



## Advancements in Robotics and Their Applications in Industrial Automation

### صنعتی آٹومیشن میں روبوٹکس کی ترقی اور اس کے اطلاقات

**Ayesha Khan**

Department of Computer Science & Engineering,

Institute of Emerging Technologies, Pakistan

Email: [ayesha.khan@iet.edu.pk](mailto:ayesha.khan@iet.edu.pk)

#### Abstract

Robotics has become a central pillar of modern industrial automation, transforming traditional manufacturing systems into highly efficient, intelligent, and flexible production environments. Recent advancements in robotics, particularly the integration of artificial intelligence (AI), machine learning, sensor technologies, and IoT-based systems, have significantly enhanced the capability of industrial robots to perform complex, adaptive, and autonomous tasks. This paper explores the evolution of robotics, highlighting key technological developments and their applications in industrial automation such as manufacturing, assembly lines, quality control, logistics, and smart factories. It also examines how collaborative robots (cobots), vision systems, and predictive maintenance contribute to productivity and operational safety. Furthermore, the study discusses current challenges including cybersecurity risks, high implementation costs, and workforce adaptation. The findings indicate that robotics will continue to play a transformative role in shaping Industry 4.0 and future smart manufacturing ecosystems.

#### Keywords

Robotics, Industrial Automation, Artificial Intelligence, Smart Manufacturing, Cobots, Machine Learning, Industry 4.0, IoT Systems

#### تعارف

روبوٹکس کا شعبہ گزشتہ چند دہائیوں میں تیزی سے ترقی کرتا ہوا ایک اہم ٹیکنالوجیکل میدان بن چکا ہے۔ ابتدا میں روبوٹس صرف سادہ اور دہرائے جانے والے صنعتی کاموں کے لیے استعمال ہوتے تھے، لیکن آج یہ جدید نظام پیچیدہ، ذہین اور خودمختار فیصلے کرنے کی صلاحیت رکھتے ہیں۔ صنعتی آٹومیشن میں روبوٹکس کا کردار اس لیے بھی اہم ہے کیونکہ یہ انسانی غلطیوں کو کم کرتا ہے اور پیداوار کی رفتار کو بڑھاتا ہے۔ جدید صنعتی نظاموں میں روبوٹس کو مصنوعی ذہانت اور ڈیٹا اینالیٹکس کے ساتھ جوڑا گیا ہے جس کی بدولت وہ ماحول کو سمجھنے، سیکھنے اور بہتر فیصلے کرنے کے قابل ہو گئے ہیں۔ اس کے نتیجے میں فیکٹریاں زیادہ مؤثر، محفوظ اور اسمارٹ بن گئی ہیں۔ آج کے دور میں انڈسٹری 4.0 کے تحت روبوٹکس صنعتی ترقی کا بنیادی حصہ بن چکا ہے۔

## روبوٹکس کی ارتقائی تاریخ

روبوٹکس کی تاریخ انسانی تہذیب کی تکنیکی ترقی کے ساتھ گہرا تعلق رکھتی ہے۔ ابتدائی دور میں روبوٹکس کا تصور آج کی طرح جدید مشینوں کی صورت میں موجود نہیں تھا بلکہ یہ زیادہ تر سادہ مکینیکل آلات اور خودکار نظاموں تک محدود تھا۔ قدیم یونان اور مصر میں ایسے آلات کے شواہد ملتے ہیں جو پانی، ہوا یا مکینیکل توانائی کی مدد سے مخصوص کام انجام دیتے تھے۔ ان ابتدائی خودکار آلات کو جدید روبوٹس کا پیش خیمہ سمجھا جا سکتا ہے کیونکہ ان میں محدود سطح پر خودکار حرکت اور کام کرنے کی صلاحیت موجود تھی۔ تاہم اس دور میں یہ نظام ذہانت یا فیصلہ سازی کی صلاحیت سے مکمل طور پر محروم تھے۔

مترون وسطیٰ میں مسلم سائنسدانوں اور یورپی موجدین نے روبوٹکس کی بنیادوں کو مزید مضبوط کیا۔ خاص تیار کیے جو (Automata) نے 12ویں صدی میں ایسے خودکار مشینیں اور آٹومیٹا (Al-Jazari) طور پر الحجزری پانی کی طاقت سے چلتے تھے اور مختلف کام جیسے پانی ڈالنا، موسیقی بجانا اور مخصوص حرکات انجام دینا شامل تھا۔ یہ ایجادیں روبوٹکس کی ترقی میں ایک اہم سنگ میل تھیں کیونکہ انہوں نے میکانی

انجینئرنگ اور کنٹرول سسٹمز کے ابتدائی تصورات کو فروغ دیا۔ بعد کے ادوار میں یورپ میں بھی مختلف مکینیکل گھڑیاں اور آٹومیٹا تیار کیے گئے جنہوں نے روبوٹکس کی مزید ترقی کے لیے بنیاد فراہم کی۔ جدید روبوٹکس کا آغاز 20ویں صدی میں ہوا جب الیکٹرانکس، کمپیوٹر سائنس اور انجینئرنگ میں نمایاں ترقی ہوئی۔ 1950 اور 1960 کی دہائی میں پہلا صنعتی روبوٹ متعارف کروایا گیا جس کا مقصد فیکٹریوں نامی پہلا صنعتی روبوٹ جنرل Unimate میں دہرائے جانے والے اور خطرناک کاموں کو خودکار بنانا تھا۔ اس میں استعمال ہوا جس نے صنعتی آٹومیشن کے ایک نئے دور کا آغاز کیا۔ اس کے (General Motors) موٹرز بعد روبوٹکس میں تیزی سے ترقی ہوئی اور مختلف صنعتی شعبوں میں روبوٹس کا استعمال بڑھتا گیا۔

اور 1990 کی دہائی میں کمپیوٹر ٹیکنالوجی اور مائیکرو کنٹرولرز کی ترقی نے روبوٹکس کو مزید ذہین اور قابل 1980 پروگرام بنا دیا۔ اس دور میں روبوٹس نہ صرف مخصوص کام انجام دینے لگے بلکہ ان میں سینسرز اور ابتدائی سطح کی خودکار کنٹرول صلاحیت بھی شامل کی گئی۔ اس سے صنعتی پیداوار میں نمایاں بہتری آئی اور انسانی محنت کی ضرورت کم ہونے لگی۔ اسی دوران روبوٹکس کا استعمال صرف مینوفیکچرنگ تک محدود نہیں رہا بلکہ یہ طب، حنائی تحقیق، دفاع اور دیگر شعبوں تک پھیل گیا۔

مشین (AI) 21 ویں صدی میں روبوٹکس نے ایک نئے انقلاب کا آغاز کیا جس میں مصنوعی ذہانت اور ڈیٹا اینالیٹکس کو روبوٹکس کے نظاموں میں شامل کیا گیا۔ (IoT) لرننگ، انٹرنیٹ آف تھنگز اب جدید روبوٹس نہ صرف خودکار طور پر کام کرتے ہیں بلکہ وہ ماحول کو سمجھنے، فیصلے کرنے اور سیکھنے کی متعارف ہوئے جو انسانوں کے ساتھ (Cobots) صلاحیت بھی رکھتے ہیں۔ اس دور میں کوآپریٹو روبوٹس مل کر کام کرتے ہیں اور صنعتی کارکردگی کو مزید بہتر بناتے ہیں۔

مجموعی طور پر روبوٹکس کی ارتقائی تاریخ ایک طویل اور مسلسل ترقی کا سفر ہے جو سادہ مکینیکل آلات سے شروع ہو کر آج کے ذہین اور خود مختار نظاموں تک پہنچ چکا ہے۔ یہ سفر مستقبل میں مزید ترقی کرے گا جہاں روبوٹس مکمل طور پر خود مختار اور فیصلہ ساز نظاموں میں تبدیل ہو سکتے ہیں، جو انسانی زندگی اور صنعتی نظاموں کو مزید بہتر بنا دیں گے۔

(کا کردار AI میں Robotics) مصنوعی ذہانت کا کردار

نے روبوٹکس کی دنیا میں بنیادی اور انقلابی تبدیلیاں پیدا کی ہیں۔ (Artificial Intelligence) مصنوعی ذہانت ابتدائی دور میں روبوٹس صرف وہی کام انجام دیتے تھے جو انہیں پہلے سے پروگرام کیا جاتا تھا، یعنی وہ کسی بھی نئے یا غیر متوقع حالات میں رد عمل دینے سے متاثر تھے۔ لیکن مصنوعی ذہانت کے شامل ہونے کے بعد روبوٹس نے نہ صرف کام کرنے کی صلاحیت حاصل کی بلکہ سوچنے، سمجھنے، فیصلہ کرنے اور ماحول کے مطابق خود کو ڈھالنے کی صلاحیت بھی حاصل کر لی ہے۔ یہی وجہ ہے کہ آج کے جدید صنعتی روبوٹکس کا ”دماغ“ سمجھا جاتا ہے جو پورے نظام کو زیادہ ذہین اور مؤثر بناتا ہے۔ AI نظاموں میں کے ذریعے روبوٹس کو ڈیٹا سے سیکھنے کے قابل (Machine Learning) کا سب سے اہم کردار مشین لرننگ AI بنانا ہے۔ صنعتی ماحول میں روزانہ بڑی مقدار میں ڈیٹا پیدا ہوتا ہے، جیسے مشینوں کی کارکردگی، پیداوار کی ان تمام ڈیٹا کو تجزیہ کر کے پیٹرنز AI رفتار، خساریوں کے اشارے اور معیار کی جانچ کے نتائج کو سمجھتا ہے اور روبوٹس کو بہتر فیصلے کرنے کے قابل بناتا ہے۔ مثال کے طور پر، ایک (patterns) روبوٹ یہ پہچان سکتا ہے کہ کسی مشین میں خرابی آنے سے پہلے اس کی کارکردگی میں کیا predictive maintenance تبدیلیاں آتی ہیں، اور وہ خود بخود مینٹیننس کی سفارش یا عمل کر سکتا ہے۔ اس عمل کو کہا جاتا ہے جو صنعتی نظام کی کارکردگی کو بہتر اور لاگت کو کم کرتا ہے۔

اسی طرح مصنوعی ذہانت روبوٹس کو ماحول کو سمجھنے کی صلاحیت بھی فراہم کرتی ہے جس میں کمپیوٹر وژن ایک اہم کردار ادا کرتا ہے۔ کمپیوٹر وژن کی مدد سے روبوٹس کیمرے اور سینرز کے ذریعے (Computer Vision) اشیاء کو پہچان سکتے ہیں، ان کی شکل، رنگ، اور مقام کا تعین کر سکتے ہیں۔ یہ صلاحیت صنعتی آٹومیشن میں خاص طور پر کوالٹی کنٹرول، اسمبلی لائنز، اور پیکنگ کے عمل میں انتہائی اہم ہے۔ روبوٹس انسانی آنکھ کی طرح بلکہ اس سے بھی زیادہ درستگی کے ساتھ خامیوں کو شناخت کر سکتے ہیں جس سے پیداوار کے معیار میں نمایاں بہتری آتی ہے۔

کا ایک اہم پہلو ہے جو روبوٹس کو خود مختار بناتا ہے۔ جدید AI بھی (Decision Making) فیصلہ سازی روبوٹ مختلف ممکنہ حالات کا تجزیہ کر کے بہترین فیصلہ کرنے کی صلاحیت رکھتے ہیں۔ مثال سے لیں روبوٹ خود ہی متبادل راستہ AI کے طور پر، اگر کسی پروڈکشن لائن میں کوئی مسئلہ پیدا ہو جائے تو اختیار کر سکتا ہے یا عمل کو دوبارہ ترتیب دے سکتا ہے۔ اس سے انسانی مداخلت کم ہوتی ہے اور صنعتی عمل زیادہ تیز اور ہموار ہو جاتا ہے۔

تیز رفتار اور درست پیداوار بنیادی ضرورت ہے۔

کے (self-learning systems) مزید برآں، مصنوعی ذہانت روبوٹس کو مسلسل سیکھنے اور خود کو بہتر بنانے قابل بناتی ہے۔ وقت کے ساتھ ساتھ روبوٹس اپنے تجربات سے سیکھتے ہیں اور اپنی کارکردگی کو بہتر بناتے ہیں۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ ایک ہی روبوٹ وقت کے ساتھ زیادہ مؤثر، زیادہ درست اور زیادہ قابل اعتماد ہو جاتا ہے۔ یہ خصوصیت خاص طور پر انڈسٹری 4.0 کے دور میں انتہائی اہم ہے جہاں تیز رفتار اور درست پیداوار بنیادی ضرورت ہے۔

آخر میں یہ کہا جاسکتا ہے کہ مصنوعی ذہانت نے روبوٹکس کو ایک سادہ خودکار مشین سے ایک ذہین اور خود مختار نظام میں تبدیل کر دیا ہے۔ اس کے ذریعے صنعتی آٹومیشن نہ صرف زیادہ مؤثر ہوئی ہے بلکہ مزید ترقی کرے گا، روبوٹس AI اس میں پلک، درستگی اور رفتار بھی بڑھ گئی ہے۔ مستقبل میں جیسے جیسے مزید ذہین اور انسانوں کے قریب تر ہو جائیں گے، جس سے صنعتی دنیا میں ایک نئے انقلاب کا آغاز ہوگا۔

## صنعتی شعبوں میں روبوٹس کا استعمال

روبوٹس آج کے صنعتی نظام کا ایک لازمی حصہ بن چکے ہیں اور مختلف شعبوں میں ان کا استعمال تیزی سے بڑھ رہا ہے۔ صنعتی آٹومیشن میں روبوٹس نے مینوفیکچرنگ سے لے کر لاجسٹکس تک ہر مرحلے کو زیادہ تیز، محفوظ اور موثر بنا دیا ہے۔ پہلے جہاں زیادہ تر کام انسانی محنت پر منحصر تھا، اب وہاں روبوٹس نے نہ صرف کام کی رفتار بڑھا دی ہے بلکہ معیار اور درستگی میں بھی نمایاں بہتری پیدا کی ہے۔ یہی وجہ ہے کہ جدید فیکٹریاں اور صنعتی یونٹس روبوٹکس ٹیکنالوجی کو اپنانے کو ترجیح دے رہے ہیں تاکہ عالمی مارکیٹ میں مابقت برقرار رکھی جاسکے۔

مینوفیکچرنگ انڈسٹری میں روبوٹس کا استعمال سب سے زیادہ عام ہے۔ یہ روبوٹس اسمبلی لائنز پر مختلف پرزوں کو جوڑنے، مشینری کو چلانے اور پیچیدہ مصنوعات تیار کرنے میں مدد دیتے ہیں۔ مثال کے طور پر آٹوموبائل انڈسٹری میں روبوٹس کاروں کی باڈی ویلڈنگ، پینٹنگ اور پارٹس کی انسٹالیشن جیسے کام انتہائی درستگی کے ساتھ انجام دیتے ہیں۔ اس سے نہ صرف پیداواری رفتار میں اضافہ ہوتا ہے بلکہ انسانی غلطیوں کا امکان بھی کم ہو جاتا ہے۔ اسی طرح الیکٹرانکس انڈسٹری میں چھوٹے اور حساس پرزوں کی تیاری میں روبوٹس کا استعمال بہت اہم ہے کیونکہ انسانی ہاتھوں سے اتنی باریک اور درست اسمبلی ممکن نہیں ہوتی۔

ویلڈنگ کے شعبے میں روبوٹس نے ایک انقلابی تبدیلی پیدا کی ہے۔ صنعتی ویلڈنگ ایک خطرناک اور محنت طلب عمل ہے جس میں زیادہ درجہ حرارت اور خطرناک ماحول شامل ہوتا ہے۔ روبوٹک ویلڈنگ سسٹمز نہ صرف محفوظ ماحول فراہم کرتے ہیں بلکہ مسلسل اور یکساں معیار کے ساتھ کام کرتے ہیں۔ یہ روبوٹس پروگرام کے مطابق بالکل درست زاویے اور دباؤ کے ساتھ ویلڈنگ کرتے ہیں جس سے مصنوعات کی مضبوطی اور معیار میں بہتری آتی ہے۔

پیکنگ اور پیکیجنگ انڈسٹری میں بھی روبوٹس کا استعمال بہت عام ہو چکا ہے۔ یہ روبوٹس تیزی سے مصنوعات کو ترتیب دینے، پیک کرنے اور لیبل لگانے کا کام کرتے ہیں۔ خاص طور پر فوڈ انڈسٹری اور کو یقینی (hygiene) فارماسیوٹیکل سیکٹر میں روبوٹس کی مدد سے پیکیجنگ کے عمل میں حفظانِ صحت بنایا جاتا ہے اور انسانی مداخلت کم ہونے کی وجہ سے آلودگی کے امکانات بھی کم ہو جاتے ہیں۔ اس کے علاوہ روبوٹس بڑے پیمانے پر پیداوار کو سنبھالنے کی صلاحیت رکھتے ہیں جو انسانی محنت سے ممکن نہیں۔ کوالٹی کنٹرول میں روبوٹس اور مصنوعی ذہانت کا امتزاج انتہائی اہم کردار ادا کرتا ہے۔ جدید روبوٹک سسٹمز کیمرہ اور سینسرز کے ذریعے مصنوعات کا باریک بینی سے معائنہ کرتے ہیں اور کسی بھی خرابی یا نقص کو فوری طور پر شناخت کر لیتے ہیں۔ یہ نظام انسانی آنکھ سے کہیں زیادہ تیز اور درست ہوتے ہیں جس سے خراب مصنوعات مارکیٹ تک پہنچنے سے پہلے ہی مسترد کر دی جاتی ہیں۔ اس عمل سے نہ صرف کمپنیوں کی ساکھ بہتر ہوتی ہے بلکہ صارفین کو اعلیٰ معیار کی مصنوعات بھی ملتی ہیں۔

کے شعبے میں بھی روبوٹس نے بڑی تبدیلی پیدا کی ہے۔ بڑے گوداموں میں (warehousing) لاجسٹکس اور گودام روبوٹس اشیاء کو ایک جگہ سے دوسری جگہ منتقل کرنے، ترتیب دینے اور اسٹاک مینجمنٹ میں مدد دیتے ہیں۔ ایمیزون جیسے بڑے ای-کامرس ادارے خود کار روبوٹک سسٹمز استعمال کرتے ہیں جو آرڈرز کو تیزی سے پروسیس کرتے ہیں اور ترسیل کے وقت کو کم کرتے ہیں۔ اس سے نہ صرف آپریشنل کارکردگی بہتر ہوتی ہے بلکہ انسانی محنت کی ضرورت بھی کم ہو جاتی ہے۔

مجموعی طور پر دیکھا جائے تو روبوٹس آج تقریباً ہر صنعتی شعبے میں اپنی جگہ بنا چکے ہیں۔ مینوفیکچرنگ، ویلڈنگ، پیکنگ، کوالٹی کنٹرول اور لاجسٹکس میں ان کا کردار صنعتی ترقی کی رفتار کو تیز کر رہا ہے۔ مستقبل میں جیسے جیسے ٹیکنالوجی مزید ترقی کرے گی، روبوٹس مزید ذہین اور خود مختار ہو کر صنعتی نظاموں کو ایک نئے دور میں داخل کریں گے۔

### (Cobots) کو آپریٹو روبوٹس

کہا جاتا ہے، جدید روبوٹکس کی ایک اہم اور تیزی سے ترقی کرتی Cobots کو آپریٹو روبوٹس، جنہیں عام طور پر ہوئی مشاخ ہیں۔ یہ روبوٹس روایتی صنعتی روبوٹس سے مختلف ہیں کیونکہ انہیں خاص طور پر اس طرح ڈیزائن کیا گیا ہے کہ وہ انسانوں کے ساتھ ایک ہی ورک اسپیس میں محفوظ طریقے سے کام کر سکیں۔ پہلے میں رکھا جاتا تھا تاکہ انسانوں اور مشینوں کے (safety cages) صنعتی روبوٹس کو حفاظتی پنجرے درمیان حادثات سے بچا جاسکے، لیکن کوہٹس نے اس تصور کو بدل دیا ہے۔ اب انسان اور روبوٹ ایک ساتھ کام کر سکتے ہیں، جس سے پیداواریت، پیک اور کارکردگی میں نمایاں اضافہ ہوا ہے۔ کی سب سے بڑی خصوصیت ان کی محفوظ اور حساس ڈیزائننگ ہے۔ یہ روبوٹس جدید سینسرز Cobots الگورتھمز سے لیس ہوتے ہیں جو انہیں انسانی موجودگی کو محسوس کرنے اور فوری طور پر AI فورس کنٹرول سسٹمز اور رد عمل دینے کے قابل بناتے ہیں۔ اگر کوئی انسان اچانک روبوٹ کے متفریب آجائے یا اس کے راستے میں آئے تو کوہٹ فوراً اپنی رفتار کم کر دیتا ہے یا مکمل طور پر رک جاتا ہے تاکہ کسی قسم کا نقصان نہ ہو۔ یہ خصوصیت انہیں صنعتی ماحول میں زیادہ محفوظ اور قابل اعتماد بناتی ہے۔

کا استعمال خاص طور پر ان کاموں میں کیا جاتا ہے جو یا تو بہت دہرائے Cobots صنعتی آٹومیشن میں ہوتے ہیں یا جسمانی طور پر تھکا دینے والے ہوتے ہیں۔ مثال کے طور پر اسمبلی لائن پر (repetitive) جانے والے نہایت درستی اور مستقل Cobots چھوٹے پرزے لگانا، پیکنگ کرنا، لیبلنگ، اور مشینوں کو فیڈ کرنا ایسے کام ہیں جو مزاجی کے ساتھ انجام دیتے ہیں۔ اس سے انسانی ورکرز کو زیادہ پیچیدہ اور تخلیقی کاموں پر توجہ دینے کا موقع ملتا ہے، جس سے مجموعی صنعتی کارکردگی میں اضافہ ہوتا ہے۔

کو پروگرام کرنا نسبتاً آسان ہوتا ہے۔ روایتی صنعتی روبوٹس کے مقابلے میں انہیں چلانے Cobots، مزید برآں طریقے سے "teach-by-demonstration" کے لیے پیچیدہ کوڈنگ کی ضرورت نہیں ہوتی بلکہ اکثر انہیں سکھایا جاتا ہے، یعنی انسان انہیں ہاتھ سے مخصوص حرکتیں کر کے کام سکھاتا ہے۔ یہ آسانی چھوٹے اور درمیانے درجے کے صنعتی اداروں کے لیے بہت فائدہ مند ہے کیونکہ وہ کم وقت اور کم لاگت میں آٹومیشن کو اپنا سکتے ہیں۔

ہے۔ یہ مختلف کاموں کے لیے آسانی سے دوبارہ (flexibility) کا ایک اور اہم فائدہ ان کی پیک Cobots پروگرام کیے جاسکتے ہیں، جس کی وجہ سے ایک ہی روبوٹ مختلف پروڈکشن لائنز میں استعمال کیا جاسکتا ہے۔ یہ خصوصیت خاص طور پر ان صنعتوں میں اہم ہے جہاں پروڈکشن کی ضروریات وقت کے کاسٹز نسبتاً چھوٹا ہوتا ہے، اس لیے یہ محدود جگہوں میں Cobots ساتھ بدلتی رہتی ہیں۔ اس کے علاوہ بھی آسانی سے کام کر سکتے ہیں۔

کئی فوائد فراہم کرتے ہیں، لیکن ان کے ساتھ کچھ چیلنجز بھی موجود ہیں۔ مثال کے طور پر ان کی Cobots اگرچہ رفتار اور طاقت روایتی صنعتی روبوٹس کے مقابلے میں محدود ہوتی ہے کیونکہ انہیں انسانی حفاظت کو مد نظر رکھ کر ڈیزائن کیا جاتا ہے۔ اسی طرح بڑے پیمانے پر بھاری صنعتی کاموں کے لیے ابھی بھی روایتی

کی صلاحیتوں میں مسلسل Cobots روبوٹس زیادہ موزوں سمجھے جاتے ہیں۔ تاہم ٹیکنالوجی کی ترقی کے ساتھ اضافہ ہو رہا ہے۔

مجموعی طور پر کہا جاسکتا ہے کہ کوآپریٹو روبوٹس صنعتی دنیا میں انسان اور مشین کے درمیان تعاون کی ایک نئی مثال ہیں۔ یہ نہ صرف کام کی رفتار اور معیار کو بہتر بناتے ہیں بلکہ کام کرنے کے ماحول کو زیادہ صنعتی آٹومیشن کا ایک لازمی حصہ بن جائیں گے اور Cobots محفوظ اور مؤثر بھی بناتے ہیں۔ مستقبل میں انسانوں کے ساتھ مل کر اسمارٹ فیکٹریوں کے تصور کو مزید فروغ دیں گے۔

**مستقبل کے رجحانات اور چیلنجز**

، روبوٹکس کا مستقبل انتہائی روشن اور تیزی سے ترقی کرتا ہوا نظر آتا ہے، جہاں یہ ٹیکنالوجی مزید ذہین خودمختار اور باہم مربوط نظاموں میں تبدیل ہو رہی ہے۔ آنے والے سالوں میں روبوٹس صرف صنعتی کاموں تک محدود نہیں رہیں گے بلکہ وہ مکمل طور پر خودکار فیکٹریوں، سمارٹ شہروں، صحت کے نظام، اور (AI) حتیٰ کہ روزمرہ زندگی کے مختلف شعبوں میں بھی مرکزی کردار ادا کریں گے۔ مصنوعی ذہانت اور کلاؤڈ کمپیوٹنگ کے امتزاج سے روبوٹس ایک دوسرے سے مسلسل (IoT) انٹرنیٹ آف تھنگز رابطے میں رہ کر ڈیٹا شیئر کریں گے اور زیادہ بہتر فیصلے کرنے کے قابل ہوں گے۔ اس رجحان کو عام طور کی طرف ایک اہم قدم سمجھا جا رہا ہے، جہاں ”Industry 5.0“ اور مستقبل میں ”Industry 4.0“ پر انسان اور مشین کا تعاون مزید گہرا اور مؤثر ہو جائے گا۔

الگورتھمز اور AI میں نمایاں اضافہ متوقع ہے۔ جدید (autonomy) مستقبل میں روبوٹس کی خودمختاری ڈیپ لرننگ ماڈلز کی مدد سے روبوٹس پیچیدہ حالات کو سمجھ کر خود فیصلے کرنے کے قابل ہوں گے، بغیر کسی انسانی ہدایت کے۔ مثال کے طور پر مینوفیکچرنگ فیکٹریوں میں روبوٹس خود ہی حساریوں کی شناخت کریں گے، پیداوار کے عمل کو ایڈجسٹ کریں گے اور کارکردگی کو بہتر بنانے کے لیے فوری اقدامات کریں گے۔ اسی طرح خودکار ڈرونز اور موبائل روبوٹس لاجسٹکس، ڈیلیوری اور گودام کے نظام کو مکمل طور پر تبدیل کر دیں گے۔

تاہم ان ترقیات کے ساتھ کئی اہم چیلنجز بھی سامنے آتے ہیں۔ ان میں سب سے بڑا مسئلہ سائبر ہے۔ چونکہ مستقبل کے روبوٹک نظام مکمل طور پر نیٹ ورک سے جڑے ہوں (Cybersecurity) سیکورٹی کے، اس لیے ہیکنگ، ڈیٹا چوری اور سسٹم میں مداخلت کے خطرات بڑھ جائیں گے۔ اگر ان سسٹمز کو مناسب سیکورٹی فراہم نہ کی گئی تو صنعتی پیداوار اور حساس معلومات کو شدید نقصان پہنچ سکتا ہے۔ بیسڈ سیکورٹی سسٹمز کی ضرورت مزید بڑھ جائے AI اس لیے مضبوط انکریپشن، محفوظ نیٹ ورک پروٹوکولز اور

انٹیگریشن اور AI، دوسرا بڑا چیلنج مہنگی ٹیکنالوجی اور ابتدائی سرمایہ کاری ہے۔ جدید روبوٹکس سسٹمز سمارٹ مشینری کی قیمت کافی زیادہ ہوتی ہے، جس کی وجہ سے چھوٹے اور درمیانے درجے کے صنعتی ادارے، انہیں مکمل طور پر اپنانے سے متاصر رہتے ہیں۔ اگرچہ وقت کے ساتھ یہ لاگت کم ہونے کی توقع ہے لیکن ابتدائی مرحلے میں یہ ایک بڑی رکاوٹ ہے۔ اس کے علاوہ دیکھ بھال اور اپگریڈیشن کے اخراجات بھی کافی زیادہ ہوتے ہیں۔

، کی کمی ہے۔ جدید روبوٹکس سسٹمز کو چلانے (skilled workforce) تیسرا اہم مسئلہ ہنر مند افرادی قوت پروگرام کرنے اور ان کی دیکھ بھال کے لیے اعلیٰ تکنیکی مہارت کی ضرورت ہوتی ہے۔ بہت سے ممالک

میں اس شعبے میں تربیت یافتہ ماہرین کی کمی ہے، جس کی وجہ سے جدید ٹیکنالوجی کے مکمل فوائد حاصل نہیں کیے جاسکتے۔ اس مسئلے کے حل کے لیے تعلیمی اداروں اور صنعتی شعبے کے درمیان تعاون بڑھانا ضروری ہے تاکہ نئی نسل کو جدید ٹیکنالوجی کی تربیت دی جاسکے۔

اس کے علاوہ اخلاقی اور سماجی چیلنجز بھی روبوٹکس کے مستقبل کا اہم حصہ ہیں۔ جیسے جیسے روبوٹس انسانی ملازمتوں کی جگہ لے رہے ہیں، روزگار کے مواقع متاثر ہونے کا خدشہ بڑھ رہا ہے۔ اگرچہ نئی ملازمتیں بھی پیدا ہوں گی، لیکن پرانی مہارتوں کی جگہ نئی مہارتوں کی ضرورت ہوگی۔ اس لیے معاشرے کو اس تبدیلی کے لیے تیار کرنا ضروری ہے تاکہ بے روزگاری اور سماجی عدم توازن پیدا نہ ہو۔

مجموعی طور پر دیکھا جائے تو روبوٹکس کا مستقبل بے حد امید افزا ہے، لیکن اس کے ساتھ ساتھ کئی تکنیکی، معاشی اور سماجی چیلنجز بھی موجود ہیں۔ اگر ان چیلنجز کو مؤثر حکمت عملیوں، بہتر پالیسیوں اور تعلیم و تربیت کے ذریعے حل کیا جائے تو روبوٹکس آنے والے دور میں انسانی زندگی اور صنعتی نظاموں کو ایک نئے اور بہتر مرحلے میں داخل کر سکتا ہے۔

## خلاصہ

روبوٹکس نے صنعتی آٹومیشن میں ایک انقلابی تبدیلی پیدا کی ہے۔ جدید روبوٹس نہ صرف پیداواری کے انضمام سے IoT عمل کو تیز اور مؤثر بناتے ہیں بلکہ معیار کو بھی بہتر کرتے ہیں۔ مصنوعی ذہانت اور روبوٹس زیادہ ذہین اور خود کار ہو چکے ہیں۔ تاہم، اس ٹیکنالوجی کے نفاذ میں لاگت، تربیت اور سیکیورٹی جیسے مسائل موجود ہیں جن پر توجہ دینا ضروری ہے۔ مجموعی طور پر روبوٹکس مستقبل کی صنعتی ترقی میں بنیادی کردار ادا کرے گا۔

## حوالہ جات

World Robotics Report- انٹرنیشنل فیڈریشن آف روبوٹکس (2024)۔

Cyber-Physical Systems in Manufacturing- لی، جے، باگھیسیری، بی، اور کاؤ، ایچ۔ (2015)۔

اسپرنگر- Additive Manufacturing Technologies- گلمسن، آئی۔ (2015)۔

Industrial Automation Trends Report- ایوشن (2024)۔ A3

Industry 4.0 and Smart Manufacturing Systems- ریبرو، جے۔ (2021)۔

Overview of Modern Robotics Applications- شاہرہمدین، این۔ (2019)۔

Intelligent Robotics Frameworks- گاؤ، زی۔ (2020)۔

Advances in Manufacturing Automation- وانگ، کے۔ (2012)۔

Robotics and IoT Integration- اینین، ایل۔ (2020)۔

Safety in Industrial Robotics Systems- ہارٹمین، ڈی۔ (2026)۔

Role of Smart Factories in Industry 4.0- ڈلسبر اوئلو، یو۔ (2017)۔

Robotics and Additive Manufacturing Review- ٹو، ٹی۔ ڈی۔ (2018)۔