध पद्धति अपनाई गई है। निष्कर्षतः यह स्पष्ट होता है कि औद्योगिक क्रांति 4.0 उत्पादकता और नवाचार को बढ़ावा देती है, किंतु इसके साथ कौशल-अंतर, रोजगार असुरक्षा, डिजिटल विभाजन और नैतिक चुनौतियाँ भी उत्पन्न होती हैं। अतः समावेशी नीतियाँ और कौशल विकास कार्यक्रम अनिवार्य हैं।

बीज रूप-शब्द - कृत्रिम बुद्धिमत्ता,मशीन लर्निंग, रोबोटिक्स, बिग डेटा एवं डेटाएनालिटिक्स, इंटरनेट ऑफ थिंग्स, ब्लॉकचेन, ऑटोमेशन, क्लाउड कम्प्यूटिंग, साइबर सुरक्षा, डिजिट, अर्थव्यवस्था

उद्देश्य

इस लेख के मुख्य उद्देश्य निम्नलिखित हैं–

1. चौथी औद्योगिक क्रांति की अवधारणा और उत्पत्ति को समझाना।
2. इसके प्रमुख घटकों और तकनीकों का परिचय देना।

3. इस क्रांति के सामाजिक, आर्थिक एवं शैक्षणिक प्रभावों का विश्लेषण करना।
4. इसके लाभों और चुनौतियों पर चर्चा करना।
5. भविष्य को प्रभावित करने वाली संभावित दिशाओं को उजागर करना।
6. भारत में इस क्रांति की उपयोगिता और संभावनाओं का मूल्यांकन करना।

(क) परिचय :

औद्योगिक क्रांतियाँ मानव सभ्यता के विकास में महत्वपूर्ण चरण रही हैं। पहली औद्योगिक क्रांति मशीनरी और भाप इंजन पर आधारित थी, दूसरी बिजली और बड़े पैमाने पर उत्पादन पर, जबकि तीसरी क्रांति कंप्यूटर, आईटी और स्वचालन पर आधारित थी। अब मानवता चौथी औद्योगिक क्रांति के दौर में प्रवेश कर चुकी है जिसे प्रो. क्लॉस श्वाब ने "टेक्नोलॉजी का सम्मिलन और परिवर्तन की गति" के रूप में परिभाषित किया है।ए आई की जबरदस्त ताकत को ठीक से पहचानने के लिए,इसके साइड इफेक्ट से बचने के लिए और इसका पूरा फ़ायदा उठाने के लिए हमें हमेशा सतर्क रहेना चाहिए | औद्योगिक विकास मानव सभ्यता के सामाजिक और आर्थिक परिवर्तन का प्रमुख आधार रहा है। प्रत्येक औद्योगिक क्रांति ने उत्पादन की विधियों, श्रम व्यवस्था तथा जीवन शैली में व्यापक परिवर्तन किए हैं। इक्कीसवीं सदी में उभरती औद्योगिक क्रांति 4.0 ने पारंपरिक उद्योगों को डिजिटल और बुद्धिमान उद्योगों में परिवर्तित कर दिया है। इस क्रांति में मशीनें न केवल कार्य करती हैं, बल्कि डेटा के आधार पर सीखती और निर्णय भी लेती हैं।

(ख) चौथी औद्योगिक क्रांति की परिभाषा

4.0 का अर्थ है-"औद्योगीक विकास का चौथा चरण" यह संख्या बताती है की उद्योग अपने विकास के चौथे ऐतिहासिक पड़ाव में प्रवेश कर चूका है | यह एक ऐसी परिवर्तनकारी प्रक्रिया है जिसमें डिजिटल, जैविक और भौतिक तकनीकों का एकीकरण होता है, जिससे उत्पादन, व्यापार, स्वास्थ्य, शिक्षा और लगभग सभी उद्योग अत्यधिक स्मार्ट, स्वचालित और डेटा-आधारित बनते जा रहे हैं।

1.औद्योगिक क्रांति 1.0
भाप इंजन और यांत्रिक उत्पादन
(18वीं शताब्दी)

2.औद्योगिक क्रांति 2.0
बिजली, असेंबली लाइन और बड़े पैमाने पर उत्पादन
(19वीं-20वीं शताब्दी)

3.औद्योगिक क्रांति 3.0
कंप्यूटर, इलेक्ट्रॉनिक्स और ऑटोमेशन
(20वीं शताब्दी का उत्तरार्ध)

4.औद्योगिक क्रांति 4.0
डिजिटल, बुद्धिमान और स्वचालित प्रणालियाँ
(21वीं शताब्दी)

(ग) चौथी औद्योगिक क्रांति की प्रमुख तकनीकें

1. कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) – मशीनें मानव की तरह सोचने, सीखने और निर्णय लेने में सक्षम हो रही हैं।
2. रोबोटिक्स – स्वचालित रोबोट उत्पादन, चिकित्सा, रक्षा और सेवाओं में महत्वपूर्ण भूमिका निभा रहे हैं।
3. इंटरनेट ऑफ थिंग्स (IoT) – उपकरण इंटरनेट से जुड़े हुए हैं और वास्तविक समय में डेटा का आदान-प्रदान करते हैं।

4. बिग डेटा और एनालिटिक्स – विशाल डेटा का विश्लेषण करके निर्णय अधिक सटीक बनाए जा रहे हैं।
5. ब्लॉकचेन – सुरक्षित और पारदर्शी डिजिटल लेन-देन की तकनीक।
6. 3D प्रिंटिंग – उत्पादन को तेज, सस्ता और अनुकूलित बनाती है।
7. बायोटेक्नोलॉजी और जेनेटिक इंजीनियरिंग – नई स्वास्थ्य और कृषि तकनीकों का विकास।
8. क्लाउड कम्प्यूटिंग – डेटा भंडारण और गणना के लिए अत्यधिक सक्षम डिजिटल ढाँचा।

(घ) उद्योगों पर प्रभाव

1. उत्पादन और विनिर्माण

स्मार्ट फैक्ट्रियाँ, मशीन-टू-मशीन संचार, रोबोटिक असेंबली लाइंस उत्पादन की लागत घटा रही हैं और उत्पादकता बढ़ा रही हैं। औद्योगिक क्रांति 4.0 ने उत्पादन और विनिर्माण क्षेत्र को स्मार्ट और स्वचालित बना दिया है। आधुनिक मशीनें और रोबोट तेज़ी से, कम लागत में और अधिक सटीक उत्पादन कर रही हैं। डेटा आधारित निर्णयों से गुणवत्ता नियंत्रण बेहतर हुआ है और समय की बचत हो रही है। इससे उद्योगों की उत्पादकता बढ़ी है, लेकिन मानव श्रम की आवश्यकता कुछ हद तक कम हुई है।

2. शिक्षा

ई-लर्निंग, एआई-आधारित व्यक्तिगत शिक्षण और वर्चुअल क्लासरूम शिक्षा को अधिक सुलभ और प्रभावी बना रहे हैं। औद्योगिक क्रांति 4.0 ने शिक्षा प्रणाली को तकनीक-आधारित बना दिया है। ऑनलाइन कक्षाएँ, डिजिटल सामग्री और वर्चुअल प्रयोगशालाओं का उपयोग बढ़ा है। अब शिक्षा का उद्देश्य केवल डिग्री देना नहीं, बल्कि व्यावहारिक और तकनीकी कौशल विकसित करना है। इससे सीखने की प्रक्रिया लचीली हुई है, लेकिन तकनीक की कमी वाले वर्ग पीछे रह जाते हैं।

3. स्वास्थ्य क्षेत्र

एआई-आधारित निदान, रोबोटिक सर्जरी, टेली-मेडिसिन और बायोटेक्नोलॉजी स्वास्थ्य सेवाओं में क्रांतिकारी बदलाव ला रहे हैं। स्वास्थ्य क्षेत्र में औद्योगिक क्रांति 4.0 ने सेवाओं की गुणवत्ता में सुधार किया है। डिजिटल रिकॉर्ड, टेलीमेडिसिन और AI आधारित निदान से रोगों की पहचान जल्दी हो रही है। रोबोटिक सर्जरी ने इलाज को अधिक सटीक बनाया है। इससे समय और लागत की बचत होती है, परंतु तकनीक पर निर्भरता और डेटा सुरक्षा की चिंता भी बढ़ी है।

4. व्यापार एवं अर्थव्यवस्था

डिजिटल भुगतान, ई-कॉमर्स, क्रिप्टोकरेंसी और डेटा-आधारित निर्णयों ने व्यवसाय को अधिक गतिशील व प्रतिस्पर्धी बना दिया है। औद्योगिक क्रांति 4.0 ने व्यापार और अर्थव्यवस्था को वैश्विक और डिजिटल बना दिया है। ई-कॉमर्स, डिजिटल भुगतान और ऑनलाइन सेवाओं से व्यापार तेज़ और सरल हुआ है। उद्योगों की प्रतिस्पर्धा क्षमता बढ़ी है और नए व्यवसाय मॉडल उभरे हैं। हालांकि छोटे व्यापारियों को तकनीकी निवेश और डिजिटल कौशल की चुनौती का सामना करना पड़ता है।

5. कृषि क्षेत्र

ड्रोन, सेंसर-आधारित सिंचाई, डेटा-आधारित खेती और स्मार्ट उपकरण खेती की उत्पादकता बढ़ा रहे हैं। कृषि क्षेत्र में औद्योगिक क्रांति 4.0 ने स्मार्ट खेती की शुरुआत की है। सेंसर, ड्रोन और डेटा तकनीक से फसलों की निगरानी और उत्पादन बेहतर हुआ है। किसानों को मौसम और बाजार की जानकारी समय पर मिलती है। इससे उत्पादन बढ़ता है, लेकिन छोटे किसानों के लिए तकनीक की लागत और प्रशिक्षण एक बड़ी चुनौती बनी हुई है।

(ङ) चौथी औद्योगिक क्रांति के लाभ

- उत्पादकता और दक्षता में वृद्धि
- संसाधनों का उचित उपयोग
- लागत में कमी
- समय की बचत
- स्वास्थ्य, शिक्षा और शासन में सुधार
- नई नौकरियों और अवसरों का निर्माण
- वैश्विक जुड़ाव और पारदर्शिता में वृद्धि

(च) प्रमुख चुनौतियाँ

1. रोजगार में कमी और कौशल-अंतर

स्वचालन, रोबोटिक्स और एआई के बढ़ते उपयोग से पारंपरिक नौकरियों में कमी आ रही है। कई क्षेत्रों में मनुष्य का स्थान मशीनें ले रही हैं, जिससे बेरोजगारी का जोखिम बढ़ता है। नई नौकरियों के लिए उन्नत डिजिटल कौशल की आवश्यकता है, जो अधिकांश कार्यबल में अभी भी कमी के रूप में मौजूद है। औद्योगिक क्रांति 4.0 में स्वचालन और रोबोट के बढ़ते उपयोग से पारंपरिक नौकरियों में कमी देखी जा रही है। मशीनें वे काम कर रही हैं जो पहले इंसान करते थे, जिससे कम-कुशल श्रमिक प्रभावित हो रहे हैं। वहीं दूसरी ओर नई तकनीकी नौकरियों के लिए उच्च कौशल की आवश्यकता है। शिक्षा और प्रशिक्षण प्रणाली उद्योग की जरूरतों के अनुसार तेजी से नहीं बदल पा रही, जिससे कौशल-अंतर बढ़ता जा रहा है।

2. डेटा सुरक्षा और निजता

Industry 4.0 में हर गतिविधि डेटा-आधारित है। बड़े पैमाने पर डेटा संग्रह और विश्लेषण के कारण साइबर हमलों, डेटा चोरी, और व्यक्तिगत जानकारी के दुरुपयोग का खतरा बढ़ जाता है। औद्योगिक क्रांति 4.0 में डेटा सबसे महत्वपूर्ण संसाधन बन गया है। उद्योग, सरकार और कंपनियाँ बड़ी मात्रा में व्यक्तिगत और व्यावसायिक डेटा एकत्र करती हैं। यदि यह डेटा सुरक्षित न रहे, तो दुरुपयोग और गोपनीयता के उल्लंघन का खतरा बढ़ जाता है। लोगों की निजी जानकारी चोरी होना, गलत हाथों में जाना या बिना अनुमति उपयोग होना एक गंभीर समस्या बनती जा रही है। सुरक्षित साइबर ढाँचा अभी भी कई देशों में कमजोर है।

3. डिजिटल विभाजन (Digital Divide)

ग्रामीण और दूरस्थ क्षेत्रों में इंटरनेट, डिजिटल उपकरण और तकनीकी प्रशिक्षण की कमी है। डिजिटल विभाजन का अर्थ है समाज के कुछ वर्गों तक तकनीक की पहुँच होना और कुछ तक न होना। औद्योगिक क्रांति 4.0 का लाभ मुख्यतः शहरी और संपन्न वर्ग को मिल रहा है, जबकि ग्रामीण और पिछड़े क्षेत्रों में डिजिटल सुविधाओं की कमी है। इससे असमानता बढ़ती है और समाज दो हिस्सों में बँट जाता है–डिजिटल रूप से सक्षम और डिजिटल रूप से वंचित।

4. उच्च लागत और तकनीकी निवेश

स्मार्ट मशीनें, सेंसर, रोबोटिक्स और एआई तकनीकें महंगी हैं। औद्योगिक क्रांति 4.0 को अपनाने के लिए उन्नत मशीनें, सॉफ्टवेयर और डिजिटल अवसंरचना की आवश्यकता होती है, जिसकी लागत बहुत अधिक होती है। बड़े उद्योग तो इसमें निवेश कर सकते हैं, लेकिन छोटे और मध्यम उद्योगों के लिए यह कठिन होता है। उच्च लागत के कारण कई उद्योग आधुनिक तकनीक अपनाने से पीछे रह जाते हैं, जिससे प्रतिस्पर्धा में असमानता बढ़ती है।

5. नैतिक और कानूनी चुनौतियाँ

एआई आधारित निर्णय, चेहरे की पहचान तकनीक, जीन-संपादन जैसी प्रक्रियाएँ नैतिक सवाल खड़े करती हैं– जब मशीनें और कृत्रिम बुद्धिमत्ता निर्णय लेने लगती हैं, तो नैतिक और कानूनी प्रश्न खड़े होते हैं। यदि किसी स्वचालित प्रणाली से नुकसान हो जाए, तो जिम्मेदारी किसकी होगी–मशीन की, प्रोग्रामर की या कंपनी की? इसके अलावा AI द्वारा लिए गए निर्णयों में पक्षपात, पारदर्शिता की कमी और मानव नियंत्रण का अभाव गंभीर नैतिक चुनौतियाँ उत्पन्न करता है।

- तकनीक का उपयोग किस हद तक होना चाहिए ?
- कौन जिम्मेदार होगा यदि एआई गलत निर्णय ले ?
- निजता का अधिकार कहाँ तक सुरक्षित रहेगा ?

6. मानव संपर्क में कमी

डिजिटल दुनिया में स्वचालन और वर्चुअल सेवाएँ बढ़ने से सामाजिक संपर्क, मानवीय संवेदनाएँ और भावनात्मक जुड़ाव प्रभावित होते हैं। औद्योगिक क्रांति 4.0 में मशीनों और डिजिटल प्लेटफॉर्म पर निर्भरता बढ़ने से मानव संपर्क कम होता जा रहा है। कार्यस्थलों पर आमने-सामने संवाद की जगह ऑनलाइन और स्वचालित प्रक्रियाएँ ले रही हैं। इससे सामाजिक संबंध कमजोर हो सकते हैं और कार्यस्थल पर भावनात्मक जुड़ाव घट सकता है। लंबे समय में यह मानसिक स्वास्थ्य और सामाजिक समरसता को प्रभावित कर सकता है।

7. साइबर अपराध और हैकिंग

जैसे-जैसे उद्योग और शासन ऑनलाइन होते जा रहे हैं, साइबर अपराधी भी अधिक सक्रिय हो रहे हैं। बैंकिंग, ई-कॉमर्स, सरकारी डेटा और स्वास्थ्य रिकार्ड साइबर हमलों के बड़े लक्ष्य बन रहे हैं। औद्योगिक क्रांति 4.0 में जुड़े हुए सिस्टम यदि सुरक्षित न हों, तो पूरे उद्योग या देश की अर्थव्यवस्था को नुकसान पहुँच सकता है। इसलिए साइबर सुरक्षा एक बड़ी चुनौती बन गई है।

8. कौशल प्रशिक्षण की धीमी गति

नई तकनीकें बहुत तेजी से बदलती हैं जबकि शिक्षा व्यवस्था और प्रशिक्षण कार्यक्रम उतनी तेज़ी से अपडेट नहीं हो पाते। इससे कौशल-अंतर (Skill Gap) और अधिक गहरा होता जाता है। औद्योगिक क्रांति 4.0 के लिए जिन नए कौशलों की आवश्यकता है, उनके अनुरूप प्रशिक्षण की गति काफी धीमी है। शिक्षा संस्थान, प्रशिक्षण केंद्र और उद्योग आपस में पर्याप्त समन्वय नहीं बना पा रहे हैं। परिणामस्वरूप युवा तकनीकी रूप से दक्ष नहीं हो पाते और रोजगार के अवसरों से वंचित रह जाते हैं। तेज़ और व्यावहारिक कौशल प्रशिक्षण आज की सबसे बड़ी आवश्यकता है।

निष्कर्ष

चौथी औद्योगिक क्रांति और Industry 4.0 मानव जीवन के हर क्षेत्र में एक परिवर्तनकारी युग का निर्माण कर

रहे हैं। स्मार्ट तकनीकें, एआई, रोबोटिक्स, IoT और स्मार्ट शिक्षा ने समाज को अधिक सुविधा-सम्पन्न, विकसित और कनेक्टेड बनाया है। यद्यपि इसके साथ चुनौतियाँ भी जुड़ी हैं, परंतु उपयुक्त नीतियों, प्रशिक्षण और डिजिटल कौशल विकास के द्वारा इसे मानवता के हित में एक महान उपलब्धि बनाया जा सकता है।

संदर्भ

[1] श्वाब,प्रो.क्लॉस (हिंदी अनुवाद) "चौथी औद्योगिक क्रांति ", राजपाल एंड संस,नई दिल्ली, 2018.

[2] कस्तूरीरंगन,डॉ. वी. कस्तूरीरंगन, "डिजिटल भारत और नई शिक्षा नीति", राष्ट्रीय पुस्तक न्यास (NBT), नई दिल्ली,2021.

[3] किशोर,डॉ. कुमार नवल, "कृत्रिम बुद्धिमत्ता सिद्धांत और उपयोग",प्रभात प्रकाशन,नई दिल्ली,2020

[4] सिंह,प्रो.अभय कुमार, "औद्योगिक प्रबंधन और सूचना प्रौद्योगिकी", लक्ष्मी नारायण अग्रवाल, आगरा,2019.

[5] सिन्हा,डॉ.पी. के., "सूचना प्रौद्योगिकी का परिचय", भारतीय तकनीकी प्रकाशन, लखनऊ, 2017.

[6] कुमार,डॉ. संतोष, "डिजिटल अर्थव्यवस्था और ई-गवर्नेंस",अयन पब्लिशर्स,नई दिल्ली,2020.

[7] भारद्वाज,डॉ. एस. आर., "इंटरनेट ऑफ थिंग्स: सिद्धांत और अनुप्रयोग", विश्वविद्यालय प्रकाशन, वाराणसी,2021.

[8] कुमार, प्रो.हेमंत, "रोबोटिक्स और स्वचालन प्रणाली", वैज्ञानिक प्रकाशन, जयपुर,2019.

[9] चंद्र,डॉ.रमेश, "बिग डेटा और आधुनिक तकनीकें",मोतीलाल बनारसीदास,दिल्ली,2021.

[10] मिश्रा,डॉ. अनिल, "उभरती तकनीकें : ब्लॉकचेन, AI और Industry 4.0", हिंदी ग्रन्थ अकादमी, भोपाल, 2022.