আবদুল হালিম

ফাজি লজিকের বিশ্বযাত্রা

কমপিউটার প্রযুক্তিতে ফাজি লজিকের (Fuzzy Logic) প্রয়োগ ক্রমশ বৃদ্ধি পাচ্ছে। ফাজি যুক্তিবিদ্যা যদিও প্রথমে মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রে (একজন ইরানী বংশোদ্ভূত বিজ্ঞানী কর্তৃক) আবিষ্কৃত হয়েছিল, তথাপি ব্যাপক হারে এর বাস্তব প্রয়োগ ঘটেছিল জাপানে। এতকাল পরে মার্কিন কোম্পানীও ফাজি লজিক ভিত্তিক সফটওয়্যার নির্মানের পথে অগ্রসর হয়েছে।

ফাজি লজিকের গাণিতিক ভিত্তি এবং কমপিউটারে তার প্রয়োগ সম্পর্কে এর আগে **'কমপিউটার জগতে'** একটা লেখা প্রকাশিত হয়েছিল। তারই সূত্র ধরে, বিশ্বব্যাপী ফাজি লজিক ভিত্তিক কমপিউটার প্রযুক্তির বিস্তার এখন কতখানি ঘটেছে সে বিষয়ে বর্তমান নিবন্ধে আলোকপাত করা হল।

ফাজি লজিক নিয়ে বিজ্ঞানীদের মধ্যে মতভেদ এবং সন্দেহ যথেষ্ট পরিমাণে বিরাজ করছে। ফাজি প্রযুক্তির সমর্থকরা বলেন যে, এর সাহায্যে কমপিউটার মানুষের মগজের মত অস্পষ্ট ধারণাকে অবলম্বন করে কাজ করতে পারে। বর্তমানে কমপিউটার বাইনারী পদ্ধতির মাধ্যমে 0 এবং 1-এর সাহায্যে শুধুমাত্র সুস্পষ্টভাবে নির্ধারিত পদক্ষেপ (হাঁ অথবা না) নিতে পারে। কিন্তু মানুষের মস্তিষ্ক অস্পষ্ট ধারণা নিয়ে কাজ করতে পারে এবং তা বস্তবে ফলপ্রসূও হয়। যেমন, কমপিউটার শুধু বলতে পারে ১৬৬ বা ১৭০ সে. মি. দৈর্ঘ্যের মানুষ লম্বা এবং ১৬০ বা ১৬৪ সে. মি. দৈর্ঘ্যের মানুষ লম্বা না (যদি তাকে নির্দেশ দেয়া থাকে যে ১৬৫ সে. মি. দৈর্ঘ্যের মানুষকে স্বাভাবিক দৈর্ঘ্যের লোক বলে গণ্য করা হবে)। কিন্তু মস্তিষ্কের কার্যপদ্ধতি এমন যে মানুষ বিচার করে বলতে পারে ১৯৫ সে. মি. দৈর্ঘ্যের মানুষ খুব লম্বা, ১৮০ সে. মি. দৈর্ঘ্যের মানুষ লম্বা, ইত্যাদি। অথবা বলতে পারে যে, এক ঘর লোকের মধ্যে মাঝারি উচ্চতার লোক বেশি ছিল। অথবা এমনও বলতে পারে যে ১৯৫ সে. মি. দৈর্ঘ্যের মানুষ 'খুব লম্বা' একথা ২৫% সত্য, বা 'লম্বা' একথা ৬৫% সত্য অথবা মাঝারি লম্বা একথা ২৫% সত্য। এ রকম ক্ষেত্রে কমিপউটার প্রতিটি লোকের উচ্চতা বিচার করে সুনির্দিষ্টভাবে তাদের নানা গ্রুপে বিভক্ত করতে পারবে কিন্তু অস্পষ্ট ভাষায় কিছু বলতে পারবে না। ফাজি লজিক মানুষের মস্তিষ্কের মত অস্পষ্ট ধারণা নিয়ে কাজ করে বলে এর প্রবক্তরা দাবী করেন। অন্য বিজ্ঞানীরা বলেন যে, ফাজি লজিক কোন নির্ভরযোগ্য বিজ্ঞান নয়।

ফাজি লজিকের একটা গাণিতিক ভিত্তি আছে। এ গণিতের আবিষ্কর্তা হলেন অধ্যাপক লতফি এ জাদেহ। জনাব জাদেহ ১৯২১ সালে ইরানে জন্মগ্রহণ করেন। মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রের ক্যালিফর্নিয়া বিশ্ববিদ্যালয়ে অধ্যাপনার কাজে নিয়োজিত থাকাকালে তিনি ১৯৬৫ সালে ফাজি লজিকের তত্ত্বটি আবিষ্কার করেন। ফাজি সেট্স্ (Fuzzy Sets) শিরোনামে এ নতুন গাণিতিক তত্ত্বটি Information and Control নামক পত্রিকায় ১৯৬৫ সালে প্রকাশিত হয়েছিল। এরপর ১৯৬৮ সালে ফাজি পণিত বিষয়ক তাঁর দ্বিতীয় প্রবন্ধ ফাজি এলগরিদম্ (Fuzzu Algorithm) প্রকাশিত হয়। ১৯৭৩ সালে তাঁর তৃতীয় একটি প্রবন্ধ প্রকাশিত হয়। এর পর অন্যান্য গণিতবিদরাও ফাজি লজিকের গাণিতিক ভিত্তিকে প্রসারিত করেন।

ফাজি লজিকের সাহায্যে নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা নির্মাণের প্রথম পরীক্ষামূলক প্রয়োগ ঘটেছিল স্টীম ইঞ্জিনের ক্ষেত্রে। লন্ডন বিশ্ববিদ্যালয়ে কর্মরত ডঃ মামদানী ১৯৭৪ সালে পরীক্ষামূলকভাবে একটি ফাজি নিয়ন্ত্রিত বাষ্পীয় ইঞ্জিন নির্মাণ করেন। তবে বাস্তবে প্রথম ফাজি ভিত্তিক যন্ত্র নির্মিত হয়েছিল ১৯৮০ সালে। ঐ বছর ডেনমার্কের একটি কোম্পানী ফাজি লজিক নির্ভর সিমেন্ট কারখানার চুল্লি নির্মাণ করেছিল। কিন্তু ইউরোপ বা আমেরিকায় ফাজি লজিক তখন বিশেষ সমাদর লাভ করেনি।

ফাজি বিষয়ক গবেষণা ও চর্চার কেন্দ্র এরপর জাপানে স্থানান্তরিত হয়। ১৯৭২ সালে 'জাপান ফাজি সিস্টেম্স্ রিসার্চ ফাউণ্ডেশন' নামক প্রতিষ্ঠান স্থাপিত হয়েছিল জাপানে। পরে এ প্রতিষ্ঠানটি আন্তর্জাতিক ফাজি সিস্টেম্স্ এসোসিয়েশন (IFSA) -এর জাপানী অফিসে রূপান্তরিত হয়।

১৯৮৩ খৃষ্টাব্দে ফুজি ইলেকট্রিক কোম্পানী জাপানের প্রথম ফাজি লজিক নিয়ন্ত্রিত প্রযুক্তি নির্মান করে। পানি পরিষ্কার করার জন্য রাসায়নিক দ্রব্যাদি মিশ্রনের উদ্দেশ্যে এ যন্ত্র নির্মিত হয়েছিল। জাপানে ফাজি লজিক নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থার প্রথম ব্যাপক প্রয়োগ ঘটানো হয় সেন্ডাই-এর পাতাল রেল ব্যবস্থায়। জাপানী গবেষকরা দেখতে পান যে রেল চলাচল ব্যবস্থার অনেকগুলো ক্ষেত্রে -যেমন, গতিবেগ বাড়ানো বা কমানোর হারকে স্বস্তিকর করে তোলা, ষ্টেশনের ঠিক উপযুক্ত স্থানে ট্রেনকে থামানো, বিদ্যুৎ ব্যবহারের মাত্রা যথাসম্ভব কমিয়ে আনা প্রভৃতি কাজে ফাজি লজিকের সুবিধাজনক প্রয়োগ সম্ভব। এক্ষেত্রে ফাজি-লজিক সফটওয়্যার ব্যবহার করে প্রচলিত ডিজিটাল কমপিউটারের মাধ্যমেই ফাজি-লজিক নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা প্রয়োগ করা হয়েছিল। এ প্রযুক্তির সাফল্য দেখে জাপানের অন্যান্য পরিবহন সংস্থাসমূহ এর প্রয়োগ সম্ভাবনা বিচার করে দেখছে। এমনকি জাপান সরকার অন্য একটি নির্মীয়মান পাতাল রেল পথে ফাজি-লজিক নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা ব্যবহার করার সিদ্ধান্ত গ্রহণ করেছে।

জাপানে ফাজি-লজিকের ব্যাপক প্রয়োগ শুরু হয় ১৯৮৯ সালে। ঐ বছর জাপান সরকার ফাজি-লজিক বিষয়ে গবেষণার জন্য একটা স্বতন্ত্র প্রতিষ্ঠান প্রতিষ্ঠা করে। একই সময়ে বড় বড় জাপানী কোম্পানী, যেমন ওমরন কর্পোরেশন, মাৎসুশিতা ইলেকট্রিক ইন্ডাষ্ট্রিয়াল কোং প্রভৃতি প্রতিষ্ঠান ওয়াশিং মেশিন, ভ্যাকুয়াম ক্লিনার প্রভৃতি ব্যবহার্য পণ্য উৎপাদনের ক্ষেত্রে ফাজি লজিকের ব্যবহার শুরু করে।

ফাজি লজিকের উৎপত্তি ও বিস্তারের সংক্ষিপ্ত বিবরণ উপরে প্রদত্ত হয়েছে। নীচে এ বিষয়ে কিছুটা বিস্তৃত আলোচনা করা হল।

ফাজি লজিক যদিও মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রেই প্রথম উদ্ভাবিত হয়েছিল, তথাপি ঐ দেশের বিজ্ঞানীরা এর বাস্তবতা বা বাস্তব উপযোগিতা সম্পর্কে সর্বদাই সন্দিহান ছিলেন। ফাজি লজিকের উদ্ভাবক ইরানী বংশোদ্ভূত বিজ্ঞানী অধ্যাপক লতফি এ জাদেহ (Lottfi A. Zadeh) ক্যালিফোর্নিয়া বিশ্ববিদ্যালয়ে কর্মরত থাকাকালে ১৯৬৫ সালে এ তত্ত্বের উদ্ভাবন করেন। কিন্তু আমরা দেখেছি, কমপিউটার প্রযুক্তিতে ফাজি লজিকের প্রয়োগ ঘটেছে মূলত এশিয়ায় তথা জাপানে। উল্লেখ্য যে চীনেও ফাজি লজিক বিষয়ক গবেষণা চলছে। জাপানী ব্যবসা প্রতিষ্ঠানের সূত্র থেকে জানা গেছে যে, চীনে পৃথিবীর সবচেয়ে বেশী সংখ্যক বিজ্ঞানী ও টেকনিশিয়ান ফাজি লজিক সংক্রান্ত গবেষণায় নিয়োজিত আছেন এবং এঁদের সংখ্যাটা প্রায় দশ হাজারের কাছাকাছি। ইউরোপ এবং আমেরিকায় ফাজি লজিকের প্রয়োগ সম্পর্কে এতকাল সীমিত পরিমাণ গবেষণা পরিচালিত হয়েছে। ফাজি লজিক সংক্রান্ত গবেষণায় নিয়োজিত বিজ্ঞানী ও দক্ষ জনশক্তির সংখ্যা দিয়ে বিচার করলে দেখা যায় এ ক্ষেত্রে প্রথম ও দ্বিতীয় স্থান অধিকার করে আছে চীন ও জাপান, তৃতীয় ও চতুর্থ স্থান অধিকার করে আছে ইউরোপ ও মার্কিন যুক্তরাষ্ট্র।

তবে এ অবস্থার পরিবর্তন ঘটতে চলেছে এমন ইঙ্গিত পাওয়া যাচ্ছে। মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রের ইলেকট্রনিক কোম্পানীগুলো ফাজি লজিকের প্রয়োগ বিষয়ে উৎসাহী হতে শুরু করেছে। মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রের মটোরোলা কোম্পানীর একজন মূল নীতি নির্ধারক কর্মকর্তা বলেছেন যে, তিন বছর আগে থেকেই ঐ কোম্পানী ফাজি লজিকের প্রয়োগ বিষয়ে তৎপর রয়েছে। ঐ কোম্পানীতে এখন ফাজি ভিত্তিক মাইক্রো চিপ্স্ তৈরি করা হচ্ছে যেগুলো বহু ধরণের ইলেকট্রনিক যন্ত্র চালিত করতে পারে। ঐ কর্মকর্তা আরো জানিয়েছেন, মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রের সমস্ত বড় বড় সেমিকন্ডাক্টর কোম্পানীগুলো এখন ফাজি লজিকের প্রয়োগ বিষয়ে সচেষ্ট হয়ে উঠেছে।

ফাজি প্রযুক্তি নিয়ে বিজ্ঞানী সমাজে যথেষ্ট সন্দেহ এবং মতভেদ রয়েছে। ফাজি লজিকের পক্ষের বিজ্ঞানীরা বলছেন-এটা হচ্ছে কমপিউটার প্রযুক্তিতে জাপানের সর্বাধুনিক অগ্রগতি। অপরপক্ষে ফাজি লজিকের বিরুদ্ধবাদী বিজ্ঞানীরা বলছেন, ফাজি প্রযুক্তি এমন কোন কাজ সম্পন্ন করতে পারে না, যা প্রচলিত কমপিউটার প্রযুক্তি দ্বারা আরো ভালভাবে সম্পাদন করা সম্ভব না। এ সমালোচকদের বৃহত্তম অংশই আবার মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রে কর্মরত বিজ্ঞানী।

একটা সুনির্দিষ্ট দৃষ্টান্ত দিয়ে বিজ্ঞানীদের মতভেদের বিষয়টা ব্যাখ্যা করা চলে। ফাজি প্রযুক্তি ব্যবহারকারী জাপানী কোম্পানীগুলো বলছে যে, ফাজি ভ্যাকুয়াম ক্লিনার কার্পেটের প্রকৃতি অনুমান করে সে অনুসারে বিদ্যুৎ ব্যবহারের হার নিয়ন্ত্রণ করে। অপরপক্ষে, অন্য বিজ্ঞানীরা বলেন, এসব নতুন ভ্যাকুয়াম ক্লিনারে হয়তো নতুন কোন সুক্ষ যন্ত্র সংযুক্ত করা হয়েছে যা কার্পেটের প্রকৃতি নির্ধারণ করতে পারে। এ সমালোচকরা ফাজি প্রযুক্তির উপর মোটেই আস্থাশীল নন।

ফাজি লজিকের প্রবক্তরা বলেন যে, পাতাল রেল বা কারখানা পরিচালনার ক্ষেত্রে ফাজি প্রযুক্তির দ্বারা সহজে নিয়ন্ত্রণের কাজ সম্পন্ন করা যাবে। যেমন, পাতাল রেলের ক্ষেত্রে, বর্তমানে প্রচলিত প্রথায়, নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা এমনভাবে কাজ করে যে ট্রেনের গতিবেগ বেশি থাকলে এবং পরবর্তী ষ্টেশন নিকবর্তী হলে আপনা থেকেই ট্রেনের ব্রেক কাজ শুরু করবে। এ নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা কার্যকর করা হয় জটিল গণিতের প্রয়োগ দ্বারা। কিন্তু ফাজি লজিকের প্রবক্তরা বলছেন, ফাজি প্রযুক্তির সাহায্যে খুব সহজে এ নির্দেশ দেওয়া যায় যে, যদি গাড়ির গতি খুব বেশি হয় এবং পরবর্তী ষ্টেশন মোটামুটি নিকবর্তী হয় তবে মাঝারি চাপে ব্রেক প্রয়োগ করতে হবে। তাহলেই সহজে ট্রেনের নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা কার্যকর হবে। কিন্তু বিরুদ্ধ পক্ষীয় বিজ্ঞানীরা এ ধরণের অস্পষ্ট কথায় আস্থা স্থাপন করেন না।

তবে, ফাজি প্রযুক্তি নিয়ে বিজ্ঞানীদের মধ্যে মতভেদ থাকলেও একথা সত্যি যে, ফাজি প্রযুক্তি নির্ভর যন্ত্রপাতি এবং নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা প্রসার এখন দ্রুতহারে এবং বিশ্বব্যাপী ঘটতে শুরু করেছে। ০