ফ্রন্টিয়ার টেকনোলজির বিশ্বপরিস্থিতি এবং আমাদের পিছিয়ে থাকা

কী বলছে আঙ্কটাডের 'টেকনোলজি অ্যান্ড ইনোভেশন রিপোর্ট ২০২১'

গোলাপ মুনীর

অতি সম্প্রতি জাতিসঙ্ঘের বিশেষায়িত সংস্থা আঙ্কটাড প্রকাশ করেছে এর 'টেকনোলজি অ্যান্ড ইনোভেশন রিপোর্ট ২০২১'। এতে বিশেষত ১১টি ফ্রন্টিয়ার প্রযুক্তির ইতিবাচক ও নেতিবাচক দিক নিয়ে পর্যালোচনা তুলে ধরা হয়েছে। তারই আলোকে ফ্রন্টিয়ার টেকনোলজিরবর্তমান ও ভবিষ্যৎ বিশ্বপরিস্থিতি ও এক্ষেত্রে বাংলাদেশের পিছিয়ে থাকার বিষয়টি তুলে ধরেই তৈরি করা হয়েছে এই প্রতিবেদন।

ফ্রন্টিয়ার টেকনোলজির একক কোনো সংজ্ঞা নেই। তবে সাধারণভাবে তা বুঝতে কোনো অসুবিধা হয় না। এগুলো হচ্ছে নতুন ও দ্রুত বিকাশমান প্রযুক্তি, যা ডিজিটাইজেশন ও কানেকটিভিটিকে সুকৌশলে কাজে লাগায়। ফ্রন্টিয়ার টেকনোলজি হচ্ছে আধুনিক প্রযুক্তির উদ্ভবের পরবর্তী পর্যায়। আমরা অনেকেই হয়তো এরই সমার্থক 'ইমার্জিং টেকনোলজি' শব্দবাচ্যটি শুনেছি, যা আমাদের ভাষায় 'বিকাশমান প্রযুক্তি'। ফ্রন্টিয়ার টেকনোলজি বলতে আমরা বুঝি প্রযুক্তির গভীরতর ক্ষেত্রকে। এগুলোর বিকাশ বা উদ্ভব ঘটছে গবেষণা ও উন্নয়নের মাধ্যমে, তবে এখনো বাজারে এগুলোর ব্যাপক প্রচলন ঘটেনি। এগুলোকে আমরা ফ্রন্টিয়ার টেকনোলজি কিংবা ইমার্জিং টেকনোলজি কিংবা আমাদের ভাষায় বিকাশমান প্রযুক্তি– এর যেকোনো একটি নামে অভিহিত করতে পারি। এ টেকনোলজি হচ্ছে একটি পারস্পরিক মিলনবিন্দু, যেখানে বৈপ্লবিক অগ্রসর চিন্তা ও বাস্তব-জগতের বাস্তবায়ন একসাথে মিলিত হয়। ফ্রন্টিয়ার টেকনোলজি সব সময় পরিবর্তনশীল। আজকের এই দিনে ফ্রন্টিয়ার টেকনোলজির একদম সামনের সারিতে রয়েছে রোবটিকস, ড্রোন, অটোনোমাস ভেহিকল, অগমেন্টেড রিয়েলিটি, ভার্চুয়াল রিয়েলিটি, মেশিন ইন্টেলিজেন্স, স্পেস ২.০ ও ডিজিটাল ম্যানুফেকচারিংয়ের নানা ক্ষেত্র। কিন্তু এক সময় দেখা যাবে এগুলোকে পেছনে ঠেলে সামনের সারির স্থান দখল করে নিয়েছে ভিন্ন ভিন্ন নতুন ফ্রন্টিয়ার টেকনোলজি।

টেকসই উন্নয়নের জন্য প্রাযুক্তিক অগ্রগতি অপরিহার্য। কিন্তু এর পাশাপাশি এমন আশঙ্কাও আছে– প্রাযুক্তিক অগ্রগতি বাড়িয়ে তুলতে পারে মানুষের মধ্যে বৈষম্য কিংবা সৃষ্টি করতে পারে নতুন কোনো সমস্যা। ঘটতে পারে হয় অগ্রসর সমাজ বা দেশে প্রযুক্তি প্রবেশের সুযোগ সীমিত রেখে কিংবা বিল্ট-ইন বায়াসের মাধ্যমে। সরকারগুলোর করণীয় হচ্ছে: ফ্রন্টিয়ার টেকনোলজির সমূহ সম্ভাবনাকে কাজে লাগানো এবং একই সাথে এর ক্ষতিকর প্রভাব যথাসম্ভব কমিয়ে আনা। পাশাপাশি ফ্রন্টিয়ার টেকনোলজিতে সবার প্রবেশ নিশ্চিত করতে হবে। প্রতিটি দেশকে উন্নয়নের সব পর্যায়ে এ টেকনোলজির ব্যবহার করতে হবে। ফ্রন্টিয়ার প্রযুক্তির গ্রহণ ও মানিয়ে নিতে হবে। যাতে সাধারণ মানুষ ও বিভিন্ন প্রতিষ্ঠান আগামী সব প্রাযুক্তিক সম্ভাবনাকে কাজে লাগাতে পারে। ফ্রন্টিয়ার টেকনোলজির নাটকীয় প্রভাব পড়তে পারে অর্থনীতি ও সমাজের ওপর। একই সাথে এ প্রযুক্তি প্রভাব ফেলতে পারে অন্যান্য প্রযুক্তির উন্নয়নের ওপরও।

আঙ্কটাডের 'টেকনোলজি অ্যান্ড ইনোভেশন রিপোর্ট ২০২১'-এ অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে এ ধরনের ১১টি ফ্রন্টিয়ার টেকনোলজি : আর্টিফিশিয়াল ইন্টেলিজেন্স (এআই), ইন্টারনেট অব থিংস (আওটি), বিগ ডাটা, ব্লকচেইন, ফাইভজি, থ্রিডি প্রিন্টিং, রোবটিকস, ড্রোনস, জিন এডিটিং, ন্যানোটেকনোলজি এবং সোলার ফটোভোল্টায়িক (সোলার পিভি)। এসব প্রযুক্তির বেশির ভাগেরই উদ্ভব ঘটেছে ডাটা স্টোরেজ ও সোলার এনার্জির দাম নাটকীয়ভাবে কমে যাওয়ার সময়টায়। ফ্রন্টিয়ার টেকনোলজি বাড়িয়ে তুলতে পারে উৎপাদনশীলতা এবং উন্নয়ন ঘটাতে পারে আমাদেরজীবনমানের। উদাহরণত, এআই প্রযুক্তি রোবট প্রযুক্তির সাথে মিলে রূপান্তর ঘটাতে পারে উৎপাদন ও ব্যবসায়ে। থ্রিডি প্রিন্টিং সুযোগ করে দিতে পারে কম পরিমাণের উৎপাদনের কাজ দ্রুততর ও সস্তাতর উপায়ে সম্পাদনের। এসব এবং অন্যান্য উদ্ভাবন ব্যবহার করে উন্নয়নশীল দেশের ব্যবসায়িক প্রতিষ্ঠানগুলো দ্রুত সামনে এগিয়ে যেতে পারে। কম সম্পদ ও কম সক্ষমতা থাকা সত্ত্বেও অনেক প্রতিষ্ঠান তা করতে পারছে এবং করছে। উদাহরণ টেনে বলা যায়, নাইজেরিয়ায় ইন্টারনেট অব থিংস ব্যবহার হচ্ছে কৃষিকাজের কৌশল সম্পর্কিত পরামর্শের কাজে। আর কলম্বিয়ায় থ্রিডি প্রিন্টিং ব্যবহার হচ্ছে ফ্যাশনপণ্য তৈরিতে। যেমন: এর মাধ্যমে এরা তৈরি করছে টুপি, ব্রাসলেট ও পোশাক।

আমরা আঙ্কটাডের উল্লিখিত রিপোর্টের আলোকে ফ্রন্টিয়ার টেকনোলজির সার্বিক বিশ্বপরিস্থিতি ও প্রবণতা এবং এ প্রযুক্তির ক্ষেত্রে বাংলাদেশ পিছিয়ে থাকার বিষয়টি তুলে ধরার প্রয়াস পাব।

ফ্রন্টিয়ার টেকনোলজিতে বাংলাদেশ পিছিয়ে রয়েছে

আর্টিফিশিয়াল ইন্টেলিজেন্স, বায়োটেকনোলজি ও ন্যানোটেকনোলজির মতো অনেক ফ্রন্টিয়ার টেকনোলজিতে বাংলাদেশ অনেক পিছিয়ে রয়েছে। এ ক্ষেত্রে বাংলাদেশ দক্ষিণ এশিয়ার

দেশগুলোর মধ্যে শুধু পাকিস্তান ও আফগানিস্তানের চেয়ে এগিয়ে আছে– এমনটি জানা গেছে গত ২৫ ফেব্রুয়ারির শেষদিকে আঙ্কটাডের (ইউনাইটেড ন্যাশনস কনফারেন্স অন ট্রেড অ্যান্ড ডেভেলপমেন্ট) প্রকাশিত 'টেকনোলজি অ্যান্ড ইনোভেশন রিপোর্ট ২০২১' শীর্ষক প্রতিবেদন থেকে। এই প্রতিবেদনে সতর্কবাণী উচ্চারণ করে বলা হয়েছে, ফ্রন্টিয়ার টেকনোলজি আগামী দিনে বিশ্বে ধনী ও গরিব দেশগুলোর মধ্যে বৈষম্য আরো বাড়িয়ে তুলবে। বাংলাদেশ সম্পর্কে এই রিপোর্টে দেখা গেছে ০ থেকে ১ পয়েন্ট স্কোর মাত্রায় বাংলাদেশের স্কোর মাত্র ০.২৬। এর ফলে বাংলাদেশ নিম্ন-মধ্য গ্রুপেরও নিচে অবস্থান নিয়েছে।

এই রিপোর্ট প্রণয়নে আঙ্কটাড ব্যবহার করেছে ৫টি বিল্ডিং ব্লক: আইসিটির উন্নয়ন, দক্ষতা, গবেষণা ও উন্নয়ন কর্মকাণ্ড, শিল্পখাতের কর্মকাণ্ড এবং অর্থায়নে প্রবেশ। এসব বিবেচনায় ১৫৮টি দেশের একটি সূচি তৈরি করা হয়েছে এই রিপোর্টে। এই পাঁচটি বিল্ডিং ব্লকের মধ্যে বাংলাদেশ শুধু কিছুটা ভালো স্কোর করে গবেষণা ও উন্নয়নের ক্ষেত্রে। এ ক্ষেত্রে বাংলাদেশেরঅবস্থান ৫৮তম স্থানে। বাংলাদেশের অন্যান্য ক্ষেত্রে অবস্থান হচ্ছে: আইসিটি উন্নয়নে ১৩৩তম স্থানে, দক্ষতার ক্ষেত্রে ১৩০তম স্থানে, শিল্পখাতের কর্মকাণ্ডে ১২১তম স্থানে এবং অর্থায়নে প্রবেশের ক্ষেত্রে ৮০তম স্থানে। রিপোর্টে তুলে ধরা হয় 'কান্ট্রি রেডিনেস ইনডেক্স'। এর মাধ্যমে মূল্যায়ন করা হয় একটি দেশ ফ্রন্টিয়ার টেকনোলজি ব্যবহারে কতটুকু অগ্রগতি অর্জন করতে সক্ষম হয়েছে। একটি দেশ জাতীয় পর্যায়ে ভৌত বিনিয়োগ, মানব মূলধন ও প্রযুক্তি ব্যবহারের উদ্যোগের ক্ষেত্রে কতটুকু ক্ষমতা রাখে, সে বিষয়টি এ ক্ষেত্রে বিবেচনায় নেয়া হয় এবং মূলত তার ওপর ভিত্তি করেই এই সূচক তৈরি হয়।

> 'আর্টিফিশিয়াল ইন্টেলিজেন্স, বায়োটেকনোলজি ও ন্যানোটেকনোলজির মতো অনেক ফ্রন্টিয়ার টেকনোলজিতে বাংলাদেশ অনেক পিছিয়ে রয়েছে'

ঢাকা বিশ্ববিদ্যালয়ের 'রোবটিকস অ্যান্ড মেকাট্রনিকস ইঞ্জিনিয়ারিং ডিপার্টমেন্টে'র চেয়ারম্যানড. শামীম আহমেদ দেওয়ান দুঃখ প্রকাশ করে বলেন, বাংলাদেশী ইন্ডাস্ট্রিগুলো ফ্রন্টিয়ার টেকনোলজির গবেষণা ও উন্নয়নের ব্যাপারে কম আগ্রহী। আর বিশ্ববিদ্যালয় পর্যায়ে যেসব গবেষণা ও উদ্ভাবন চলে, সেগুলো থেকে যায় আন্তর্জাতিক মহলের নজরের বাইরে। কারণ, এগুলো কার্যকরভাবে তুলে ধরার কোনো উদ্যোগ নেই। আঙ্কটাড রিপোর্টে ফ্রন্টিয়ার টেকনোলজির ক্ষেত্রে বাংলাদেশের কম স্কোর প্রশ্নে মন্তব্য করতে গিয়ে একটি পত্রিকা প্রতিনিধির কাছে তিনি এসব কথা বলেন।

তিনি আরো বলেন, 'আন্তর্জাতিক সংস্থাগুলো যখন এসব কাজের মূল্যায়ন করার কাজে নামে, তখন তারা অনুসন্ধান করে বিশ্ববিদ্যালয় ও গবেষণা প্রতিষ্ঠানগুলোর সংশ্লিষ্ট ক্ষেত্রের ওয়েবসাইট অথবা জার্নাল। যদিও আমরা বেশি গবেষণা করি না, তবে কমবেশি যাই করি, সে সম্পর্কেও বিশ্বকে জানাতে পারি না।'

উল্লেখ্য, তিনি ঢাকা বিশ্ববিদ্যালয়ে যোগ দেয়ার আগে জার্মানিতে ১৩ বছর কাটান উচ্চশিক্ষা ও গবেষণার কাজে। তিনি জানান, জার্মানিতে যেসব গবেষণা সম্পন্ন করেছেন, এর সবগুলোতেই তহবিল জুগিয়েছে শিল্প-প্রতিষ্ঠান থেকে। কিন্তু বাংলাদেশের বিশ্ববিদ্যালয়গুলো গবেষণাকর্ম থেকে দূরে থাকে। তিনি বলেন, ঢাকা বিশ্ববিদ্যালয়ে আমি ৫ বছর ধরে চেষ্টা করে আসছি আইটি ইন্ডাস্ট্রি থেকে গবেষণার জন্য তহবিল সংগ্রহের জন্য, কিন্তু আজ পর্যন্ত পাইনি কোনো তহবিল।'

তিনি সতর্কবাণী উচ্চারণ করে বলেন– ফ্রন্টিয়ার টেকনোলজি প্রতিদিনই এগিয়ে যাচ্ছে। অথচ আমাদের দেশে কোনো রকম গবেষণা ও উদ্ভাবন নেই। চতুর্থ শিল্পবিপ্লবের জন্য বাংলাদেশের প্রযুক্তি বিজনেসের বাইরে চলে যাওয়ার হুমকিতে রয়েছে। তিনি জোর তাগিদ দিয়ে বলেন, প্রয়োজন রয়েছে ইন্ডাস্ট্রি, সরকার ও বিশ্ববিদ্যালয়গুলোর মধ্যে ঘনিষ্ঠ সহযোগিতা গড়ে তোলার। বৈশ্বিক উন্নয়নের সাথে তাল মিলিয়ে চলতে এবং এক্ষেত্রে বিশ্বে নিজেদের অবস্থান দৃশ্যমান করে তুলতে এর প্রয়োজন রয়েছে।

'টেকনোলজি অ্যান্ড ইনোভেশন রিপোর্ট ২০২১' অনুসারে ফ্রন্টিয়ার টেকনোলজির জন্য সবচেয়ে বেশি প্রস্তুত দেশ হচ্ছে যুক্তরাষ্ট্র। এরপরই রয়েছে: সুইজারল্যান্ড, যুক্তরাজ্য, সুইডেন, সিঙ্গাপুর, নেদারল্যান্ডস ও দক্ষিণ কোরিয়া। সার্বিক দিক থেকে সেরা পারফরমার দেশগুলো সূচকের সবকটি বিল্ডিং ব্লকে ভারসাম্যপূর্ণ স্কোর অর্জন করেছে। এসব দেশে উচ্চ হারের ইনোভেশন ও জিডিপি হার অর্জিত হয়েছে। যদিও সর্বোচ্চ অবস্থানে থাকা দেশগুলোর সবগুলোই ধনী দেশ, তবে আঙ্কটাড কিছু ব্যতিক্রমের কথাও জানতে পেরেছে। যেমন: ভারত ও ফিলিপাইনকে পাওয়া গেছে আউটপারফরমার হিসেবে। দেশ দুটি তাদের মাথাপিছু জিডিপি হার তুলনায় ফ্রন্টিয়ার টেকনোলজির ক্ষেত্রে ভালো করেছে।

দক্ষিণ এশিয়া অঞ্চলে ভারতের অবস্থান ৪৩তম স্থানে। এর পরবর্তী অবস্থান শ্রীলঙ্কার, ৮৬তম স্থানে। নেপাল ১০৬তম স্থানে। আলোচ্য রিপোর্টের সূচকে দেশ তিনটির সার্বিক স্কোর যথাক্রমে ০.৬৩, ০.৩৮ ও ০.২৬। পাকিস্তানের অবস্থান ১২৩তম স্থানে। এর জোরালো অবস্থান রয়েছে গবেষণা ও উন্নয়নে ও শিল্প-প্রতিষ্ঠানের কর্মকাণ্ডে। এর মোট স্কোর মাত্র ০.০৫। আফগানিস্তানের অবস্থান একদম প্রায় তলদেশে, ১৫২তম স্থানে।

রিপোর্টে বলা হয়, ফ্রন্টিয়ার টেকনোলজির ব্যবহার করে অটোমেটেড কর্মকাণ্ড বাড়ছে। ফলে অনেকে চাকরি বা কাজ হারাচ্ছে। রিপোর্টে উল্লেখ করা হয়, এসব প্রযুক্তিবৈষম্য আরো বাড়িয়ে তুলবে, সৃষ্টি করবে নতুন কিছু সমস্যা। সামাজিক গণমাধ্যমে সমাজে বিভাজন, সংশয় ও সন্দেহের পরিমাণ বাড়িয়ে তুলছে।

ফ্রন্টিয়ার টেকনোলজি বিকশিত হচ্ছে দ্রুতগতিতে। এসব টেকনোলজি উৎপাদনশীলতা বাড়ায়, তাই এই প্রযুক্তিবাজার সম্প্রসারিত হচ্ছে দ্রুত। আঙ্কটাড রিপোর্টে যে ১১টি ফ্রন্টিয়ার টেকনোলজির কথা রয়েছে ২০১৮ সালের সেসব টেকনোলজির বাজারের আয়তন ছিল ৩৫০ হাজার বিলিয়ন ডলার। ২০২৫ সালে সে বাজারের পরিমাণ পৌঁছুতে পারে ৩.২ ট্রিলিয়ন ডলারে। রিপোর্টটি মতে, এসব প্রযুক্তির বাজার সম্প্রসারণ থেকে ব্যাখ্যা মিলে কী করে উন্নয়নশীল দেশগুলো এসব প্রযুক্তি গ্রহণ ও মানিয়ে নিচ্ছে।

আঙ্কটাড বলেছে– বিভিন্ন দেশ, বিশেষ করে স্বল্পোন্নত দেশগুলো ও উপ-সাহারীয় দেশগুলো প্রস্তুত নয় সমভাবে এই প্রযুক্তি বিপ্লবে অংশ নেয়ার জন্য। রিপোর্টমতে, এর ফলে এসব দেশে টেকসই উন্নয়ন লক্ষ্যমাত্রা (এসডিজি) অর্জনে বড় ধরনের বিরূপ প্রভাব ফেলতে পারে। তাই রিপোর্টে আহ্বান রয়েছে, সব উন্নয়নশীল দেশ যেন এই প্রবল দ্রুতগতির প্রাযুক্তিক পরিবর্তনের জন্য নিজেদের যেন তৈরি করে। কারণ, এই প্রাযুক্তিক পরিবর্তন বাজার ও সমাজে প্রবলভাবে প্রভাব ফেলবে।

আঙ্কটাডের টেকনোলজি ও লজিস্টিক বিভাগের পরিচালক শামিকা এন. সিরিমানি বলেন– 'মনে রাখতে হবে, ফ্রন্টিয়ার টেকনোলজি আমাদের বিশ্বকে নতুন করে সংজ্ঞায়িত করছে। বিশেষ করে আমাদের করোনা-অতিমারী-উত্তর ভবিষ্যৎ দুনিয়াকে এই প্রযুক্তি আমাদেরকে নতুন এক প্রেক্ষাপটে এনে দাঁড় করিয়েছে। এসব প্রযুক্তির কিছু নেতিবাচক বাস্তবতা থাকা সত্ত্বেও এগুলো এসডিজি অর্জনে ব্যাপক পরিবর্তন আনতে পারে। এর নেতিবাক দিকের মধ্যে রয়েছে, বৈষম্য পরিস্থিতি আরো খারাপের দিকে নিয়ে যাওয়া, ডিজিটাল ডিভাইডের আরো সম্প্রসারণ এবং সামাজিক-রাজনৈতিক ঐক্য ব্যাহত করা।

উন্নয়নশীল দেশগুলোকী করে ফ্রন্টিয়ার টেকনোলজির এই বিপ্লবের সাথে এগিয়ে চলতে পারে? এ জন্য আঙ্কটাডের আহ্বান

হচ্ছে– উন্নয়নশীল দেশগুলোকে ফ্রন্টিয়ার টেকনোলজি গ্রহণ করে নেয়ার পাশাপাশি তাদের উৎপাদনের জন্য এর বৈচিত্র্যায়ন করতে হবে।এসব দেশকে তাদের ইনোভেশন সিস্টেমকে জোরদার করে তুলতে হবে। কারণ, বেশিরভাগ উন্নয়নশীল দেশেই ইনোভেশন সিস্টেম খুবই দুর্বল। এসব টেকনোলজি অবলম্বনের জন্য সরকারের সার্বিকপদক্ষেপ প্রয়োজন। উন্নয়নশীল দেশগুলোর বিজ্ঞান, প্রযুক্তি ও উদ্ভাবন নীতিমালাকে সমন্বিত করতে হবে শিল্পনীতির সাথে। গতি আনতে হবে শিল্পায়নে এবং অর্থনৈতিক ও কাঠামোগত রূপান্তরে। রিপোর্টে নীতি-নির্ধারকদের প্রতি আহ্বান জানানো হয়, জনগণকে দক্ষতা অর্জনে সহায়তা দিতে।

ফ্রন্টিয়ার টেকনোলজি ও বিশ্বপরিস্থিতি

আগেই উল্লেখ করা হয়েছে, আঙ্কটাডের 'টেকনোলজি অ্যান্ড ইনোভেশন রিপোর্ট ২০২১'-এ পর্যালোচিত হয়েছে ১১টি ফ্রন্টিয়ার টেকনোলজি। এগুলো হচ্ছে : আর্টিফিশিয়াল ইন্টেলিজেন্স (এআই), ইন্টারনেট অব থিংস (আইওটি), বিগ ডাটা, ব্লকচেইন, ফাইভজি, থ্রিডি প্রিন্টিং, রোবটিকস, ড্রোনস, জিন এডিটিং, ন্যানোটেকনোলজি এবং সোলার ফটোভোল্টায়িক (সোলার পিভি)। আমরা প্রতিবেদনের এ অংশে এসব টেকনোলজির পরিস্থিতি নিয়ে এক-এক করে যথাসম্ভব বিস্তারিত আলোচনা করবো। এ আলোচনায় স্থান পাবে এসব প্রযুক্তির বাণিজ্যিক ও কারিগরি বিষয়াবলি, যেমন: গবেষণা ও উন্নয়ন, দাম ও বাজারকাঠামোও। ফ্রন্টিয়ার টেকনোলজির বিকাশ খুবই দ্রুতলয়ে ঘটে চলেছে। এই আলোচনা শুধু এর খণ্ডাংশই তুলে ধরতে পারে। তবে এটি হতে পারে সমাজের ওপর এসব প্রযুক্তির সম্ভাবনা তুলেধরার একটি সূচনা পর্ব। আমাদের প্রত্যাশা এ আলোচনা টেকসই উন্নয়নের ওপর এসব প্রযুক্তির প্রভাব ব্যাখ্যা করতে প্রতিটি দেশকে যথেষ্ট সহায়তা করবে। উল্লিখিত ১১ ধরনের ফ্রন্টিয়ার টেকনোলজি সম্পর্কে এখানে আলাদা আলাদা উপস্থাপিত হয়ে এগুলো ক্রমবর্ধমান হারে হয়ে উঠছে পরস্পর-সম্পর্কিত। এবং এগুলোর একটি প্রযুক্তি সহায়তা করছে অপরটির কাজকে সম্প্রসারণে। উদাহরণ টেনে বলা যায়, এআই ব্যবহার করে ব্লকচেইনে নিরাপদে জমা রাখা বিগ ডাটা মেশিন লার্নিংয়ের সহায়তা করছে প্রিডিকশন উন্নয়নের জন্য। একটি আইওটি নেটওয়ার্কে সংযুক্ত ক্রমবর্ধমানসংখ্যক ডিভাইস কাজ করছে ডাটা কালেকশন টুল হিসেবে, যেগুলো অবদান রাখছে বিগডাটা গড়ে তোলায়। থ্রিডি প্রিন্টিং সৃষ্টি করতে পারে অধিকতর জটিল আইটেম, যা প্রয়োজন হয় বিগ ডাটা কাজে লাগিয়ে আরোডাটা লেবারাইজিংয়ে। এআইসমৃদ্ধ ডিফেক্ট ডিটেকশন ফাঙ্কশনের সাহায্যে দূর থেকে আইওটির মাধ্যমে প্রিন্ট করা সম্ভব নানা পণ্য। ইন্ডাস্ট্রিয়াল রোবট উৎপাদনের বিভিন্ন পর্যায়ে থ্রিডি প্রিন্টিং-সহায়তা দিচ্ছে। যেমন: একটি প্রিন্টারের বিল্ডিং প্লেট বদলানো ও ওয়াশিংয়ের কাজ। ফাইভজি নাটকীয়ভাবে রেসপন্স টাইম কমিয়ে এনে সম্ভাবনাময় হয়ে উঠছে রোবটের জন্য তাৎক্ষণিক সাড়া দেয়ার ক্ষেত্রে। এমনি আরো নানা উদাহরণই রয়েছে আমাদের চোখের সামনে।

এক : আর্টিফিশিয়াল ইন্টেলিজেন্স

যুক্তরাষ্ট্র ও চীন শীর্ষে রয়েছে এআইসম্পর্কিত নানা গবেষণায়। ১৯৯৬-২০১৮ সাল পর্যন্ত সময়ে ৪০৩,৯৯৬টি এআইসম্পর্কিত গবেষণা প্রকাশিত হয়। সংখ্যার দিক থেকে সবচেয়ে বেশি গবেষণা প্রকাশিত হয়েছে যুক্তরাষ্ট্রে (৭৩,৭৭৩টি), এর পরেই রয়েছে চীন (৫২,৮৩৭টি)। তৃতীয় অবস্থানে যুক্তরাজ্য (২২,৯১২টি)। সেরা তিন অ্যাফিলিয়েশন ছিল চাইনিজ অ্যাকাডেমি অব সায়েন্সেস (৩,৪১৪/চীন), কার্নেগি মেলোন ইউনিভার্সিটি (২,৬১৯/যুক্তরাষ্ট্র) এবং সিএনআরএস সেন্টার ন্যাশনাল ডি রেচার্সি সায়েন্টিফিক(২,৫০১/ফ্রান্স)। এই একই সময়ে, অর্থাৎ ১৯৯৬-২০১৮ পর্যন্ত সময়ে ১১৬,৬০০ প্যাটেন্ট ফাইল করে সেরা তিনটি দেশের নাগরিকেরা: যুক্তরাষ্ট্র (২৪,৯৬৩), চীন (২৩,২৯৮) এবং জার্মানি (১২,০৫৬)। সেরা তিন কারেন্ট ওউনার ছিল বিএএসএফ (১,৯০১/জার্মানি), বেয়ার (১,৪১৬/জার্মানি) এবং সিমেন্স (১.৩২০/জার্মানি)। যুক্তরাষ্ট্রের কোম্পানিগুলোই হচ্ছে মূল এআই সার্ভিস প্রোভাইডার। সাধারণত যেসব সার্ভিস প্রোভাইডারের নাম বেশি উচ্চারিত হয় সেগুলোর মধ্যে আছে অ্যালফাবেট, তাদের অ্যাফিলিয়েটসহ গুগল ও ডিপমাইন্ড, অ্যামাজন, অ্যাপল, আইবিএম ও মাইক্রোসফট। সেরা সেবা ব্যবহারকারী নির্ধারণ করা হয় এআই খাতে খরচের পরিমাণ বিবেচনায়। এগুলোর মধ্যে আছে রিটেইল, ব্যাংকিং এবং ডিসক্রিট ম্যানুফ্যাকচারিং খাতগুলো।

এআইয়ের দাম নির্ভর করে এর প্রয়োগ ও প্রয়োজনের ওপর। কিন্তু সার্বিকভাবে এআইয়ের দাম এখন নাগালের ভেতর চলে আসছে। যেমন: ইন্স্যুরেন্স ফ্রড ডিটেকশন টুল পাওয়া যায় ১ লাখ থেকে ৩ লাখ ডলারে এবং চ্যাটবট পাওয়া যায় ৩০ হাজার থেকে আড়াইলাখ ডলারে। ২০১৭ সালে এআইয়ের বাজারের আকার ছিল ১৬ বিলিয়ন ডলার। এই বাজার সম্প্রসারিত হচ্ছে দ্রুত। সরবরাহের ক্ষেত্রে বাজারের প্রবৃদ্ধি প্রধানত ঘটছে বিগডাটার মাধ্যমে উন্নীত উৎপাদনের সম্প্রসারণ, ডিস্ট্রিবিউটেড এরিয়া সম্প্রসারণ, বড় মাপে সরকারি তহবিল পাওয়া এবং ইমেজ ও ভয়েস রিকগনিশন টেকনোলজি সম্প্রসারণের কারণে। সরবরাহের দিকের প্রধান বাধা হচ্ছে এআই প্রযুক্তি বিশেষজ্ঞের অভাব। চাহিদার ক্ষেত্রে প্রবৃদ্ধি প্রধানত ঘটছে ক্রমবর্ধমান হারে ক্লাউডভিত্তিক অ্যাপ্লিকেশন অ্যাডপশন ও সার্ভিস এবং বর্ধিত হারে ইন্টেলিজেন্ট ভার্চুয়াল অ্যাসিস্ট্যান্টের চাহিদা ও ক্রমবর্ধমান গ্রাহক সন্তুষ্টির কারণে। এই চাহিদার ক্ষেত্রে বড় ধরনের বাধা হচ্ছে, এআইয়ের মাধ্যমে মানবিক মর্যাদা হুমকির মুখে পড়ার অনুমিত ধারণা, যদিও ধরে নেয়া হচ্ছে এই প্রভাব হবে খুবই কম মাত্রায়।

এআই ইন্ডাস্ট্রিতে চাকরির সংস্থান ব্যাপক বাড়ছে। বিশ্বব্যাপী কর্মসংস্থান সম্পর্কিত অনুসন্ধানে জানা গেছে– ২০১৫ সালের জুন থেকে ২০১৮সালের জুন পর্যন্ত সময়ে এআই-সম্পর্কিত কর্মসংস্থান বেড়েছে ১০০ শতাংশ। ২০১৯ সালে ১৫টি দেশে পরিচালিত এক সমীক্ষায় দেখা গেছে– চীন হচ্ছে সবচেয়ে বেশিসংখ্যক এআই-পেশাজীবীর দেশ। সেখানে এ ধরনের চাকরির সংখ্যা ১২,১১৩টি। এ ক্ষেত্রে এর পরেই রয়েছে যুক্তরাষ্ট্রের অবস্থান : চাকরির সংখ্যা ৭,৪৬৫টি। তৃতীয় অবস্থানে রয়েছে জাপান। সে দেশে এ সম্পর্কিত চাকরির সংখ্যা ৩,৩৬৯টি। এআই জব ক্যাটাগরিতে সবচেয়ে বেশি ইন-ডিমান্ড এআই জব হচ্ছে সফটওয়্যার ইঞ্জিনিয়ার ও ডাটা সায়েন্টিস্ট।

দুই: ইন্টারনেট অব থিংস

ইন্টারনেট অব থিংস (আইওটি) গবেষণায় চীন ও যুক্তরাষ্ট্র সবচেয়ে এগিয়ে আছে। ১৯৯৬-২০১৮ সাল পর্যন্ত সময়ে আইওটি-রিলেটেড ৬৬,৪৬৭টি গবেষণা প্রকাশ করা হয়েছে। সবচেয়ে বেশি গবেষণা প্রকাশিত হয়েছে চীনে; ১০,০৮১টি। যুক্তরাষ্ট্রে ৭,৫২০টি এবং ভারতে ৫,৭০০টি। তিনটি শীর্ষস্থানীয় অ্যাফিলিয়েশন ছিল : বেইজিং ইউনিভার্সিটি অব পোস্ট অ্যান্ড টেলিকমিউনিকেশনস (৫৪৯/চীন), চায়নিজ অ্যাকাডেমি অব সায়েন্স (৫৬০/চীন) ও চীনের শিক্ষা

মন্ত্রণালয় (৩৯৩/চীন)। উল্লিখিত একই সময় পরিধিতে প্যাটেন্ট ফাইল করা হয়েছে ২২,১৮০টি। এ ক্ষেত্রে এসাইনি শীর্ষস্থানীয় দেশ হচ্ছে চীন (৯,৫১৫), কোরিয়া প্রজাতন্ত্র (৫,১০৬) এবং যুক্তরাষ্ট্র (৪,২৭৫)। শীর্ষস্থানীয় তিন কারেন্ট ওউনার ছিল স্যামসাং গ্রুপ (২,৫০৮/কোরিয়া প্রজাতন্ত্র), কুয়ালকম (১,২১৩/যুক্তরাষ্ট্র) এবং ইন্টেল (৬৬৭/যুক্তরাষ্ট্র)। যুক্তরাষ্ট্রের কোম্পানিগুলোই প্রধান প্রধান আইওটি সার্ভিস প্রোভাইডার। সবচেয়ে বেশি উচ্চারিত আইওটি প্রোভাইডারগুলোর (প্ল্যাটফরমার) মধ্যে অন্তর্ভুক্ত আছে অ্যালফাবেট, অ্যামাজন, সিসকো, আইবিএম, মাইক্রোসফট, ওরাকল, পিটিসি, সেলসফোর্স ও এসএপি (জার্মানি)। ২০১৮ সালে শীর্ষস্থানীয় আইওটি ইউজার খাতগুলো ছিল কনজ্যুমার ইন্স্যুরেন্স ও হেলথকেয়ার প্রোভাইডার খাত। আইওটি খাতে ব্যয়ের পরিমাণ বিবেচনা করে এই অবস্থান নির্ণয় করা হয়। আইওটি সিস্টেমের দাম নির্ভর করে অ্যাপ্লিকেশনের ধরনের ওপর। যেমন: ইসিজি মনিটরের দাম ৩হাজার ডলার থেকে ৪ হাজার ডলারের মধ্যে। এনভায়রনমেন্টাল মনিটর সিস্টেমের দাম ১০ হাজার ডলার থেকে শুরু। এনার্জি ম্যানেজমেন্ট সিস্টেম কিনতে লাগবে ২৭ হাজার ডলার। আর বিল্ডিং ও হোম অটোমেশন সিস্টেমের দাম শুরু ৫০ হাজার ডলার থেকে।

আইওটি বাজার এরই মধ্যে বড় আকার ধারণ করেছে। ২০১৮ সালে এই বাজারের আয়তন ছিল ৩০ বিলিয়ন ডলার। এই বাজার দ্রুত গতিতে সম্প্রসারিত হয়ে চলেছে। সরবরাহের প্রবৃদ্ধি এগিয়ে যাচ্ছে বিভিন্ন কারণে: সেমিকন্ডাক্টরের ক্ষেত্রে প্রাযুক্তিক অগ্রগমন এবং হালকা ধরনের কার্যকর ডিভাইস সরবরাহের সৃষ্টি হওয়ার কারণে। চাহিদার প্রবৃদ্ধি প্রধানত এগিয়ে যায় বিভিন্ন কারণে: বিকাশমান অর্থনীতিতে অগ্রসর মানের কনজ্যুমার ইলেকট্রনিকসের চাহিদা বেড়ে যাওয়া, স্মার্ট ডিভাইস ও ইন্টারনেট সমৃদ্ধ ডিভাইসের ব্যবহার বেড়ে চলা, টেলি হেলথকেয়ার সার্ভিসের উত্থান এবং বিভিন্ন খাতে অটোমেশন টেকনোলজির ব্যবহার বেড়ে যাওয়া। তা সত্ত্বেও সাইবার-নিরাপত্তা ঝুঁকি ও প্রাইভেসি নিয়ে শঙ্কা এর বাজারের ওপর নেতিবাচক প্রবৃদ্ধি সৃষ্টি করতে পারে। আইওটি বাজারের প্রবৃদ্ধির কারণে দক্ষ লোকের অভাব দেখা দিয়েছে। ২০১৭ সালে পরিচালিত এক গবেষণায় দেখা গেছে– গ্লোবাল আইওটি শিল্পখাতে কোম্পানির সংখ্যা দাঁড়ায় ২,৮৮৮টি। আর সেসব কোম্পানিতে কাজ করছে ৩ লাখ ৪২ হাজার লোক।এই খাতে দ্রুত প্রবৃদ্ধি ঘটার কারণে যথাযথ দক্ষ লোক খুঁজে পাওয়া কঠিন হয়ে পড়েছে। ২০১৭ সালের বিবেচনায় সবচেয়ে বেশি সংখ্যায় আইওটি-রিলেটেড লোক কাজ করছে আইবিএম কোম্পানিতে; ৪,৪২০ জন। এর পরে রয়েছে যথাক্রমে ইন্টেল করপোরেশন (৩,০৪৪জন) মাইক্রোসফট (২,৮০৬ জন), সিসকো (২,৭০৩ জন) এবং এরিকসন (১,৬৬৫ জন)।

তিন: বিগ ডাটা

পূর্বোল্লিখিত ১৯৯৬-২০১৮ সাল পর্যন্ত সময়ে বিগ ডাটা সম্পর্কিত গবেষণা ও উন্নয়নে সবচেয়ে এগিয়ে থাকতে দেখা গেছে চীন ও যুক্তরাষ্ট্রকে। এই সময়ে বিগ ডাটা-সম্পর্কিত ৭৩,৯৫৭টি গবেষণা প্রকাশ করা হয়েছে। এ ক্ষেত্রে তিনটি সেরা সোর্স কান্ট্রি হচ্ছে যথাক্রমে চীন (১৫,৯৩১), যুক্তরাষ্ট্র (১৪,৩৬৫) এবং ভারত (৪,০৯৪)। একই সময়ে তিনটি শীর্ষস্থানীয় অ্যাফিলিয়েশন ছিল চাইনিজ অ্যাকাডেমি অব সায়েন্সেস (১২৪০/চীন), শিংহুয়া বিশ্ববিদ্যালয় (৬৬৮/চীন), চীনের শিক্ষা মন্ত্রণালয় (৫৪৫/চীন)। এ সময়ে প্যাটেন্ট ফাইল হয় ৬.৮৫০টি। সবচেয়ে বেশি প্যাটেন্ট ফাইল হয় যথাক্রমে চীন (৩.২০০টি), কোরিয়া প্রজাতন্ত্র (১,৭০০টি) এবং যুক্তরাষ্ট্র (১,১০০টি) থেকে। এ সময়েসেরা তিন কারেন্ট ওউনার ছিল স্টেট গ্রিড করপোরেশন অব চায়না (৪২৪/চীন), হোয়াওই (১৫৮/চীন) এবং আইবিএম (১৪৫/যুক্তরাষ্ট্র)।

বিগ ডাটা বাজারে যুক্তরাষ্ট্রের কোম্পানিগুলোই ছিল শীর্ষ অবস্থানে। বিগ ডাটা (স্টোরেজ প্ল্যাটফরম, অ্যানালাইটিকস) সার্ভিসের মূল প্রোভাইডারের মধ্যে আছে: অ্যালফাবেট, অ্যামাজন, ডেল টেকনোলজিস, এইচপি এন্টারপ্রাইজ, আইবিএম, মাইক্রোসফট, ওরাকল, এসএপি(জার্মানি), স্পুটনিক এবং টেরাডাটা। বিগ ডাটা ব্যবহারকারী সেরাখাতগুলো হচ্ছে ব্যাংক, ডিসক্রিট ম্যানুফেকচারিং ও প্রফেশনাল সার্ভিস। একটি খাত বিগ ডাটার পেছনে কী পরিমাণ ব্যয় করলো, তার ওপর নির্ভর করে সেরা বিগ ডাটা ইউজার খাত নির্ধারণ করা হয়।

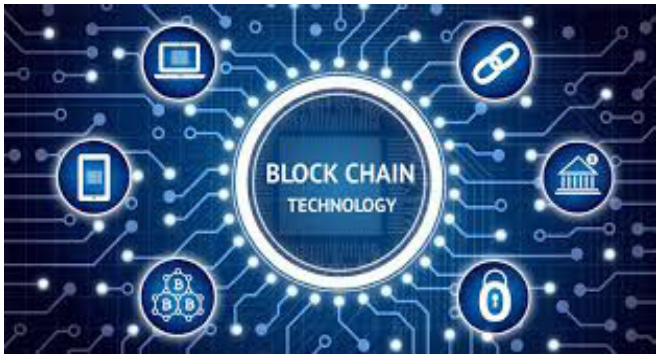
অবজেক্টিভের ওপর নির্ভর করে বিগ ডাটার দাম নির্ধারণ করা হয়। যেমন: বিল্ডিং অ্যান্ড ম্যান্টেইনিং ডাটা ওয়্যারহাউজের জন্য খরচ হতে পারে বছরে টেরাবাইটপ্রতি ১৯ হাজার থেকে ২৫ হাজার ডলার। এর অর্থ ৪০ টেরাবাইট ইনফরমেশন কন্টেইন করা একটি ডাটা ওয়্যারহাউজের (অনেক বড় এন্টারপ্রাইজের জন্য এটিই মোডেস্ট রিপোজিটরি) জন্য প্রয়োজন হবে বছরে ৪৪০,০০০ ডলারের বাজেট।

২০১৭ সালে বিগ ডাটা বাজারের আকার ছিল প্রায় ৩২ বিলিয়ন ডলার। এই বাজার দ্রুত বিকশিত হচ্ছে। সরবরাহের ক্ষেত্রে এর প্রবৃদ্ধি ঘটানোর পেছনে মূলত অবদান রাখে ইন্টারনেটের ব্যবহার বেড়ে যাওয়া, ক্লাউড ডিভাউস ও সলিউশন অ্যাডপশন, ডাটার পরিমাণ বেড়ে যাওয়া, মোবাইল ডিভাইস ও অ্যাপের সংখ্যা বেড়ে যাওয়ার মতো বিষয়গুলো। তা সত্ত্বেও দক্ষ কর্মীর অভাবে বিগ ডাটার প্রবৃদ্ধি ও বাজার সম্প্রসারণ বাধাগ্রস্ত হচ্ছে। চাহিদার ক্ষেত্রে প্রবৃদ্ধি অবদান রাখছে মূলত ঝুঁকি মোকাবেলার জন্য অর্থায়ন খাতে বিগ ডাটার অ্যাডপশন ও কাস্টমার সার্ভিস এবং বিভিন্ন খাতের রিয়েলটাইম অ্যানালাইটিকের চাহিদা বেড়ে যাওয়ার বিষয়গুলো। তা সত্ত্বেও দক্ষ কর্মীর অভাব বিগ ডাটার বাজার সম্প্রসারণকে বাধাগ্রস্ত করছে। সেই সাথে বিগ ডাটা সম্পর্কে সচেতনতার অভাবও আছে। আছে প্রাইভেসি ও সিকিউরিটি নিয়ে উদ্বেগ। এসব কারণেও বাজার প্রবৃদ্ধি দমিত হতে পারে।

বিগ ডাটা ইন্ডাস্ট্রিতে আছে উল্লেখযোগ্য পরিমাণে বিজ্ঞানীর অভাব। যেহেতু অধিকসংখ্যক ইন্ডাস্ট্রি বিগ ডাটা অ্যাডপ্ট করছে, তাই ডাটা সায়েন্টিস্টদের চাহিদা বাড়ছে। যেমন: ২০১৮ সালে যুক্তরাষ্ট্রে

ডাটা সায়েন্স ব্যাকগ্রাউন্ডের লোকের অভাব ছিল ১৫১,৭১৭ জনের। বিশেষ করে নিউইয়র্ক সিটিতেই ঘাটতি ছিল ৩৪,০৩২ জনের, সানফ্রান্সিসকো বে এরিয়ায় ৩১,৭৯৮ জনের ও লস অ্যাঞ্জেলেসে ১২,২৫১ জনের।

চার: ব্লকচেইন



ব্লকচেইন গবেষণায় শীর্ষস্থানে রয়েছে যুক্তরাষ্ট্র ও চীন। ১৯৯৬-২০১৮ সাল পর্যন্ত সময়ে ব্লকচেইন-সম্পর্কিত প্রকাশিত গবেষণার সংখ্যা ৪,০৮২টি। প্রকাশিত গবেষণার সংখ্যা বিবেচনায় শীর্ষস্থানের রয়েছে চীন (৭৬০টি)। এরপরই রয়েছে যথাক্রমে যুক্তরাষ্ট্র (৭৪৯টি) এবং যুক্তরাজ্য (২৫৫টি)। এ সময়ের সেরা তিন অ্যাফিলিয়েশন ছিল যথাক্রমে চাইনিজ অ্যাকাডেমিঅব সায়েন্সেস (৬১/চীন), বেইজিং ইউনিভার্সিটি অব পোস্ট অ্যান্ড টেলিকমিউনিকেশনস (৪৩/চীন) এবং বিহাং ইউনিভার্সিটি (৩১/চীন)। উল্লিখিত একই সময়ে প্যাটেন্ট ফাইল হয়েছে ২,৯৭৫টি। সেরা তিন অ্যাসাইনি দেশ হচ্ছে যুক্তরাষ্ট্র (১,২৭৭), অ্যান্টিগুয়া অ্যান্ড বারবুডা (৩০০) ও চীন (২৭০)। সেরা কারেন্ট ওউনার হচ্ছে এনচেইস (৩৩৬/যুক্তাজ্য), মাস্টারকার্ড (১৮১/যুক্তরাষ্ট্র) এবং আইবিএম (১৩৪/যুক্তরাষ্ট্র)।

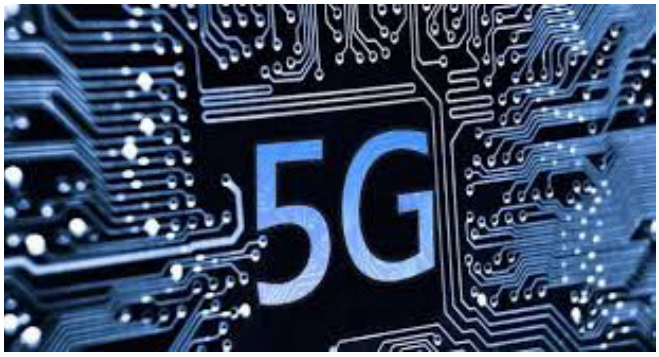
যুক্তরাষ্ট্রের কোম্পানিগুলোই হচ্ছে শীর্ষস্থানীয় ব্লকচেইন সার্ভিস প্রোভাইডার। সেরা ব্লকচেইন প্রোভাইডারের মধ্যে আছে: আলিবাবা (চীন), অ্যামাজন, আইবিএম, মাইক্রোসফট, ওরাকল ও এসএপি (জার্মানি)। ব্লকচেইন ব্যবহারকারী সেরা খাতগুলো চিহ্নিত করা হয় ব্লকচেইন সার্ভিস খাতে ব্যয়ের পরিমাণ বিবেচনা করে। ব্যবহারকারী সেরা খাতগুলো হচ্ছে: অর্থায়ন, বৃহদাকার উৎপাদন ও খুচরা খাত (আইডিসি, ২০১৯ভিত্তিক)। ব্লকচেইন হচ্ছে একটি ফিচারনির্ভর প্রযুক্তি। অতএব এর চূড়ান্ত দাম নির্ভর করে সুনির্দিষ্ট প্রকল্পের প্রয়োজনের ওপর। ব্লকচেইন প্রকল্পের উন্নয়ন-ব্যয় সাধারণত ৫ হাজার ডলার থেকে ২ লাখ ডলারের মধ্যে।

অন্যান্য ফ্রন্টিয়ার টেকনোলজির বাজারের তুলনায় ব্লকচেইনের বাজার খুবই ছোট। ২০১৭ সালে এই বাজারের আয়তন ছিল ৭০ কোটি ৮০ লাখ ডলার। তবে আশা করা হচ্ছে, এর বাজার দ্রুত বাড়বে। চাহিদার দিক থেকে আর্থিক লেনদেনকে (অনলাইস পেমেন্ট এবং ক্রেডিট ও ডেভিটকার্ড পেমেন্ট) ও আইওটি, হেলথ ও সাপ্লাই চেইন অন্তর্ভুক্ত করতে ব্লকচেইনের অ্যাপ্লিকেশন ক্ষেত্রটি সম্প্রসারিত হয়েছে।

বাজার সম্প্রসারণে বড় ধরনের সম্ভাব্য বাধা সংশ্লিষ্ট রয়েছে স্কেলেবিলিটি, সিকিউরিটি, অনিশ্চিত রেগুলেটরি স্ট্যান্ডার্ড এবং বিদ্যমান অ্যাপ্লিকেশনের সাথে এ প্রযুক্তির সমন্বয়নের সাথে। চাহিদার ক্ষেত্রে এর প্রবৃদ্ধিতে অবদান রাখছে মূলত অনলাইস লেনদেন, মুদ্রার ডিজিটায়ন, নিরাপদ অনলাইন গেটওয়ে, ব্যাংকখাতের আগ্রহ বেড়ে যাওয়া, আর্থিক সেবা, বীমাখাত এবং ব্যবসায়ীদের ক্রিপটোকারেন্সির প্রতি আগ্রহ।

ব্লকচেইন জব মার্কেট দ্রুত বিকশিত হচ্ছে। ২০১৭ ও ২০১৮ সালে যুক্তরাষ্ট্রে ব্লকচেইন প্রকৌশলীদের চাহিদা বেড়েছে ৪০০ শতাংশ। যুক্তরাষ্ট্রে একজন ব্লকচেইন ইঞ্জিনিয়ারের গড় আয় বছরে দেড় লাখ ডলার থেকে পৌনে দুই লাখ ডলার। এইআয় একজন সফটওয়্যার ইঞ্জিনিয়ারের গড় আয়ের চেয়ে বেশি। দেশটিতে একজন সফটওয়্যার ইঞ্জিনিয়ারের গড় আয় বছরে ৩৫০০০ ডলার। এই প্রবণতা আরো বাড়িয়ে তুলছে বড় বড় প্রযুক্তি কোম্পানিগুলো। যেমন : ফেসবুক, অ্যামাজন, আইবিএম এবং মাইক্রোসফট। এসব কোম্পানি আগ্রাসীভাবে এ ক্ষেত্রে মেধাবীদের নিয়োগ দিচ্ছে।

পাঁচ: ফাইভজি



ফাইভজি গবেষণায় সবচেয়ে বেশি এগিয়ে আছেচীন ও যুক্তরাষ্ট্র। ১৯৯৬-২০১৮ সাল পর্যন্ত সময়ে ফাইভজি-সম্পর্কিত ৬,৮২৮টি গবেষণা প্রকাশিত হয়েছে। চীনে প্রকাশিত হয়েছে ৯৮১টি, যুক্তরাষ্ট্রে ৬১৮টি এবং যুক্তরাজ্যে ৪৬৯টি। সেরা অ্যাফিলিয়েশনগুলো হচ্ছে বেইজিং ইউনিভার্সিটি অব পোস্ট অ্যান্ড টেলিকমিউনিকেশনস (২০৩/চীন), নোকিয়া বেল ল্যাবস (৯৮/ যুক্তরাষ্ট্র) এবং ইউনিভার্সিটি অব ইলেকট্রনিকস সায়েন্সে অ্যান্ড টেকনোলজি অব চায়না (৭৮/চীন)। একই সময় পরিধিতে ফাইভজি-সম্পর্কিত গবেষণার প্যাটেন্ট ফাইল হয়েছে ৪,১৬১টি।সেরা অ্যাসাইনি দেশ হচ্ছে: কোরিয়া প্রজাতন্ত্র (৩,২০১),চীন (৩৯৬) এবং যুক্তরাষ্ট্র (৩১৭)। টপ কারেন্ট ওউনার হচ্ছে: স্যামসাং গ্রুপ (৩,৩৮৮/কোরিয়া প্রজাতন্ত্র), ইন্টেল (১১৭/যুক্তরাষ্ট্র) এবং হুয়াওয়ে (১০৮/চীন)।

ফাইভজির দুটি গুরুত্বপূর্ণ উপাদান হচ্ছে: নেটওয়ার্ক ইকুইপমেন্ট ও চিপ। আশা করা হচ্ছে, বিভিন্ন দেশের কোম্পানি ফাইভজির এই দুই উপাদনের মুখ্য প্রোভাইডার হবে। ফাইভজি নেটওয়ার্ক ইকুইপমেন্ট সরবরাহকারী হিসেবে সাধারণত উল্লিখিত হয় এরিকসন (সুইডেন), হুয়াওয়ে (চীন), নোকিয়া (ফিনল্যান্ড) এবং জেডটিই (চীন)। অপরদিকে চিপ মেকারের ক্ষেত্রে সাধারণত যেসব নাম উচ্চারিত হয় সেগুলো হচ্ছে: হুয়াওয়ে (চীন), ইন্টেল (যুক্তরাষ্ট্র), মিডিয়া টেক (চীনের তাইওয়ান প্রদেশ), কুয়ালকম (যুক্তরাষ্ট্র), স্যামসাং (কোরিয়া প্রজাতন্ত্র)। তিনটি ফাইভজি-সমৃদ্ধ কোম্পানি২০২৬ সালের মধ্যে হয়ে উঠবে এনার্জি ইউটিলিটি, ম্যানুফ্যাকচারিং ও পাবলিক সেফটি কোম্পানি। একদম শুরুর পর্যায়ে ২০১৭ ও২০১৮-এর দিকে ফাইভজি টেকনোলজি কেনা যেতো শুধু সীমিতসংখ্যক ক্যারিয়ারের কাছ থেকে। যেমন: যুক্তরাষ্ট্রে ফোরজি নেটওয়ার্কের তুলনায় ভেরিজন চার্জ করতো প্রতিমাসে ১০ ডলার বেশি, এটিঅ্যান্ডটি মোবাইল হটস্পটের জন্য চার্জ করতো প্রতিমাসে ২০ ডলার বেশি, কিন্তু টি-মোবাইল দাম বাড়ায়নি।

যেসব দেশ সহজে ফাইভজি টেকনোলজি অ্যাডপ্ট করে নিবে বলে আশা করা হচ্ছে, তার মধ্যে আছে কোরিয়া প্রজাতন্ত্র, চীন, জাপান ও যুক্তরাষ্ট্র। ২০১৮ সালে ফাইভজি মার্কেটের আয়তন ছিল ৬০ কোটি ৮০ লাখ ডলার। আশা করা হচ্ছে, ২০২৫ সাল পর্যন্ত এর বাজার প্রতিবছর দ্বিগুণ আকার ধারণ করবে। সরবরাহের ক্ষেত্রে এর ব্যাপক কভারেজের জন্য পাঁচ বছর সময় লাগবে। একটি বাধা হচ্ছে অবকাঠামোর অভাব। যেমন: প্রয়োজন মাইক্রোসেল টাওয়ার এবং আরো বেইস স্টেশন। নইলে এ প্রযুক্তির বিস্তার বাধাগ্রস্ত হবে। সরবরাহ বাড়ায় প্রধানত অবদান রাখে মোবাইল ব্রডব্যান্ডের চাহিদা বেড়ে যাওয়া, স্মার্টফোন ও স্মার্ট ওয়্যারেবল ডিভাইসের ক্রমবর্ধমান ব্যবহার ও মোবাইল ভিডিও অ্যাডপশন বেড়ে যাওয়া এবং একই সাথে

ইন্টারনেট অব থিংস ও কানেক্টেড ডিভাইসের ব্যাপক প্রসার, স্মার্ট সিটিজ গড়ে তোলার উদ্যোগ।

ফাইভজি অনেক চাকরির সুযোগ সৃষ্টি করতে যাচ্ছে। প্রাক্কলিত হিসাব মতে ২০৩৫ সালের মধ্যে নেটওয়ার্ক অপারেটর, কোর টেকনোলজি ও কম্পোন্যান্ট প্রোভাইডার, ওইএম ডিভাইস ম্যানুফেকচারার, ইনফ্রাস্ট্রাকচার ইকুইপমেন্ট ম্যানুফেকচারার, কনটেন্ট ও অ্যাপ্লিকেশন ম্যানুফেকচারারসহ গ্লোবাল ফাইভজি ভ্যালুচেইন বিশ্বে ২ কোটি ২০ লাখ লোকের কর্মসংস্থানের সুযোগ সৃষ্টি করবে। চীনে সৃষ্টি হবে সবচেয়ে বেশিসংখ্যক লোকের ফাইভজি-সম্পর্কিত কর্মসংস্থান (৯৪ লাখ)। এ ক্ষেত্রে এর পরেই রয়েছে যথাক্রমে যুক্তরাষ্ট্র (৩৪ লাখ) ও জাপানের (২১ লাখ) স্থান।

ছয়: থ্রিডি প্রিন্টিং

যুক্তরাষ্ট্র ও চীনই মূলত এগিয়ে নিয়ে যাচ্ছে থ্রিডি প্রিন্টিং গবেষণার কাজ। ১৯৯৬-২০১৮ সাল পর্যন্ত সময়ে এ সম্পর্কিত ১৭,০৩৯টি গবেষণা প্রকাশ করা হয়েছে। থ্রিডি গবেষণা প্রকাশনায় শীর্ষ তিনটি দেশ হচ্ছে যথাক্রমে: যুক্তরাষ্ট্র (৪,২০২), চীন (২,৩৫৫) এবং যুক্তরাজ্য (১,১০৩)। সেরা অ্যাফিলিয়েশনগুলো হচ্ছে: নানইয়াং টেকনোলজিক্যাল ইউনিভার্সিটি (২৮০/সিঙ্গাপুর), চাইনিজ অ্যাকাডেমি অবসায়েন্সেস (১৮২/চীন) এবং চীনের শিক্ষা মন্ত্রণালয় (১৬৩/চীন)।

একই সময়ে এ ক্ষেত্রে ১৩,২১৫টি প্যাটেন্ট ফাইল করা হয়। সেরা অ্যাসাইনি দেশ হচ্ছে যথাক্রমে যুক্তরাষ্ট্র(৩,৫০৬), চীন (৩,৪৭৪) এবং জার্মানি (১,৪৫৪)। এ ক্ষেত্রে সেরা কারেন্ট ওউনার : হিউলেট-প্যাকার্ড (৫০২/যুক্তরাষ্ট্র), কিনপো ইলেকট্রনিকস (২১৪/চীনের তাইওয়ান প্রদেশ) এবং এক্সওয়াইজেড প্রিন্টিং (২১৩/চীনের তাইওয়ান প্রদেশ)।

আমেরিকান কোম্পানিগুলোই থ্রিডি প্রিন্টার ম্যানুফেকচারারের এই শিল্পে নেতৃত্ব দিচ্ছে। যেসব প্রধান প্রধান থ্রিডি প্রিন্টার উৎপাদক কোম্পানির নাম সাধারণত এ ক্ষেত্রে উচ্চারিত হয়, তার মধ্যে রয়েছে থ্রিডি সিস্টেমস, এক্সওয়ান কোম্পানি, এইচপি ও স্ট্রাটাসিস। থ্রিডি প্রিন্টার ব্যবহারকারী সেরা খাতগুলো হচ্ছে: ডিসক্রিট ম্যানুফেকচারার, হেলথয়োর ও শিক্ষাখাত। সেরা খাতগুলো চিহ্নিত করা হয় এর ব্যয়ের পরিমাণের ওপর নির্ভর করে। দামের দিক বিবেচনায় বিগত কয়েক বছরে থ্রিডি প্রিন্টিংয়ের দাম সহনীয় মাত্রায় নেমে এসেছে। আশা করা হচ্ছে, আগামী কয়েক বছরে এর দাম কমে আসা অব্যাহত থাকবে। বর্তমানে এন্ট্রি লেভেলের থ্রিডি প্রিন্টারের দাম হতে পারে ২০০ ডলারের মতো। অপরদিকে সেরা মানের ইন্ডাস্ট্রিয়াল থ্রিডি প্রিন্টারের দাম হতে পারে ১ লাখ ডলার। ভোক্তাদের জন্য গড় মানের একটি থ্রিডি প্রিন্টার কিনতে লাগতে পারে কমবেশি ৭০০ ডলার।

থ্রিডি প্রিন্টারের বাজার ছিল একটি ছোট আকারের বিশেষায়িত বাজার। কিন্তু এখন এই বাজার সম্প্রসারিত হচ্ছেদ্রুত গতি নিয়ে। রাজস্ব আয় বিবেচনায় ২০১৮ সালে এই বাজারের আয়তন ছিল ৯৯০ কোটি ডলার। আশা করা হচ্ছে এই বাজার ২০২৫ সালে পৌঁছুবে ৪,৪৩৯ কোটি ডলারে। বছরে এই বাজারে প্রবৃদ্ধি ঘটবে ২৪ শতাংশ হারে।

সরবরাহের ক্ষেত্রে এর প্রবৃদ্ধি প্রধানত নির্ভর করে নানা ধরনের থ্রিডি প্রিন্টযোগ্য দ্রব্য প্লাস্টিক থেকে ধাতুতে পরিবর্তিত হওয়া, উৎপাদনের গতি বেড়ে যাওয়া, প্রিন্টযোগ্য দ্রব্যের পরিমাণ বেড়ে যাওয়া, ভুলত্রুটি কমে যাওয়া এবং কাস্টমাইজ পণ্য উৎপাদনের সক্ষমতা বেড়ে যাওয়ার কারণে। এ ক্ষেত্রে গুরুত্বপূর্ণ হচ্ছে বিভিন্ন দেশের সরকারও খরচ করছে থ্রিডি প্রিন্টিং প্রকল্পে। তবে থ্রিডি বাজার সম্প্রসারণে বাধা হয়ে কাজ করছে দক্ষকর্মীর অভাব ও থ্রিডি প্রিন্টিংয়ের দামের ব্যাপারটি। চাহিদার ক্ষেত্রে প্রবৃদ্ধিতে অবদান রাখে মূলত হেলথকেয়ারে এর প্রয়োগ বেড়ে চলা, কনজ্যুমার ইলেকট্রনিকস, অটোমোটিভ, ডেন্টিস্টি, খাদ্য, ফ্যাশন ও জুয়েলারিতে এর ব্যবহারের কারণে। থ্রিডি প্রিন্টং মার্কেট দ্রুক বেড়ে চলেছে। এ খাতের জন্য প্রয়োজন আরো দক্ষ পেশাজীবী। এ খাতে চাকরি আছে প্রকৌশলী, সফটওয়্যার ডেভেলপার, বস্তুবিজ্ঞানী, ব্যবসায় খাতের নানা ক্ষেত্রে: বিক্রি, বিপণন ও অন্যান্য ক্ষেত্রের বিশেষজ্ঞদের জন্য।

সাত: রোবটিকস

রোবটিক গবেষণার বেশিরভাগই চলছে যুক্তরাষ্ট্রে। ১৯৯৬-২০১৮ সাল পর্যন্ত সময়ে এ খাতে প্রকাশিত হয়েছে সর্বমোট ২৫৪,৪০৯টি গবেষণা। সবচেয়ে বেশি গবেষণা প্রকাশিত হয় যুক্তরাষ্ট্রে– ৫৭,০১০টি। এর পরেই রয়েছে চীন– ২৪,০০৪টি এবং জাপান ১৮,৪৪৩টি। সেরা তিন অ্যাফিলিয়েশন ছিল চাইনিজ অ্যাকাডেমি অব সায়েন্সেস (২,২৯৮/চীন), কার্নেগি মেলোন বিশ্ববিদ্যালয় (২,২৭১/যুক্তরাষ্ট্র) এবং ম্যাসাচুসেটস ইনস্টিটিউট অব টেকনোলজি (১৯৮৩/যুক্তরাষ্ট্র)। একই সময়ে এ ক্ষেত্রে ৫৯,৫৩৫টি গবেষণার প্যাটেন্ট ফাইল করা হয়। এ ক্ষেত্রে সেরা অ্যাসাইনি দেশগুলো হচ্ছে যুক্তরাষ্ট্র (৩১,৬৪২), কোরিয়া প্রজাতন্ত্র (৩,৭৫১) এবং জার্মানি (৩,২২৮)। সেরা তিন কারেন্ট ওউনার হচ্ছে ইনটুইটিভ সার্জিক্যাল (২,৬১৫/যুক্তরাষ্ট্র), জনসন অ্যান্ড জনসন (২,০৬৩/যুক্তরাষ্ট্র) এবং বোয়িং কোম্পানিজ (৯৮৯০/যুক্তরাষ্ট্র)। সেরা ইন্ডাস্ট্রিয়াল রোবট উৎপাদনে যেসব কোম্পানির নাম প্রায়শই উচ্চারিত হয়ে থাকে, তার মধ্যে আছে : এবিবি (সুইজারল্যান্ড), ফানুক (জাপান), কুকা (চীন), মিৎশুবিশি ইলেকট্রিক এবং ইশাকাওয়া (জাপান)। হিউম্যানয়েড রোবট উৎপাদনের জন্য রয়েছে চীনের হংকংয়ের হ্যানসন রোবটিকস, স্পেনের পল রোবটিকস, কোরিয়া প্রজাতন্ত্রের রোবটিস। অটোনোমাস ভেহিকলের জন্য জাপানের সফটব্যাংক রোবটিকস, যুক্তরাষ্ট্রের অ্যালফাবেট/ওয়েমো,আয়ারল্যান্ডের অ্যাটিভ, যুক্তরাষ্ট্রের জিএম ও তেসলা। রোবটিকস ব্যবহারে সেরা খাত চিহ্নিত করা হয় ডিসক্রিট

ম্যানুফ্যাকচারিং, প্রসেস ম্যানুফেকচারিং ও রিসোর্স ইন্ডাস্ট্রিখাতে খরচের ওপর বিবেচনা করে।

এর দাম নির্ভর করে রোবটের ধরনের ওপর। যেমন শিল্পকারখানায় ব্যবহারের রোবটের দাম পড়ে ২৫ হাজার ডলার থেকে ৪০ হাজার ডলার। প্রাক্কলিত হিসাব মতে, রোবটিকস খাতে চাকরি বা কর্মসংস্থানের প্রবৃদ্ধি ভালো। যুক্তরাষ্ট্রে ২০১৬ সালে রোবট ইঞ্জিনিয়ার ছিলেন ১৩২,৫০০ জন। আশা করা যায়, ২০১৬ থেকে ২০২৬ সাল পর্যন্ত সময়ে বছরে সে দেশে রোবট ইঞ্জিনিয়ারদের প্রবৃদ্ধি ঘটবে বছরে ৬.৪ শতাংশ হারে। রোবট ক্যারিয়ারদের মধ্যে আছে ইঞ্জিনিয়ার, সফটওয়্যার ডেভেলপার, টেকনিশিয়ান, সেলস ইঞ্জিনিয়ার ও অপারেটর।

আট: ড্রোন

যুক্তরাষ্ট্র ড্রোন গবেষণায় রয়েছে চালকের আসনে। ১৯৯৬-২০১৮ সাল পর্যন্ত সময়ে ড্রোন-সম্পর্কিত ১০,৯৭৯টি গবেষণা প্রকাশিত হয়েছে। সবচেয়ে বেশি গবেষণা প্রকাশ করা হয়েছে যুক্তরাষ্ট্রে; ২,৪৪০টি। এর পরেই রয়েছে চীনের (১,২৭০টি) ও যুক্তরাজ্যের (৬৩১টি) স্থান। সেরা অ্যাফিলিয়েশন ছিল: চাইনিজ অ্যাকাডেমি অব সায়েন্সেস (১২৮/চীন), জিডিয়ন বিশ্ববিদ্যালয় (১০৩/চীন) এবং ন্যাশনাল ইউনিভার্সিটি অব ডিফেন্স অ্যান্ড টেকনোলজি (১০২/চীন)।

উল্লিখিত একই সময়ে প্যাটেন্ট ফাইল হয় ১০,৯৮৭টি। প্যাটেন্ট ফাইলকারী সেরাতিন দেশ হচ্ছে: যুক্তরাষ্ট্র (২,৯৯৫), কোরিয়া প্রজাতন্ত্র (৯২.০৬৮) এবং ফ্রান্স (১,৪৮১)। সেরা তিন কারেন্ট ওউনার ছিল প্যারট (৩২৬/ফ্রান্স), কুয়ালকম (২৮০/যুক্তরাষ্ট্র) এবং এসজেডডিজেআই টেকনোলজি (২৪২/চীন)।

প্রধান প্রধান মিলিটারি ইউটিলিটি ড্রোন ম্যানুফেকচারার কোম্পানিগুলো মূলত যুক্তরাষ্ট্রের। বাণিজ্যিক ড্রোন তৈরির ক্ষেত্রটি পরিপূর্ণ অন্যান্য দেশের কোম্পানি দিয়ে। বাণিজ্যিক ড্রোনের ক্ষেত্রে সাধারণত যেসব কোম্পানির নাম উচ্চারিত হয় সেগুলোর মাঝে রয়েছে: যুক্তরাষ্ট্রের থ্রিডি রোবটিকস, চীনের ডিজেআই ইনোভেশনস, ফ্রান্সের প্যারট, চীনের ইউনেক। সামরিক ড্রোন উৎপাদনের ক্ষেত্রে সাধারণত শোনা যায় যুক্তরাষ্ট্রের বোয়িং, লকহিড মার্টিন এবং নরথ্রপ গ্রুম্যান করপোরেশনের নাম। ড্রোনের ক্ষেত্রে সেরা খাত চিহ্নিত করা হয় ড্রোনের পেছনে ব্যয়ের পরিমাণ বিবেচনা করে। এ ক্ষেত্রে সেরাখাতগুলো হচ্ছে ইউটিলিটি, কনস্ট্রাকশন ও ডিসক্রিট ম্যানুফেকচারিং।

কমার্শিয়াল ড্রোনের দাম ৫০ ডলার থেকে শুরু করে ৩ লাখ ডলার পর্যন্ত। ১ হাজার থেকে ৪ হাজার দামের ড্রোনকে সাধারণত বিবেচনা করা হয় হাই-এন্ডের ড্রোন হিসেবে। সাধারণ ব্যবহারের একটি মিলিটারি ড্রোন হচ্ছে 'জেনারেল অ্যাটোমিকস এমকিউ-৯ রিপার'। এটি নির্মাণ করা হয়েছে যুক্তরাষ্ট্রের বিমানবাহিনীর জন্য। এর দাম এয়ারফ্রেম-প্রতি ১ কোটি ৪৫ লাখ ডলার।

ড্রোন বাজারের প্রবৃদ্ধি ভালোই হবে বলে আশা করা হচ্ছে। ২০১৭ সালে এই বাজারের রাজস্ব আয় এসেছে ৫৯ বিলিয়ন ডলার। আশা করা হচ্ছে, এর পরিমাণ ২০২৩ সালে ১৪১ বিলিয়ন ডলারে গিয়ে পৌঁছুবে, কম্পাউন্ড অ্যানুয়াল গ্রোথ রেট (সিএজিআর)-এর হার হবে ১৩ শতাংশ।

চাহিদার প্রবৃদ্ধি বাড়াতে অবদান রাখছে ডিজিটাইজেশন, ক্যামেরার প্রাযুক্তিক উন্নয়ন, ড্রোন স্পেসিফিকেশন, ম্যাপিং সফটওয়্যার, মাল্টিডাইমেনশনাল ম্যাপিং ও সেন্সরি অ্যাপ্লিকেশনস। তা সত্ত্বেও প্রাইভেসি সমস্যা ও জাতীয় নিরাপত্তা বিধিবিধান এর বাজার সম্প্রসারণকে বাধাগ্রস্ত করবে বলেই মনে হয়। এর সম্ভাব্য এক প্রতিযোগী হতে পারে উপগ্রহচিত্র। উপগ্রহচিত্র এর বাজার সম্প্রসারণকে বাধাগ্রস্ত করতে পারে। ড্রোন প্রযুক্তির চাহিদা বাড়ে কৃষি, জ্বালানি, পর্যটন ও অন্যান্য খাতে জিআইএস, লাইডার ও ম্যাপিং সার্ভিসের চাহিদা বাড়লে। মিলিটারি ড্রোন বাজারে যুক্তরাষ্ট্রের প্রতিরক্ষা বিভাগে এ খাতে ব্যয়ের পরিমাণ বেড়ে যাওয়ার সমূহ সম্ভাবনা রয়েছে। যদি এমনটি ঘটে, তবে ড্রোন বাজারের প্রবৃদ্ধি বাড়ায় তা ইতিবাচক প্রভাব ফেলবে। তবে বাজেটীয় বাধার কারণে যুক্তরাষ্ট্রের প্রতিরক্ষা ড্রোন খাতে ব্যয় ব্যাপক হারে বাড়ার সম্ভাবনা কম। এ ছাড়া এরা নজর দিতে পারে আরো ছোট ও অধিকতর কম দামের ড্রোনের দিকেও। যুক্তরাষ্ট্রে ড্রোন জব মার্কেট সম্প্রসারিত হচ্ছে। ২০১৩-২০২৫ সাল পর্যন্ত সময়ে ড্রোনসংশ্লিষ্ট কর্মসংস্থান বাড়তে পারে ১ লাখেরও বেশি। সেরা তিনটি জব লোকেশন হচ্ছে যুক্তরাষ্ট্র, চীন ও ফ্রান্স। বেশিরভাগের নজর সফটওয়্যার প্রকৌশলী, হার্ডওয়্যার প্রকৌশলী ও বিক্রয় কর্মীর দিকে।

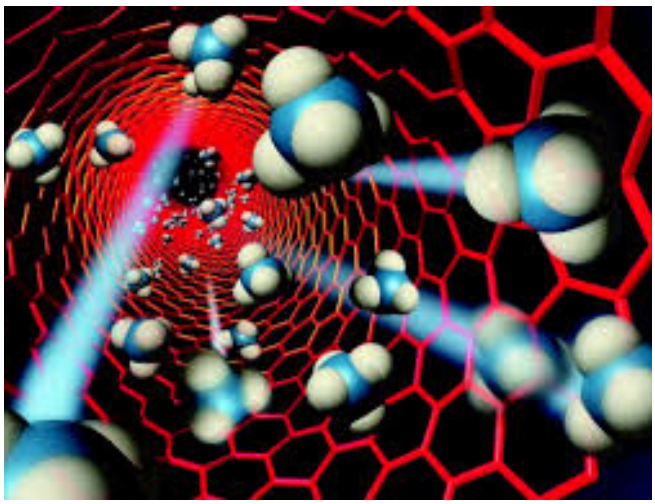
নয়: জিন এডিটিং

জিন এডিটিং গবেষণার ক্ষেত্রে সবচেয়ে এগিয়ে যুক্তরাষ্ট্র ও চীন। ১৯৯৬-২০১৮ সাল পর্যন্ত সময়ে জিন এডিটিং সম্পর্কিত ১২,৯৪৭টি গবেষণা প্রকাশিত হয়েছে। এ ক্ষেত্রে শীর্ষে অবস্থান করছে যুক্তরাষ্ট্র (৪,৩৫৪)। এর পরেই রয়েছে চীন (১,৬৮৮) এবং যুক্তরাজ্য (৮২২)। সেরা অ্যাফিলিয়েশনগুলো ছিল চাইনিজ অ্যাকাডেমি অব সায়েন্সেস (৩৮১/চীন), হার্ভার্ড মেডিক্যাল স্কুল (৩৫৩/যুক্তরাষ্ট্র), হাওয়ার্ড হাফস মেডিক্যালইনস্টিটিউট (২৩৪/যুক্তরাষ্ট্র)। একই সময়ে ২,৮৯৯টি প্যাটেন্ট ফাইল হয়েছে। প্যাটেন্ট ফাইলকারী সেরা তিন দেশ হচ্ছে: যুক্তরাষ্ট্র (১,৯০৮), সুইজারল্যান্ড (২১৪) এবং চীন (২১২)। সেরাতিন কারেন্ট ওউনার হচ্ছে স্যাঙ্গামো থেরাপিউটিকস (১৭৯/যুক্তরাষ্ট্র),ব্রড ইনস্টিটিউট (১৪০/যুক্তরাষ্ট্র) এবং হার্ভার্ড কলেজ (১৩৫/যুক্তরাষ্ট্র)। জিন এডিটিং সার্ভিসে যুক্তরাষ্ট্রের কোম্পানিগুলো প্রধান ভূমিকা পালন করে। জিন এডিটিং সার্ভিস প্রোভাইডার হিসেব যেসব কোম্পানির নাম আসে তার মধ্যে রয়েছে সুইজারল্যান্ডের সিআরআইএসপিআর থেরাপিউটিকস, যুক্তরাষ্ট্রের এডিটাস মেডিসিন, যুক্তরাজ্যের হরাইজন ডিসকভারি গ্রুপ, যুক্তরাষ্ট্রের ইন্টেলিয়া থেরাপিউটিকস, যুক্তরাষ্ট্রের পিসিশন বায়োসায়েন্সে এবং যুক্তরাষ্ট্রের স্যাঙ্গামো থেরাপিউটিকস। জিন এডিটিং ব্যবহারকারীদের মধ্যে রয়েছে ফার্ম-বায়োটেক কোম্পানিগুলো, অ্যাকাডেমিক ইনস্টিটিউটস ও গবেষণাকেন্দ্র, কৃষি-অর্থনীতিক কোম্পানিগুলো ও চুক্তিভিত্তিক গবেষণা সংস্থাগুলো।

টেকনোলজি অ্যাপ্লিকেশনের ওপর নির্ভর করে জিন এডিটিং প্রযুক্তির দাম বিভিন্ন হয়ে থাকে। যেমন: জিন এডিটিং প্রযুক্তি ভিটোফার্টিলাইজেশন প্রক্রিয়ায় প্রতি ট্রাইয়ের গড় খরচ ২০ হাজার ডলারের ওপরে। টেস্টিংয়ের জন্য আরো যোগ হতে পারে ১০ হাজার ডলার।

জিন এডিটিং মার্কেট সম্প্রসারিত হচ্ছে। তবে নৈতিক ও স্বাস্থ্যসম্পর্কিত উদ্বেগের কারণে এর বাজার সম্প্রসারণ সীমিত হয়ে পড়তে পারে। ২০১৮ সালে এ খাতের মোট বাজার রাজস্ব ছিল৩৭০ কোটি ডলার। ২০২৫ সালে তা পৌঁছুতে পারে ৯৭০ কোটি ডলারে। সরবরাহের ক্ষেত্রে এই বাজার তাড়িত হচ্ছে গবেষণা খাতে ক্রমবর্ধমান তহবিল ও জেনেটিক প্রযুক্তির উন্নয়নের কারণে। এর চাহিদা বাড়ছে জেনেটিক ও সংক্রামক রোগ বেড়ে যাওয়া, খাদ্যশিল্পে জেনেটিক্যালি মডিফাইড খাদ্যশস্য ব্যবহার এবং কৃত্রিম জিনের চাহিদা বেড়ে যাওয়ার ফলে। তা সত্ত্বেও এর বাজার সম্প্রসারণ বাধাগ্রস্ত হতে পারে জিন এডিটিংয়ের অপব্যবহার নিয়ে নৈতিক উদ্বেগ ও মানবস্বাস্থ্যে এর নেতিবাচক প্রভাবসম্পর্কিত উদ্বেগের কারণে। জিন এডিটিংয়ে কর্মীর চাহিদা বাড়বে বলে আশা করা হচ্ছে। অনুমিত হিসাব মতে, ২০১৭ থেকে ২০৩৫ সালের মধ্যবর্তী সময়ে এ ক্ষেত্রে নতুন ১৮ হাজার কর্মসংস্থান সৃষ্টি হতে পারে। অপরদিকে যুক্তরাষ্ট্রে ২০১৬-২০২৬ সালের মধ্যে মেডিক্যাল সায়েন্টিস্ট ও বায়োকেমিক্যাল ইঞ্জিনিয়ারের ১৭৬০০ নতুন কর্মসংস্থান সৃষ্টি হবে বলে ধরে নেয়া হচ্ছে।

দশ: ন্যানোটেকনোলজি



ন্যানোটেকনোলজি-রিলেটেড গবেষণাকে সবচেয়ে বেশি এগিয়ে নিয়ে যাচ্ছে যুক্তরাষ্ট্র ও চীন। ১৯৯৬-২০১৮ সাল পর্যন্ত সময়ে ১৫২,৩৫৯টি ন্যানোটেকনোলজি-সম্পর্কিত গবেষণা প্রকাশিত হয়। এ ক্ষেত্রে গবেষণায় প্রধান তিনটি দেশ হচ্ছে যুক্তরাষ্ট্র (৪৬,০৭৬), চীন (২২,৬৯১) এবং জার্মানি (৯,৮৯৪)। এ সময়ে সেরা তিন অ্যাফিলিয়েশন ছিল চাইনিজ অ্যাকাডেমি অব সায়েন্সেস (৪০৬০/চীন), চীনের শিক্ষা মন্ত্রণালয় (২৩৮৫/চীন) এবং সিএনআরএস সেন্টার ডি লা রিচার্সি সায়েন্টিফিক (১৯৭০/ফ্রান্স)।

একই সময়ে এ সম্পর্কিত গবেষণার ৪,২৯৩টি প্যাটেন্ট ফাইল করা হয়। এ ক্ষেত্রে সেরা অ্যাসাইনি দেশ তিনটি হচ্ছে যুক্তরাষ্ট্র (১,০৭৫), চীন (৭৩১) এবং রুশ ফেডারেশন (৬৯৬)। ওই সময়ে সেরা তিন কারেন্ট ওউনার ছিল আলেক্সান্ডার আলেক্সাডারোভিচক্রলোভেটস (১১৭/রুশ ফেডারেশন/ইন্ডভিজুয়েল), পিপিজি ইন্ডাস্ট্রিজ (৭৬/যুক্তরাষ্ট্র) এবং হার্ভার্ড কলেজ (৬৬/যুক্তরাষ্ট্র)। এ ক্ষেত্রে আমেরিকান কোম্পানিগুলো প্রধান ভূমিকা পালনে করে। সাধারণত এ ক্ষেত্রে যেসব কোম্পানির নাম উচ্চারিত হয় তার মধ্যে রয়েছে বিএএসএফ (জার্মানি),অ্যাপিল সায়েন্সেস (যুক্তরাষ্ট্র), এজিলেন্ট (যুক্তরাষ্ট্র), স্যামসাং ইলেকট্রনিকস (কোরিয়া প্রজাতন্ত্র) এবং ইন্টেল করপোরেশন (যুক্তরাষ্ট্র)। ন্যানোটেকনোলজি সবচেয়ে ব্যবহারকারী খাতগুলোর মধ্যে রয়েছে চিকিৎসা, বৃহদাকার উৎপাদন ও জ্বালানি খাত।

অ্যাপ্লিকেশনের ওপর নির্ভর করে ন্যানোটেকনোলজির দাম বিভিন্ন হয়। যেমন: ২০১৫ সালে স্বাভাবিক ক্যান্সারবিরোধী ড্রাগ ডক্সোরুবিসিনসহ ওভারিয়ান ক্যান্সার রোগীর চিকিৎসায় খরচ পড়তো প্রতি সাইকেলে ৩০ ডলার। অপরদিকে ডক্সোরুবিসিন ডক্সিল-সমৃদ্ধ চিকিৎসার প্রতি সাইকেলের খরচ ৪,৩৬৩ ডলার। ন্যানোটেকনোলজির বাজার মোটামুটি ভালোভাবেই সমৃদ্ধ হচ্ছে। ২০১৮ সালে এর বাজার রাজস্ব ছিল ১.০৬ বিলিয়ন ডলার। আশা করা যাচ্ছে, তা আগামী ২০২৫ সালে ২.২৩ বিলিয়ন ডলারে পৌঁছুবে।

এর চাহিদার বাড়িয়ে তোলার ক্ষেত্রে অবদান রাখছে প্রযুক্তির অগ্রগমন, সরকারি সহায়তা বেড়ে চলা, গবেষণা ও উন্নয়নে বেসরকারি খাতগুলোর তহবিল জাগানোসূত্রে। অপরদিকে বিভিন্ন ধরনের বিপুল পরিমাণ ডিভাইসকে ক্ষুদ্রাতিক্ষুদ্র করে তোলার প্রয়োজন মেটাতে ন্যানোটেকনোলজির চাহিদা বাড়ছে। তা সত্ত্বেও পরিবেশ, স্বাস্থ্য, নিরাপত্তা ঝুঁকি সম্পর্কিত উদ্বেগ এর বাজার সম্প্রসারণ দমিত করতে পারে। এর পরেও এর প্রবৃদ্ধির হার মোটামুটি ভালো হবে বলে সংশ্লিষ্টরা মনে করছেন। তাদের মতে, ২০১৬-২০২৬ সাল পর্যন্ত সময়ে এর বাজার প্রবৃদ্ধি ঘটবে বছরে ৬.৪ শতাংশ হারে। অ্যাসোসিয়েট ডিগ্রিধারীদের প্রত্যাশিত বেতন হতে পারে বছরে৩৫ হাজার থেকে ৫০ হাজার ডলার এবং ডক্টরেট ডিগ্রিধারীদের বেলায় ৭৫ হাজার ডলার থেকে ১ লাখ ডলার।

এগারো: সোলার ফটোভোল্টায়িক

এ ক্ষেত্রের গবেষণায়ও যুক্তরাষ্ট্র ও চীন সবচেয়ে এগিয়ে। ১৯৯৬-২০১৮সাল পর্যন্ত সময়ে এ প্রযুক্তিসংশ্লিষ্ট ১০,৭৬৮টি গবেষণা প্রকাশিত হয়েছে। সবচেয়ে বেশি গবেষণা প্রকাশকরী দেশগুলো হচ্ছে ভারত (২,৯৪৩), যুক্তরাষ্ট্র (১৯০৬) এবং চীন (৯৫৭)। সেরা অ্যাফিলিয়েশনগুলো হচ্ছে দিল্লির ইন্ডিয়ান ইনস্টিটিউট অব টেকনোলজি (৪২২/ভারত), ন্যাশনাল রিনিউয়েবল এনার্জি ল্যাবরেটরি (১২৭/যুক্তরাষ্ট্র) ও বোম্বের ইন্ডিয়ান ইনস্টিটিউট অব টেকনোলজি (১২৩/ভারত)।

উল্লিখিত একই সময়ে এ সম্পর্কিত গবেণায় ২০,০৭৪টি গবেষণার প্যাটেন্ট ফাইল করা হয়। এ ক্ষেত্রে সেরা অ্যাসাইনি দেশ হচ্ছে চীন (১৪,৫১৫), কোরিয়া প্রজাতন্ত্র (১,৯২৩) এবং যুক্তরাষ্ট্র (১,২৩২)। সেরা তিন কারেন্ট ওউনার হচ্ছে উক্সি তিয়ানিউন নিউএনার্জি টেকনোলজি (১৭১/চীন), এজি (১৫২/কোরিয়া প্রজাতন্ত্র) এবং স্টেট গ্রিড করপোরেশন অব চায়না (১৫২/চীন)।

ফটোভোল্টায়িক বাজারে চীনা কোম্পানিগুলোই প্রাধান্য বিস্তার করে আছে। সোলার প্যানেল বৃহদাকারে উৎপাদনে যেসব কোম্পানির নাম সর্বাধিক উচ্চারিত হয়, তার মধ্যে রয়েছে জিযোকা সোলার (চীন), জেএ সোলার (চীন), ট্রিনা সোলার (চীন), কানাডিয়ান সোলার (কানাডা) এবং হ্যানওহা কিউ সোলার (কোরিয়া প্রজাতন্ত্র)।

এই প্রযুক্তি সবচেয়ে বেশি ব্যবহারকারী খাতগুলোহচ্ছে আবাসিক, বাণিজ্যিক ও ইউটিলিটি খাত। পিভি প্যানেলের দাম উল্লেখযোগ্যভাবে কমে এসেছে। সাধারণ ব্যবহারের আবাসিক পিভি সিস্টেমের (৬ কিলোওয়াট) দাম ৫০ হাজার ডলার থেকে দশ বছরে নেমে এসেছে ২১,৪২০ ডলারে। সোলার পিভি জব মার্কেট বাড়ছে, তবে অনিশ্চয়তা রয়েই গেছে উচ্চ বিস্ফোরণের ব্যাপারে কজ

ফিডব্যাক : golapmunir@yahoo.com