

विज्ञानवेध

'तंत्रज्ञानाची उदाहरणे द्या' असे म्हटले तर आजकालचा सुशिक्षित माणूस काय उत्तर देईल? मोठाले कारखाने, अणुभट्टी, पाटबंधारे प्रकल्प, वेगवान विमाने, गणकयंत्रे, विनाशकारी शस्त्रास्त्रे - यादी हवी तेवढी लांब करता येईल; परंतु ह्या यादीतल्या गोष्टींमागे असलेले विज्ञानाचे प्रकार भौतिकशास्त्र, रसायनशास्त्र व गणित ह्या तीन शाखांतले असल्याचे विचारांती दिसून येईल. अलीकडेच मात्र विज्ञानाच्या एका वेगळ्याच शाखेचा तंत्रज्ञानासाठी उपयोग होऊ लागला आहे. ती शाखा म्हणजे मूलभूत जीवशास्त्र.

मूलभूत जीवशास्त्र? ह्या विषयात विश्वातील (म्हणजे आजपर्यंत तरी पृथ्वीवरील!) सजीव वस्तूंच्या मुळाशी असलेल्या गोष्टींचा अभ्यास होतो. पेशी, जीवाणू, DNA चा रेणू, जीन, क्रोमोसोम वगैरे वगैरे गोष्टी जीवशास्त्रज्ञाच्या प्रयोगशाळांतील उपकरणांत अभ्यासल्या जातात. त्यांचा तंत्रज्ञानाला उपयोग होईल, इतकेच नव्हे तर अज्यावधी हपयांची उलाढाल करणारे प्रकल्प अशा तंत्रज्ञानातून नवीकच्या काळात उभे राहण्याची शक्यता निर्माण झाली आहे यावर, दोन दशकांपूर्वी वैज्ञानिकांचाही विश्वास बसला नसता. आज प्राथमिक अवस्थेत असलेले जीवतंत्रज्ञान विसावे शतक संपण्यापूर्वीच मानवजीवनात नवीन क्रांती घडवून आणेल असे आता तज्ज्ञांना वाटते. ह्या क्रांतीची कल्पना रॉबर्ट कॉचन यांनी ऑक्टोबर-नोव्हेंबर १९८१ मधील ख्यासचन सायन्स मॉनिटरमध्ये एका लेखमालेत दिली आहे. तिचा थोडक्यात आढावा येथे घेतला आहे.

ब्रेडपासून सुरुवात

पीठ किण्व (यीस्ट) हा पदार्थ घातल्यामुळे फुगते आणि त्यात एकप्रकारचा हलकेपणा येतो. अशा फुगवलेल्या पिठाची ब्रेडसारखी वस्तू बनवण्याची कला ६,००० वर्षांपूर्वीच्या इजिप्तमधल्या लोकांना अवगत होती. हा ब्रेड बनवण्याचा प्रकार किंवा दारू, चीज इत्यादी बनवण्याचे प्रकार पुराणकाळापासून मानवसमाज वापरत आला आहे. ह्या प्रकारात घडून येणारे रासायनिक बदल कशा-मुळे होतात? हे बदल घडवून आणायला काही विशिष्ट वस्तू मदत करतात. ह्या वस्तू प्रथिन ह्या सदरात बसतात व त्यांना एनझाइम हे नाव दिले आहे. बहुतकरून हे एनझाइम

तयार करण्याचे काम मायक्रोब (सूक्ष्म जीव) करतात.

मायक्रोब हा जीवपेशींचाच प्रकार. ह्या सूक्ष्म सजीव गोष्टींनी घडवून आणलेल्या वर सांगितलेल्या प्रकारच्या रासायनिक प्रक्रिया घडून यायला फार मोठे तपमान लागते किंवा मोठाले दाब लागतात असे नाही. त्यामुळे अशा प्रक्रिया करता ऊर्जेची मोठी किंमत मोजावी लागत नाही. औद्योगिक क्रांतीपूर्वी अशा प्रकारच्या आंबवण्यासारख्या प्रक्रिया पुष्कळ वापरल्या जायच्या. जीवतंत्रज्ञानाचा हा पुरातन प्रकार!

परंतु स्वस्त कोळसा आणि तेल मिळायला लागल्यावर प्रचंड दाब व तपमान निर्माण करून निरनिराळे रासायनिक पदार्थ मोठाल्या कारखान्यांत निर्माण करणे मानवाला जास्त सोयीचे वाटले. औषधे तयार करणे, खनिजांपासून शुद्ध धातू मिळवणे, तेलांचे शुद्धीकरण, खतकारखाने इत्यादी औद्योगिक कारणांची उदाहरणे आपण आजकाल पाहतोच.

मात्र गेल्या दशकात तेलाची आणि त्यामुळे एकंदर ऊर्जेच्या साधनांची किंमत भरमसाठ वाढल्याने आणि ती अशीच वाढत राहण्याची चिन्हे दिसत असल्याने वैज्ञानिक पुन्हा जीवतंत्रज्ञानाकडे आशेने पाहू लागले. याचा अर्थ असा मात्र नव्हे, की केवळ जुने प्रकारच पुन्हा वापरात आणायचे. उलट मूलभूत जीवशास्त्रात मिळालेल्या माहितीचा उपयोग करून सूक्ष्म जीवांकडून अधिक सक्षमपणे काम कसे करून घेता येईल इकडे वैज्ञानिकांचे लक्ष वळले आहे. अशा प्रयत्नांतून 'जेनेटिक इंजिनियरिंग' हा विषय प्रचारात आला आहे.

जेनेटिक इंजिनियरिंग

लहान मुलावर उत्तम संस्कार केले की तो मोठेपणी चांगला वागतो. संस्कार म्हणजे काय, कसे वागावे, ह्याकरिता दिलेले आदेश-एक आचारसंहिता. गणकयंत्र पण दिलेल्या आदेशाप्रमाणे वागतो. लहान जीवाणूना पण आदेश देता येतील का? वास्तविक निसर्गाने ती सोय केलेली आहे. अमूक एका जीवाणूने किंवा जीवपेशीने कसे वागावे ही सूचना त्यातील 'जीन'वर ठासलेली असते. अशा जीन्समधल्या सूचनेवरूनच एखादा सूक्ष्म जीव त्याचे ठराविक काम करतो- मग ते पिठातून ब्रेड बनवण्याचे असो किंवा द्राक्षरसातून

दारू बनवण्याचे असो. अर्थात एक विशिष्ट सूचना घेऊन जन्माला आलेला सूक्ष्म जीव तेच ठराविक काम करेल.

जीववैज्ञानिकांना निसर्गात ह्या सूचना कशा दिल्या जातात आणि ते देणारे जीन कसे असतात याचा शोध लागला आहे. इतकेच नव्हे, तर एका सजीव वस्तूतले ठराविक जीन काढून दुसऱ्या सजीव वस्तूवर लादणे शक्य झाले आहे. त्यामुळे पहिल्या वस्तूची आचारसंहिता दुसऱ्या वस्तूवर लादली जाते. अर्थात त्यामुळे पहिल्या वस्तूचे काम दुसरीकडून करून घेता येते. अशा प्रयत्नांना जेनेटिक इंजिनियरिंग म्हणतात.

उदाहरणार्थ, मानवी शरीरात तयार होणारे 'इन्शुलिन' ज्या जीन्सच्या आदेशावरून होते त्या जीन्स 'इ कोली' नावाच्या बॅक्टेरियाला देऊन त्याकडून ते द्रव्य करून घेण्यात जीववैज्ञानिक यशस्वी झाले. त्याचप्रमाणे मानवी शरीरात वाढ घडवून आणणारे हार्मोन 'इ कोली' कडून करवून घेता येतात.

अशा यशातून फायदे काय, तोटे काय यांची अर्थातच चर्चा सुरू झाली आहे. त्यातले काही मुद्दे आता पाहू या.

नवी औद्योगिक क्रांती

विशेष संस्कार घडवून आणलेले सूक्ष्म जीव काय काय करू शकतील? जेनेटिक इंजिनियरिंगच्या पुरस्कर्त्यांच्या मते ह्या प्रश्नाचे उत्तर देताना केवळ कल्पनाशक्तीचीच मर्यादा आहे. काही उदाहरणे अशा प्रकारची आहेत :

तेलापासून मिळणाऱ्या पदार्थातून इथेनॉल (इथाइल अल्कोहॉल) हा पदार्थ तयार केला जातो. हा पदार्थ अनेक उद्योगांना उपयोगी पडतो. इंधन म्हणून तो वापरला जातो आणि त्यातून इतर पदार्थही बनवले जातात. मात्र तेलाच्या वाढत्या किमतीमुळे इथेनॉल पण महागट चालला आहे. पण जेनेटिक इंजिनियरिंगमुळे इथेनॉलसाठी तेलाकडे धाव घ्यायची जरूर पडणार नाही. अमेरिकेत जरूरीपेक्षा पुष्कळ जास्त धान्योत्पादन होते. अशा 'जादा' धान्यातून किंवा काही विशिष्ट प्रकारच्या 'टाकाऊ' समजलेल्या पदार्थातून सूक्ष्म जीवांद्वारे इथेनॉल मिळू शकेल आणि पुढेमागे महागड्या तेलाऐवजी हे इंधन जास्त परवडणारे वाटेल. लाकडापासूनही आंबवून

अल्कोहल व इतर उपयोगी कार्बनिक द्रव्ये मिळण शक्य होईल.

इलिनॉय विद्यापीठातील आनंद चक्रवर्ती यांनी नुकतेच तेल खाणाऱ्या बॅक्टेरियाचे पेटंट घेतले. आता ते काही विषारी द्रव्ये खाणाऱ्या बॅक्टेरियाची निर्मिती करण्यात गुंतले आहेत. त्यात यश मिळाले तर प्रदूषण करणारी अनेक द्रव्ये समूळ नष्ट करणे शक्य होईल.

अँटीबायॉटिक औषधे तयार करायला जेनेटिक इंजिनियरिंगचा उपयोग होईल. प्रथम-प्रथम ही औषधे, जी सध्या इतर मार्गांनी बनवण्यात येतात ती सूक्ष्म जीवांचा वापर करून बनवण्यास सुरुवात होईल. पुढेपुढे तर इतर मार्गांनी उपलब्ध न होणारी नवी औषधे-सुद्धा ह्या मार्गाने उपलब्ध होतील असे औषध-निर्मिती सांगतात.

थोडक्यात म्हणजे, मायक्रोबची मदत घेऊन एक नवीन वेगळे प्रकारचे औद्योगिकरण जगात अवतरत आहे.

कृषिक्षेत्रातही आशावादी पर्याय

जेनेटिक इंजिनियरिंगपासून शेतीला किती फायदे होतील याबद्दल तज्ज्ञांत दुमत आहे. आशावादी लोकांच्या मते चंद्रावर माणूस गेला ही घटना अंतराळ तंत्रज्ञानाच्या दृष्टीने जितकी महत्त्वाची तितकीच जीन्सची उलाढाल शेतीच्या दृष्टीने महत्त्वाची ठरणार आहे. त्याउलट शंकेखोरांच्या मते रोपांमध्ये सुमारे १०,००० जीन्स असताना त्यांच्यात महत्त्वाचे बदल घडवून आणणे कसे शक्य होईल ?

नायट्रोजनची स्थापना हा सध्याच्या काळी कृषिविज्ञानात महत्त्वाचा संशोधनाचा विषय आहे. रोपांना नायट्रोजन खतातून मिळते. हवेत नायट्रोजन मुबलक असूनही ते रोपांना सरळ सरळ हवेतून घेता येत नाही. हे काम करू शकणारे सूक्ष्म जीव जर मक्यासारख्या रोपात ठेवता आले तर खताची जरूरच राहणार नाही ! हे प्रत्यक्ष घडवून आणण्यामागे बऱ्याच अडचणी आहेत. प्रयोगशाळेत जे शक्य असेल ते शेतातल्या वेगळ्या वाह्य परिस्थितीत शक्य होईलच असे नाही, किंवा प्रत्यक्ष रोपांमध्येच नायट्रोजन घेऊ शकणारे जीन्स घालणेसुद्धा अजून शक्य झाले नाही.

एकंदरीत ह्या प्रकारच्या संशोधनात दोन पर्याय शक्य आहेत. वेगवेगळ्या जातींच्या रोपांच्या जीवपेशी एकत्र आणून हवे तसले मिश्रजातीचे रोप तयार करणे हा एक मार्ग. दुसरा म्हणजे, नवीन जीन्सच रोपात घालून त्यांत हवा तो बदल घडवून आणणे. सूर्य-फुलात फ्रेंच बीनचा प्रथिनाचा एक जांन घालून

ह्या मार्गाने नुकतीच 'सनबीन' ही नवीन जात तयार करण्यात आली आहे.

कृषिक्षेत्रात आणि प्राणिसंवर्धनक्षेत्रात जेनेटिक इंजिनियरिंगचा प्रभाव दिसून येयला पुढचे शतक उजाडेल. पण उत्तम गुणांची रोपे, रोगांवर मात, उत्तम जातीचे प्राणी वगैरे संभाव्य परिणाम आजपासूनच वैज्ञानिकांना ह्या क्षेत्रांकडे उद्युक्त करत आहे.

काही नैतिक प्रश्न

अणुशास्त्राच्या प्रसारामुळे काही नैतिक प्रश्न पुढे आले. अँटिमॉन्बसारखी संहारक शस्त्रे पुरवणारे हे तंत्रज्ञान पुढेच आले नसते तर बरे झाले असते, असे अनेकांना (वैज्ञानिकांना-सुद्धा) वाटते. श्री माइल आयलंडसारख्या घटना अणुऊर्जेचा वापर किती सावधपणे केला पाहिजे याची जाणीव करून देतात. जेनेटिक इंजिनियरिंगच्या प्रसारामुळे काय दुर्घटना शक्य आहेत याची चर्चा पण सुरू झाली आहे.

अर्थात नैसर्गिक जीवसृष्टीत ढवळाढवळ करताना सावधगिरी बाळगली पाहिजेच. विज्ञानकथांतून आपण वाचतो की शास्त्रज्ञांच्या प्रयोगशाळेत तयार झालेली कृत्रिम पण सर्जीव नमुना चुकून बाहेर पडला, बेसुमार वाढत गेला आणि त्यामुळे नैसर्गिक जीवसृष्टीला अपार हानी सोसावी लागली असे प्रत्यक्षात घडले तर ? नवे जीन बसवून तयार झालेली माणसे आवाक्याबाहेर जाऊन इतरांवर प्रभुत्व गाजवू लागली तर ? ह्या कृत्रिम मार्गाने केलेली औषधे शेवटी अपायकारक ठरली तर ?

गेल्या दशकात जेनेटिक इंजिनियरिंगला सुरुवात झाल्यावर वरील प्रश्नांमुळे बरीच खबराट पसरली व ह्या विषयावरील संशोधनावर पुष्कळ निर्बंध घालण्यात आले. परंतु हळूहळू ही खबराट अवास्तव असल्याचे दिसून येऊ लागले व आता काही निर्बंध सध्यापुरते तरी शिथिल करण्यात येऊ लागले. अजून हे संशोधन पुष्कळच प्राथमिक अवस्थेत असल्याने वर सांगितल्याप्रमाणे परिस्थिती उदभवू शकणार नाही असे तज्ज्ञ सांगतात. अर्थातच पुढेमागे हे शिथिल केलेले निर्बंध पुन्हा घट्ट करण्यात येतील.

सध्याच्या काळी एक वेगळीच परिस्थिती निर्माण झाली आहे. काही आंतरराष्ट्रीय औषध कंपन्यांनी अमेरिकेतील काही प्रतिष्ठित विद्यापीठांतील संशोधनाकरता विशेषकरून जेनेटिक इंजिनियरिंगपासून औषधनिर्मितीवर संशोधनासाठी मोठ्या देणग्या दिल्या. त्यामागे अट अशी, की संशोधनाचे परिणाम केवळ देणगीदार कंपन्यांना द्यायचे. त्यामुळे वैज्ञानिक संशोधन प्रसिद्ध करण्यावर निर्बंध येतो. देशाच्या सुरक्षेसाठी केल्या जाणाऱ्या गुप्त-

संशोधनाची शास्त्रज्ञांना सवय आहे— परंतु हे संशोधन देणगीदाराच्या फायद्यासाठी आहे, देशाच्या सुरक्षेसाठी नव्हे. (काही बाबतीत देणगीदार कंपनी ही परदेशी आहे !) आजपर्यंत पैशाकरता संशोधन प्रसिद्ध करण्यावर निर्बंध घालायची पाळी वैज्ञानिकांवर आली नव्हती. उलट, ज्ञानाचा मुक्त प्रसार व्हावा हा वैज्ञानिकांचा आग्रह असतो. तेव्हा ही परिस्थिती त्या नीतिमत्तेशी सुसंगत आहे का, असा प्रश्न चर्चेचा विषय बनला आहे.

डॉ. जयंत नारळीकर

डॉ. उदास परिचय (पान २३ वरून)

पातळीवर भारताचीदेखील प्रतिमा उजळून टाकली. डॉक्टर जपान, फ्रान्स, इराक, अमेरिका, ऑस्ट्रिया, पोलंड, युगोस्लाव्हिया, व्हिएना व हनोई वगैरे ठिकाणी कॉन्फरन्ससाठी जात तेव्हा भारताने अॅटॉमिक एनर्जीच्या संदर्भात काय काय प्रगती केली, कुठल्या नवीन पद्धती शोधून काढल्या हे आवर्जून सांगत. तसेच आपली बाजू ठामपणे मांडत. त्यामुळे भारत हे केवळ प्रगतिशील राष्ट्र नाही तर भारतातील संशोधन हे आपल्याच तोडीचे आहे याची पाश्चात्य शास्त्रज्ञांना खत्री पटली.

त्यांच्या कणखर व्यक्तिमत्त्वाला कस लागण्याचा प्रसंग मात्र सर्वाधिकाराची सूत्रे हाती घेताच आला होता. ऑक्टोबर १९७३ मध्ये डॉक्टर डायरेक्टर झाले व नोव्हेंबर-मध्ये पूर्ण डिपार्टमेंट दिल्लीहून हैद्राबादला स्थानांतरित करण्याची सरकारी आज्ञा आली. या कार्यात मात्र डॉक्टरांना हवे तसे सहकार्य मिळाले नाही. काही लोकांना हे स्थानांतर नको होते. विरोधाचे वादळ घोंगावत आले. डॉक्टरांना मनस्ताप झाला— परंतु चित्ताची शांतता ढळू न देता डॉक्टरांनी ह्या प्रसंगाला खंबीरपणे तोंड दिले. सारे स्थिरस्थावर होताच नियतीने घाव घातला. डिपार्टमेंटच्या एरिअल सर्व्हेचे चार तरुण अधिकारी ड्यूटीवर असताना विमान अपघातात ठार झाले. प्रेतांची ओळखदेखील पटत नव्हती. मोठा कठीण प्रसंग ! खात्याची मोठीच हानी. दुसऱ्या वर्षी पुन्हा एरिअल सर्व्हेसाठी तुकडी तयार करायची होती. माणसांना विश्वासात ध्यायचे होते. विलक्षण जिद्दाळ्याने व आत्मियतेने वागल्यामुळे लोकांना दिलासा मिळाला. खात्याचे काम तर थांबणार नव्हतेच. डॉक्टर स्वतःचे ते काम पुढे नेत होते. □ □