केविप्रा
cea
केंद्रीय विद्युत प्राधिकरण

त्रैमासिक हिंदी राजभाषा पत्रिका 16वाँ अंक • जुलाई, 2026

विद्युत वाहिनी

स्वच्छ ऊर्जा • सशक्त भारत • सतत् भविष्य

विशेषांकः विद्युत क्षेत्र में कृत्रिम बुद्धिमत्ता

भारत का संविधान

उद्देशिका

हम, भारत के लोग, भारत को एक **संपूर्ण प्रभुत्व-संपन्न, समाजवादी, पंथ-निरपेक्ष, लोकतंत्रात्मक गणराज्य** बनाने के लिए तथा उसके समस्त नागरिकों को:

सामाजिक, आर्थिक और राजनैतिक **न्याय**,

विचार, अभिव्यक्ति, विश्वास, धर्म
और उपासना की **स्वतंत्रता**,

प्रतिष्ठा और अवसर की **समता**
प्राप्त कराने के लिए,

तथा उन **सब में** व्यक्ति की गरिमा और
राष्ट्र की एकता और अखंडता
सुनिश्चित करने वाली बंधुता बढ़ाने के लिए

दृढ़संकल्प होकर **अपनी इस संविधान सभा में** आज तारीख 26 नवंबर, 1949 ई. (मिति मार्गशीर्ष शुक्ला सप्तमी, संवत् दो हज़ार छह विक्रमी) को **एतद्द्वारा इस संविधान को अंगीकृत, अधिनियमित और आत्मार्पित करते हैं।**

राष्ट्रगान

जन-गण-मन अधिनायक जय हे,

भारत भाग्य विधाता

पंजाब-सिन्धु-गुजरात-मराठा

द्राविड़-उत्कल-बंग

विंध्य हिमाचल यमुना गंगा

उच्छल जलधि तरंग

तब शुभ नामे जागे

तब शुभ आशिष मांगे

गाहे तब जय-गाथा

जन-गण-मंगलदायक जय हे

भारत भाग्य विधाता

जय हे, जय हे, जय हे,

जय जय जय जय हे।

संरक्षक की कलम से

प्रिय साथियों,

सप्रेम नमस्कार।

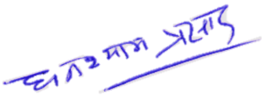
हमारे संस्थान की ओर से प्रकाशित इस विशेषांक **"विद्युत क्षेत्र में कृत्रिम बुद्धिमत्ता"** को आपके समक्ष प्रस्तुत करते हुए मुझे अत्यंत प्रसन्नता का अनुभव हो रहा है। सर्वप्रथम मैं हमारे सभी पाठकों, विशेषज्ञों, लेखकों, अभियंताओं तथा केन्द्रीय विद्युत प्राधिकरण के उन सभी कार्मिकों के प्रति हार्दिक आभार व्यक्त करता हूँ, जिनके निरंतर विश्वास, सहयोग और मार्गदर्शन ने इस प्रकाशन को सार्थक बनाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई है।

आज का युग तकनीकी नवाचार का युग है, जहाँ कृत्रिम बुद्धिमत्ता केवल एक उभरती हुई तकनीक नहीं, बल्कि विकास की नई आधारशिला बन चुकी है। विद्युत क्षेत्र, जो किसी भी राष्ट्र की आर्थिक प्रगति और सामाजिक विकास का आधार है, उसमें कृत्रिम बुद्धिमत्ता का समावेश ऊर्जा उत्पादन, पारेषण, वितरण और उपभोक्ता सेवाओं को अधिक दक्ष, विश्वसनीय तथा सुरक्षित बनाने की दिशा में एक महत्वपूर्ण कदम है। स्मार्ट ग्रिड, पूर्वानुमान आधारित अनुरक्षण, ऊर्जा प्रबंधन तथा नवीकरणीय ऊर्जा के प्रभावी एकीकरण जैसे क्षेत्रों में कृत्रिम बुद्धिमत्ता नई संभावनाओं के द्वार खोल रही है।

हमारा यह विशेषांक केवल तकनीकी जानकारी का संकलन नहीं है, बल्कि ज्ञान, नवाचार और व्यावहारिक अनुभवों को साझा करने का एक सार्थक प्रयास है। इसमें सम्मिलित लेख, विशेषज्ञों के विचार, अध्ययन तथा नवीन तकनीकों से संबंधित सामग्री विद्युत क्षेत्र से जुड़े विद्यार्थियों, अभियंताओं, शोधकर्ताओं, उद्योग जगत एवं नीति-निर्माताओं को उपयोगी दृष्टिकोण प्रदान करेगी। हमें विश्वास है कि यह विशेषांक विचार-विमर्श, अनुसंधान और नवाचार को प्रोत्साहित करते हुए विद्युत क्षेत्र में आधुनिक तकनीकों के प्रभावी उपयोग का मार्ग प्रशस्त करेगा।

मैं आशा करता हूँ कि यह प्रकाशन पाठकों को कृत्रिम बुद्धिमत्ता की संभावनाओं को समझने, नई तकनीकों को अपनाने तथा ऊर्जा क्षेत्र को अधिक दक्ष, सुरक्षित, विश्वसनीय और सतत बनाने के लिए प्रेरित करेगा।

आपके निरंतर सहयोग, सुझाव और विश्वास के लिए पुनः हार्दिक धन्यवाद।



घनश्याम प्रसाद
अध्यक्ष (केविप्रा)

मुख्य संपादक की कलम से

आदरणीय पाठकगण,

आपके निरंतर विश्वास, सहयोग और उत्साहवर्धन ने हमारी पत्रिका "विद्युत वाहिनी" को ज्ञान, नवाचार और तकनीकी जागरूकता का एक सशक्त मंच बनाया है। आपके बहुमूल्य समर्थन के कारण ही हम प्रत्येक अंक में ऐसे विषयों का चयन करते हैं, जो न केवल वर्तमान समय की आवश्यकता हों, बल्कि भविष्य की दिशा भी निर्धारित करें।

इसी उद्देश्य के साथ प्रस्तुत है हमारा विशेषांक **"विद्युत क्षेत्र में कृत्रिम बुद्धिमत्ता"**। आज ऊर्जा क्षेत्र अभूतपूर्व परिवर्तन के दौर से गुजर रहा है। बढ़ती विद्युत मांग, नवीकरणीय ऊर्जा का विस्तार, स्मार्ट ग्रिड, ऊर्जा दक्षता तथा विश्वसनीय विद्युत आपूर्ति जैसी चुनौतियों के समाधान में कृत्रिम बुद्धिमत्ता एक परिवर्तनकारी तकनीक के रूप में उभर रही है। यह केवल कार्यों का स्वचालन नहीं करती, बल्कि डेटा विश्लेषण, मांग का पूर्वानुमान, उपकरणों की विश्वसनीयता की निगरानी तथा ऊर्जा संसाधनों के सर्वोत्तम उपयोग के माध्यम से पूरे विद्युत तंत्र को अधिक सुरक्षित, कुशल और सतत बनाती है।

इस विशेषांक का उद्देश्य कृत्रिम बुद्धिमत्ता के तकनीकी पक्ष को सरल भाषा में प्रस्तुत करना ही नहीं, बल्कि इसके व्यावहारिक अनुप्रयोगों, संभावनाओं और चुनौतियों से भी पाठकों को परिचित कराना है। हमें विश्वास है कि इसमें प्रकाशित लेख, विशेषज्ञों के विचार, शोध-आधारित सामग्री तथा वास्तविक उदाहरण विद्यार्थियों, अभियंताओं, शोधकर्ताओं, नीति-निर्माताओं और विद्युत क्षेत्र से जुड़े सभी कार्मिकों के लिए समान रूप से उपयोगी सिद्ध होंगे।

हमारा प्रयास है कि यह अंक विद्युत क्षेत्र में नवाचार, शोध और तकनीकी संवाद को नई गति प्रदान करे तथा कृत्रिम बुद्धिमत्ता के प्रभावी और उत्तरदायी उपयोग के प्रति जागरूकता बढ़ाए। यदि इस विशेषांक से किसी पाठक को नई सोच, किसी शोधार्थी को नई दिशा, किसी अभियंता को व्यावहारिक समाधान अथवा किसी संस्थान को नवाचार की प्रेरणा मिलती है, तो हमारा यह प्रयास सार्थक होगा।

आपका स्नेह, सुझाव और विश्वास हमारी सबसे बड़ी प्रेरणा हैं। हमें आशा है कि यह विशेषांक आपको ज्ञानवर्धक, प्रेरणादायक और भविष्य की ऊर्जा व्यवस्था को समझने में उपयोगी सिद्ध होगा।

पुनः हार्दिक शुभकामनाओं के साथ आपके अप्रतिम सहयोग का आकांक्षी !

Vidyutvahini-cea@gov.in
rajbhashacea@gmail.com

ओ.पी. मीना
मुख्य संपादक एवं राजभाषा प्रभारी

संपादक मंडल

संरक्षक

श्री घनश्याम प्रसाद
अध्यक्ष (केविप्रा)

संपादक

श्री सुरता राम,
मुख्य अभियंता
(उभरती प्रौद्योगिकी और नवाचार प्रभाग (ईटी एवं आई))

संपादक

सौमित्र मजूमदार,
मुख्य अभियंता
(आईटी सेल एवं प्रोक्योरमेंट प्रभाग)

मुख्य संपादक

श्री ओ. पी. मीना,
राजभाषा प्रभारी व मुख्य अभियंता (मानव संसाधन विकास प्रभाग-एचआरडी)

उप संपादक

श्री जितेन्द्र कुमार मीणा,
निदेशक (एकीकृत संसाधन योजना प्रभाग - आईआरपी)

सहायक संपादक

सुश्री अर्पिता उपाध्याय,
उप निदेशक (जल परियोजना आयोजन एवं अन्वेषण प्रभाग - एचपीपीआई)

श्रीमती शेफ़ाली दुष्यन्त,
सहायक निदेशक (रा.भा.) प्रभारी, राजभाषा अनुभाग

श्रीमती दिव्या माँदीवाल, कनिष्ठ अनुवाद अधिकारी, राजभाषा अनुभाग

श्री शरद कुमार, आशुलिपिक, राजभाषा अनुभाग

श्री रत्नेश कुमार पटेल, आशुलिपिक, राजभाषा अनुभाग

कुल गीत (थीम सॉन्ग)

केंद्रीय विद्युत प्राधिकरण है भारत की शान
इसकी नई तकनीकों से भारत बने महान

1. स्वच्छ-सुरक्षित ऊर्जा का, देता ये उपहार
गांव-गांव और नगर-नगर, इसकी सेवा और प्यार
एक-राष्ट्र, एक-ग्रिड का, सपना किया साकार
जल, वायु और सूर्य से, बिजली का संचार
केंद्रीय विद्युत प्राधिकरण---------

2. देश के कोने-कोने तक, तारों का जाल बिछाए
अक्षय ऊर्जा उत्पादन में, देश को आगे बढाए
मेक इन इंडिया आत्मनिर्भर, भारत का सपना
आत्मनिर्भर भारत के, सपने का, किया आगाज़
केंद्रीय विद्युत प्राधिकरण---------

3. बिजली उत्पादन, पारेषण, वितरण, ग्रिड संचालन
चौबीस घंटे बिजली देकर, जन जीवन का प्रचालन
वंदन सब परिवारजनों का, मिलकर कदम बढाए
"यूँ ही करते रहें तरक्की" भारत को श्रेष्ठ बनाएं

केंद्रीय विद्युत प्राधिकरण-----
केंद्रीय विद्युत प्राधिकरण, है भारत की शान
भारत बने महान
है भारत की शान
भारत बने महान
है भारत की शान
भारत बने महान---------

******

अनुक्रमणिका

क्रम सं.	लेख (लेखक)	पृष्ठ सं.
1.	**विद्युत वितरण क्षेत्र में कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) की भूमिका** शुभेन्द्र सिंह, उप निदेशक, सदस्य (GO&D) का कार्यालय	08
2.	**विद्युत क्षेत्र में AI आधारित प्रेडिक्टिव मेंटेनेंस : एक आधुनिक एवं प्रभावी समाधान** निमिष कुमार, उप निदेशक, एचईटी एवं आरएम	10
3.	**विद्युत् क्षेत्र मे कृत्रिम बुद्धिमता** श्रीमती सुमन बाला, निदेशक, एचआरडी	11
4.	**भारत के विद्युत क्षेत्र को बदलने में कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई) आधारित अनुप्रयोग की महत्व पूर्ण भूमिका** करन सरीन, उप निदेशक, वितरण नीति एवं निगरानी (डी.पी. एवं एम.) प्रभाग	15
5.	**विद्युत क्षेत्र में कृत्रिम बुद्धिमत्ता** गौरव गोयल, सहायक निदेशक, ओपीएम डिवीजन	18
6.	**विद्युत क्षेत्र में कृत्रिम बुद्धिमत्ता द्वारा संचालित परिवर्तन** बेट्सी सेबेस्टियन, उप निदेशक, आर आई ओ (दक्षिण)	19
7.	**विद्युत क्षेत्र में कृत्रिम बुद्धिमत्ता द्वारा संचालित परिवर्तन** रीता नागदेवे, उप निदेशक, टीई एवं टीडी प्रभाग	21
8.	**भारत के विद्युत क्षेत्र में कृत्रिम बुद्धिमत्ता का उपयोग** नरसी मीना, निदेशक, वित्तीय अध्ययन एवं विश्लेषण प्रभाग	24
9.	**पारेषण क्षेत्र में कृत्रिम बुद्धिमत्ता** बी एस बैरवा, मुख्य अभियंता एवं मनीष मौर्या, उप निदेशक, पीएसपीए-2	27
10.	**भारतीय विद्युत क्षेत्र में कृत्रिम बुद्धिमत्ता: नीतिगत एवं तकनीकी परिप्रेक्ष्य, अवसर, चुनौतियाँ एवं भविष्य की दिशा** अजय मालव, सहायक निदेशक, पीएसपीए-2 प्रभाग	31
11.	**एक आम महिला (कविता)** पुष्पा रानी राव, पीएसओ	35
12.	**खग तेरा स्वर (कविता)** गौरव कुमार, सहायक निदेशक, जल परियोजना आयोजन एवं अन्वेषण प्रभाग	36
13.	**साइबर हमलों के खिलाफ AI की ढाल** अभय अग्रवाल, सहायक निदेशक, डी पी एंड टी प्रभाग	37
14.	**प्रशासनिक सुधार: सुशासन और सशक्त भारत की आधारशिला** प्रशासन-1 अनुभाग, केविप्रा	39
15.	**सर्विसेज डिवीजन द्वारा किए जाने वाले कार्य एवं कार्यप्रणाली को बेहतर बनाने के उपाय** सामान्य आपूर्ति अनुभाग, केविप्रा	43
16.	**फोटो फीचर एवं उपलब्धियां**	

विद्युत वितरण क्षेत्र में कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) की भूमिका

शुभेन्द्र सिंह, उप निदेशक, सदस्य (GO&D) का कार्यालय

आधुनिक युग में बिजली केवल एक सुविधा नहीं, बल्कि आर्थिक और सामाजिक विकास की आधारशिला बन चुकी है। उद्योग, परिवहन, शिक्षा, स्वास्थ्य और घरेलू जीवन–सभी बिजली पर निर्भर हैं। बढ़ती जनसंख्या और ऊर्जा की मांग के कारण विद्युत वितरण प्रणाली को अधिक कुशल, सुरक्षित और विश्वसनीय बनाना आवश्यक हो गया है।

भारत का विद्युत वितरण क्षेत्र (Power Distribution Sector) वर्तमान समय में बड़े परिवर्तन के दौर से गुजर रहा है। बढ़ती बिजली मांग, तकनीकी हानियाँ (Technical Losses), बिजली चोरी, खराब बिलिंग व्यवस्था तथा वित्तीय घाटे जैसी समस्याएँ वितरण कंपनियों (DISCOMs) के सामने बड़ी चुनौती हैं। इन चुनौतियों से निपटने के लिए कृत्रिम बुद्धिमत्ता (Artificial Intelligence - AI), स्मार्ट मीटरिंग, डेटा एनालिटिक्स और डिजिटल ग्रिड तकनीकों का उपयोग तेजी से बढ़ रहा है।

भारतीय वितरण क्षेत्र की वर्तमान स्थिति

Central Electricity Authority और विद्युत मंत्रालय की रिपोर्टों के अनुसार भारत में वर्षों तक Aggregate Technical & Commercial (AT&C) Losses 20% से अधिक रहे, जो वितरण कंपनियों के वित्तीय संकट का मुख्य कारण बने। हाल के वर्षों में स्मार्ट मीटरिंग और डेटा आधारित निगरानी के कारण इन हानियों में कमी दर्ज की गई है। 2021 में देश का औसत AT&C Loss लगभग 21.9% था, जो 2025 तक घटकर लगभग 15% तक पहुँच गया।

यह सुधार मुख्य रूप से निम्न तकनीकों के कारण संभव हुआ–

- AI आधारित स्मार्ट मीटरिंग
- रियल टाइम डेटा मॉनिटरिंग
- स्वचालित बिलिंग प्रणाली
- बिजली चोरी की डिजिटल पहचान
- प्रिडिक्टिव मेंटेनेंस

स्मार्ट ग्रिड प्रणाली में AI का उपयोग

भारत सरकार की Revamped Distribution Sector Scheme (RDSS) के अंतर्गत देशभर में बड़े पैमाने पर स्मार्ट मीटर लगाए जा रहे हैं। आरडीएसएस (RDSS) के अंतर्गत 28 राज्यों एवं केंद्र शासित प्रदेशों की 45 विद्युत वितरण कंपनियों/उपयोगिताओं के लिए स्मार्ट मीटरिंग कार्य स्वीकृत किए गए हैं। इसके तहत 19.79 करोड़ उपभोक्ताओं, 52.53 लाख वितरण ट्रांसफॉर्मरों तथा 2.05 लाख फीडरों की स्मार्ट मीटरिंग शामिल है। 31 दिसंबर 2025 तक इस योजना के अंतर्गत 3.90 करोड़ स्मार्ट मीटर स्थापित किए जा चुके हैं। स्मार्ट मीटर केवल बिजली खपत मापने का उपकरण नहीं है, बल्कि यह AI आधारित डेटा प्रणाली का महत्वपूर्ण भाग है। यह हर उपभोक्ता की रियल टाइम बिजली खपत का डेटा DISCOM नियंत्रण केंद्र तक भेजता है।

AI इन आंकड़ों का विश्लेषण करके–

- बिजली चोरी की पहचान
- असामान्य खपत पैटर्न का पता
- बिलिंग त्रुटियों की रोकथाम
- ट्रांसफॉर्मर ओवरलोडिंग की भविष्यवाणी
- मांग (Demand Forecasting) का पूर्वानुमान जैसे कार्य करती है।

बिजली चोरी और लाइन लॉस नियंत्रण

भारत जैसे देशों में बिजली चोरी और तकनीकी हानियाँ (Line Losses) विद्युत वितरण कंपनियों के लिए बड़ी चुनौती हैं। AI इन समस्याओं को कम करने में प्रभावी सिद्ध हो रही है। AI सिस्टम स्मार्ट मीटर और सेंसर से प्राप्त डेटा का विश्लेषण करके असामान्य बिजली खपत की पहचान कर सकते हैं। यदि किसी क्षेत्र में अचानक असामान्य खपत दिखाई देती है, तो AI तुरंत संकेत देती है कि वहाँ बिजली चोरी या तकनीकी खराबी हो सकती है।

इस तकनीक की सहायता से वितरण कंपनियाँ समय रहते कार्रवाई कर सकती हैं, जिससे राजस्व हानि कम होती है और बिजली वितरण अधिक पारदर्शी बनता है।

प्रिडिक्टिव मेंटेनेंस

पहले बिजली वितरण प्रणाली में उपकरणों की मरम्मत खराबी आने के बाद की जाती थी, जिससे समय और धन दोनों की हानि होती थी। अब AI आधारित "प्रिडिक्टिव मेंटेनेंस" प्रणाली के माध्यम से ट्रांसफॉर्मर, केबल, सर्किट ब्रेकर और अन्य उपकरणों की स्थिति का लगातार विश्लेषण किया जाता है।

AI सेंसरों से प्राप्त डेटा का अध्ययन करके यह अनुमान लगा सकती है कि कौन-सा उपकरण कब खराब हो सकता है। इससे समय रहते मरम्मत की जा सकती है और बड़े स्तर पर बिजली बाधित होने से बचाव होता है। यह प्रणाली वितरण कंपनियों की कार्यक्षमता बढ़ाती है तथा रखरखाव की लागत को कम करती है।

आपदा प्रबंधन और त्वरित समाधान

तूफान, भारी वर्षा, बाढ़ या अन्य प्राकृतिक आपदाओं के समय बिजली वितरण प्रणाली प्रभावित हो सकती है। AI आधारित निगरानी प्रणाली प्रभावित क्षेत्रों की पहचान तेजी से कर सकती है। इससे मरम्मत दलों को सही स्थान पर तुरंत भेजा जा सकता है और बिजली आपूर्ति जल्दी बहाल की जा सकती है।

AI ड्रोन और कैमरों की सहायता से बिजली लाइनों की निगरानी भी कर सकती है, जिससे जोखिमपूर्ण क्षेत्रों में मानव श्रम की आवश्यकता कम हो जाती है।

उपभोक्ता सेवाओं में सुधार

AI आधारित Chatbots, मोबाइल एप्स और स्मार्ट बिलिंग सिस्टम उपभोक्ताओं को बेहतर सेवाएँ प्रदान कर रहे हैं। अब उपभोक्ता–

- रियल टाइम बिजली खपत देख सकते हैं
- प्रीपेड स्मार्ट मीटर रिचार्ज कर सकते हैं
- ऑनलाइन शिकायत दर्ज कर सकते हैं
- बिजली बचत के सुझाव प्राप्त कर सकते हैं

स्मार्ट मीटरों में "Last Gasp Signal" जैसी तकनीकें भी होती हैं, जो बिजली कटते ही नियंत्रण केंद्र को तुरंत सूचना भेज देती हैं। इससे Fault Location और Restoration Time कम हो जाता है।

चुनौतियाँ

हालाँकि AI वितरण क्षेत्र में क्रांतिकारी बदलाव ला रही है, लेकिन कई चुनौतियाँ भी मौजूद हैं–

1. **उच्च प्रारंभिक लागत**

   स्मार्ट मीटरिंग और डिजिटल ग्रिड हेतु बड़े निवेश की आवश्यकता होती है।

2. **साइबर सुरक्षा जोखिम**

   AI आधारित ग्रिड पर साइबर हमलों का खतरा बढ़ जाता है।

3. **डेटा गोपनीयता**

   उपभोक्ताओं के बिजली उपयोग संबंधी डेटा की सुरक्षा महत्वपूर्ण है।

4. **तकनीकी कौशल की कमी**

   DISCOMs में प्रशिक्षित AI और डेटा विशेषज्ञों की आवश्यकता बढ़ रही है।

निष्कर्ष

निष्कर्षतः कहा जा सकता है कि कृत्रिम बुद्धिमत्ता भारतीय विद्युत वितरण क्षेत्र को पारंपरिक व्यवस्था से डिजिटल एवं स्मार्ट प्रणाली में परिवर्तित कर रही है। Central Electricity Authority की रिपोर्टों से स्पष्ट है कि स्मार्ट मीटरिंग, डेटा एनालिटिक्स और AI आधारित वितरण प्रणाली के कारण AT&C Losses में कमी आई है तथा बिजली वितरण अधिक कुशल और पारदर्शी बना है।

भविष्य में AI आधारित Smart Grid, Predictive Maintenance और Renewable Energy Integration भारत की ऊर्जा सुरक्षा को मजबूत करेंगे। यदि वितरण कंपनियाँ डिजिटल निवेश, साइबर सुरक्षा और तकनीकी प्रशिक्षण पर ध्यान दें, तो AI भारत के विद्युत वितरण क्षेत्र को विश्वस्तरीय बना सकती है।

******

विद्युत क्षेत्र में AI आधारित प्रेडिक्टिव मेंटेनेंस : एक आधुनिक एवं प्रभावी समाधान

निमिष कुमार, उप निदेशक, एचईटी एवं आरएम

परिचय

वर्तमान समय में विद्युत क्षेत्र तीव्र तकनीकी परिवर्तन के दौर से गुजर रहा है। बढ़ती विद्युत मांग, नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों का विस्तार, ग्रिड की बढ़ती जटिलता और उच्च विश्वसनीयता की आवश्यकता ने विद्युत उत्पादन, पारेषण तथा वितरण प्रणालियों के सुरक्षित एवं निर्बाध संचालन को अत्यंत चुनौतीपूर्ण बना दिया है।

ऐसे परिदृश्य में **कृत्रिम बुद्धिमत्ता (Artificial Intelligence - AI)** आधारित **प्रेडिक्टिव मेंटेनेंस (Predictive Maintenance)** एक क्रांतिकारी एवं अत्यधिक प्रभावी समाधान के रूप में उभरा है। यह तकनीक उपकरणों के विफल होने से पहले ही संभावित खराबी का पूर्वानुमान लगाकर रखरखाव को बुद्धिमत्तापूर्ण बनाती है।

प्रेडिक्टिव मेंटेनेंस की अवधारणा

पारंपरिक रखरखाव मुख्यतः दो प्रकार का रहा है:

1. **ब्रेकडाउन मेंटेनेंस** – उपकरण के खराब होने के बाद मरम्मत करना।
2. **प्रिवेंटिव (समय-आधारित) मेंटेनेंस** – निर्धारित समय पर नियमित निरीक्षण एवं सर्विसिंग करना।

दोनों पद्धतियों की अपनी सीमाएँ हैं। ब्रेकडाउन मेंटेनेंस से अनियोजित शटडाउन और बिजली आपूर्ति बाधित होती है, जबकि प्रिवेंटिव मेंटेनेंस में अक्सर बिना जरूरत के रखरखाव पर अनावश्यक खर्च होता है।

प्रेडिक्टिव मेंटेनेंस इन सीमाओं को पार करते हुए **Condition-Based Maintenance** की अवधारणा पर कार्य करता है। इसमें IoT सेंसर, डेटा एनालिटिक्स, मशीन लर्निंग और AI का संयोजन कर उपकरण की वास्तविक स्वास्थ्य स्थिति का निरंतर विश्लेषण किया जाता है तथा भविष्य में होने वाली खराबी का सटीक पूर्वानुमान लगाया जाता है।

AI आधारित प्रेडिक्टिव मेंटेनेंस की कार्यप्रणाली

AI प्रणाली विभिन्न स्रोतों जैसे कि तापमान सेंसर, कंपन सेंसर, आंशिक डिस्चार्ज (Partial Discharge) डेटा, करंट-वोल्टेज सिग्नेचर इत्यादि से प्राप्त रीयल-टाइम डेटा का विश्लेषण करती है| तत्पश्चात AI एल्गोरिदम इन डेटा को प्रोसेस कर सामान्य और असामान्य पैटर्न की पहचान करते हैं। जब कोई असामान्य व्यवहार पाया जाता है, तो सिस्टम स्वचालित रूप से चेतावनी जारी करता है|

विद्युत क्षेत्र में AI आधारित प्रेडिक्टिव मेंटेनेंस के प्रमुख अनुप्रयोग

1. **तापीय विद्युत संयंत्रों में** बॉयलर, स्टीम टरबाइन, जनरेटर और पंप जैसे क्रिटिकल उपकरणों में कंपन, तापमान और दक्षता का विश्लेषण कर AI अनियोजित शटडाउन को काफी हद तक कम करता है।
2. **जलविद्युत परियोजनाओं में** हाइड्रो टरबाइन, पेनस्टॉक और गवर्नर सिस्टम में कैविटेशन, बेयरिंग फॉल्ट और असंतुलन की पूर्व चेतावनी देकर मशीनों की आयु बढ़ाता है।
3. **पावर ट्रांसफार्मर मॉनिटरिंग** ट्रांसफार्मर विद्युत ग्रिड का सबसे महत्वपूर्ण एवं महंगा उपकरण है। AI Dissolved Gas Analysis, तापमान और लोड डेटा के आधार पर इंसुलेशन डिग्रेडेशन और आंतरिक फॉल्ट का पूर्वानुमान लगाता है, जिससे बड़े हादसों को रोका जा सकता है।
4. **पारेषण लाइनों एवं स्विचयार्ड की निगरानी** ड्रोन, कंप्यूटर विजन और AI इमेज प्रोसेसिंग के माध्यम से इंसुलेटर क्षति, हॉटस्पॉट, जंग और वनस्पति अतिक्रमण का पता लगाया जाता है।
5. **वितरण प्रणाली में** स्मार्ट मीटर और स्मार्ट ग्रिड के साथ AI फॉल्ट लोकेशन, लोड फोरकास्टिंग और लाइन लॉस को कम करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

AI आधारित प्रेडिक्टिव मेंटेनेंस के प्रमुख लाभ

- **अनियोजित बंदी (Unplanned Outage) में कमी**

संभावित खराबियों की पहले से पहचान होने के कारण अचानक उपकरण फेल होने की घटनाएँ कम हो जाती हैं।

- **रखरखाव लागत में कमी**

केवल आवश्यक उपकरणों का ही रखरखाव किया जाता है, जिससे अनावश्यक खर्च कम होता है।

- **उपकरणों की आयु में वृद्धि**

समय पर मरम्मत एवं उचित संचालन के कारण मशीनों की कार्यक्षमता एवं जीवनकाल बढ़ता है।

- **सुरक्षा में सुधार**

बड़े हादसों, आग एवं उपकरण विस्फोट जैसी घटनाओं की संभावना कम हो जाती है।

- **ऊर्जा दक्षता में वृद्धि**

AI आधारित निगरानी से संयंत्रों का प्रदर्शन बेहतर होता है तथा ऊर्जा हानि कम होती है।

चुनौतियाँ

हालांकि इस तकनीक में अत्यधिक संभावनाएँ हैं, फिर भी इसमे निम्नलिखित कुछ चुनौतियाँ भी हैं:

- उच्च प्रारंभिक पूंजी निवेश
- गुणवत्तापूर्ण लेबल्ड डेटा की कमी
- पुराने उपकरणों में IoT सेंसर एकीकरण की कठिनाई
- साइबर सुरक्षा जोखिम
- प्रशिक्षित तकनीकी जनशक्ति की कमी

निष्कर्ष

कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित प्रेडिक्टिव मेंटेनेंस विद्युत क्षेत्र में रखरखाव की पारंपरिक प्रणालियों को आधुनिक, बुद्धिमान और लागत-प्रभावी स्वरूप प्रदान कर रहा है। यह न केवल बिजली आपूर्ति की विश्वसनीयता और निरंतरता सुनिश्चित करता है, बल्कि भारत के ऊर्जा क्षेत्र को आत्मनिर्भर और स्मार्ट बनाने में भी महत्वपूर्ण योगदान दे रहा है। भविष्य में AI का और गहरा एकीकरण विद्युत क्षेत्र को स्वायत्त संचालन (Autonomous Operation) की ओर ले जाएगा। इस तकनीक को व्यापक रूप से अपनाना भारत के 24×7 सस्ती, विश्वसनीय और सस्टेनेबल बिजली उपलब्ध कराने के लक्ष्य को साकार करने में मील का पत्थर साबित होगा।

******

विद्युत् क्षेत्र मे कृत्रिम बुद्धिमत्ता

श्रीमती सुमन बाला, निदेशक, एचआरडी

कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई) क्या है?

कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई) एक क्रांतिकारी तकनीक है जो मशीनों को मनुष्यों की तरह समस्या-समाधान कार्य करने में सक्षम बनाती है। छवियों को पहचानने और रचनात्मक सामग्री तैयार करने से लेकर डेटा-आधारित भविष्यवाणियां करने तक, एआई व्यवसायों को बड़े पैमाने पर बेहतर निर्णय लेने में मदद करती है।

आज के डिजिटल युग में, संगठन सेंसर, उपयोगकर्ता अंतःक्रियाओं और सिस्टम लॉग से भारी मात्रा में डेटा उत्पन्न करते हैं। एआई इस डेटा का उपयोग संचालन को सुव्यवस्थित करने, ग्राहक सहायता को स्वचालित करने, विपणन रणनीतियों को बेहतर बनाने और उन्नत विश्लेषण के माध्यम से उपयोगी अंतर्दृष्टि प्रदान करने के लिए करता है।

AWS (अमेज़न वेब सीरीज़) के साथ, व्यवसाय नवाचार को गति देने, ग्राहक अनुभव को बेहतर बनाने और जटिल चुनौतियों को हल करने के लिए AI को सहजता से एकीकृत कर सकते हैं। AWS के AI समाधान कंपनियों को व्यक्तिगत इंटरैक्शन प्रदान करने, निर्णय लेने की प्रक्रिया को स्वचालित करने और तेजी से विकसित हो रही डिजिटल दुनिया में विकास के नए अवसरों को खोलने में सक्षम बनाते हैं–और यह सब AWS की गोपनीयता, सुरक्षा और जिम्मेदार AI के प्रति प्रतिबद्धता के लाभ के साथ होता है।

ऊर्जा और उपयोगिता क्षेत्रों में कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) भविष्यसूचक विश्लेषण और मशीन लर्निंग का

उपयोग करके परिचालन दक्षता, ग्रिड विश्वसनीयता और ग्राहक सेवा को बेहतर बनाती है। इसके प्रमुख अनुप्रयोगों में नवीकरणीय ऊर्जा भंडारण का अनुकूलन, मांग का पूर्वानुमान, बुनियादी ढांचे के लिए भविष्यसूचक रखरखाव का कार्यान्वयन और AI-संचालित चैटबॉट के माध्यम से ग्राहक सहभागिता में सुधार शामिल हैं। यह लागत कम करने, सुरक्षा बढ़ाने और कार्बन उत्सर्जन कम करने के प्रयासों में सहायता करती है।

ऊर्जा और उपयोगिता क्षेत्र में एआई के प्रमुख अनुप्रयोग

पूर्वानुमानित रखरखाव: उपकरण की खराबी होने से पहले ही उसका पता लगाने के लिए सेंसर से प्राप्त डेटा का विश्लेषण करना, जिससे डाउनटाइम और रखरखाव लागत में कमी आती है।

ग्रिड प्रबंधन और अनुकूलन: एआई एल्गोरिदम वास्तविक समय में आपूर्ति और मांग को संतुलित करते हैं, जिससे नवीकरणीय स्रोतों (सौर/पवन) को अधिक प्रभावी ढंग से एकीकृत किया जा सकता है।

मांग पूर्वानुमान: ऊर्जा खपत के पैटर्न का सटीक, डेटा-आधारित पूर्वानुमान, जिससे

ग्राहक अनुभव: जनरेटिव एआई चैटबॉट 24/7 सहायता प्रदान करते हैं, जो व्यक्तिगत जानकारी, उपयोग संबंधी अलर्ट और ऊर्जा-बचत संबंधी सुझाव प्रदान करते हैं।

सुरक्षा और संरक्षा: साइबर सुरक्षा को बढ़ाना और बुनियादी ढांचे की अनियमितताओं या धोखाधड़ी का पता लगाना, जैसे कि कपटपूर्ण, अवैध या असामान्य उपभोग पैटर्न।

कार्यबल प्रबंधन: फील्ड क्रू के शेड्यूलिंग और डिस्पैचिंग को अनुकूलित करना, जिससे कुछ कंपनियों के लिए परिचालन दक्षता में 60%-80% तक सुधार देखा

ऊर्जा क्षेत्र में कृत्रिम बुद्धिमत्ता: लाभ और उपयोग के उदाहरण

कृत्रिम बुद्धिमत्ता ऊर्जा क्षेत्र में क्रांतिकारी बदलाव ला रही है, जिससे यह क्षेत्र अधिक पर्यावरण-अनुकूल, सुरक्षित और कुशल बन रहा है।

ऊर्जा क्षेत्र आज के नवाचारों के साथ तालमेल बिठाने का एक तरीका कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई) का उपयोग करना है। कृत्रिम बुद्धिमत्ता और मशीन लर्निंग विकास सेवाएं ऊर्जा उद्योग को क्या दे सकती हैं, और वे इसे कैसे अधिक सुरक्षित और कुशल बना सकती हैं?

ऊर्जा और सामान्य तौर पर बिजली आपूर्ति क्षेत्रों में कृत्रिम बुद्धिमत्ता के उपयोग की संभावनाएं अनेक और विविध हैं। रिसर्च एंड मार्केट्स के अनुसार , ऊर्जा क्षेत्र में एआई का बाजार सालाना 24.6% की दर से बढ़ रहा है, क्योंकि बिजली उत्पादन कंपनियां अपने कार्यप्रवाह को नया रूप देने और अनुकूलित करने के लिए एआई-संचालित समाधानों को अपना रही हैं।

डेटा को संसाधित करने और उसका विश्लेषण करने की इसकी क्षमताओं ने ऊर्जा प्रबंधन और संपूर्ण ऊर्जा क्षेत्र के डिजिटल परिवर्तन में कृत्रिम बुद्धिमत्ता के कई उपयोग के मामले खोज निकाले हैं।

ऊर्जा क्षेत्र में एआई के प्रमुख लाभ

कृत्रिम बुद्धिमत्ता की परिवर्तनकारी शक्ति ऊर्जा क्षेत्र को अनेक लाभ पहुँचाती है, जिससे ऊर्जा उत्पादन और वितरण के तरीके में बदलाव आता है। एआई क्षमताओं के सही उपयोग से ऊर्जा कंपनियाँ परिचालन में महत्वपूर्ण सुधार देख सकती हैं।

उच्च दक्षता

कृत्रिम बुद्धिमत्ता का एक मुख्य लाभ यह है कि यह उन अनेक कार्यों को अपने हाथ में ले सकती है जो आमतौर पर मनुष्यों द्वारा किए जाते हैं। इसके अलावा, यह उन्हें अधिक तेज़ी से, अधिक कुशलता से और अधिक सटीकता से कर सकती है। ऊर्जा क्षेत्र में वास्तविक और ऐतिहासिक दोनों प्रकार के भारी मात्रा में डेटा का प्रसंस्करण होता है। यहीं पर एआई ऊर्जा खपत के आंकड़ों का विश्लेषण करने, समय के साथ रुझानों को समझने, सैकड़ों आईओटी उपकरणों से प्राप्त डेटा को संसाधित करने और डिजिटल ट्विन तकनीक के साथ सुविधा प्रबंधन को सुव्यवस्थित करने में आभासी सहायता प्रदान कर सकता है ।

इसके परिणामस्वरूप, न केवल व्यावसायिक प्रक्रियाएं तेज होती हैं, बल्कि कंपनी को भारी मात्रा

में डेटा के सटीक विश्लेषण के आधार पर अद्वितीय अंतर्दृष्टि प्राप्त होती है। ऐसी अंतर्दृष्टि ऊर्जा वितरण के अधिक कुशल तरीकों का सुझाव दे सकती है, जिससे बिजली संयंत्रों और ग्रिडों की दक्षता में वृद्धि हो सकती है।

अनुकूलित पीढ़ी

ऊर्जा उत्पादन, वितरण और खपत पर दीर्घकालिक सांख्यिकीय आंकड़ों के सटीक व्यावसायिक विश्लेषण से प्राप्त विस्तृत जानकारी प्रदान करते हुए , एआई अनुप्रयोग उत्पादन को मांग के अनुरूप समायोजित करने में योगदान दे सकते हैं।

कृत्रिम बुद्धिमत्ता ऐतिहासिक आंकड़ों, पर्यावरणीय
कृत्रिम बुद्धिमत्ता ऐतिहासिक आंकड़ों, पर्यावरणीय परिस्थितियों और विद्युत संयंत्रों की क्षमताओं के आधार पर मांग में होने वाले उतार-चढ़ाव को ध्यान में रखते हुए इष्टतम उत्पादन पैटर्न तैयार करती है। इस दृष्टिकोण से, विद्युत संयंत्र अपनी उत्पादन प्रक्रियाओं को सुव्यवस्थित कर सकते हैं और ऊर्जा की बर्बादी को कम कर सकते हैं।

लागत में कमी

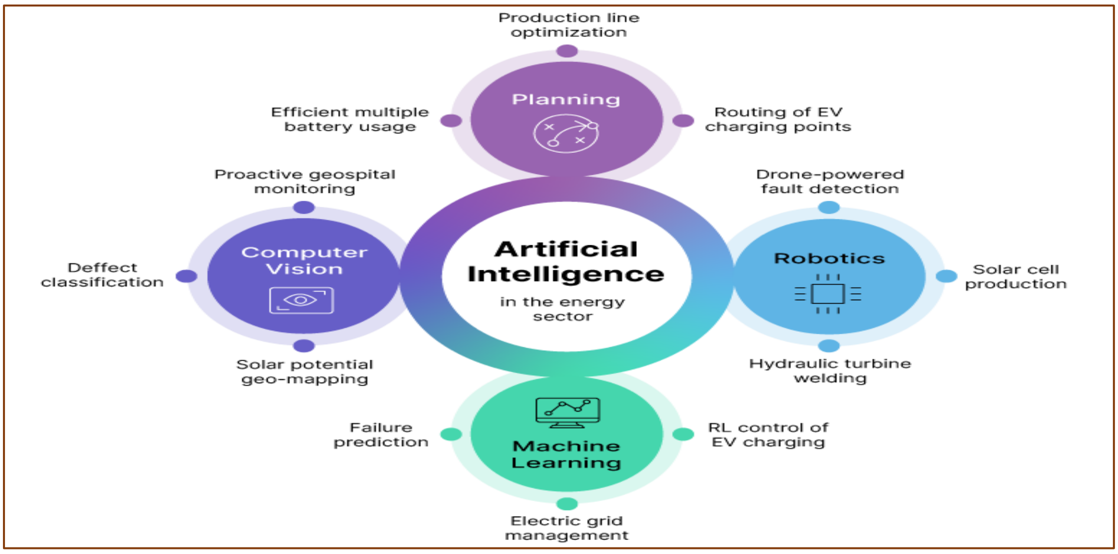
मैन्युअल कार्यों को कम करने और ऊर्जा उत्पादन को अनुकूलित करने से अंततः समग्र ऊर्जा लागत कम हो जाती है। इसी प्रकार, ऊर्जा क्षेत्र में कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) का उपयोग उपकरण रखरखाव लागत को कम करने में इसकी भूमिका के लिए भी सराहनीय है।

ऊर्जा उत्पादन में उपयोग होने वाले उपकरणों के विभिन्न मापदंडों की निगरानी करके, एआई अनुप्रयोग संभावित खराबी का संकेत देने वाले छोटे-मोटे विचलनों का भी पता लगा सकते हैं। इस तरह की शीघ्र पहचान से एआई का उपयोग करने वाली ऊर्जा कंपनियां निवारक उपाय कर सकती हैं और यह सुनिश्चित कर सकती हैं कि उनके उपकरण कार्यशील स्थिति में हैं। परिणामस्वरूप, कंपनी के उपकरण रखरखाव की लागत आमतौर पर कम होती है, जिसका लाभ ग्राहकों के लिए ऊर्जा की कम लागत के रूप में मिल सकता है।

बेहतर स्थिरता

कृत्रिम बुद्धिमत्ता और मशीन लर्निंग उद्यमों को अधिक स्थिरता प्राप्त करने और कार्बन उत्सर्जन को कम करने में मदद कर सकते हैं। ऊर्जा उत्पादन में शामिल चरम मांग, मौसम की स्थिति और बिजली संयंत्रों से संबंधित जानकारी सहित जटिल डेटासेट का विश्लेषण करके, एआई अनुप्रयोग स्वचालित रूप से कार्बन मोनोऑक्साइड उत्सर्जन की निगरानी और नियंत्रण करते हैं।

कम मांग के समय उत्पादन कम करके या धूप वाले मौसम में सौर पैनलों का उपयोग करके, एआई कार्बन उत्सर्जन को कम करने के संयंत्र के प्रयासों को अधिकतम करता है। एआई उपकरण आवश्यक उत्पादन स्तर को बनाए रखते हुए जीवाश्म ईंधन आधारित उत्पादन की तुलना में नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों को प्राथमिकता देकर कंपनी के पर्यावरणीय प्रभाव को भी कम कर सकते



ऊर्जा क्षेत्र में एआई के शीर्ष उपयोग के उदाहरण

डेटा डिजिटलीकरण

जैसे-जैसे दुनिया व्यक्तिगत डिजिटल सेवाओं की ओर अग्रसर हो रही है, ऊर्जा क्षेत्र वैश्विक रुझानों के साथ तालमेल बिठाने का प्रयास कर रहा है । एआई डेटा संग्रहण, भंडारण और प्रबंधन में बदलाव लाने में सहायक हो सकता है, जिससे ऊर्जा क्षेत्र को बदलते समय के साथ कदम मिलाकर चलने में मदद मिलेगी।

ऊर्जा कंपनियों को भारी मात्रा में डेटा का प्रबंधन करना पड़ता है। कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) की मदद से वे डेटा को अधिक समय और लागत-कुशलता से संग्रहित, संसाधित और प्रबंधित कर सकते हैं। नवोन्मेषी तकनीक को लागू करने से ऊर्जा उद्योग अस्थिर आर्थिक वातावरण में अधिक प्रतिस्पर्धी बन सकता है और वर्तमान में उपलब्ध विधियों की तुलना में बेहतर परिचालन पद्धतियाँ विकसित कर सकता है। इसके अलावा, AI डेटा प्रबंधन से ऐसे नए निष्कर्ष निकल सकते हैं जो उद्योग के कामकाज के तरीके को पूरी तरह से बदल सकते हैं।

एआई पूर्वानुमान

विश्व ऊर्जा संबंधी गंभीर समस्याओं का सामना कर रहा है। आधुनिक मशीनों को अधिकाधिक ऊर्जा की आवश्यकता होती है, और वैश्विक जनसंख्या की भी यही स्थिति है। ऊर्जा उद्योग में कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई) के प्रमुख कार्यों में से एक है भविष्यसूचक विश्लेषण।

ऊर्जा कंपनियों को लागत कम करने, बिजली बचाने, बदलती परिस्थितियों के लिए तैयार रहने और बेहतर ग्राहक सेवा प्रदान करने के लिए अपनी पूर्वानुमान विश्लेषण विधियों में सुधार करने की सख्त जरूरत है। मशीन लर्निंग और डीप लर्निंग की मदद से ऊर्जा पूर्वानुमान को नए स्तर पर ले जाना संभव है। ऊर्जा प्रदाताओं को मांग में बदलाव, सिस्टम ओवरलोड और संभावित विफलताओं का यथासंभव सटीक पूर्वानुमान लगाने की आवश्यकता है। ऊर्जा उद्योग में त्रुटि की लागत बहुत अधिक है।

स्मार्ट ग्रिड

सतत विकास को ध्यान में रखते हुए, ऊर्जा कंपनियां स्मार्ट ग्रिड लागू कर रही हैं जहां बिजली उत्पादन और वितरण मांग और खपत में होने वाले परिवर्तनों के अनुसार गतिशील रूप से प्रतिक्रिया करते हैं। इस दृष्टिकोण से, ऊर्जा कंपनियां मांग में अचानक होने वाली वृद्धि के लिए बेहतर रूप से तैयार हो सकती हैं और उपकरण खराब होने की स्थिति में संसाधनों का पुनर्वितरण कर सकती हैं।

कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) की मदद से स्मार्ट ग्रिड का प्रबंधन और भी आसान हो जाता है। AI एल्गोरिदम न केवल वर्तमान और ऐतिहासिक रुझानों का विश्लेषण कर सकते हैं, बल्कि प्रमाणित पूर्वानुमान भी लगा सकते हैं, जिससे कंपनियां संसाधनों का अधिक कुशलता से आवंटन कर पाती हैं। पर्यावरण संरक्षण और स्थिरता पर केंद्रित इतालवी हरित ऊर्जा कंपनी एनल, बिजली उत्पादन में संसाधनों के उपयोग की दक्षता बढ़ाने और कार्बन उत्सर्जन को कम करने के लिए अपने हरित ग्रिड के डिजाइन में AI का उपयोग करती है।

ऊर्जा उत्पादन अनुप्रयोगों में एआई की सबसे अधिक मांग है

ऊर्जा क्षेत्र में एआई का एकीकरण स्वचालन, सीओ2 उत्सर्जन को कम करने, निवारक रखरखाव को सक्षम बनाने और पारदर्शी और सुरक्षित संचालन सुनिश्चित करने के लिए तेजी से प्रासंगिक होता जा रहा है, जो स्रोत संक्रमण, व्यावसायिक परिवर्तन और भविष्योन्मुखी डिजिटल रणनीतियों के अवसर प्रदान करता है।

नवीकरणीय ऊर्जा , जो लगातार गति पकड़ रही है, एआई तकनीकों को एकीकृत करने में अग्रणी भूमिका निभा रही है। मौसम के पैटर्न और ऊर्जा

खपत पर व्यापक डेटा का विश्लेषण करके एआई का उपयोग विभिन्न विभागों के संचालन को अनुकूलित करने में किया जाता है। इससे दक्षता बढ़ती है, पूर्वानुमान की सटीकता में सुधार होता है और रखरखाव प्रक्रिया सुव्यवस्थित होती है।

इसके अलावा, कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) ऊष्मीय ऊर्जा उत्पादन में महत्वपूर्ण प्रगति ला रही है , जिससे भूतापीय और केंद्रित सौर ऊर्जा जैसी प्रौद्योगिकियों को लाभ हो रहा है। संसाधनों के आवंटन को अनुकूलित करके और ऊर्जा मांग में उतार-चढ़ाव का पूर्वानुमान लगाकर, ऊष्मीय ऊर्जा उत्पादन पर सटीक मशीन-आधारित नियंत्रण विश्वसनीयता और लागत-प्रभावशीलता में सुधार करता है।

परमाणु ऊर्जा में , एआई एल्गोरिदम सुरक्षा उपायों को बढ़ाते हैं, रिएक्टर के प्रदर्शन को परिष्कृत करते हैं और रेडियोधर्मी अपशिष्ट प्रक्रियाओं का प्रबंधन करते हैं, जिससे निर्बाध संचालन सुनिश्चित होता है और पर्यावरणीय प्रभाव कम से कम होता है।

इन अनुप्रयोगों के अलावा, एआई ईंधन निष्कर्षण , ग्रिड प्रबंधन और ऊर्जा भंडारण जैसी पारंपरिक प्रक्रियाओं में भी सकारात्मक बदलाव ला रहा है। एआई जीवाश्म ईंधन निष्कर्षण की प्रक्रियाओं को बेहतर बनाता है और साथ ही पर्यावरणीय प्रभाव को कम करता है। एआई द्वारा संचालित ग्रिड प्रबंधन प्रणालियाँ ऊर्जा वितरण नेटवर्क को अनुकूलित करती हैं, मांग में उतार-चढ़ाव के अनुकूल ढलती हैं और विभिन्न ऊर्जा स्रोतों को बिना किसी अतिरिक्त प्रयास के एकीकृत करती हैं। इसके अतिरिक्त, एआई-आधारित ऊर्जा भंडारण समाधान नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों से जुड़ी अनिश्चितताओं को कम करने

निष्कर्ष

आज की अर्थव्यवस्था आधुनिक प्रौद्योगिकी, उपकरणों और मशीन-चालित अनुप्रयोगों से परिपूर्ण है , जिनमें परस्पर जुड़े डिजिटल प्लेटफॉर्म से लेकर रोबोट और एल्गोरिदम तक शामिल हैं। ऊर्जा क्षेत्र, जो मानवता के लिए मूलभूत है, नवीन प्रौद्योगिकियों के व्यावहारिक अनुप्रयोगों की सक्रिय रूप से खोज कर रहा है और लगातार उभरते विकासों का अन्वेषण और मूल्यांकन कर रहा है। कृत्रिम बुद्धिमत्ता में इस क्षेत्र में वैश्विक स्तर पर क्रांति लाने की क्षमता है। उम्मीद है कि जल्द ही एआई एक उपयोगी तकनीक से ऊर्जा उद्योग में अब तक के सबसे कुशल निर्णय लेने वाले तंत्र में परिवर्तित हो जाएगा। हालांकि इसमें कई गंभीर चुनौतियां हैं, फिर भी यह अनुमान लगाया जा रहा है कि इससे मैन्युअल कार्य कम होगा, जोखिम न्यूनतम होंगे और डेटा एवं परिसंपत्ति प्रबंधन में सुधार होगा। संक्षेप में, ऊर्जा क्षेत्र के लिए एआई का वादा डिजिटल परिवर्तन से कहीं अधिक है, जो मानवीय बुद्धिमत्ता के पूरक होने पर मानवता के लिए एक बेहतर भविष्य का मार्ग प्रशस्त करता है।

******

भारत के विद्युत क्षेत्र को बदलने में कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई) आधारित अनुप्रयोग की महत्वपूर्ण भूमिका

करन सरीन, उप निदेशक, वितरण नीति एवं निगरानी (डी.पी. एवं एम.) प्रभाग

वर्तमान समय विज्ञान और प्रौद्योगिकी का युग है। विश्व के प्रत्येक क्षेत्र में डिजिटल तकनीकों का उपयोग तेजी से बढ़ रहा है और कृत्रिम बुद्धिमत्ता अर्थात् आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस (एआई) इस परिवर्तन का प्रमुख आधार बन चुकी है।

कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई) क्या है?

कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई) मशीनों की वह योग्यता है, जिसके द्वारा वे वह सब कार्य कर सकती हैं जिनके लिए सामान्यतः मानवीय बुद्धिमत्ता की आवश्यकता होती है। यह सिस्टम्स को अनुभव से सीखने, नई परिस्थितियों के अनुकूल ढलने और जटिल समस्याओं को स्वतंत्र रूप से हल करने में सक्षम बनाती है। एआई सूचना का विश्लेषण करने,

पैटर्न पहचानने और जवाब तैयार करने के लिए डेटासेट, एल्गोरिदम और बड़े भाषा मॉडल का उपयोग करता है। समय के साथ, ये सिस्टम्स अपने प्रदर्शन में सुधार करते हैं, जिससे वे मनुष्यों के समान तर्क करने, निर्णय लेने और संवाद करने में सक्षम हो जाते हैं।

विद्युत क्षेत्र को बदलने में कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई) की भूमिका

भारत दुनिया के सबसे बड़े एकीकृत पावर ग्रिड का संचालन करता है और राष्ट्रीय बिजली ग्रिड में एआई के गहन एकीकरण की दिशा में तेजी से काम कर रहा है। भारत के विद्युत क्षेत्र में कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई) आधारित अनुप्रयोगों की भूमिका अत्यंत महत्वपूर्ण होती जा रही है। विद्युत क्षेत्र में कृत्रिम बुद्धिमत्ता का उपयोग उत्पादन, पारेषण, वितरण और खपत को अनुकूलित करने के लिए किया जा रहा है। विद्युत क्षेत्र में बढ़ती मांग, नवीकरणीय ऊर्जा के एकीकरण, आपूर्ति की विश्वसनीयता, ऊर्जा दक्षता तथा आपदा प्रबंधन जैसी चुनौतियों से निपटने में एआई एक परिवर्तनकारी तकनीक के रूप में उभर रहा है।

विद्युत क्षेत्र में सबसे बड़ी चुनौती बिजली की मांग और आपूर्ति के बीच संतुलन बनाए रखना है। यदि मांग का सही अनुमान नहीं लगाया जाए तो बिजली की कमी या अतिरिक्त उत्पादन दोनों समस्याएं उत्पन्न हो सकती हैं। एआई आधारित प्रणालियां मौसम, ऐतिहासिक डेटा, त्योहारों, औद्योगिक गतिविधियों और उपभोक्ता व्यवहार का विश्लेषण करके बिजली की मांग का पूर्वानुमान लगाने में सक्षम हो सकती हैं। इससे विद्युत उत्पादन कंपनियां आवश्यकतानुसार बिजली उत्पादन कर सकती हैं, जिससे ईंधन की बचत होती है और उत्पादन लागत कम होती है।

भारत में सौर एवं पवन ऊर्जा का उपयोग तेजी से बढ़ रहा है। लेकिन इन स्रोतों की सबसे बड़ी समस्या उनकी अनिश्चितता है क्योंकि उनका उत्पादन मौसम पर निर्भर करता है। एआई मौसम संबंधी आंकड़ों का विश्लेषण करके सौर विकिरण एवं पवन गति का पूर्वानुमान लगाती है, जिससे नवीकरणीय ऊर्जा उत्पादन का सही अनुमान लगाया जा सकता है। इससे ग्रिड स्थिरता बनाए रखने में सहायता मिलती है तथा पारंपरिक ऊर्जा स्रोतों पर निर्भरता कम होती है। भविष्य में "ग्रीन ग्रिड" की सफलता में एआई की भूमिका अत्यंत महत्वपूर्ण होगी।

भारत में इलेक्ट्रिक वाहनों (EVs) का उपयोग तेजी से बढ़ रहा है। एआई आधारित चार्जिंग प्रबंधन प्रणाली यह सुनिश्चित करती है कि चार्जिंग स्टेशनों पर बिजली का भार संतुलित रहे। इससे विद्युत ग्रिड पर अतिरिक्त दबाव कम होता है और ई-मोबिलिटी को बढ़ावा मिलता है।

कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित समाधान, स्मार्ट मीटर एनालिटिक्स, डिजिटल ट्विन्स, प्रेडिक्टिव मेंटेनेंस, चोरी का पता लगाने वाली इंटेलिजेंस, उपकरण-स्तर की उपभोक्ता अंतर्दृष्टि, स्वचालित आउटेज भविष्यवाणी और जेनएआई-आधारित निर्णय समर्थन उपभोक्ता अनुभव और परिचालन दक्षता दोनों को बदल सकते हैं।

कृत्रिम बुद्धिमत्ता/मशीन लर्निंग का उपयोग उपकरणों की खराबी का पहले से ही पूर्वानुमान लगाने के लिए किया जाता है, जिससे डाउनटाइम और रखरखाव लागत कम हो जाती है। ट्रांसफार्मर, टर्बाइन, जनरेटर, गवर्नर और अन्य उपकरणों से प्राप्त सेंसर डेटा का विश्लेषण करके, एआई मॉडल ऐसे पैटर्न की पहचान कर सकते हैं जो संभावित खराबी का संकेत देते हैं। इससे बिजली आपूर्ति बाधित होने से पहले ही निर्धारित रखरखाव और पुर्जों को बदलने में मदद मिलती है। ऐसे उद्योग में जहां उपकरणों की खराबी आम बात है और इसके गंभीर परिणाम हो सकते हैं, एआई को उपयुक्त सेंसर के साथ मिलाकर उपकरणों की निगरानी करना और खराबी होने से पहले ही उसका पता लगाना उपयोगी हो सकता है, जिससे संसाधनों, धन, समय और जान की बचत होती है। उदाहरण के लिए, यदि किसी टरबाइन या बॉयलर में असामान्य कंपन या तापमान वृद्धि होती है, तो एआई तुरंत चेतावनी जारी कर सकती है। इससे दुर्घटनाओं की संभावना कम होती है तथा संयंत्रों का डाउनटाइम घटता है।

कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई) आधारित समाधान प्रौद्योगिकी द्वारा विश्वास बहाल करने, परिवारों

को अपनी खपत को बेहतर ढंग से प्रबंधित करने के लिए सशक्त बनाने, बिजली कटौती को होने से पहले ही रोकने, ईमानदार उपभोक्ताओं को चोरी के बोझ से बचाने और डिस्कॉम को नुकसान कम करने, बिजली खरीद लागत को अनुकूलित करने और मजबूत बुनियादी ढांचे में पुनर्निवेश करने में सक्षम बनाने की एक सशक्त कहानी को उजागर करते हैं - जिससे भारत डिजिटल बिजली सुधार और भविष्य के लिए तैयार ग्रिड प्रशासन में वैश्विक नेता के रूप में स्थापित होता है। इसके लिए डिस्कॉम कंपनियों में डिजिटलीकरण को मज़बूत करने और मापनीय परिचालन और वित्तीय सुधार प्रदान करने वाले एआई/एमएल-आधारित समाधानों को अपनाने को बढ़ावा देना महत्वपूर्ण है।

डिजिटल विद्युत प्रणालियों में साइबर हमलों का खतरा भी बढ़ गया है। एआई आधारित साइबर सुरक्षा प्रणाली संदिग्ध गतिविधियों की पहचान करके तुरंत चेतावनी जारी कर सकती है।

नई तकनीकों के बारे में फैली गलत सूचनाओं को दूर करना और इस क्षेत्र में प्रौद्योगिकी को अपनाने के लिए उपभोक्ताओं का बहुमूल्य समर्थन प्राप्त करना महत्वपूर्ण है। एआई आधारित चैटबॉट और वर्चुअल असिस्टेंट उपभोक्ताओं की शिकायतों का त्वरित समाधान प्रदान कर रहे हैं। उपभोक्ता बिजली बिल, आउटेज सूचना, भुगतान स्थिति एवं शिकायतों से संबंधित जानकारी ऑनलाइन प्राप्त कर सकते हैं। इससे उपभोक्ता संतुष्टि बढ़ती है तथा वितरण कंपनियों का कार्यभार कम होता है।

भारत सरकार की पहल

भारत सरकार विद्युत क्षेत्र में डिजिटल परिवर्तन को बढ़ावा देने हेतु अनेक योजनाएं चला रही है:

- स्मार्ट ग्रिड मिशन
- राष्ट्रीय स्मार्ट मीटर कार्यक्रम
- डिजिटल इंडिया अभियान
- ग्रीन एनर्जी कॉरिडोर
- आरडीएसएस

इन योजनाओं के माध्यम से एआई, डेटा एनालिटिक्स और स्मार्ट तकनीकों का उपयोग बढ़ाया जा रहा है।

निष्कर्ष

कृत्रिम बुद्धिमत्ता विद्युत क्षेत्र के आधुनिकीकरण में महत्वपूर्ण भूमिका निभा रही है। यह विद्युत उत्पादन, संचरण, वितरण एवं उपभोक्ता सेवाओं को अधिक कुशल, विश्वसनीय तथा सुरक्षित बनाने में सहायक है। स्मार्ट ग्रिड, नवीकरणीय ऊर्जा एवं डिजिटल प्रौद्योगिकियों के विस्तार के साथ एआई का महत्व और अधिक बढ़ेगा। भारत जैसे तेजी से विकसित हो रहे देश के लिए एआई आधारित विद्युत प्रणाली ऊर्जा सुरक्षा, सतत विकास तथा आर्थिक प्रगति की दिशा में एक महत्वपूर्ण कदम सिद्ध होगी। भारत की बिजली प्रणालियों में बढ़ती जटिलताओं और नवीकरणीय ऊर्जा की बढ़ती हिस्सेदारी को संभालने के लिए कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई) एक गेम-चेंजर साबित हो सकता है। हालांकि इसके कार्यान्वयन में कुछ चुनौतियां हैं, लेकिन उचित नीति, निवेश, तकनीकी विकास और मानव संसाधन प्रशिक्षण के माध्यम से इन चुनौतियों का समाधान किया जा सकता है। आने वाले समय में एआई भारत के विद्युत क्षेत्र को आधुनिक, आत्मनिर्भर और सतत विकास की दिशा में आगे बढ़ाने का सबसे प्रभावशाली माध्यम सिद्ध होगी।

भारत ने "नेट जीरो" लक्ष्य प्राप्त करने का संकल्प लिया है और इस दिशा में एआई आधारित ऊर्जा प्रबंधन अत्यंत सहायक सिद्ध होगा। कृत्रिम बुद्धिमत्ता के माध्यम से भारत सरकार के "स्मार्ट ग्रिड", "डिजिटल इंडिया", "राष्ट्रीय स्मार्ट मीटर मिशन" तथा "ग्रीन एनर्जी" जैसे कार्यक्रमों को बढ़ावा मिल सकता है। भारत में 24x7 गुणवत्तापूर्ण बिजली आपूर्ति, नवीकरणीय ऊर्जा एकीकरण और कार्बन मुक्त ऊर्जा प्रणाली के लक्ष्य को प्राप्त करने में एआई की भूमिका अत्यंत महत्वपूर्ण रहेगी।

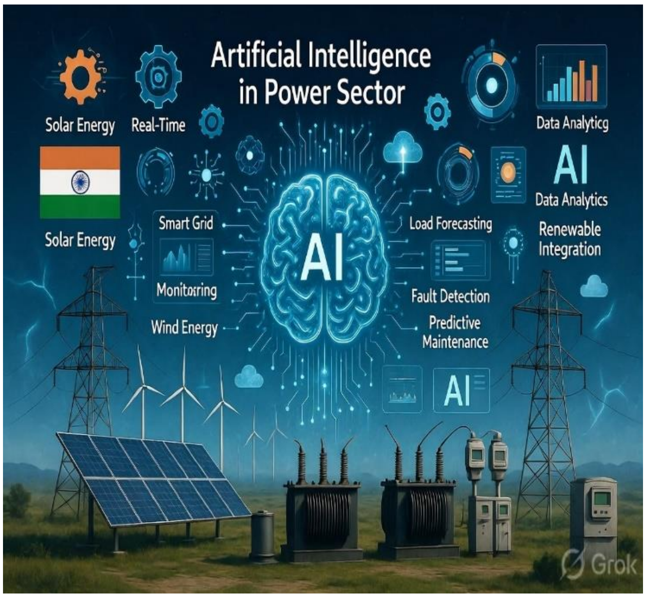
******

विद्युत क्षेत्र में कृत्रिम बुद्धिमत्ता

गौरव गोयल, सहायक निदेशक, ओपीएम डिवीजन

1. परिचय

विद्युत चालक पदार्थों का संगठन (Organization of Conducting Materials) और उनकी विद्युत धारा चालकता (Electrical Conductivity) विद्युत इंजीनियरिंग के मूलभूत विषय हैं। आधुनिक समय में **कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI)** का उपयोग विद्युत क्षेत्र में क्रांतिकारी परिवर्तन ला रहा है। यह नोट विद्युत क्षेत्र में AI के अनुप्रयोगों, तकनीकी चुनौतियों और भविष्य की संभावनाओं पर आधारित है।



२. विद्युत क्षेत्र में AI के प्रमुख अनुप्रयोग

1. स्मार्ट ग्रिड (Smart Grid) प्रबंधन

- AI आधारित लोड फोरकास्टिंग (Load Forecasting)
- वास्तविक समय में बिजली की मांग-आपूर्ति संतुलन
- स्वचालित फॉल्ट डिटेक्शन (Fault Detection) और स्व-हीलिंग ग्रिड

2. नवीकरणीय ऊर्जा एकीकरण

- सौर और पवन ऊर्जा की अनिश्चितता (Intermittency) का AI द्वारा पूर्वानुमान
- बैटरी स्टोरेज ऑप्टिमाइज़ेशन
- मौसम डेटा के साथ एनर्जी प्रोडक्शन प्रेडिक्शन

3. विद्युत उपकरण रखरखाव

- मशीन लर्निंग से ट्रांसफार्मर, जनरेटर, इंसुलेटर आदि की स्थिति निगरानी
- थर्मल इमेजिंग + AI से हॉटस्पॉट डिटेक्शन
- डाउनटाइम कम करना और जीवनकाल बढ़ाना

4. विद्युत चोरी (Power Theft) का पता लगाना

- एनोमली डिटेक्शन एल्गोरिदम
- स्मार्ट मीटर डेटा एनालिसिस

5. ऊर्जा दक्षता अनुकूलन

- भवन और औद्योगिक इकाइयों में AI आधारित एनर्जी मैनेजमेंट सिस्टम
- डिमांड रिस्पॉन्स प्रोग्राम

३. तकनीकी आधार

- **मॉडल**: Deep Learning (CNN, RNN, LSTM), Reinforcement Learning, Graph Neural Networks
- **डेटा स्रोत**: PMU, SCADA, स्मार्ट मीटर, IoT सेंसर, सैटेलाइट इमेजरी

चुनौतियाँ

- डेटा गोपनीयता और सुरक्षा
- रियल-टाइम प्रोसेसिंग की जरूरत
- विभिन्न क्षेत्रों में डेटा की कमी (विशेषकर विकासशील देशों में)
- AI मॉडल की व्याख्येयता (Explainability)

४. भारत में स्थिति

- भारत सरकार के **Revamped Distribution Sector** Scheme **(RDSS)**, **National Smart Grid Mission** और **Green Hydrogen Mission** में AI को महत्वपूर्ण स्थान दिया गया है। NTPC, Power Grid Corporation of India Limited तथा विभिन्न DISCOMs AI पायलट प्रोजेक्ट चला रहे हैं।

५. भविष्य की दिशा

- **Digital Twin** तकनीक से विद्युत नेटवर्क का वर्चुअल मॉडल
- **Generative AI** से नई डिजाइन और फॉल्ट सिमुलेशन

- **Edge AI** का उपयोग सबस्टेशन स्तर पर
- **Quantum Computing + AI** से जटिल ऑप्टिमाइज़ेशन समस्या का समाधान

निष्कर्ष

विद्युत क्षेत्र में कृत्रिम बुद्धिमत्ता न केवल दक्षता बढ़ाएगी बल्कि ऊर्जा सुरक्षा, पर्यावरण संरक्षण और विश्वसनीय बिजली आपूर्ति सुनिश्चित करेगी। भविष्य में **AI + IoT + 5G/6G** का संयोजन विद्युत क्षेत्र को पूरी तरह बदल देगा।

"AI के माध्यम से बिजली संयंत्रों का एक आभासी प्रतिरूप (Digital Twin) बनाया जा सकता है, जिस पर विभिन्न प्रयोग करके वास्तविक संयंत्र की दक्षता बढ़ाई जा सकती है।"

******

विद्युत क्षेत्र में कृत्रिम बुद्धिमत्ता द्वारा संचालित परिवर्तन

बेट्सी सेबेस्टियन, उप निदेशक, आर आई ओ दक्षिण

कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई) कंप्यूटर सिस्टम द्वारा मानव बुद्धि का अनुकरण है। यह मशीनों को डेटा से सीखने, तर्क करने, समस्याओं को हल करने और संज्ञानात्मक कार्यों को करने में सक्षम बनाता है जो आम तौर पर मानव बुद्धि की आवश्यकता होती है। किसी भी अन्य क्षेत्र की तरह, कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई) संपूर्ण बिजली मूल्य श्रृंखला में दक्षता, विश्वसनीयता, सुरक्षा और स्थिरता में सुधार करके बिजली क्षेत्र को भी तेजी से बदल रही है। उत्पादन और पारेषण से लेकर वितरण और उपभोक्ता सेवाओं तक, एआई-संचालित प्रौद्योगिकियां बेहतर निर्णय लेने और अधिक कुशल ऊर्जा प्रबंधन को सक्षम कर रही हैं।

विद्युत क्षेत्र में कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई) के प्रमुख अनुप्रयोग

1. पूर्वानुमान आधारित अनुरक्षण

विद्युत उत्पादन संयंत्र, उपकेंद्र, उनके उपकरण, पवन टर्बाइन तथा पारेषण लाइनें, सेंसरों एवं निगरानी प्रणालियों के माध्यम से विशाल मात्रा में परिचालन संबंधी डेटा उत्पन्न करती हैं। एआई एल्गोरिदम इस डेटा का वास्तविक समय में विश्लेषण कर असामान्यताओं का पता लगाते हैं, उपकरणों की संभावित विफलताओं का पूर्वानुमान करते हैं तथा समय पर अनुरक्षण कार्यों की अनुशंसा करते हैं। इसके अतिरिक्त, ऐसी महत्वपूर्ण परिस्थितियों में जहाँ नियोजित अनुरक्षण को स्थगित या टालना आवश्यक हो, एआई प्रणाली के विभिन्न उपकरणों से प्राप्त विश्लेषणात्मक आंकड़ों के आधार पर प्रभावी अनुरक्षण योजना तैयार करने में महत्वपूर्ण सहायता प्रदान कर सकता है। इससे विद्युत उपयोगिताओं को अनपेक्षित विद्युत बाधाओं में कमी लाने, अनुरक्षण लागत घटाने तथा परिसंपत्तियों की आयु बढ़ाने में सहायता मिलती है।

2. ग्रिड प्रबंधन एवं आधुनिकीकरण

सौर एवं पवन ऊर्जा जैसे नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों के बढ़ते एकीकरण के कारण आधुनिक विद्युत ग्रिड लगातार अधिक जटिल होते जा रहे हैं। एआई आधारित प्रणालियाँ विद्युत खपत, नवीकरणीय ऊर्जा उत्पादन तथा मौसम की परिस्थितियों का उच्च सटीकता के साथ पूर्वानुमान लगाकर ग्रिड संचालकों को मांग एवं आपूर्ति के संतुलन में सहायता करती हैं। उपलब्ध संसाधनों के मेरिट ऑर्डर डिस्पैच में भी एआई महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है, जहाँ विभिन्न परिचालन बाधाओं को ध्यान में रखते हुए संसाधनों का सर्वोत्तम उपयोग सुनिश्चित किया जाता है। एआई एक "अदृश्य बुद्धिमत्ता परत" के रूप में कार्य करते हुए ऊर्जा की मांग एवं आपूर्ति के बीच जटिल अंतःक्रियाओं की वास्तविक समय में निगरानी एवं प्रबंधन करता है।

3. नवीकरणीय ऊर्जा पूर्वानुमान एवं एकीकरण

एआई नवीकरणीय बिजली संयंत्रों के कुशल एकीकरण और संचालन का समर्थन करता है। एआई-आधारित पूर्वानुमान मॉडल उत्पादन पैटर्न की भविष्यवाणी करने में मदद करते हैं, जो मौसम पर निर्भर हैं और बिजली संसाधनों की बेहतर शेड्यूलिंग को सक्षम करते हैं। ग्रिड में एसवीजी और अन्य

प्रतिक्रियाशील बिजली समर्थन संसाधनों के उपयोग को संतुलित करते हुए उचित वोल्टेज नियंत्रण और प्रतिक्रियाशील समर्थन सुनिश्चित करने में भी एआई एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

4. मांग प्रबंधन एवं विद्युत बाजार व्यापार

एआई -संचालित स्मार्ट मीटर तथा ऊर्जा प्रबंधन प्रणालियाँ उपभोक्ताओं की विद्युत उपयोग प्रवृत्तियों का विश्लेषण कर ऊर्जा खपत के अनुकूलन हेतु सुझाव प्रदान करती हैं। उद्योग, वाणिज्यिक प्रतिष्ठान एवं घरेलू उपभोक्ता स्वचालित लोड़ नियंत्रण तथा बुद्धिमान अनुसूचन के माध्यम से अपने विद्युत व्यय को कम कर सकते हैं तथा ऊर्जा दक्षता में सुधार कर सकते हैं। विद्युत बाजार परिचालन में संलग्न उपयोगिताओं के लिए भी एआई अत्यंत उपयोगी है। यह बाजार की विभिन्न गतिशीलताओं को समझने, विद्युत की खरीद एवं बिक्री के लिए सर्वोत्तम मूल्य निर्धारण करने तथा अधिकतम आर्थिक लाभ प्राप्त करने में सहायता करता है।

5. विद्युत प्रणाली नियोजन में एआई

देश के आर्थिक विकास में विद्युत की भूमिका अत्यंत महत्वपूर्ण है, अतः विभिन्न प्रभावकारी कारकों को ध्यान में रखते हुए इसका समुचित नियोजन आवश्यक है। एआई विभिन्न नियोजन मॉडलों के विकास तथा नियोजन को प्रभावित करने वाले कारकों के विश्लेषण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

जलवायु परिवर्तन के विद्युत नियोजन पर पड़ने वाले प्रभावों का आकलन करने तथा आरक्षित मार्जिन के वास्तविक समय के निकट अनुकूलन में एआई का प्रभावी उपयोग किया जा सकता है। संसाधन पर्याप्तता नियोजन में भी एआई आधारित उपकरणों का व्यापक उपयोग किया जा रहा है।

6. विद्युत सुरक्षा एवं साइबर सुरक्षा में सुधार

बुद्धिमान निगरानी प्रणालियाँ असुरक्षित परिचालन स्थितियों की पहचान कर सकती हैं, दोषों का पता लगा सकती हैं तथा दुर्घटनाओं एवं उपकरण क्षति को रोकने के लिए समयपूर्व चेतावनी जारी कर सकती हैं।

एआई आधारित साइबर सुरक्षा उपकरण उपयोगिताओं को नेटवर्क में असामान्य गतिविधियों की पहचान करने तथा महत्वपूर्ण विद्युत अवसंरचना को साइबर खतरों से सुरक्षित रखने में सहायता करते हैं।

7. परिसंपत्ति प्रबंधन एवं अनुकूलन

विद्युत क्षेत्र में जनरेटर, ट्रांसफार्मर, पारेषण लाइनें, उपकेंद्र, स्विचगियर, संरक्षण प्रणालियाँ तथा वितरण नेटवर्क जैसी अनेक महत्वपूर्ण परिसंपत्तियाँ शामिल हैं। इन परिसंपत्तियों का प्रभावी प्रबंधन विश्वसनीयता, सुरक्षा, दक्षता एवं लागत प्रभावशीलता सुनिश्चित करने के लिए अत्यंत आवश्यक है। एआई डेटा आधारित निर्णय प्रक्रिया, पूर्वानुमान आधारित अनुरक्षण तथा परिसंपत्तियों के संपूर्ण जीवनचक्र के दौरान उनके प्रदर्शन के बुद्धिमत्तापूर्ण अनुकूलन के माध्यम से पारंपरिक परिसंपत्ति प्रबंधन प्रणालियों को रूपांतरित कर रहा है।

8. उपभोक्ता सेवा संवर्धन

एआई चैटबॉट, स्वचालित शिकायत निवारण, विद्युत बाधा पूर्वानुमान तथा तीव्र पुनर्बहाली योजना के माध्यम से उपभोक्ता सेवाओं को सुदृढ़ बनाता है। उपयोगिताएँ सटीक बिलिंग, व्यक्तिगत सेवाएँ तथा वास्तविक समय की जानकारी प्रदान कर उपभोक्ता संतुष्टि में वृद्धि कर सकती हैं।

चुनौतियाँ एवं आगे की राह

एआई की निर्णय क्षमता मुख्यतः उसे उपलब्ध कराए गए डेटा की गुणवत्ता पर निर्भर करती है। विद्युत क्षेत्र में एआई के कार्यान्वयन के समक्ष डेटा गुणवत्ता, साइबर सुरक्षा संबंधी चिंताएँ, उच्च प्रारंभिक निवेश तथा कुशल मानव संसाधन की आवश्यकता जैसी चुनौतियाँ मौजूद हैं। फिर भी, तीव्र तकनीकी प्रगति एवं बढ़ते डिजिटलीकरण के साथ एआई भविष्य की विद्युत प्रणालियों का एक अभिन्न अंग बनने की दिशा में अग्रसर है। आने वाले समय में कृत्रिम बुद्धिमत्ता अधिक विश्वसनीय, सुरक्षित, दक्ष एवं सतत विद्युत प्रणालियों के निर्माण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाएगी।

******

ताप विद्युत संयंत्रों में कृत्रिम बुद्धिमत्ता की आवश्यकता

रीता नागदेव, उप निदेशक, टीई एवं टीडी प्रभाग

भारत विश्व की सबसे तेज़ी से विकसित होती अर्थव्यवस्थाओं में से एक है और इसकी ऊर्जा आवश्यकताएँ निरंतर बढ़ रही हैं। देश की कुल विद्युत उत्पादन क्षमता में आज भी ताप विद्युत संयंत्रों का महत्वपूर्ण योगदान है। यद्यपि नवीकरणीय ऊर्जा का विस्तार तेजी से हो रहा है, फिर भी बेसलोड विद्युत आपूर्ति सुनिश्चित करने में ताप विद्युत संयंत्रों की भूमिका अत्यंत महत्वपूर्ण बनी हुई है।

वर्तमान समय में ताप विद्युत संयंत्रों के समक्ष दक्षता बढ़ाने, ईंधन की खपत कम करने, परिचालन लागत घटाने, पर्यावरणीय उत्सर्जन नियंत्रित करने तथा उपकरणों की विश्वसनीयता बनाए रखने जैसी अनेक चुनौतियाँ हैं। इन चुनौतियों के समाधान हेतु कृत्रिम बुद्धिमत्ता एक प्रभावी तकनीक के रूप में उभर रही है। कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित प्रणालियाँ विशाल मात्रा में उपलब्ध परिचालन डेटा का विश्लेषण कर संयंत्रों को अधिक कुशल, सुरक्षित और आर्थिक बनाने में सहायता प्रदान कर रही हैं।

कृत्रिम बुद्धिमत्ता कंप्यूटर विज्ञान की वह शाखा है जिसके माध्यम से मशीनों को मानव जैसी सोचने, सीखने, विश्लेषण करने और निर्णय लेने की क्षमता प्रदान की जाती है। कृत्रिम बुद्धिमत्ता में मशीन लर्निंग, डीप लर्निंग, कंप्यूटर विज़न, प्राकृतिक भाषा प्रसंस्करण तथा विशेषज्ञ प्रणालियों जैसी तकनीकों का उपयोग किया जाता है।

ताप विद्युत संयंत्रों में हजारों सेंसर, नियंत्रण प्रणाली और निगरानी उपकरण निरंतर डेटा उत्पन्न करते हैं। कृत्रिम बुद्धिमत्ता इन आंकड़ों का विश्लेषण कर परिचालन संबंधी महत्वपूर्ण निर्णयों में सहायता करती है।

ताप विद्युत संयंत्रों में कृत्रिम बुद्धिमत्ता की आवश्यकता

पारंपरिक संचालन पद्धतियों में अधिकांश निर्णय मानव अनुभव एवं निर्धारित नियमों के आधार पर लिए जाते हैं। किंतु आधुनिक ताप विद्युत संयंत्रों में डेटा की मात्रा इतनी अधिक होती है कि उसका वास्तविक समय में विश्लेषण करना कठिन हो जाता है। कृत्रिम बुद्धिमत्ता इस समस्या का समाधान प्रस्तुत करती है।

कृत्रिम बुद्धिमत्ता के उपयोग से निम्नलिखित लाभ प्राप्त किए जा सकते हैं:

- संयंत्र दक्षता में वृद्धि
- ईंधन लागत में कमी
- अनियोजित बंदी में कमी
- उपकरणों की विश्वसनीयता में सुधार
- उत्सर्जन नियंत्रण
- अनुरक्षण लागत में कमी
- मानव त्रुटियों में कमी
- सुरक्षा स्तर में वृद्धि

1. पूर्वानुमान आधारित अनुरक्षण

ताप विद्युत संयंत्रों में बॉयलर, टरबाइन, जनरेटर, पंप, फैन, ट्रांसफॉर्मर तथा अन्य महत्वपूर्ण उपकरण कार्यरत रहते हैं। इन उपकरणों में अचानक खराबी आने से उत्पादन प्रभावित होता है तथा भारी आर्थिक हानि हो सकती है।

कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित पूर्वानुमान आधारित अनुरक्षण प्रणाली सेंसरों से प्राप्त डेटा का विश्लेषण कर संभावित खराबियों का पूर्वानुमान लगाती है। उदाहरण के लिए:

- कंपन डेटा का विश्लेषण
- तापमान निगरानी
- तेल की गुणवत्ता का परीक्षण
- ध्वनि पैटर्न विश्लेषण

यदि किसी उपकरण में असामान्य व्यवहार दिखाई देता है तो कृत्रिम बुद्धिमत्ता प्रणाली पहले से चेतावनी जारी कर देती है, जिससे समय रहते अनुरक्षण किया जा सकता है।

2. बॉयलर दहन प्रक्रिया का अनुकूलन

ताप विद्युत संयंत्रों की दक्षता मुख्यतः बॉयलर में होने वाली दहन प्रक्रिया पर निर्भर करती है। यदि कोयला और वायु का अनुपात उचित न हो तो ईंधन की खपत बढ़ जाती है तथा उत्सर्जन भी अधिक होता है। कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित दहन अनुकूलन

प्रणाली निम्नलिखित मापदंडों का विश्लेषण करती है:

- कोयले की गुणवत्ता
- ऑक्सीजन स्तर
- फ्ल्यू गैस तापमान
- बॉयलर लोड
- वायु प्रवाह

इन आंकड़ों के आधार पर कृत्रिम बुद्धिमत्ता स्वतः सर्वोत्तम संचालन पैरामीटर निर्धारित करती है, जिससे:

- कोयले की बचत होती है
- हीट रेट में सुधार होता है
- कार्बन उत्सर्जन कम होता है
- उत्पादन क्षमता बढ़ती है

3. टरबाइन प्रदर्शन सुधार

टरबाइन ताप विद्युत संयंत्र का सबसे महत्वपूर्ण उपकरण है। इसकी दक्षता में मामूली वृद्धि भी बड़ी मात्रा में ईंधन बचत कर सकती है।

कृत्रिम बुद्धिमत्ता तकनीक निम्नलिखित कार्यों में सहायता करती है:

- टरबाइन दक्षता की निगरानी
- भाप लीकेज की पहचान
- प्रदर्शन ह्रास का विश्लेषण
- सर्वोत्तम लोड संचालन का निर्धारण

इससे टरबाइन की कार्यक्षमता में सुधार होता है तथा विद्युत उत्पादन लागत कम होती है।

4. उत्सर्जन नियंत्रण और पर्यावरण संरक्षण

वर्तमान समय में पर्यावरणीय नियम अधिक कठोर होते जा रहे हैं। ताप विद्युत संयंत्रों को सल्फर डाइऑक्साइड (SO_2), नाइट्रोजन ऑक्साइड (NOx), पार्टिकुलेट मैटर तथा कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2) उत्सर्जन को नियंत्रित करना आवश्यक है।

कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित प्रणालियाँ:

- वास्तविक समय उत्सर्जन निगरानी करती हैं।
- उत्सर्जन वृद्धि के कारणों का विश्लेषण करती हैं।
- नियामकीय अनुपालन सुनिश्चित करती हैं।

इससे पर्यावरण संरक्षण के साथ-साथ दंडात्मक कार्रवाई की संभावना भी कम होती है।

5. ऊर्जा दक्षता में सुधार

कृत्रिम बुद्धिमत्ता पूरे संयंत्र के प्रदर्शन का समग्र विश्लेषण कर ऊर्जा दक्षता बढ़ाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है।

यह तकनीक निम्नलिखित क्षेत्रों में सुधार कर सकती है:

- सहायक विद्युत खपत
- हीट रेट
- प्लांट लोड फैक्टर
- स्टेशन हीट बैलेंस
- जल उपयोग दक्षता

कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित ऊर्जा प्रबंधन प्रणाली संचालन के सर्वोत्तम विकल्प सुझाती है जिससे संसाधनों का अधिकतम उपयोग संभव हो पाता है।

6. डिजिटल ट्विन तकनीकी

डिजिटल ट्विन किसी वास्तविक उपकरण या संयंत्र का आभासी मॉडल होता है। कृत्रिम बुद्धिमत्ता की सहायता से संयंत्र की वास्तविक स्थिति को डिजिटल रूप में प्रदर्शित किया जाता है। डिजिटल ट्विन के लाभ:

- प्रदर्शन विश्लेषण
- भविष्य की स्थिति का पूर्वानुमान
- अनुरक्षण योजना
- प्रशिक्षण और सिमुलेशन
- जोखिम मूल्यांकन

यह तकनीक आधुनिक ताप विद्युत संयंत्रों के डिजिटल परिवर्तन का आधार बन रही है।

7. सुरक्षा प्रबंधन में कृत्रिम बुद्धिमत्ता की भूमिका

ताप विद्युत संयंत्रों में सुरक्षा सर्वोच्च प्राथमिकता होती है। कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित कैमरे और वीडियो विश्लेषण प्रणालियाँ निम्नलिखित कार्य कर सकती हैं:

- कर्मचारियों द्वारा सुरक्षा उपकरणों के उपयोग की निगरानी
- आग एवं धुआँ पहचान
- प्रतिबंधित क्षेत्रों में प्रवेश की पहचान
- दुर्घटना संभावनाओं का विश्लेषण

इससे कार्यस्थल सुरक्षा में महत्वपूर्ण सुधार होता है।

8. कोयला गुणवत्ता विश्लेषण

कोयले की गुणवत्ता में निरंतर परिवर्तन होता रहता है, जिससे संयंत्र प्रदर्शन प्रभावित हो सकता है।

कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित इमेज प्रोसेसिंग और डेटा एनालिटिक्स तकनीक:

- कोयले की गुणवत्ता का आकलन करती है।
- राख की मात्रा का अनुमान लगाती है।
- दहन पैरामीटर निर्धारित करती है।
- ईंधन मिश्रण रणनीति तैयार करती है।

इससे ईंधन प्रबंधन अधिक प्रभावी बनता है।

9. लोड पूर्वानुमान और ग्रिड समन्वय

कृत्रिम बुद्धिमत्ता विद्युत मांग का सटीक पूर्वानुमान लगाने में सक्षम है। मौसम, ऐतिहासिक डेटा, औद्योगिक गतिविधियों और उपभोक्ता व्यवहार का विश्लेषण कर यह भविष्य की मांग का अनुमान लगाती है। इसके परिणामस्वरूप:

- बेहतर उत्पादन योजना
- ईंधन प्रबंधन
- ग्रिड स्थिरता
- आर्थिक डिस्पैच

सुनिश्चित किया जा सकता है।

भारत में कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित पहल

भारत में अनेक विद्युत उत्पादन कंपनियाँ कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित समाधानों को अपनाने की दिशा में कार्य कर रही हैं तथा विभिन्न राज्य विद्युत उत्पादन कंपनियाँ डिजिटलाइजेशन और कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित निगरानी प्रणालियों का उपयोग बढ़ा रही हैं।

स्मार्ट सेंसर, बिग डेटा एनालिटिक्स और क्लाउड कंप्यूटिंग के साथ कृत्रिम बुद्धिमत्ता का एकीकरण भारतीय विद्युत क्षेत्र को अधिक कुशल और विश्वसनीय बना रहा है।

चुनौतियाँ

यद्यपि कृत्रिम बुद्धिमत्ता के अनेक लाभ हैं, फिर भी इसके कार्यान्वयन में कुछ चुनौतियाँ मौजूद हैं:

- उच्च प्रारंभिक निवेश
- गुणवत्तापूर्ण डेटा की उपलब्धता
- साइबर सुरक्षा जोखिम
- प्रशिक्षित मानव संसाधन की कमी
- पुरानी प्रणालियों के साथ एकीकरण की कठिनाई

इन चुनौतियों के समाधान हेतु तकनीकी क्षमता निर्माण तथा डिजिटल अवसंरचना में निवेश आवश्यक है।

निष्कर्ष

कृत्रिम बुद्धिमत्ता ताप विद्युत संयंत्रों के संचालन और अनुरक्षण में एक क्रांतिकारी परिवर्तन ला रही है। यह न केवल संयंत्रों की दक्षता और विश्वसनीयता बढ़ाती है, बल्कि ईंधन बचत, लागत नियंत्रण, पर्यावरण संरक्षण और सुरक्षा सुधार में भी महत्वपूर्ण योगदान देती है। भविष्य में कृत्रिम बुद्धिमत्ता, डिजिटल ट्विन और बिग डेटा जैसी उन्नत तकनीकों के व्यापक उपयोग से ताप विद्युत संयंत्र अधिक स्मार्ट, सुरक्षित और टिकाऊ बनेंगे।

भारत के ऊर्जा क्षेत्र के सतत विकास और ऊर्जा सुरक्षा को सुदृढ़ करने में कृत्रिम बुद्धिमत्ता की भूमिका आने वाले वर्षों में और अधिक महत्वपूर्ण होने वाली है। अतः समय की आवश्यकता है कि ताप विद्युत क्षेत्र में कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित समाधानों को व्यापक रूप से अपनाया जाए और डिजिटल परिवर्तन को गति प्रदान की जाए।

******

भारत के विद्युत क्षेत्र में कृत्रिम बुद्धिमत्ता का उपयोग

(जनरेशन, ट्रांसमिशन, डिस्ट्रीब्यूशन और पावर मार्केट में कृत्रिम बुद्धिमत्ता का उपयोग)

नरसी मीना, निदेशक, वित्तीय अध्ययन एवं विश्लेषण प्रभाग

1. कृत्रिम बुद्धिमत्ता क्या है?

कृत्रिम बुद्धिमत्ता ऐसी कंप्यूटर तकनीक है जो डेटा का विश्लेषण करके सीखती है, भविष्यवाणी करती है और निर्णय लेने में सहायता करती है। बिजली क्षेत्र में कृत्रिम बुद्धिमत्ता का उपयोग बिजली व्यवस्था को अधिक **सुरक्षित, विश्वसनीय, किफायती, कुशल और स्मार्ट** बनाने के लिए किया जाता है।

2. बिजली उत्पादन में कृत्रिम बुद्धिमत्ता का उपयोग

(क) बिजली मांग का पूर्वानुमान

कृत्रिम बुद्धिमत्ता पिछले वर्षों के डेटा, मौसम की जानकारी और उपभोक्ताओं की खपत का विश्लेषण करके यह अनुमान लगाती है कि भविष्य में कितनी बिजली की आवश्यकता होगी।

लाभ:

- बिजली की कमी नहीं होती।
- अतिरिक्त उत्पादन से बचाव होता है।
- उत्पादन की बेहतर योजना बनती है।

(ख) सौर और पवन ऊर्जा का पूर्वानुमान

सौर और पवन ऊर्जा मौसम पर निर्भर करती हैं। कृत्रिम बुद्धिमत्ता निम्नलिखित का विश्लेषण करती है:

- मौसम की जानकारी
- बादलों की स्थिति
- हवा की गति
- ऐतिहासिक उत्पादन डेटा

लाभ:

- सौर और पवन ऊर्जा का सही अनुमान।
- ग्रिड की स्थिरता में सुधार।
- नवीकरणीय ऊर्जा का बेहतर उपयोग।

(ग) पूर्वानुमानित रखरखाव

कृत्रिम बुद्धिमत्ता बिजलीघरों के उपकरणों जैसे:

- बॉयलर
- टरबाइन
- जनरेटर
- पंप

की लगातार निगरानी करती है और खराबी आने से पहले चेतावनी देती है।

लाभ:

- अचानक खराबी कम होती है।
- रखरखाव खर्च घटता है।
- संयंत्र की उपलब्धता बढ़ती है।

(घ) ईंधन दक्षता

कृत्रिम बुद्धिमत्ता यह बताती है कि बिजली उत्पादन के लिए कितना कोयला या गैस उपयोग करना उचित होगा।

लाभ:

- ईंधन की बचत।
- उत्पादन लागत कम।
- प्रदूषण में कमी।

3. विद्युत पारेषण में कृत्रिम बुद्धिमत्ता का उपयोग

पारेषण का अर्थ है बिजलीघरों से बिजली को उच्च वोल्टेज लाइनों द्वारा विभिन्न राज्यों और क्षेत्रों तक पहुँचाना।

(क) ग्रिड निगरानी

कृत्रिम बुद्धिमत्ता लगातार निगरानी करती है:

- ट्रांसमिशन लाइन
- ट्रांसफार्मर
- सबस्टेशन
- वोल्टेज
- फ्रीक्वेंसी

लाभ:

- वास्तविक समय में निगरानी।
- समस्या की शीघ्र पहचान।
- ग्रिड की विश्वसनीयता बढ़ती है।

(ख) ट्रांसमिशन उपकरणों की पूर्वानुमानित रखरखाव

कृत्रिम बुद्धिमत्ता यह अनुमान लगाती है कि कौन सा उपकरण भविष्य में खराब हो सकता है। जैसे:

- ट्रांसफार्मर
- सर्किट ब्रेकर

- टावर
- कंडक्टर

लाभ:

- बिजली बाधित होने की संभावना कम।
- उपकरणों का जीवनकाल बढ़ता है।

(ग) दोष पहचान

यदि किसी लाइन में फॉल्ट हो जाए तो कृत्रिम बुद्धिमत्ता तुरंत पता लगाती है:

- फॉल्ट कहाँ हुआ।
- किस प्रकार का फॉल्ट है।
- उसे कैसे ठीक किया जाए।

लाभ:

- बिजली जल्दी बहाल होती है।
- बड़े ब्लैकआउट की संभावना कम होती है।

(घ) भीड़ प्रबंधन

कभी-कभी कुछ ट्रांसमिशन लाइनों पर अधिक भार आ जाता है।

कृत्रिम बुद्धिमत्ता:

- ओवरलोड की संभावना बताती है।
- वैकल्पिक मार्ग सुझाती है।
- बिजली प्रवाह का अनुकूलन करती है।

लाभ:

- ट्रांसमिशन क्षमता का बेहतर उपयोग।
- बिजली हानि में कमी।

4. विद्युत वितरण में कृत्रिम बुद्धिमत्ता का उपयोग

वितरण का अर्थ है उपभोक्ताओं तक बिजली पहुँचाना।

भारत में कृत्रिम बुद्धिमत्ता का सबसे अधिक उपयोग इसी क्षेत्र में हो रहा है।

(क) स्मार्ट मीटर एनालिटिक्स

कृत्रिम बुद्धिमत्ता स्मार्ट मीटर से प्राप्त डेटा का विश्लेषण करती है।

यह जानकारी देती है:

- उपभोक्ता की खपत
- अधिकतम मांग
- असामान्य उपयोग

लाभ:

- सही बिलिंग।
- बिजली चोरी की पहचान।
- बेहतर उपभोक्ता सेवा।

(ख) बिजली चोरी की पहचान

कृत्रिम बुद्धिमत्ता उपभोक्ताओं के उपयोग पैटर्न का विश्लेषण करके पता लगाती है:

- मीटर में छेड़छाड़
- अवैध कनेक्शन
- असामान्य खपत

लाभ:

- डिस्कॉम्स की आय बढ़ती है।
- तकनीकी एवं वाणिज्यिक हानियाँ कम होती हैं।

(ग) बिजली कटौती का पूर्वानुमान

कृत्रिम बुद्धिमत्ता मौसम, उपकरणों की स्थिति और पुराने रिकॉर्ड के आधार पर अनुमान लगाती है कि कहाँ बिजली बाधित हो सकती है।

लाभ:

- त्वरित कार्रवाई।
- उपभोक्ताओं को बेहतर सेवा।

(घ) उपभोक्ता सेवा

कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित चैटबॉट और वर्चुअल असिस्टेंट सहायता करते हैं:

- बिल जानकारी
- शिकायत दर्ज करना
- भुगतान संबंधी जानकारी
- बिजली कटौती की जानकारी

लाभ:

- 24×7 सेवा।
- शिकायतों का त्वरित समाधान।

(ङ) ट्रांसफार्मर निगरानी

कृत्रिम बुद्धिमत्ता वितरण ट्रांसफार्मरों की निगरानी करती है:

- तापमान
- लोड
- वोल्टेज
- करंट

लाभ:

- ट्रांसफार्मर खराब होने से बचते हैं।
- रखरखाव लागत कम होती है।

5. विद्युत बाजार में कृत्रिम बुद्धिमत्ता का उपयोग

विद्युत बाजार वह व्यवस्था है जहाँ बिजली खरीदी और बेची जाती है।

भारत में प्रमुख बिजली एक्सचेंज हैं:

- इंडियन एनर्जी एक्सचेंज (IEX)
- पावर एक्सचेंज इंडिया लिमिटेड (PXIL)
- हिंदुस्तान पावर एक्सचेंज (HPX)

(क) बिजली मूल्य पूर्वानुमान

कृत्रिम बुद्धिमत्ता अनुमान लगाती है:

- डे-अहेड मार्केट (DAM) के भाव
- रियल-टाइम मार्केट (RTM) के भाव
- पीक आवर प्राइस

लाभ:

- सही समय पर बिजली खरीदना।
- कम लागत पर बिजली प्राप्त करना।

(ख) ट्रेडिंग अनुकूलन

कृत्रिम बुद्धिमत्ता यह निर्णय लेने में मदद करती है:

- कब बिजली खरीदनी है।
- कब बेचनी है।
- कितनी मात्रा में खरीदनी या बेचनी है।

लाभ:

- लाभ में वृद्धि।
- लागत में कमी।

(ग) मांग प्रतिक्रिया प्रबंधन

कृत्रिम बुद्धिमत्ता बड़े उपभोक्ताओं को सलाह देती है कि वे अपनी बिजली खपत को पीक समय से हटाकर अन्य समय पर करें।

लाभ:

- पीक लोड कम होता है।
- ग्रिड स्थिर रहता है।

(घ) ऊर्जा भंडारण प्रबंधन

कृत्रिम बुद्धिमत्ता यह तय करती है:

- बैटरी कब चार्ज होगी।
- कब डिस्चार्ज होगी।
- कितनी ऊर्जा संग्रहित की जाएगी।

लाभ:

- नवीकरणीय ऊर्जा का बेहतर उपयोग।

6. विद्युत क्षेत्र में उपयोग होने वाली प्रमुख कृत्रिम बुद्धिमत्ता तकनीकें

- मशीन लर्निंग (ML)
- डीप लर्निंग
- न्यूरल नेटवर्क्स
- प्रेडिक्टिव एनालिटिक्स
- कंप्यूटर विज़न
- नेचुरल लैंग्वेज प्रोसेसिंग (NLP)
- डिजिटल ट्विन
- बिग डेटा एनालिटिक्स
- इंटरनेट ऑफ़ थिंग्स (IoT)
- जेनरेटिव कृत्रिम बुद्धिमत्ता

7. कृत्रिम बुद्धिमत्ता के प्रमुख लाभ

तकनीकी लाभ

- बेहतर ग्रिड स्थिरता
- कम बिजली बाधाएँ
- तेज़ फॉल्ट पहचान
- बेहतर रखरखाव

आर्थिक लाभ

- उत्पादन लागत में कमी
- बिजली हानियों में कमी
- राजस्व में वृद्धि

उपभोक्ता लाभ

- सही बिलिंग
- बेहतर सेवा
- शिकायतों का शीघ्र समाधान

पर्यावरणीय लाभ

- कोयले की खपत कम
- प्रदूषण में कमी
- नवीकरणीय ऊर्जा का अधिक उपयोग

8. कृत्रिम बुद्धिमत्ता अपनाने में चुनौतियाँ

- उच्च प्रारम्भिक लागत
- गुणवत्तापूर्ण डेटा की कमी
- साइबर सुरक्षा जोखिम
- प्रशिक्षित मानव संसाधन की कमी
- पुराने सिस्टम के साथ एकीकरण की समस्या
- डेटा गोपनीयता संबंधी चिंताएँ

9. भविष्य में कृत्रिम बुद्धिमत्ता की भूमिका

भविष्य में भारत का विद्युत क्षेत्र निम्नलिखित विशेषताओं वाला होगा:

- स्मार्ट ग्रिड
- स्मार्ट मीटरिंग
- सेल्फ़-हीलिंग नेटवर्क
- कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित लोड फ़ोरकास्टिंग
- डिजिटल सबस्टेशन
- कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित पावर ट्रेडिंग

- नवीकरणीय ऊर्जा का अनुकूलन
- उपभोक्ता-केंद्रित ऊर्जा प्रबंधन

निष्कर्ष

भारतीय विद्युत क्षेत्र में कृत्रिम बुद्धिमत्ता का उपयोग उत्पादन, पारेषण, वितरण तथा विद्युत बाजार के प्रत्येक स्तर पर तेजी से बढ़ रहा है। कृत्रिम बुद्धिमत्ता बिजली क्षेत्र को अधिक **स्मार्ट, सुरक्षित, विश्वसनीय, किफायती और पर्यावरण-अनुकूल** बना रही है, जिससे भारत की बिजली व्यवस्था भविष्य के लिए अधिक मजबूत हो रही है।

******

पारेषण क्षेत्र में आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस: मौके, चुनौतियां और रोडमैप

बी.एस.बैरवा (मुख्य अभियंता पी.एस.पी.ए.- II प्रभाग);
मनीष मौर्य (उप निदेशक, पी.एस.पी.ए.- II प्रभाग)

1. परिचय

कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई) कंप्यूटर विज्ञान की एक शाखा है जो उन कार्यों को करने में सक्षम प्रणालियों को बनाने के लिए समर्पित है जो आम तौर पर मानव बुद्धि की आवश्यकता होती है।

सरल शब्दों में परिभाषित करें तो, कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई) एक सॉफ्टवेयर है जो मानव बुद्धि की नकल करता है। इसको प्रत्येक संभावित परिदृश्य के लिए सटीक चरण-दर-चरण निर्देश लिखने के बजाय, एक लक्ष्य और बहुत सारे डेटा दिए जाते हैं। फिर यह पता लगाता है कि अपने स्वयं के पैटर्न को खोजकर उस लक्ष्य को कैसे प्राप्त किया जाए। अगर इसे इस तरह सोचें कि पारंपरिक सॉफ्टवेयर एक नियत खाना पकाने की विधि की तरह है। यह चरणों का ठीक-ठीक पालन करता है, और यदि आप एक घटक को बदल देते हैं, तो यह भ्रमित हो जाता है। ए.आई. एक शेफ की तरह है जो व्यंजन का स्वाद लेता है, उसे महसूस करता है कि इसमें और नमक की आवश्यकता है, और रेसिपी को तुरंत समायोजित करता है।

अनिवार्य रूप से, यह सीखने, तर्क करने और समस्याओं को हल करने के लिए बनाया गया एक उपकरण है, जैसा कि एक मानव मस्तिष्क करता है। केवल पूर्व-प्रोग्राम किए गए नियमों का पालन करने के बजाय, एआई सिस्टम डेटा का विश्लेषण करते हैं, पैटर्न को पहचानते हैं, निर्णय लेते हैं और अनुभव से सुधार करते हैं ।

2. भारतीय विद्युत क्षेत्र में पारेषण

एक बिजली पारेषण प्रणाली बिजली क्षेत्र का उच्च वोल्टेज "अंतरराज्यीय राजमार्ग नेटवर्क" है। यह दूरस्थ बिजली उत्पादन संयंत्रों (जैसे तापीय, जल विद्युत, सौर, पवन फार्म आदि) से क्षेत्रीय उपकेंद्रों तक लंबी दूरी पर बिजली का परिवहन करने के लिए जिम्मेदार है। इन उपकेंद्रों से, कम वोल्टेज स्थानीय "सड़कों" - जिन्हें वितरण प्रणाली के रूप में जाना जाता है - घरों, कार्यालयों और उद्योगों तक बिजली पहुंचाने के लिए ले जाते हैं। लंबी दूरी पर विद्युत प्रतिरोध के कारण होने वाले बिजली के नुकसान को कम करने के लिए, बिजली को पारेषण से पहले अति-उच्च वोल्टेज तक बढ़ाया जाता है और वितरण से पहले नीचे किया जाता है।

भारत दुनिया का सबसे बड़ा सिंक्रोनस राष्ट्रीय ग्रिड संचालित करता है। अर्थात पूरा देश - कश्मीर से कन्याकुमारी तक - बिल्कुल समान विद्युत आवृत्ति पर काम करने वाले एक एकल नेटवर्क के रूप में जुड़ा हुआ है।

भारत का राष्ट्रीय पारेषण नेटवर्क 500,000 सर्किट किलोमीटर (सीकेएम) से अधिक लाइनों तक फैला हुआ है और 1,450 जीवीए से अधिक ट्रांसफॉर्मेशन क्षमता रखता है। भारत में 120 गीगावाट से अधिक की अंतर-क्षेत्रीय विद्युत हस्तांतरण क्षमता है, जो

ऊर्जा-समृद्ध राज्यों से अधिशेष बिजली को बिजली-चाहने वाले औद्योगिक केंद्रों में तुरंत प्रवाहित करने की अनुमति देती है। इसके अतिरिक्त भारत एक क्षेत्रीय ऊर्जा केंद्र के रूप में भी कार्य करता है, भूटान, नेपाल और बांग्लादेश सहित पड़ोसी देशों के साथ सक्रिय रूप से बिजली का व्यापार करता है, कुल सीमा पार हस्तांतरण क्षमता 10 गीगावाट से अधिक है।

3. भारतीय विद्युत क्षेत्र में पारेषण में चुनौतियां

अपने विशाल पैमाने के बावजूद, भारतीय ग्रिड के निर्माण में कुछ वास्तविक दुनिया की चुनौतियां है जो की निम्न प्रकार है :

राइट-ऑफ-वे (आरओडब्ल्यू): विशाल स्टील टावर बनाने के लिए भूमि के लंबे, रैखिक खंडों को सुरक्षित करना अविश्वसनीय रूप से कठिन है। शहरीकरण, घने वन क्षेत्र और स्थानीय भूमि मुआवजा विवाद अक्सर परियोजना निष्पादन को रोकते हैं।

गंभीर मौसम जोखिम: चक्रवाती तूफान, भारी तटीय कोहरा (इंसुलेटर फ्लैशओवर का कारण बनता है), और तीव्र गर्मी की लहर जैसी चरम जलवायु घटनाएं ओवरहेड बुनियादी ढांचे पर अत्यधिक तनाव डालती हैं।

साइबर सुरक्षा खतरे: जैसे-जैसे ग्रिड आईओटी और स्मार्ट सेंसर का उपयोग करके आपस में जुड़ते हैं, डिजिटल पारिस्थितिकी तंत्र में परिवर्तित होता है, यह महत्वपूर्ण बुनियादी ढांचे को लक्षित करने वाले दुर्भावनापूर्ण साइबर हमलों के प्रति अत्यधिक संवेदनशील हो जाता है।

4. विद्युत पारेषण में ए.आई. की आवश्यकता

जैसे-जैसे ग्रिड अधिक जटिल होता जाता है, मानव ऑपरेटर अकेले हर सेकंड उत्पन्न होने वाले लाखों डेटा बिंदुओं को संसाधित नहीं कर सकते हैं। एआई आधुनिक ग्रिड के डिजिटल "मस्तिष्क" के रूप में कार्य करता है, वर्तमान में कई महत्वपूर्ण क्षेत्रों में तैनात किया जा रहा है:

प्रिवेंटिव रखरखाव: ट्रांसफार्मर के विफल होने या नियमित मैनुअल जांच करने की प्रतीक्षा करने के बजाय, एआई सेंसर डेटा (तापमान, तेल का दबाव, लोड चक्र) का विश्लेषण करता है ताकि उपकरण विफलताओं को घटित होने से पहले पता लगाया जा सके ।

ड्रोन और इमेज एनालिटिक्स: उपयोगिता कंपनियां अब उच्च-वोल्टेज लाइनों के हजारों किलोमीटर का निरीक्षण करने के लिए एआई-संचालित ड्रोन का उपयोग करती हैं। कंप्यूटर दृष्टि एल्गोरिदम स्वचालित रूप से इन्सुलेटरों में सूक्ष्म दरारें, जंग के टावर या खतरनाक वनस्पति अतिक्रमण का पता लगाते हैं, जिससे मैनुअल निरीक्षण जोखिम और लागत काफी कम हो जाती है।

साइबर सुरक्षा और खतरा पहचान: ग्रिड के डिजिटल होने के साथ, यह साइबर हमलों के प्रति संवेदनशील है। एआई लगातार नेटवर्क ट्रैफ़िक की निगरानी करता है, "सामान्य" व्यवहार की आधार रेखा स्थापित करता है और तुरंत विसंगतियों (जैसे स्काडा सिस्टम के लिए असामान्य डेटा अनुरोध) को अलग करता है जो दुर्भावनापूर्ण घुसपैठ का संकेत दे सकता है।

रीयल-टाइम लोड संतुलन: मशीन लर्निंग मॉडल नवीकरणीय स्रोतों से घटती आपूर्ति और बदलती उपभोक्ता मांग की निगरानी करते हैं, बिजली को पुनर्निर्देशित करने और स्थानीय ग्रिड भीड़भाड़ को रोकने के लिए स्प्लिट-सेकंड निर्णय लेते हैं।

अल्प अवधि के लिए ट्रांसमिशन लाइनों का ओवरलोडिंग: ट्रांसमिशन लाइनों की अपनी क्षमता होती है जो कंडक्टर और परिवेश के तापमान पर निर्भर करती है। कभी-कभी सिस्टम संचालन के दौरान ऐसी स्थिति उत्पन्न होती है कि कुछ लाइनें अपनी थर्मल सीमा तक पहुंच जाती हैं, हालांकि उस समय परिवेश का तापमान कम हो सकता है, जो लाइन को अधिक करंट ले जाने की अनुमति देता है। ट्रांसमिशन लाइन लोडिंग में एआइ का उपयोग कर के उनकी वास्तविक समय लोडिंग सीमाओं का आकलन करने से ट्रांसमिशन क्षमता बढ़ सकती है।

5. पारेषण योजना से कार्यान्वयन में एआई का संभावित उपयोग

एआई ट्रांसमिशन इंफ्रास्ट्रक्चर की कल्पना, निर्माण और संचालन के तरीके में क्रांति ला सकता है, जिससे समय के वर्षों और अरबों रुपये की बचत हो सकती है।

योजना चरण में एआई मांग पूर्वानुमान: एआई लोड मांगों का पूर्वानुमान वर्षों पहले करने के लिए ऐतिहासिक खपत डेटा, मौसम पैटर्न और आर्थिक रुझानों का विश्लेषण करता है। सेंट्रल इलेक्ट्रिसिटी अथॉरिटी (सीईए) के हाल ही में शुरू किए गए प्लेटफ़ॉर्म जैसे आई-फोरटेल (इंटेलिजेंट फोरकास्टिंग टूल फॉर इलेक्ट्रिसिटी लोड) केंद्रीय विद्युत प्राधिकरण (सीईए) द्वारा विकसित एक एकीकृत डिजिटल प्लेटफॉर्म है जो बिजली की मांग के डेटा संग्रह को स्वचालित करने और नियमित लोड पूर्वानुमान उत्पन्न करने के लिए बनाया गया है।

इष्टतम मार्ग: एक ट्रांसमिशन मार्ग की योजना मैन्युअल रूप से बनाने में स्थलाकृति और भूमि-अधिकारों के मुद्दों से जूझना शामिल है। एआई पर्यावरणीय प्रभाव और राइट-ऑफ-वे विवादों को कम करने वाले इष्टतम ट्रांसमिशन कॉरिडोर का प्रस्ताव करने के लिए उपग्रह इमेजरी, वन घनत्व मानचित्र और सामाजिक-आर्थिक डेटा को ग्रहण करता है। कार्यान्वयन चरण आपूर्ति श्रृंखला और परियोजना ट्रैकिंग में एआई महत्वपूर्ण घटकों (जैसे पावर ट्रांसफार्मर या सेमीकंडक्टर) के लिए वैश्विक आपूर्ति श्रृंखला बाधाओं की भविष्यवाणी कर सकता है, जिससे योजनाकार खरीद कार्यक्रम को समायोजित कर सकते हैं।

निर्माण निगरानी: निर्माण के दौरान, एआई परियोजना अनुसूची के खिलाफ जमीनी प्रगति को ट्रैक करने के लिए उपग्रह और ड्रोन फीड का विश्लेषण करता है, स्वचालित रूप से टावर निर्माण या तार स्ट्रिंग में देरी को चिह्नित कर सकता है।

डायनेमिक लाइन रेटिंग (डीएलआर): यह एक स्मार्ट ग्रिड तकनीक है जो वास्तविक समय में ट्रांसमिशन लाइनों की अधिकतम विद्युत क्षमता की गणना करती है। डीएलआर लगातार वास्तविक पर्यावरणीय और भौतिक परिस्थितियों को ट्रैक करता है। इसे पवन गति, तापमान और लाइन सैग को लाइन-माउंटेड सेंसर का उपयोग करके ट्रैक किया जाता है। यह बिजली संचरण क्षमता को सुरक्षित रूप से बढ़ाने की अनुमति देता है। अंततः, डीएलआर ग्रिड कंजेशन को कम करता है, महंगी बुनियादी ढांचे की लागत को टालता है ।

6. ट्रांसमिशन व्यवसाय को आसान बनाना

एआई को सीधे एकीकृत करने से उपयोगिता कंपनियों और ग्रिड ऑपरेटरों के लिए प्रमुख वाणिज्यिक और परिचालन राहत मिल सकती है।

कम ओ एंड एम लागत: प्रतिक्रियात्मक मरम्मत से प्रिवेंटिव रखरखाव में बदलाव से संचालन और रखरखाव (ओ एंड एम) व्यय में भारी कमी आती है। एआई-संचालित लॉजिस्टिक्स यह सुनिश्चित करते हैं कि मरम्मत दल केवल आवश्यक होने पर ही भेजे जाएं, जिसमें आवश्यक सटीक हिस्से हों।

अनुकूलित पूंजी व्यय (कैपेक्स): डायनेमिक लाइन रेटिंग (डीएलआर) का उपयोग करके, एआई ग्रिड ऑपरेटरों को वास्तविक समय की मौसम स्थितियों के आधार पर मौजूदा लाइनों के माध्यम से अधिक बिजली को सुरक्षित रूप से धकेलने की अनुमति देता है। यह महंगी नई भौतिक लाइनों के निर्माण की आवश्यकता को विलंबित या समाप्त कर सकता है।

वाणिज्यिक नुकसान को कम करना: सबस्टेशनों पर स्मार्ट मीटर डेटा पर लागू एआई विश्लेषण बिजली चोरी या अत्यधिक वितरण नुकसान के सटीक क्षेत्रों को इंगित कर सकता है, जिससे बिजली कंपनियों के राजस्व की रक्षा होती है।

7. विद्युत पारेषण में ए.आई. लागू करने में चुनौतियां व समाधान

पारेषण क्षेत्र में एआई का उपयोग की शुरुआत करने में कुछ चुनौतियां हो सकती है । कुछ संभावित समस्याएँ एवं संभावित समाधान निम्न प्रकार है ।

विरासत अवसंरचना: पुराना स्काडा सिस्टम और एनालॉग हार्डवेयर एआई मॉडल को फीड करने के लिए आवश्यक डेटा उत्पन्न या संचारित नहीं कर सकते हैं । मौजूदा उपकरणों पर एज-कंप्यूटिंग सेंसर तैनात करना, पूरे ग्रिड को एक साथ ओवरहाल करने के बजाय सबस्टेशनों को धीरे-धीरे अपग्रेड करना अर्थात चरणबद्ध आधुनिकीकरण इसका एक समाधान हो सकता है।

डेटा गुणवत्ता और साइलो: एआई को बड़े पैमाने पर, स्वच्छ डेटासेट की आवश्यकता होती है।

भारतीय बिजली डेटा अक्सर विभिन्न क्षेत्रीय प्रेषण केंद्रों और राज्य उपयोगिताओं में खंडित होता है । सीईए द्वारा अनिवार्य एकीकृत डेटा-साझाकरण प्रोटोकॉल को लागू करना ताकि राज्य और केंद्रीय ग्रिड एक ही डिजिटल भाषा बोल सकें अर्थात डेटा मानकीकरण इसका एक समाधान हो सकता है।

गलत सकारात्मक और पूर्वाग्रह: अति संवेदनशील एआई झूठे अलार्म को ट्रिगर कर सकता है (उदाहरण के लिए, अनावश्यक रूप से एक लाइन को बंद करना), जिससे ऑपरेटरों के बीच "अलर्ट फटीग" हो सकती है। एआई को ग्रिड पर पूर्ण स्वायत्त नियंत्रण देने के बजाय एक सलाहकार उपकरण (निर्णय समर्थन) के रूप में उपयोग करना, जिससे मानव विशेषज्ञों को एआई निर्देशों को सत्यापित करने की अनुमति मिलती है अर्थात "ह्यूमन-इन-द-लूप सिस्टम" इसका एक समाधान हो सकता है।

उच्च प्रारंभिक निवेश: उन्नत सेंसर, क्लाउड इंफ्रास्ट्रक्चर और प्रशिक्षित विशेष कर्मियों की खरीद के लिए भारी अग्रिम पूंजी की आवश्यकता होती है। उपयोगिता तकनीक अपनाने के लिए लागत बाधा को कम करने के लिए सब्सिडाइज्ड क्लाउड और प्रोसेसिंग पावर तक पहुंचने के लिए इंडिया एआई कंप्यूट पोर्टल जैसी राष्ट्रीय पहलों का लाभ उठाना एक समाधान हो सकता है ।

8. भविष्य का दायरा और अगली पीढ़ी के अनुप्रयोग

अगले दशक में ट्रांसमिशन तकनीक में एआई एक सहायक उपकरण से सक्रिय ग्रिड प्रबंधक में बदल जाएगा । कुछ संभावित अनुप्रोग निम्न प्रकार है ।

स्वायत्त स्व-उपचार ग्रिड: गंभीर तूफान के कारण ट्रांसमिशन टॉवर के बाहर होने की स्थिति में, भविष्य के एआई सिस्टम बिना किसी मानवीय हस्तक्षेप के, ब्लैकआउट को रोकते हुए, मिलीसेकंड के भीतर वैकल्पिक गलियारों के माध्यम से बिजली को तुरंत और स्वायत्त रूप से पुनर्निर्देशित करेंगे।

ऊर्जा भंडारण के माध्यम से उन्नत पीक शेविंग: जैसे-जैसे बैटरी फार्म बढ़ रहे हैं, एआई लगभग सटीक सटीकता के साथ पीक डिमांड घंटों की भविष्यवाणी करेगा, कीमतें और मांग सबसे अधिक होने पर ग्रिड को संग्रहीत बैटरी ऊर्जा को स्वचालित रूप से डिस्चार्ज करेगा।

ग्रिड टोपोलॉजी के लिए क्वांटम एआई: 500,000 किलोमीटर तार में बिजली को रूट करने का सबसे कुशल तरीका खोजने के लिए जटिल सिमुलेशन चलाना गणितीय रूप से थका देने वाला है। एआई के साथ क्वांटम कंप्यूटिंग को एकीकृत करने से ऑपरेटरों को इन विशाल अनुकूलन समस्याओं को सेकंड में हल करने की अनुमति मिलेगी।

9. भारत में पारेषण क्षेत्र में ए आई: एक रोडमैप

विद्युत पारेषण क्षेत्र में एआइ का पूरी तरह से लाभ उठाने के लिए, भारत को एक संरचित, बहु-आयामी दृष्टिकोण का पालन करना चाहिए।

नियामक ढांचे की स्थापना: केंद्रीय रिमोट मॉनिटरिंग, डेटा गोपनीयता और एआई अनुप्रयोगों के लिए अनिवार्य साइबर सुरक्षा प्रोटोकॉल के लिए स्पष्ट बेंचमार्क स्थापित करते हुए, विद्युत मंत्रालय समय समय पर जारी की गयी सिफारिशों को लागू करें।

स्वदेशी एआई मॉडल को बढ़ावा देना: भारतीय पावर ग्रिड के अद्वितीय परिचालन डेटा और पर्यावरणीय तनावों पर विशेष रूप से प्रशिक्षित "मेड इन इंडिया" एआई मॉडल विकसित करके विदेशी सॉफ्टवेयर पर निर्भरता को कम करें।

सार्वजनिक-निजी भागीदारी को बढ़ावा: राष्ट्रीय स्तर पर उन्हें बढ़ाने से पहले नियंत्रित "सैंडबॉक्स" वातावरण में अभिनव एआई समाधानों का परीक्षण करने के लिए सार्वजनिक पारेषण दिग्गजों (जैसे पावरग्रिड) और निजी तकनीकी स्टार्टअप के बीच सहयोग को प्रोत्साहित करें।

कार्यबल को कुशल बनाना: भविष्य के ग्रिड के लिए ऐसे कर्मियों की आवश्यकता है जो उच्च-वोल्टेज इलेक्ट्रिकल इंजीनियरिंग और डेटा विज्ञान दोनों को समझते हैं। मशीन लर्निंग, डेटा एनालिटिक्स और डिजिटल एसेट मैनेजमेंट में वर्तमान ग्रिड ऑपरेटरों को अपस्किल करने के लिए समर्पित प्रशिक्षण केंद्र स्थापित करना सर्वोपरि है।

10. निष्कर्ष

भारतीय विद्युत पारेषण प्रणाली ने वैश्विक पटल पर अपनी तकनीकी क्षमता और विशालता सिद्ध

की है, लेकिन आगामी हरित ऊर्जा परिवर्तन और बढ़ती परिचालन जटिलताओं से निपटने के लिए इसे अब एक डिजिटल 'मस्तिष्क' की सख्त आवश्यकता है। कृत्रिम बुद्धिमत्ता (ए आई) न केवल योजना और बुनियादी ढांचे के निर्माण में आने वाली व्यावहारिक बाधाओं को दूर करने में सक्षम है, बल्कि यह पारेषण व्यवसाय को अधिक सुरक्षित, किफायती और कुशल भी बना सकती है। विरासत अवसंरचना (लेगेसी सिस्टम) और डेटा मानकीकरण जैसी शुरुआती चुनौतियों को यदि एक स्पष्ट नियामक ढांचे, "मेड इन इंडिया" नवाचारों और कुशल कार्यबल के माध्यम से हल कर लिया जाए, तो भारत का यह विशाल नेटवर्क आने वाले समय में पूरी तरह से स्वायत्त और 'सेल्फ-हीलिंग' (स्वतः ठीक होने वाले) ऊर्जा ग्रिड में बदल जाएगा। एआई को अपनाना अब केवल एक तकनीकी अपग्रेड नहीं, बल्कि भारत की दीर्घकालिक ऊर्जा सुरक्षा और 2047 के विकसित राष्ट्र के संकल्प को साकार करने की दिशा में एक अनिवार्य कदम है।

******

भारतीय विद्युत क्षेत्र में कृत्रिम बुद्धिमत्ता: नीतिगत एवं तकनीकी परिप्रेक्ष्य, अवसर, चुनौतियाँ एवं भविष्य की दिशा

अजय मालव, सहायक निदेशक, पी एस पी ए - II प्रभाग

1. परिचय

कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई) कंप्यूटर प्रणालियों और मशीनों की उन क्षमताओं को संदर्भित करती है जो सामान्य रूप से मानव बुद्धि की आवश्यकता वाले कार्यों को करने में सक्षम हैं, जैसे कि सीखना, तर्क करना, निर्णय लेना, समस्या-समाधान और पैटर्न की पहचान करना। एआई प्रौद्योगिकियों में मशीन लर्निंग, भविष्य का विश्लेषण, रोबोटिक्स, प्राकृतिक भाषा प्रसंस्करण और डेटा-संचालित स्वचालन प्रणाली शामिल हैं। बिजली क्षेत्र में, एआई एक परिवर्तनकारी तकनीक के रूप में उभर रही है जो बिजली मूल्य श्रृंखला में दक्षता, विश्वसनीयता, स्थिरता और परिचालन प्रदर्शन को बढ़ा सकती है। इस संदर्भ में, एआई डेटा प्रबंधन, उन्नत विश्लेषण और कार्रवाई योग्य अंतर्दृष्टि प्रदान करने में मदद कर सकता है।

2. विद्युत क्षेत्र में एआई का उपयोग करने के लाभ

एआई को बिजली उत्पादन, ट्रांसमिशन, वितरण और ग्राहक सेवा कार्यों में लागू किया जा सकता है। यह उपयोगिताओं को बिजली की मांग का सटीक पूर्वानुमान लगाने, बिजली उत्पादन कार्यक्रम को अनुकूलित करने, मौसम और ऐतिहासिक डेटा के आधार पर नवीकरणीय ऊर्जा उत्पादन के सटीक पूर्वानुमान के माध्यम से परिचालन दक्षता में सुधार, वास्तविक समय में ग्रिड प्रदर्शन की निगरानी करने,

उपकरण विफलताओं की भविष्यवाणी करने, संचरण नुकसान को कम करने और परिसंपत्तियों के निवारक रखरखाव में सुधार करने में मदद कर सकता है।

एआई बिजली उत्पादन में उतार-चढ़ाव का प्रबंधन करके और ग्रिड स्थिरता सुनिश्चित करके सौर और पवन जैसे नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों के एकीकरण का भी समर्थन कर सकता है। एआई द्वारा संचालित स्मार्ट ग्रिड स्वचालित दोष का पता लगाने, ऊर्जा चोरी की पहचान, लोड संतुलन और बिजली कटौती के दौरान आपूर्ति की तेजी से बहाली को सक्षम होंगे।

कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई) में उत्पादन, पारेषण और वितरण प्रणालियों में डेटा-संचालित निर्णय लेने और स्वचालन को सक्षम करके बिजली क्षेत्र के प्रदर्शन, विश्वसनीयता और दक्षता को महत्वपूर्ण रूप से बढ़ाने की क्षमता है, इसका संक्षेपित विवरण निम्न प्रकार है ।

2.1. विद्युत उत्पादन क्षेत्र में एआई

विद्युत उत्पादन में, एआई उपकरण के रखरखाव व भविष्य के अनुमान, संयंत्र प्रदर्शन के अनुकूलन, और मौसम और ऐतिहासिक डेटा के आधार पर नवीकरणीय ऊर्जा उत्पादन के सटीक पूर्वानुमान के माध्यम से परिचालन दक्षता में सुधार कर सकता है। यह विशेष रूप से महत्वपूर्ण है क्योंकि बिजली प्रणालियाँ तेजी से परिवर्तनशील नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों जैसे सौर और पवन को एकीकृत करती हैं, जहां बेहतर पूर्वानुमान और परिचालन योजना संतुलन लागत को कम कर सकती है और ग्रिड स्थिरता को बढ़ा सकती है।

2.2. विद्युत संचरण और वितरण नेटवर्क में एआई

संचरण और वितरण नेटवर्क में, एआई सेंसर, स्मार्ट मीटर और पर्यवेक्षी नियंत्रण प्रणालियों से डेटा के विश्लेषण के माध्यम से ग्रिड स्थितियों की वास्तविक समय निगरानी को सक्षम कर सकता है। एआई-आधारित सिस्टम दोषों का पता लगा सकते हैं, उपकरण विफलताओं की भविष्यवाणी कर सकते हैं, और बिजली लाइनों पर संचरण कंजेशन या वनस्पति अतिक्रमण की पहचान कर सकते हैं, जिससे उपयोगिताओं को निवारक रखरखाव करने और बड़े पैमाने पर व्यवधानों से बचने के संकेत मिलते है।

वितरण स्तर पर, एआई मांग पूर्वानुमान, स्वचालित वोल्टेज नियंत्रण, तकनीकी और वाणिज्यिक नुकसान में कमी और खपत पैटर्न के उन्नत विश्लेषण के माध्यम से बिजली चोरी का पता लगाने में सहायता कर सकता है। ये क्षमताएं आपूर्ति की बेहतर विश्वसनीयता, बेहतर परिसंपत्ति उपयोग और परिचालन लागत में कमी में योगदान करती हैं।

2.3. विद्युत ग्रिड संचालन में एआई

भारत में बिजली क्षेत्र के लिए, जहां बिजली की मांग तेजी से बढ़ रही है और नवीकरणीय ऊर्जा क्षमता का विस्तार महत्वपूर्ण रूप से हो रहा है, तदनरूप ग्रिड का विस्तार एवं जटिलताएं बढ़ रही है, एआई ग्रिड जटिलता के प्रबंधन और सिस्टम योजना में सुधार करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकता है। एआई उपकरण मांग और नवीकरणीय उर्जा उत्पादन का पूर्वानुमान लगाने, उत्पादन संसाधनों की शेड्यूलिंग को अनुकूलित करने और स्मार्ट ग्रिड और स्वचालित मांग प्रतिक्रिया प्रणालियों के माध्यम से मांग-पक्ष प्रबंधन को सुविधाजनक बनाने में लोड प्रेषण केंद्रों की सहायता कर सकते हैं। डिजिटल बुनियादी ढांचे, डेटा प्रबंधन और क्षमता निर्माण में उचित निवेश के साथ, एआई को अपनाने से उपयोगिताओं और सिस्टम ऑपरेटरों को ग्रिड लचीलापन बढ़ाने, सेवा की गुणवत्ता में सुधार करने और अधिक कुशल और टिकाऊ विद्युत प्रणाली की ओर संक्रमण का समर्थन करने में मदद मिल सकती है।

3. विद्युत क्षेत्र में एआई का उपयोग करने के लाभ

बिजली क्षेत्र में एआई को अपनाने से परिचालन लागत में कमी, ऊर्जा दक्षता में सुधार, बिजली आपूर्ति की विश्वसनीयता में वृद्धि, बेहतर उपभोक्ता सेवाएं और कार्बन उत्सर्जन में कमी सहित महत्वपूर्ण लाभ हो सकते हैं। एआई-संचालित विश्लेषण भविष्य की ऊर्जा योजना और बुनियादी ढांचे के विकास के लिए सूचित निर्णय लेने में नीति निर्माताओं और उपयोगिताओं की भी सहायता कर सकते हैं।

दूसरी ओर, एआई प्रौद्योगिकियों को अपनाने में विफलता के परिणामस्वरूप परिचालन अक्षमता, उच्च रखरखाव लागत, बिजली कटौती में वृद्धि, खराब मांग पूर्वानुमान और नवीकरणीय ऊर्जा प्रणालियों का धीमा एकीकरण हो सकता है। जो उपयोगिताएँ एआई को अपनाने में विलंब करेंगी, उन्हें बढ़ती बिजली की मांग, साइबर सुरक्षा खतरों और आधुनिक ग्रिड जटिलताओं के प्रबंधन में चुनौतियों का सामना करना पड़ सकता है। दीर्घकालिक रूप से, एआई को न अपनाने से प्रतिस्पर्धात्मकता कम हो सकती है, डिजिटल परिवर्तन में बाधा आ सकती है, और स्थिरता और ऊर्जा परिवर्तन लक्ष्यों को प्राप्त करने की क्षेत्र की क्षमता सीमित हो सकती है।

4. एआई के उपयोग में चुनौतियां एवं उपयोग का संभावित क्षेत्र

भारत का बिजली क्षेत्र तेजी से बढ़ रहा है और उत्पन्न डेटा की मात्रा भी काफी बढ़ रही है। इस डेटा को प्रभावी ढंग से प्रबंधित करने के लिए डेटा गुणवत्ता और विश्वसनीयता सुनिश्चित करने के लिए पर्याप्त वित्तीय निवेश और मजबूत मानव संसाधन क्षमताओं की आवश्यकता होती है।

एआई समाधानों को लागू करने में हार्डवेयर, सॉफ्टवेयर, साइबर सुरक्षा बुनियादी ढांचे और कुशल कर्मियों में काफी निवेश शामिल है। इन चुनौतियों के बावजूद, एआई महत्वपूर्ण लाभ प्रदान करता है, जिसमें नियामक आवश्यकताओं और परिचालन प्रथाओं के बीच अंतराल की पहचान करने की क्षमता शामिल है। यह नियामक जटिलता को कम करने और अनुपालन दक्षता को बढ़ाने में मदद कर सकता है। पावर सिस्टम साइबर सुरक्षा में एआई वास्तविक समय की निगरानी और मशीन लर्निंग का उपयोग करके स्मार्ट ग्रिड और स्काडा सिस्टम में विसंगतियों, साइबर हमलों, कमजोरियों का पता लगा सकता है। यह खतरों का स्वचालित रूप से जवाब देकर और सिस्टम लचीलापन को मजबूत करके ब्लैकआउट और बुनियादी ढांचे की क्षति को रोकने में मदद कर सकता है।

एआई उपकरण भी अधिक उपयोगकर्ता-अनुकूल और स्वचालित हो रहे हैं, जिससे ग्रिड सिस्टम और एआई के क्षेत्र में एक ही व्यक्ति के गहन विशेषज्ञता की आवश्यकता कम हो रही है।

जैसे-जैसे पावर ग्रिड सिस्टम पैमाने और अंतर्संबंध में विस्तार करते जा रहे हैं, उनकी परिचालन जटिलता अभूतपूर्व गति से बढ़ रही है। इस विकसित परिदृश्य में, डिजिटल ट्विन तकनीक को अपनाना अब वैकल्पिक नहीं है - यह भविष्य के बिजली प्रणालियों के लिए एक रणनीतिक आवश्यकता बन रहा है। वर्तमान में, भारतीय विद्युत प्रणाली के भीतर, डिजिटल ट्विन अनुप्रयोग काफी हद तक उपकरण स्तर तक ही सीमित हैं। हालाँकि, वास्तविक परिवर्तनकारी क्षमता इस तकनीक को पूरे सिस्टम स्तर तक विस्तारित करने में निहित है, जो ग्रिड में व्यापक निगरानी, भविष्य का विश्लेषण और बुद्धिमान निर्णय लेने में सक्षम बनाती है।

यह स्पष्ट है कि सिस्टम स्तर पर डिजिटल ट्विन कार्यान्वयन को बढ़ाने के लिए पर्याप्त निवेश की आवश्यकता होगी। इसके लिए उन्नत, संगत प्रौद्योगिकियों के एकीकरण और आधुनिक ग्रिड आवश्यकताओं के लिए उपयुक्त नहीं रहे पुराने बुनियादी ढांचे के क्रमिक प्रतिस्थापन की आवश्यकता होगी। इन चुनौतियों के बावजूद, दीर्घकालिक लाभ जैसे कि बेहतर विश्वसनीयता, बेहतर परिसंपत्ति प्रबंधन, अनुकूलित संचालन और डाउनटाइम में कमी - परिवर्तन को दृढ़ता से उचित ठहराते हैं।

एक बार जब डिजिटल ट्विन तकनीक पूरी तरह से बिजली प्रणाली में एम्बेड हो जाती है, तो आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस का अनुप्रयोग काफी अधिक शक्तिशाली और प्रभावशाली हो जाएगा। एआई-संचालित विश्लेषण, जब फिजिकल एसेट वास्तविक समय में डिजिटल ट्विन के साथ संयुक्त होता है, तो उपकरण के रखरखाव सम्बन्धी भविष्य का अनुमान, अड़ेप्टिव कंट्रोल स्ट्रेटेजीज और तेजी से डेटा-संचालित निर्णय लेने में सक्षम होगा।

वर्तमान में साइबर सुरक्षा खतरे आधुनिक बिजली प्रणालियों के लिए एक महत्वपूर्ण चिंता बने हुए हैं, इन जोखिमों को मजबूत और सख्त साइबर सुरक्षा ढांचे के माध्यम से प्रभावी ढंग से कम किया जा सकता है। उचित सुरक्षा उपायों के साथ, डिजिटल ट्विन और एआई प्रौद्योगिकियों का एकीकरण सुरक्षित और परिवर्तनकारी दोनों हो सकता है, जो बिजली क्षेत्र को एक स्मार्ट, अधिक लचीले ग्रिड सिस्टम के लिए तैयार करता है।

कुल मिलाकर, जबकि एआई को अपनाने के लिए रणनीतिक योजना और निवेश की आवश्यकता होती है, यह भारत के विकसित हो रहे बिजली क्षेत्र में दक्षता, पारदर्शिता और निर्णय लेने में सुधार करने का एक मूल्यवान अवसर प्रस्तुत करता है।

5. विद्युत क्षेत्र में एआई की शुरूआत की दिशा में पहला कदम

विद्युत क्षेत्र में कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई) को अपनाने के लिए प्रौद्योगिकी तत्परता, संस्थागत

क्षमता, बुनियादी ढांचे के विकास और सहायक नीतिगत ढांचे को शामिल करते हुए एक व्यवस्थित और चरणबद्ध दृष्टिकोण की आवश्यकता है। एआई-सक्षम बिजली प्रणालियों की ओर संक्रमण एआई प्रौद्योगिकियों के संभावित अनुप्रयोगों और लाभों के बारे में उपयोगिताओं, नीति निर्माताओं, इंजीनियरों और परिचालन कर्मचारियों के बीच जागरूकता और तकनीकी समझ के निर्माण के साथ शुरू होना चाहिए।

पहला कदम क्षमता निर्माण और कौशल विकास है। विद्युत क्षेत्र के कर्मियों को डिजिटल प्रौद्योगिकियों, डेटा एनालिटिक्स, मशीन लर्निंग, साइबर सुरक्षा और स्मार्ट ग्रिड प्रबंधन में प्रशिक्षण की आवश्यकता है। विशेष प्रशिक्षण कार्यक्रम, शैक्षणिक संस्थानों के साथ साझेदारी और प्रौद्योगिकी प्रदाताओं के साथ सहयोग एक कुशल कार्यबल बनाने में मदद कर सकता है जो एआई-आधारित प्रणालियों को लागू करने और प्रबंधित करने में सक्षम है। कार्यान्वयन और नवाचार का मार्गदर्शन करने के लिए उपयोगिताओं को समर्पित डिजिटल परिवर्तन या एआई सेल की स्थापना की जा सकती है ।

डेटा तत्परता सफल एआई अपनाने के लिए एक और महत्वपूर्ण आवश्यकता है। एआई सिस्टम विश्लेषण और निर्णय लेने के लिए उच्च गुणवत्ता, वास्तविक समय और ऐतिहासिक परिचालन डेटा पर बहुत अधिक निर्भर करते हैं। इसलिए, उपयोगिताओं को परिसंपत्तियों के डिजिटलीकरण, स्मार्ट मीटर, स्काडा प्रणालियों, आईओटी-सक्षम सेंसर और केंद्रीकृत डेटा प्रबंधन प्लेटफार्मों में निवेश करना चाहिए। विश्वसनीय एआई प्रदर्शन सुनिश्चित करने के लिए उचित डेटा संग्रह, भंडारण, मानकीकरण और साइबर सुरक्षा उपाय आवश्यक हैं।

प्रारंभिक बुनियादी ढांचे की आवश्यकता में मजबूत संचार नेटवर्क, क्लाउड कंप्यूटिंग सुविधाएं, उन्नत मीटरिंग बुनियादी ढांचा, स्मार्ट सबस्टेशन और उच्च प्रदर्शन कंप्यूटिंग सिस्टम का विकास शामिल है। वास्तविक समय की निगरानी, भविष्यसूचक विश्लेषण और स्वचालित ग्रिड संचालन को सक्षम करने के लिए सूचना प्रौद्योगिकी (आईटी) और परिचालन प्रौद्योगिकी (ओटी) प्रणालियों का एकीकरण भी आवश्यक है। पूरी बिजली प्रणाली में विस्तार करने से पहले चयनित क्षेत्रों जैसे भविष्य में रखरखाव का अनुमान, मांग पूर्वानुमान, आउटेज प्रबंधन और नवीकरणीय ऊर्जा एकीकरण में पायलट परियोजनाएं शुरू की जा सकती हैं।

नीतिगत हस्तक्षेप और नियामक समर्थन बिजली क्षेत्र में एआई को अपनाने में तेजी लाने में एक प्रमुख भूमिका निभाते हैं। सरकारों और नियामकों को स्पष्ट डिजिटल परिवर्तन नीतियां, डेटा शासन के लिए मानक, साइबर सुरक्षा ढांचे और नैतिक एआई उपयोग के लिए दिशानिर्देश तैयार करने चाहिए। वित्तीय प्रोत्साहन, अनुसंधान अनुदान, सार्वजनिक-निजी भागीदारी और नवाचार निधि उपयोगिताओं को एआई प्रौद्योगिकियों में निवेश करने के लिए प्रोत्साहित कर सकते हैं। नियामक ढांचे को बिजली ग्रिड के आधुनिकीकरण, स्मार्ट मीटर की तैनाती और एआई-सक्षम समाधानों का उपयोग करके नवीकरणीय ऊर्जा प्रणालियों के एकीकरण का भी समर्थन करना चाहिए।

इसके अलावा, नवाचार और ज्ञान साझा करने के लिए उपयोगिताओं, अनुसंधान संस्थानों, प्रौद्योगिकी कंपनियों और स्टार्टअप के बीच सहयोग महत्वपूर्ण है। ऊर्जा प्रणालियों में एआई पर उत्कृष्टता के राष्ट्रीय केंद्रों की स्थापना स्थानीय बिजली क्षेत्र की आवश्यकताओं के अनुरूप स्वदेशी समाधानों के अनुसंधान, परीक्षण और विकास का और समर्थन कर सकती है।

एआई को धीरे-धीरे और अच्छी तरह से नियोजित रूप से अपनाने से बिजली क्षेत्र को दक्षता, विश्वसनीयता, स्थिरता और लचीलापन में सुधार करने में मदद मिलेगी, साथ ही ऊर्जा पारिस्थितिकी तंत्र को भविष्य की चुनौतियों जैसे बिजली की बढ़ती मांग, नवीकरणीय एकीकरण और स्मार्ट ग्रिड प्रबंधन के लिए तैयार किया जाएगा।

6. निष्कर्ष

कुल मिलाकर, कृत्रिम बुद्धिमत्ता भारत के विद्युत क्षेत्र को अधिक स्मार्ट, कुशल, विश्वसनीय और टिकाऊ बनाने की अपार क्षमता रखती है। बढ़ती बिजली मांग, नवीकरणीय ऊर्जा के विस्तार और

ग्रिड की जटिलताओं के बीच एआई एक महत्वपूर्ण परिवर्तनकारी उपकरण के रूप में उभर रहा है। यद्यपि इसके कार्यान्वयन के लिए पर्याप्त निवेश, डिजिटल अवसंरचना, साइबर सुरक्षा तथा कुशल मानव संसाधन की आवश्यकता है, फिर भी इसके दीर्घकालिक लाभ कहीं अधिक महत्वपूर्ण हैं। उचित नीति समर्थन, तकनीकी नवाचार और चरणबद्ध कार्यान्वयन के माध्यम से एआई न केवल विद्युत क्षेत्र की परिचालन दक्षता को बढ़ा सकता है, बल्कि भारत के ऊर्जा परिवर्तन और सतत विकास लक्ष्यों की प्राप्ति में भी महत्वपूर्ण योगदान दे सकता है।

******

'एक आम महिला'

पुष्पा रानी राव, पी एस ओ

सरल हृदय है, सरल है धड़कन,
सरल-सी अंखियां, सरल है चितवन,
सरल वाणी की स्वामिनी, सरलता की खान हो तुम,
रिश्ते सभी प्रिय हैं तुमको, रखती हर रिश्ते का मान हो तुम,
संबंधों का अटूट बंधन हो, आत्मीयता की पहचान हो तुम,
कोई विख्यात, नामी-गिरामी शख़्स नहीं, हर घर की महिला आम हो तुम.....

सूर्य की ऊष्मा तुम में नहीं, पर सूर्य की रोशनी तुममें है,
चंद्र-कला बेशक ना हो, चांदनी की शीतलता तुममें है,
सितारों-सी तुम चमकती नहीं, तारों की टिमटिमाहट तुममें है,
बादलों की गर्जना तुममें नहीं, बूंदों की टिप-टिप तुममें है,
धरती समान सहनशील हो, वक्त पड़ने पर परिवार का आसमान हो तुम,
कोई विख्यात, नामी-गिरामी शख़्स नहीं, हर घर की महिला आम हो तुम.....

आँधी का झोंका नहीं हो तुम, हल्की बयार-सी लगती हो,
फूलों-सी तुम खिलती नहीं, फूलों की खुशबू लगती हो,
इठलाती-मदमाती नदिया नहीं, शांत झील का नीर लगती हो,
मग़रूर तपती दुपहरी नहीं, विनम्र भोर-सी लगती हो,
तूफानों से लड़ती कश्ती नहीं, कश्ती को संभालती पतवार हो तुम,
कोई विख्यात, नामी-गिरामी शख़्स नहीं, हर घर की महिला आम हो तुम.....

कवि की कविता के बोल नहीं, उसके मन का एहसास हो तुम,
कलाकार की प्रस्तुति नहीं, दर्शकों की तालियों की गड़गड़ाहट हो तुम,
युवती की खिलखिलाती हंसी नहीं, एक मंद मुस्कान हो तुम,
मन-लुभावन आकर्षण नहीं, मन में बसा सुकून हो तुम,
अभिमानी का अभिमान नहीं, स्वाभिमानी का स्वाभिमान हो तुम,
कोई विख्यात, नामी-गिरामी शख़्स नहीं, हर घर की महिला आम हो तुम.....
2.

लता के जैसी नाज़ुक हो, पर लता-सी कमज़ोर नहीं,
मधुर गीत की तान हो, भड़काऊ संगीत का शोर नहीं,
आकाश में उड़ती पतंग नहीं, उस पतंग को थामे डोर हो तुम,
अपने जैसी आप ही हो बस, तुम्हारा जैसा कोई और नहीं,
कोई विख्यात, नामी-गिरामी शख़्स नहीं, हर घर की महिला आम हो तुम,
कहलाती हो आम महिला, आम नहीं, बहुत खास हो तुम, पूरे घर की जान हो तुम.....

******

खग तेरा स्वर

गौरव कुमार, सहायक निदेशक, जल परियोजना एवं अन्वेषण प्रभाग

नभ में ऊर्मिल उड़ती चिड़िया, तुम गीत कहाँ का गाती हो ?
मरु, पर्वत और मैदानों की, क्या खबरें लेकर आती हो ?

लालच के मारे मनुजों ने, काटे उपवन तरु औ कानन
तेरे घोंसले बनाने को, अब कहाँ बचा कुसुमित मधुवन ?

छीने तरुवर के घर तेरे, मिट्टी को भी पाषाण किया
कृत्रिम ईंटों के जंगल ने, कितने जीवों का प्राण लिया |

पर फिर भी ऐ खग तूने तो, तानी है कोई मधुर तान
तेरे स्वर से झंकृत होता, मेरा मन और पूरा वितान |

दूजी टहनी पर बैठी सखी को, क्या कुछ यूं बतलाती हो?
ऐ चिड़िया क्या सन्देश शान्ति का, मनुजों को सिखलाती हो?

मधुरिम कलरव की नई सुबह में, जैसे तुम चहकाती हो
तरु की डाली के हरे पात में, सहमी-सी छुप जाती हो |

फूलों की डाली की खुशबू, कानों में तेरे अमृत तान
सुनता बैठूँ सुध-बुध खोकर, ऐ पंछी तेरा मधुर गान |

टूटे घर-घोंसले आंधी में, पर नवजीवन इठलाता है
खग-स्वर तेरा मानवता को, दुख में हँसना सिखलाता है |

******

साइबर हमलों के खिलाफ AI की ढाल

अभय अग्रवाल, सहायक निदेशक-।। डी.पी.एंड टी प्रभाग

वैश्विक ऊर्जा क्षेत्र एक बड़े संरचनात्मक बदलाव से गुजर रहा है। ऐतिहासिक रूप से, बिजली संयंत्रों, सबस्टेशनों, **SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) प्रणालियों**, तथा विद्युत ग्रिड को भौतिक अलगाव (Air Gap) द्वारा सुरक्षित रखा जाता था, जिससे वे बाहरी नेटवर्क और इंटरनेट से पूरी तरह अलग रहते थे। आज, रियल-टाइम मॉनिटरिंग, दूरस्थ नियंत्रण, डेटा विश्लेषण और स्मार्ट ग्रिड संचालन को सक्षम करने के लिए SCADA, इंडस्ट्रियल कंट्रोल सिस्टम (ICS), रिमोट टर्मिनल यूनिट्स (RTUs) और अन्य फील्ड डिवाइस केंद्रीय कंप्यूटर नेटवर्क तथा एंटरप्राइज़ आईटी प्रणालियों से जुड़े हुए हैं। यद्यपि यह एकीकरण ग्रिड को अधिक बुद्धिमान, कुशल और विश्वसनीय बनाता है, लेकिन यह अत्यधिक संवेदनशील SCADA और ICS अवसंरचना को साइबर हमलों के लिए भी उजागर करता है।

पारंपरिक आईटी वातावरण में, साइबर हमलों के परिणामस्वरूप आमतौर पर डेटा चोरी, सिस्टम व्यवधान या वित्तीय हानि होती है। इसके विपरीत, ऊर्जा क्षेत्र में SCADA और ICS पर सफल साइबर हमले के परिणाम कहीं अधिक गंभीर हो सकते हैं, जिनमें व्यापक बिजली कटौती (Blackouts), महत्वपूर्ण उपकरणों को भौतिक क्षति, ग्रिड अस्थिरता, संचालन में बाधा तथा सार्वजनिक सुरक्षा और राष्ट्रीय महत्वपूर्ण अवसंरचना (Critical Infrastructure) पर प्रतिकूल प्रभाव शामिल हैं। इसलिए, आधुनिक विद्युत उपयोगिताओं के लिए SCADA और औद्योगिक नियंत्रण प्रणालियों की साइबर सुरक्षा अब केवल एक आईटी आवश्यकता नहीं, बल्कि ग्रिड की विश्वसनीयता और राष्ट्रीय सुरक्षा का एक अनिवार्य घटक बन चुकी है।

पुरानी सुरक्षा प्रणाली (Legacy Security) की खामी

मानक फ़ायरवॉल और पारंपरिक सुरक्षा प्रणालियाँ मुख्यतः पूर्वनिर्धारित (Predefined) नियमों और पहचान-आधारित प्रमाणीकरण पर निर्भर करती हैं। वे उपयोगकर्ता की पहचान, IP एड्रेस, यूज़रनेम, पासवर्ड तथा एक्सेस अधिकारों की जांच करके यह निर्धारित करती हैं कि किसी सिस्टम

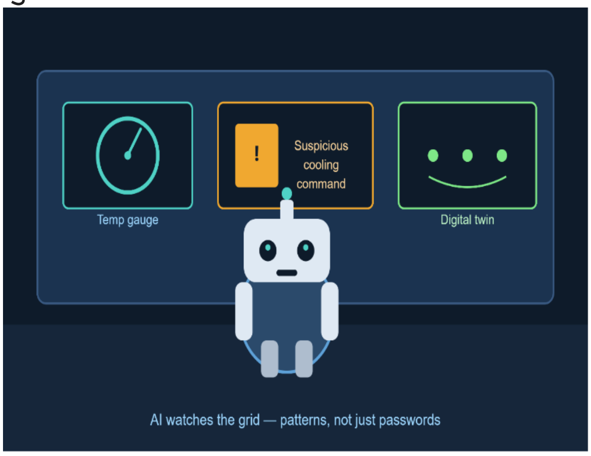
या नेटवर्क संसाधन तक पहुँच की अनुमति दी जानी चाहिए या नहीं। यदि उपयोगकर्ता के क्रेडेंशियल्स वैध हैं और उसके पास आवश्यक अनुमतियाँ हैं, तो उसे सिस्टम तक पहुँच प्रदान कर दी जाती है। हालाँकि, यह दृष्टिकोण आधुनिक औद्योगिक साइबर हमलों, विशेष रूप से SCADA और इंडस्ट्रियल कंट्रोल सिस्टम (ICS) वातावरण में, अक्सर अपर्याप्त साबित होता है। आज के हमलावर **Living off the Land (LotL)** जैसी उन्नत रणनीतियों का उपयोग करते हैं, जिसमें वे आसानी से पहचाने जाने वाले मैलवेयर पर निर्भर नहीं रहते। इसके बजाय, वे किसी वैध ऑपरेटर, इंजीनियर या प्रशासक के क्रेडेंशियल्स (लॉगिन विवरण) चुरा लेते हैं और उन्हीं अधिकृत उपकरणों तथा सिस्टम टूल्स का उपयोग करके नेटवर्क में गतिविधियाँ संचालित करते हैं।

ऐसी स्थिति में, पारंपरिक फ़ायरवॉल या एक्सेस कंट्रोल सिस्टम केवल यह सत्यापित करता है कि अनुरोध एक अधिकृत उपयोगकर्ता खाते से आया है। यही कारण है कि आधुनिक SCADA/ICS साइबर सुरक्षा में केवल पहचान-आधारित सुरक्षा पर्याप्त नहीं है। इसके साथ-साथ व्यवहार विश्लेषण (Behavior Analytics), विसंगति पहचान (Anomaly Detection), ज़ीरो-ट्रस्ट सुरक्षा (Zero Trust Security) तथा एआई-आधारित खतरा पहचान (AI-Based Threat Detection) जैसी उन्नत तकनीकों की आवश्यकता होती है, जो न केवल उपयोगकर्ता की पहचान को सत्यापित करें बल्कि उसकी गतिविधियों के संदर्भ, व्यवहार और उद्देश्य का भी विश्लेषण कर सकें।

AI-आधारित व्यवहारिक निगरानी (Behavioral Monitoring) की ओर बदलाव

आधुनिक साइबर खतरों, विशेष रूप से SCADA और Industrial Control Systems (ICS) को लक्षित करने वाले उन्नत हमलों से निपटने के लिए, ऊर्जा उद्योग पारंपरिक नियम-आधारित सुरक्षा से आगे बढ़कर आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस (AI) संचालित Industrial Intrusion Detection Systems (IIDS) को अपनाने लगा है। पारंपरिक सुरक्षा समाधान मुख्यतः पहचान, एक्सेस अधिकारों और पूर्वनिर्धारित नियमों पर निर्भर करते हैं, जबकि AI-आधारित प्रणालियाँ नेटवर्क, उपकरणों और ऑपरेशनल प्रक्रियाओं के व्यवहार का निरंतर विश्लेषण करके संभावित खतरों की पहचान करती हैं।

AI सामान्यतः निम्नलिखित तीन उन्नत स्तरों पर ग्रिड और औद्योगिक अवसंरचना की सुरक्षा को सुदृढ़ करता है:



1. औद्योगिक संचार का विश्लेषण (Natural Language Processing एवं Protocol Understanding)

पारंपरिक सुरक्षा प्रणालियाँ सामान्यतः यह सत्यापित करती हैं कि कोई संदेश या कमांड किस स्रोत से आया है। इसके विपरीत, AI-आधारित प्रणालियाँ संदेश की वास्तविक सामग्री, उद्देश्य और संभावित प्रभाव का विश्लेषण करती हैं। Natural Language Processing (NLP) तथा उन्नत प्रोटोकॉल विश्लेषण तकनीकों की सहायता से AI विभिन्न औद्योगिक संचार प्रोटोकॉल, जैसे SCADA कमांड, नियंत्रण निर्देश और मशीन-टू-मशीन संदेशों की संरचना एवं व्यवहार को समझ सकता है।

उदाहरण के लिए, AI एक सामान्य निगरानी कमांड जैसे "तापमान डेटा प्राप्त करें" और एक उच्च-जोखिम नियंत्रण कमांड जैसे "कूलिंग सिस्टम के नियंत्रण पैरामीटर परिवर्तित करें" के बीच अंतर कर सकता है। इससे संवेदनशील नियंत्रण कार्यों की पहचान और जोखिम मूल्यांकन अधिक प्रभावी ढंग से किया जा सकता है।

2. परिचालन व्यवहार की आधाररेखा स्थापित करना (Graph Neural Networks एवं Behavioral Analytics)

विद्युत उत्पादन एवं वितरण प्रणालियाँ अत्यधिक नियतात्मक (Deterministic) होती हैं, जहाँ अधिकांश उपकरण और प्रक्रियाएँ पूर्वानुमेय पैटर्न के अनुसार कार्य करती हैं। AI नेटवर्क, SCADA सर्वरों, इंजीनियरिंग वर्कस्टेशनों, RTUs, PLCs तथा अन्य नियंत्रण उपकरणों के बीच होने वाली गतिविधियों का विश्लेषण करके एक व्यवहारिक आधाररेखा (Behavioral Baseline) तैयार करता है।

Graph Neural Networks (GNNs) और Behavioral Analytics तकनीकों की सहायता से AI यह समझता है कि कौन-सा उपकरण सामान्यतः किन प्रणालियों से संवाद करता है, किस प्रकार के कमांड भेजता है तथा किस समय पर विशेष गतिविधियाँ संपन्न होती हैं।

उदाहरण के लिए, यदि कोई इंजीनियरिंग वर्कस्टेशन जो सामान्यतः केवल निगरानी कार्य करता है, अचानक देर रात किसी महत्वपूर्ण टरबाइन नियंत्रण प्रणाली को संशोधित करने का प्रयास करता है, तो AI इस असामान्य व्यवहार को तुरंत पहचान सकता है, भले ही गतिविधि वैध उपयोगकर्ता क्रेडेंशियल्स के माध्यम से की जा रही हो।

3. भौतिक प्रक्रिया के प्रभाव का सत्यापन

AI-संचालित साइबर सुरक्षा का सबसे उन्नत स्तर डिजिटल ट्विन (Digital Twin) तकनीक का उपयोग करता है। डिजिटल ट्विन किसी विद्युत संयंत्र, सबस्टेशन या औद्योगिक प्रक्रिया का एक गतिशील गणितीय एवं भौतिक मॉडल होता है, जो वास्तविक प्रणाली के व्यवहार का अनुकरण (Simulation) करता है।

Neural Digital Twins डेटा विज्ञान, मशीन लर्निंग और भौतिकी-आधारित मॉडलिंग को संयोजित करके यह अनुमान लगा सकते हैं कि किसी नियंत्रण कमांड का वास्तविक भौतिक प्रणाली पर क्या प्रभाव पड़ेगा।

उदाहरण के लिए, यदि कोई अधिकृत दिखने वाला कमांड किसी महत्वपूर्ण कूलिंग वाल्व को बंद करने का निर्देश देता है, तो AI केवल कमांड की वैधता ही नहीं देखता, बल्कि डिजिटल ट्विन के माध्यम से उसके संभावित परिणामों का भी विश्लेषण करता है। यदि मॉडल यह संकेत देता है कि वाल्व बंद होने से तापमान या दबाव सुरक्षित परिचालन सीमाओं से बाहर जा सकता है तथा उपकरण क्षति या सुरक्षा जोखिम उत्पन्न हो सकता है, तो प्रणाली उस कमांड को संदिग्ध के रूप में चिह्नित कर सकती है, अलार्म उत्पन्न कर सकती है अथवा पूर्वनिर्धारित सुरक्षा नीतियों के अनुसार उसे निष्पादित होने से रोक सकती है।

इस प्रकार, AI-आधारित Industrial Intrusion Detection Systems केवल नेटवर्क गतिविधियों की निगरानी तक सीमित नहीं रहते, बल्कि वे संचार पैटर्न, परिचालन व्यवहार तथा वास्तविक भौतिक प्रक्रियाओं के प्रभाव का समग्र विश्लेषण करके SCADA और ICS अवसंरचना को उन्नत साइबर खतरों से सुरक्षित रखने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।

निष्कर्ष

जैसे-जैसे हमारे विद्युत ग्रिड अधिक आपस में जुड़ रहे हैं, केवल सामने का डिजिटल दरवाजा बंद करना अब पर्याप्त नहीं है। मशीनी भाषा को समझकर, दैनिक दिनचर्या में महारत हासिल करके, और भौतिकी के नियमों को गणितीय रूप से लागू करके, AI सबसे बेहतरीन अदृश्य ढाल बन रहा है—जो हमारी लाइटों को चालू रखता है और भौतिक बुनियादी ढांचे को सुरक्षित रखता है।

******

प्रशासनिक सुधार: सुशासन और सशक्त भारत की आधारशिला

प्रशासन-1 अनुभाग, केविप्रा

किसी भी राष्ट्र की प्रगति उसकी प्रशासनिक व्यवस्था की कुशलता पर निर्भर करती है। 'प्रशासनिक सुधार' का अर्थ केवल नियमों में बदलाव करना नहीं, बल्कि सरकारी तंत्र को अधिक **पारदर्शी, जवाबदेह और नागरिक-केंद्रित** बनाना है। भारत जैसे विशाल लोकतंत्र में, जहाँ विविधता और चुनौतियाँ दोनों अधिक हैं, प्रशासनिक सुधार 'न्यूनतम सरकार, अधिकतम शासन' (**Minimum Government, Maximum Governance**) के लक्ष्य को प्राप्त करने का एकमात्र मार्ग है।

सुधारों की आवश्यकता क्यों?

समय के साथ समाज और तकनीक बदलती है, जिसके कारण पुरानी प्रशासनिक व्यवस्थाएँ अप्रासंगिक हो जाती हैं। प्रमुख कारण निम्नलिखित हैं:

1. **लालफीताशाही का अंत:** फाइलों के अंबार और अनावश्यक देरी को समाप्त कर सेवाओं को त्वरित बनाना।
2. **भ्रष्टाचार पर प्रहार:** प्रक्रियाओं को सरल और डिजिटल बनाकर बिचौलियों को खत्म करना।
3. **जन-संवेदनशीलता:** प्रशासन को जनता की समस्याओं के प्रति अधिक उत्तरदायी बनाना।

आधुनिक भारत में प्रमुख सुधारात्मक पहलें

आज के दौर में प्रशासन को आधुनिक बनाने के लिए तीन मुख्य स्तंभों पर ध्यान दिया जा रहा है:

1. ई-गवर्नेंस (e-Governance): डिजिटल क्रांति

ई-गवर्नेंस ने सरकार और जनता के बीच की दूरी को समाप्त कर दिया है। 'डिजिटल इंडिया' अभियान के तहत अब अधिकांश सेवाएँ एक क्लिक पर उपलब्ध हैं।

- **डीबीटी (DBT):** प्रत्यक्ष लाभ हस्तांतरण के माध्यम से सरकारी सहायता सीधे लाभार्थी के बैंक खाते में पहुँच रही है।
- **उमंग (UMANG):** एक ही मोबाइल ऐप पर सैकड़ों सरकारी सेवाओं की उपलब्धता ने आम जन का जीवन सुगम बनाया है।

2. मिशन कर्मयोगी: क्षमता निर्माण

यह लोक सेवकों के प्रशिक्षण का सबसे बड़ा सुधार है। इसका उद्देश्य अधिकारियों को 'नियम-आधारित' के बजाय 'भूमिका-आधारित' बनाना है। **iGOT-Karmayogi** प्लेटफॉर्म के माध्यम से कर्मचारी निरंतर अपनी कार्यकुशलता बढ़ा सकते हैं, जिससे वे भविष्य की चुनौतियों के लिए तैयार हो सकें।

3. पार्श्व प्रवेश (Lateral Entry) और विशेषज्ञता

जटिल नीतिगत मुद्दों को सुलझाने के लिए निजी क्षेत्र के विशेषज्ञों को सरकार के महत्वपूर्ण पदों पर नियुक्त किया जा रहा है। इससे प्रशासन में नए विचार और तकनीकी विशेषज्ञता का समावेश हो रहा है।

चुनौतियाँ और आलोचनात्मक विश्लेषण

हर सुधार के साथ कुछ चुनौतियाँ भी जुड़ी होती हैं:

- **डिजिटल अंतराल:** ग्रामीण क्षेत्रों में इंटरनेट और डिजिटल साक्षरता की कमी के कारण ई-गवर्नेंस का लाभ हर किसी तक नहीं पहुँच पाता।
- **परिवर्तन का विरोध:** दशकों पुरानी कार्यशैली को बदलने में कर्मचारियों के भीतर हिचकिचाहट देखी जाती है।
- **डेटा सुरक्षा:** बढ़ते डिजिटलीकरण के साथ नागरिकों की गोपनीयता और साइबर सुरक्षा सुनिश्चित करना एक बड़ी चुनौती है।

निष्कर्ष

प्रशासनिक सुधार कोई एक दिन की घटना नहीं बल्कि एक निरंतर चलने वाली प्रक्रिया है। सूचना का अधिकार (RTI), नागरिक अधिकार पत्र (Citizen's Charter) और अब 'मिशन कर्मयोगी' जैसी पहलों ने भारतीय नौकरशाही को एक नई दिशा दी है। एक विकसित भारत के सपने को साकार करने के लिए हमें एक ऐसे प्रशासन की आवश्यकता है जो न केवल कुशल हो, बल्कि जिसमें **'सेवा परमो धर्मः'** की भावना कूट-कूट कर भरी हो।

प्रशासनिक सुधारों का नया आधारस्तम्भ ई-ऑफिस - एक सुदृढ़, पारदर्शी और गतिमान शासन की ओर कदम

आज के डिजिटल युग में, जहाँ तकनीक जीवन के हर क्षेत्र को प्रभावित कर रही है, शासन और प्रशासन भी इससे अछूते नहीं हैं। इसी दिशा में **ई-ऑफिस (e-Office)** एक महत्वपूर्ण पहल के रूप में उभरा है, जो पारंपरिक कागज़ आधारित कार्यप्रणाली को डिजिटल प्लेटफ़ॉर्म में परिवर्तित करता है। इस अवसर पर ई-ऑफिस जैसे नवाचारों पर चर्चा करना विशेष रूप से प्रासंगिक है, क्योंकि यह न केवल प्रशासनिक सुधार का माध्यम है, बल्कि राजभाषा हिंदी के उपयोग को भी बढ़ावा देता है।

ईऑफिस क्या है-?

ईऑफिस- राष्ट्रीय सूचना विज्ञान केंद्र (NIC) द्वारा विकसित एक डिजिटल कार्यस्थल समाधान है। इसका मुख्य उद्देश्य सरकारी कार्यालयों में पारंपरिक कागज़ आधारित कार्यप्रणाली को समाप्त करके उसे तेज़, पारदर्शी और प्रभावी बनाना है। यह प्रणाली कागज़ रहित (paperless) और सुगम (efficient) प्रशासन को बढ़ावा देती है।

प्रशासनिक सुधारों में ईऑफिस का महत्व-

ई-ऑफिस ने पारंपरिक लालफीताशाही को समाप्त कर प्रशासन में निम्नलिखित सुधार किए हैं:

- **पारदर्शिता और उत्तरदायित्व:** ई-ऑफिस में हर फाइल का एक डिजिटल पदचिह्न (Digital Footprint) होता है। फाइल किस स्तर पर कितनी देर रुकी है, इसकी निगरानी उच्च अधिकारियों द्वारा की जा सकती है, जिससे जवाबदेही सुनिश्चित होती है।
- **त्वरित निर्णय प्रक्रिया:** भौतिक फाइलों को एक कार्यालय से दूसरे कार्यालय भेजने में लगने वाला समय अब शून्य हो गया है। क्लिक करते

ही फाइल संबंधित अधिकारी के पास पहुँच जाती है, जिससे जनहित के कार्यों में तेजी आई है।

- **पर्यावरण संरक्षण (कागज रहित कार्य):** ई-ऑफिस के व्यापक उपयोग से लाखों कागजों की बचत हो रही है। यह न केवल पेड़ों को कटने से बचा रहा है, बल्कि कार्यालयों में फाइलों के अंबार और धूल को भी कम कर रहा है।
- **डेटा सुरक्षा और सुगमता:** भौतिक फाइलें फटने, खोने या जलने का डर बना रहता है, लेकिन ई-ऑफिस में डेटा सुरक्षित सर्वर पर रहता है। इसे किसी भी समय और कहीं से भी (अधिकृत नेटवर्क के माध्यम से) एक्सेस किया जा सकता है।
- **दूरस्थ कार्य (Remote Work) की सुविधा:** ई-ऑफिस के माध्यम से अधिकारी और कर्मचारी कहीं से भी कार्य कर सकते हैं, जिससे कार्य की निरंतरता बनी रहती है।

राजभाषा हिंदी और ई-ऑफिस

प्रशासनिक सुधारों का असली लाभ तभी है जब वह जनमानस की भाषा में हो। ई-ऑफिस का इंटरफेस अब हिंदी में भी उपलब्ध है। डिजिटल माध्यमों पर हिंदी के प्रयोग ने इस मिथक को तोड़ा है कि तकनीक केवल अंग्रेजी तक सीमित है। ई-ऑफिस में हिंदी भाषा के उपयोग को बढ़ावा देने के लिए यूनिकोड आधारित टाइपिंग और हिंदी इंटरफेस उपलब्ध कराए जा रहे हैं। इससे सरकारी कामकाज में हिंदी का प्रयोग आसान हुआ है। राजभाषा हिंदी में ई-नोटिंग और ई-ड्राफ्टिंग को बढ़ावा देकर हम न केवल संवैधानिक दायित्वों को पूरा कर रहे हैं, बल्कि प्रशासन को जनता के करीब भी ला रहे हैं।

चुनौतियाँ और भविष्य की राह

निश्चित रूप से, किसी भी नई प्रणाली को अपनाने में प्रशिक्षण और तकनीकी बुनियादी ढाँचे की आवश्यकता होती है। कर्मचारियों का कौशल विकास और सुदृढ़ इंटरनेट कनेक्टिविटी इस मार्ग की मुख्य चुनौतियाँ हैं। हालाँकि, जिस गति से भारत डिजिटल क्रांति की ओर बढ़ रहा है, वह दिन दूर नहीं जब 'ई-ऑफिस' सुशासन का पर्याय बन जाएगा।

समाधान और आगे की दिशा

इन चुनौतियों से निपटने के लिए नियमित प्रशिक्षण, जागरूकता कार्यक्रम और मजबूत साइबर सुरक्षा ढांचा आवश्यक है। साथ ही, हिंदी में सॉफ्टवेयर और टूल्स को और अधिक विकसित करने की जरूरत है ताकि अधिक से अधिक कर्मचारी इसे अपनाने के लिए प्रेरित हों।

निष्कर्ष

ईऑफिस केवल एक सॉफ्टवेयर नहीं-, बल्कि कार्य-संस्कृति में बदलाव का एक माध्यम है। यह भ्रष्टाचार मुक्त, कागज रहित और नागरिककेंद्रित -शासन की नींव है। आइए, हम संकल्प लें कि हम न केवल ईऑफिस जैसी आधुनिक प्रणालियों को -अपनाएंगे, बल्कि अपनी राजभाषा हिंदी के माध्यम से प्रशासन को अधिक सरल, सुगम और पारदर्शी बनाएंगे जिससे प्रशासनिक सुधार और भाषा विकास दोनों एक साथ आगे बढ़ सकें।

"डिजिटल भारत की ओर बढ़ते कदम, ई-ऑफिस के संग"

मिशन कर्मयोगी : प्रशासनिक सुधारों की नई दिशा

प्रशासन किसी भी राष्ट्र की प्रगति का इंजन होता है। भारत जैसे विशाल और विविध लोकतांत्रिक देश में, लोक सेवकों की भूमिका केवल नीतियों के क्रियान्वयन तक सीमित नहीं है, बल्कि वे समाज में परिवर्तन के वाहक भी हैं। इसी उद्देश्य से भारत सरकार ने **मिशन कर्मयोगी** की शुरुआत की, जो सिविल सेवाओं में व्यापक सुधार लाने की एक दूरदर्शी पहल है। आज इस मिशन पर विचार करना इसलिए भी महत्वपूर्ण है क्योंकि यह न केवल कार्य संस्कृति को बदलने का प्रयास है, बल्कि राजभाषा हिंदी के प्रभावी उपयोग को भी प्रोत्साहित करता है।

मिशन कर्मयोगी क्या है?

मिशन कर्मयोगी, जिसे "राष्ट्रीय सिविल सेवा क्षमता निर्माण कार्यक्रम" (National Programme for Civil Services Capacity Building - NPCSCB) भी कहा जाता है, भारतीय नौकरशाही के इतिहास में सबसे बड़ा मानव संसाधन)HR) सुधार है। इसका मूल मंत्र है– **"नियम आधारित" (Rules-based) शासन से "भूमिका आधारित" (Roles-based) शासन की ओर संक्रमण।** इसका लक्ष्य है कि प्रत्येक सरकारी अधिकारी अपने दायित्वों का निर्वहन अधिक दक्षता और संवेदनशीलता के साथ कर सके।

प्रशासनिक सुधारों में मिशन कर्मयोगी की भूमिका

1. **कौशल विकास**

   मिशन कर्मयोगी के अंतर्गत अधिकारियों को उनकी भूमिका के अनुसार आवश्यक कौशलों का प्रशिक्षण दिया जाता है। इससे कार्य की गुणवत्ता और दक्षता में सुधार होता है।

2. **डिजिटल लर्निंग प्लेटफ़ॉर्म**

   इस मिशन के तहत 'iGOT Karmayogi' नामक डिजिटल प्लेटफ़ॉर्म विकसित किया गया है, जहां अधिकारी अपनी सुविधा के अनुसार ऑनलाइन प्रशिक्षण प्राप्त कर सकते हैं। यह "कभी भी, कहीं भी सीखने" की अवधारणा को साकार करता है।

3. **भूमिका आधारित प्रशिक्षण**

   पारंपरिक प्रशिक्षण पद्धति के स्थान पर अब भूमिका आधारित प्रशिक्षण को प्राथमिकता दी गई है, जिससे अधिकारी अपने पद के अनुरूप अधिक प्रभावी बनते हैं।

4. **जवाबदेही और पारदर्शिता**

   मिशन कर्मयोगी के माध्यम से कार्य प्रदर्शन का आकलन अधिक स्पष्ट और वस्तुनिष्ठ तरीके से किया जाता है, जिससे जवाबदेही बढ़ती है।

5. **नवाचार और सोच में परिवर्तन**

   यह मिशन सरकारी कर्मचारियों में नवाचार, समस्या समाधान और सकारात्मक सोच को बढ़ावा देता है, जिससे प्रशासनिक कार्यों में नई ऊर्जा का संचार होता है। मिशन का मुख्य उद्देश्य 'कर्मचारी' (Employee) की पारंपरिक सोच को 'कर्मयोगी' (Karmayogi) में बदलना है। एक कर्मयोगी वह है जो सेवा भाव, कर्तव्य बोध और राष्ट्रहित को सर्वोपरि रखता है।

6. **नागरिक केंद्रित दृष्टिकोण:** इस सुधार का अंतिम लक्ष्य आम नागरिक के जीवन को सुगम (Ease of Living) बनाना है। जब लोक सेवक अधिक संवेदनशील और कुशल होंगे, तो सरकारी योजनाओं का लाभ अंतिम व्यक्ति तक अधिक पारदर्शिता से पहुँचेगा।

हिंदी के प्रसार में मिशन कर्मयोगी की भूमिका

'मिशन कर्मयोगी' के अंतर्गत उपलब्ध प्रशिक्षण पाठ्यक्रम और डिजिटल मॉड्यूल न केवल अंग्रेजी बल्कि **हिंदी और अन्य भारतीय भाषाओं** में भी उपलब्ध कराए जा रहे हैं। हमें यह समझना होगा कि जब एक लोक सेवक अपनी मातृभाषा या जनभाषा में संवाद करता है, तो वह जनता से अधिक जुड़ाव महसूस करता है। 'iGOT' पर हिंदी माध्यम में प्रशिक्षण की उपलब्धता भाषाई बाधाओं को दूर कर प्रशासनिक कुशलता को नया आयाम दे रही है।

चुनौतियाँ

मिशन कर्मयोगी के क्रियान्वयन में कुछ चुनौतियाँ भी सामने आती हैं–

- डिजिटल साक्षरता की कमी
- तकनीकी संसाधनों की सीमाएँ
- पारंपरिक कार्यशैली से बाहर आने में कठिनाई
- निरंतर सीखने की संस्कृति का अभाव

समाधान और आगे की दिशा

इन चुनौतियों का समाधान प्रशिक्षण, प्रेरणा और तकनीकी सहायता के माध्यम से किया जा सकता है। साथ ही, हिंदी में अधिक गुणवत्तापूर्ण ई-लर्निंग सामग्री विकसित करना आवश्यक है, ताकि सभी वर्गों के कर्मचारी आसानी से इस पहल का लाभ उठा सकें।

भविष्य की राह विकसित भारत :@ 2047

वर्ष 2047 तक भारत को एक 'विकसित राष्ट्र' बनाने के लक्ष्य में मिशन कर्मयोगी की भूमिका निर्णायक होगी। यह मिशन एक ऐसी

भविष्योन्मुखी लोक सेवा (Future-ready Civil Service) तैयार कर रहा है जो तकनीक-प्रेमी, रचनात्मक, पारदर्शी और कल्पनाशील हो।

निष्कर्ष

'मिशन कर्मयोगी' केवल एक प्रशिक्षण कार्यक्रम नहीं है, बल्कि यह शासन की आत्मा में सुधार का एक महायज्ञ है। यह हमें सिखाता है कि कार्य ही पूजा है और जनता की सेवा ही राष्ट्र की सेवा है। आइए, हम भी अपने कार्यक्षेत्र में 'कर्मयोगी' बनने का संकल्प लें और हिंदी के माध्यम से प्रशासन को जन-जन तक पहुँचाने में अपना योगदान दें।

"कर्मयोगी बनें, राष्ट्र निर्माण में सक्रिय योगदान दें।"

******

सर्विसेज डिवीजन द्वारा किए जाने वाले कार्य एवं कार्यप्रणाली को बेहतर बनाने के उपाय

सामान्य आपूर्ति अनुभाग, केविप्रा

परिचय

किसी भी संगठन की सफलता केवल उसके मुख्य कार्यों पर निर्भर नहीं करती, बल्कि उन सहायक व्यवस्थाओं पर भी निर्भर करती है जो कर्मचारियों को बेहतर कार्य वातावरण और आवश्यक संसाधन उपलब्ध कराती हैं। हमारे कार्यालय का सर्विसेज डिवीजन (Services Division) ऐसा ही एक महत्वपूर्ण प्रभाग है, जो कार्यालय के सुचारु संचालन हेतु आवश्यक प्रशासनिक, तकनीकी एवं रखरखाव संबंधी सेवाएँ प्रदान करता है।

इस डिवीजन को दो भागों में विभाजित किया गया है– जनरल सर्विसेज (General Services) तथा टेक्निकल सर्विसेज (Technical Services)। वर्तमान में इस डिवीजन में कुल 18 कर्मचारी कार्यरत हैं। सभी कर्मचारियों को उनकी योग्यता, अनुभव एवं दक्षता के अनुसार कार्य आवंटित किए गए हैं, जिससे कार्यों का निष्पादन प्रभावी एवं समयबद्ध ढंग से हो सके।

कार्यालय में सर्विसेज डिवीजन की भूमिका

सर्विसेज डिवीजन कार्यालय की रीढ़ के समान है। यह कार्यालय की दैनिक आवश्यकताओं, आधारभूत सुविधाओं एवं तकनीकी संसाधनों की उपलब्धता सुनिश्चित करता है। यदि कार्यालय भवन का रखरखाव, फर्नीचर, स्टेशनरी, संचार व्यवस्था, विद्युत आपूर्ति एवं अन्य आवश्यक सेवाएँ समय पर उपलब्ध न हों तो कार्यालय का नियमित कार्य प्रभावित हो सकता है।

यह डिवीजन न केवल कर्मचारियों के लिए अनुकूल कार्य वातावरण उपलब्ध कराता है, बल्कि विभिन्न अनुभागों को उनकी आवश्यकताओं के अनुरूप संसाधन प्रदान कर उनकी कार्यक्षमता बढ़ाने में भी महत्वपूर्ण योगदान देता है। इस प्रकार यह कार्यालय की उत्पादकता एवं कार्यकुशलता को बनाए रखने में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

जनरल सर्विसेज

कार्यालय के प्रशासनिक एवं भौतिक संसाधनों के प्रबंधन का कार्य करता है। इसके प्रमुख कार्य निम्नलिखित हैं–

1. संपूर्ण कार्यालय भवन के रखरखाव एवं मरम्मत संबंधी कार्यों का प्रबंधन।
2. पुराने फर्नीचर की मरम्मत करवाना तथा आवश्यकता अनुसार नए फर्नीचर की व्यवस्था करना।
3. कार्यालय की आवश्यकताओं के अनुरूप स्टेशनरी सामग्री की खरीद एवं विभिन्न अनुभागों तथा कर्मचारियों को उसका वितरण करना।
4. टेलीफोन एवं समाचार-पत्र बिलों की प्रतिपूर्ति (Reimbursement) का कार्य करना।
5. कार्यालय के वाहनों के लिए पार्किंग स्टिकर जारी करना।

6. अधिकारियों के नाम-पट्ट (Name Plates) एवं रबर स्टांप तैयार करवाना।

7. डेटा एंट्री ऑपरेटरों की नियुक्ति अथवा पोस्टिंग करना, उनकी उपस्थिति का रिकॉर्ड रखना तथा उनका वेतन तैयार करना और भुगतान करवाना।

8. सफाई कर्मचारियों एवं फ़र्राश स्टाफ की नियुक्ति अथवा पोस्टिंग करना, उनकी उपस्थिति का रिकॉर्ड रखना तथा वेतन तैयार करना और भुगतान करवाना।

9. विभिन्न अनुभागों/विभागों से प्राप्त पुस्तकों, मैनुअल, रिपोर्ट, निर्देशिका तथा अन्य प्रकाशनों के मुद्रण (Printing) एवं प्रकाशन संबंधी आवश्यकताओं का समन्वय करना तथा समयबद्ध रूप से उनकी छपाई सुनिश्चित करना।

टेक्निकल सर्विसेज

कार्यालय की तकनीकी आवश्यकताओं एवं विद्युत व्यवस्थाओं के संचालन और रखरखाव का दायित्व निभाता है। इसके प्रमुख कार्य निम्नलिखित हैं–

1. कार्यालय में स्थापित सभी टेलीफोन उपकरणों का रखरखाव तथा उनसे संबंधित समस्याओं का समाधान करना।

2. टीवी, रेफ्रिजरेटर, एयर कंडीशनर, वाटर कूलर आदि उपकरणों की उपलब्धता सुनिश्चित करना तथा उनका रखरखाव करना।

3. विद्युत से संबंधित विभिन्न उपकरणों की खरीद एवं उपलब्धता सुनिश्चित करना।

4. बिजली से संबंधित किसी भी प्रकार की तकनीकी समस्या का त्वरित समाधान करना।

5. कार्यालय की विद्युत एवं तकनीकी अवसंरचना को सुरक्षित, कार्यशील एवं अद्यतन बनाए रखना।

हाल की उपलब्धियाँ एवं भविष्य की योजनाएँ

सर्विसेज डिवीजन केवल नियमित प्रशासनिक एवं तकनीकी कार्यों तक ही सीमित नहीं है, बल्कि कार्यालय की कार्यक्षमता, सुरक्षा तथा कर्मचारियों के कल्याण को बढ़ाने के लिए निरंतर नए सुधारात्मक कदम भी उठा रहा है।

कार्यालय में एयर प्यूरीफायर प्रणाली की स्थापना

वर्तमान समय में बढ़ते वायु प्रदूषण को देखते हुए टेक्निकल सर्विसेज द्वारा कार्यालय के सभी विंगों में एयर प्यूरीफायर सिस्टम स्थापित करने की योजना पर कार्य किया जा रहा है। इस पहल का उद्देश्य कर्मचारियों को स्वच्छ एवं स्वास्थ्यवर्धक वातावरण उपलब्ध कराना है। इसके लागू होने से कार्यालय परिसर के भीतर वायु गुणवत्ता में सुधार होगा, जिससे कर्मचारियों के स्वास्थ्य, कार्यक्षमता तथा उत्पादकता पर सकारात्मक प्रभाव पड़ेगा।

सुरक्षा एवं कार्यालय प्रबंधन संबंधी सुधार

कार्यालय की सुरक्षा को और अधिक सुदृढ़ बनाने के लिए रिस्ट्रिक्टेड एंट्री गेट सिस्टम विकसित करने की योजना पर कार्य किया जा रहा है। इससे कार्यालय में अनधिकृत प्रवेश को नियंत्रित किया जा सकेगा तथा सुरक्षा व्यवस्था अधिक प्रभावी होगी।

इसके अतिरिक्त, कार्यालय के विभिन्न विंगों के अनुभागों को यथासंभव एक ही तल (Same Floor) पर व्यवस्थित करने का प्रयास किया जा रहा है। इससे विभिन्न अनुभागों के बीच समन्वय बेहतर होगा, फाइलों एवं सूचनाओं का आदान-प्रदान शीघ्रता से हो सकेगा तथा कर्मचारियों का समय एवं श्रम दोनों बचेंगे।

हिंदी अनुभाग का मुख्यालय में स्थानांतरण

कार्यालय की कार्यप्रणाली को अधिक सुगम एवं प्रभावी बनाने के उद्देश्य से हिंदी अनुभाग को कटवारिया सराय कार्यालय से मुख्यालय (Headquarters) में स्थानांतरित किया गया है। इस परिवर्तन के फलस्वरूप हिंदी संबंधी कार्यों का निष्पादन अधिक शीघ्रता एवं सुविधा के साथ होने लगा है। अधिकारियों एवं कर्मचारियों को आवश्यक सहायता समय पर उपलब्ध हो रही है तथा विभिन्न अनुभागों के साथ समन्वय भी बेहतर हुआ है।

सर्विसेज डिवीजन के कार्यप्रणाली को बेहतर बनाने के उपाय

कार्य के प्रति समर्पण- किसी भी संगठन की वास्तविक शक्ति उसके कर्मचारियों की निष्ठा, लगन और कार्य के प्रति समर्पण में निहित होती है। हमें अपने कार्य, अपने पेशे, अपने करियर और

अपने लक्ष्य को उसी प्रकार प्रेम करना चाहिए जैसे कोई व्यक्ति अपने प्रियतम से करता है। ऐसा प्रेम जिसमें उत्साह हो, समर्पण हो और निरंतर आगे बढ़ने की प्रेरणा हो।

जब आप अपने कार्य से प्रेम करना सीख लेते है तो आगे आने नए कार्यों के विचार मात्र ही आपको रोमांच से भर देता है, जैसे अपने प्रिय के लिए कुछ करने में आपको खुशी मिलती है वैसे तब अपने कार्य लिए दिन-रात मेहनत करना बोझ नहीं बल्कि आनंद देता। जब अपने दायित्वों में डूबकर व्यक्ति अपनी क्षमताओं का सर्वोत्तम प्रदर्शन करने लगे, तब सफलता केवल एक उपलब्धि नहीं रहती बल्कि आत्मसंतोष और गौरव का स्रोत भी बन जाती है।

कार्य केवल जीविका का साधन नहीं है; यह हमारे व्यक्तित्व, हमारे चरित्र और हमारी पहचान का निर्माण करता है। जिस दिन हम अपने कार्य को केवल जिम्मेदारी नहीं बल्कि अपना उद्देश्य मानकर करने लगते हैं, उसी दिन उत्कृष्टता की यात्रा प्रारंभ हो जाती है।

इसलिए हमें अपने कर्तव्यों का निर्वहन ईमानदारी, निष्ठा और समर्पण के साथ करना चाहिए। अपने काम को इतना महत्व दें कि उसकी सफलता में अपनी सफलता दिखाई दे और उसकी प्रगति में अपना गौरव। जब व्यक्ति अपने काम से प्रेम करने लगता है, तब कठिन परिश्रम उसका स्वभाव बन जाता है और उपलब्धियाँ उसके जीवन का स्वाभाविक परिणाम।

एक प्रभावी विभाग वह होता है जो समय के साथ स्वयं को निरंतर विकसित करता रहे। Services Division को और अधिक सक्षम एवं प्रभावी बनाने के लिए निम्नलिखित उपाय अपनाए जा सकते हैं–

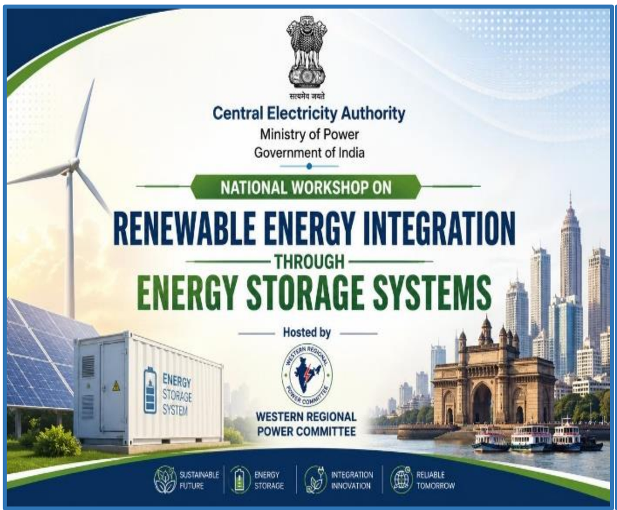
1. सभी कार्यों का अधिकतम डिजिटलीकरण किया जाए।
2. संसाधनों की उपलब्धता एवं उपयोग की नियमित समीक्षा की जाए।
3. कर्मचारियों के लिए समय-समय पर तकनीकी एवं प्रशासनिक प्रशिक्षण कार्यक्रम आयोजित किए जाएँ।
4. शिकायतों एवं अनुरोधों के निस्तारण हेतु ऑनलाइन ट्रैकिंग प्रणाली विकसित की जाए।
5. उपकरणों एवं भवन के रखरखाव के लिए Preventive Maintenance System लागू किया जाए।
6. कार्यों के निष्पादन की समय-सीमा निर्धारित कर उनकी नियमित निगरानी की जाए।
7. कर्मचारियों के सुझावों को महत्व देते हुए सुधारात्मक उपायों को लागू किया जाए।
8. किसी भी डिवीजन की सफलता केवल उसकी कार्यप्रणाली पर निर्भर नहीं करती, बल्कि वहां कार्यरत कर्मचारियों के बीच आपसी सहयोग, समन्वय एवं टीम भावना पर भी आधारित होती है। हमारे सर्विसेज डिवीजन में सभी कर्मचारी एक-दूसरे के साथ सहयोगात्मक भावना से कार्य करते हैं लेकिन इसे और मजबूत करने की आवश्यकता है। कार्यों का उचित वितरण, समय पर संवाद, समस्याओं के समाधान हेतु सामूहिक प्रयास तथा एक-दूसरे की सहायता करने की प्रवृत्ति का और विकास किया जाना चाहिए जिसे कार्य निष्पादन को अधिक प्रभावी बनाया जा सके। यह सहयोगात्मक कार्य भावना न केवल कार्य की गुणवत्ता को बढ़ाएगी है, बल्कि इस से कर्मचारियों के बीच सकारात्मक संबंध एवं सौहार्दपूर्ण वातावरण भी विकसित होगा।

निष्कर्ष

Services Division कार्यालय की रीढ़ के समान है, जो प्रशासनिक एवं तकनीकी दोनों प्रकार की सेवाएँ प्रदान कर पूरे संगठन को सुचारु रूप से संचालित रखने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। विभाग के सभी कर्मचारियों की निष्ठा, समर्पण और सामूहिक प्रयास ही इसकी सफलता का आधार हैं। यदि हम निरंतर सुधार, आधुनिक तकनीकों के उपयोग तथा सेवा भावना को अपनाएँ, तो यह डिवीजन भविष्य में और अधिक प्रभावी, सक्षम एवं उत्कृष्ट बन सकता है।

******

केन्द्रीय विद्युत प्राधिकरण की उपलब्धियाँ, समाचार एवं फोटो फ़ीचर



दिनांक 30 अप्रैल, 2026 को केन्द्रीय विद्युत् प्राधिकरण द्वारा ईएसएस चरण-II के ज़रिए आरई एकीकरण पर एक राष्ट्रीय कार्यशाला डब्ल्यूआरपीसी, मुंबई में सफलतापूर्वक आयोजित की गयी।

केन्द्रीय विद्युत् प्राधिकरण ने दिनांक 29 जून, 2026 को नई दिल्ली में "आज की जागरूकता, कल का बचाव - आइए, इलेक्ट्रिकल शॉर्ट सर्किट से होने वाली आगजनी की घटनाओं को रोकने के लिए एकजुट हों" विषय के तहत विद्युत सुरक्षा दिवस-2026 मनाया।

विद्युत सुरक्षा दिवस-2026 के आलोक में श्री घनश्याम प्रसाद, अध्यक्ष, केन्द्रीय विद्युत् प्राधिकरण का संबोधन।

दिनांक 16-31 मई, 2026 तक केन्द्रीय विद्युत् प्राधिकरण में स्वच्छता पखवाड़ा-2026 का आयोजन किया गया, जिसमें हुई विभिन्न प्रतियोगिताओं व गतिविधिओं में अधिकारियों व कर्मचारियों ने प्रतिभागिता की।

विद्युत मंत्रालय की राजभाषा कार्यान्वयन समिति की बैठक मुख्य अभियंता (प्रभारी राजभाषा) महोदय की अध्यक्षता में दिनांक 29 अप्रैल, 2026 को श्रम शक्ति भवन में आयोजित की गयी, जिसमें राजभाषा अनुभाग, केविप्रा से श्रीमती रश्मि झा, वरिष्ठ अनुवाद अधिकारी एवं श्रीमती दिव्या माँदीवाल, कनिष्ठ अनुवाद अधिकारी ने केविप्रा का प्रतिनिधित्व किया।

******

राजभाषा कार्यान्वयन समिति की बैठक

दिनांक 10 जून, 2026 को अध्यक्ष महोदय की अध्यक्षता में आयोजित राजभाषा कार्यान्वयन समिति की बैठक के कुछ दृश्य।

******

हिंदी कार्यशाला

दिनांक 10 जून, 2026 को **'कार्यस्थल पर स्वास्थ्य और सुख-समृद्धि'** विषय पर आयोजित हुई हिंदी कार्यशाला के कुछ दृश्य, जिसमें विशेषज्ञ वक्ता श्रीमती संगीता श्रीवास्तव, लेखिका एवं शिक्षाविद् द्वारा व्याख्यान दिया गया।

******

केन्द्रीय विद्युत प्राधिकरण की उपलब्धियाँ व समाचार

- **पत्राचार-** तिमाही (अप्रैल-जून, 2026) के दौरान 'क', 'ख' एवं 'ग' क्षेत्र के साथ किए गए मूल पत्राचार का प्रतिशत क्रमशः 99.50, 99.70 व 97.72 % रहा।

- **विचार-विमर्श कार्यक्रम-** अध्यक्ष, केविप्रा के निदेशानुसार केविप्रा के सभी प्रभागों/अनुभागों में हिन्दी के प्रगामी प्रयोग को बढ़ावा देने के उद्देश्य से एवं राजभाषा संबंधी प्रावधानों के अनुपालन में आने वाली कठिनाइयों तथा समस्याओं के समाधान हेतु राजभाषा अनुभाग द्वारा विगत अप्रैल, मई एवं जून माह में लगभग सभी प्रभागों/अनुभागों से विचार-विमर्श किया गया।

- **आंतरिक निरीक्षण-** राजभाषा विभाग, गृह मंत्रालय, भारत सरकार द्वारा जारी वार्षिक कार्यक्रम, 2026-27 में निहित लक्ष्यों की प्राप्ति एवं राजभाषा संबंधी प्रावधानों के अनुपालन की स्थिति जानने के लिए राजभाषा अनुभाग द्वारा केविप्रा के कुल 15 प्रभागों/अनुभागों का उनके हिंदी में कार्य की प्रतिशतता की आवश्यक जांच एवं प्रतिशतता बढ़ाने हेतु प्रोत्साहन प्रदान करने के संबंध में वर्ष 2026-27 के लिए जुलाई माह में आंतरिक निरीक्षण किया गया।

******

हिन्दी से हिन्दुस्तान है,
तभी तो यह देश महान है,
निज भाषा की उन्नति के लिए
अपना सब कुछ कुर्बान है।

सर्वाधिकार सुरक्षित-

प्रकाशकः

केन्द्रीय विद्युत प्रधिकरण, सेवा भवन, आर. के. पुरम, नई दिल्ली-110066.