विकसित होत जाणारे तंत्रज्ञान व विज्ञान
उद्याच्या माणसाला नवनवीन सुखे
देईल पण तेच नवीन प्रश्नचिन्हेही उभी करील काय?

किर्लोस्कर-७००
बदलत्या जीवनाच्या बदलत्या प्रेरणा

भविष्यकाळाचा वेध:

वाढणारे तंत्रविज्ञान

उद्याचे वरदान की शाप?

जयंत नारळीकर

“ किर्लोस्कर’च्या ७०० अंकांचा कालखंड केवढा मोठा आहे याची कल्पना त्या कालखंडात मानवजीवनात घडून आलेल्या बदलांवरून येते. ‘किर्लोस्कर’चा १४०० वा अंक निघेपर्यंत जगाची परिस्थिती किती बदललेली असेल ह्या प्रश्नाकडे विज्ञान आणि तंत्रज्ञानाच्या माध्यमातून पाहायचा माझा उद्देश आहे. साधे गणित मांडले तर १४००वा अंक निघायला २०३६ साल उजाडलेले असेल. तोपर्यंत विज्ञान आणि तंत्रज्ञान यांनी मानवसमाजाला कोठवर आणून सोडले असेल ?

विज्ञानाची घोडदौड

खालील उद्‌गार कोणी आणि केव्हा काढले असावेत ?

“दीर्घ काळानंतर आज आपल्याला जगात अतिशय मोठ्या प्रमाणावर द्वेष, पावित्र्यहीनता, अप्रामाणिकता दिसत आहे. भक्तिभाव नाहीसा झालाय, साधेपणा आणि निर्व्याजता यांची थट्टा होत आहे आणि न्याय तर नावापुरताच उरला आहे. सगळीकडे गोंधळ, किंकर्तव्यविमूढता दिसते– योजनेप्रमाणे काहीच घडत नाही . . . ”

आजकालच्या पेन्शनराच्या तोंडी शोभणारे हे उद्‌गार वास्तविक १५७५ मध्ये लुई लेरॉय नावाच्या लेखकाने आपल्या Vicissitude (स्थित्यंतर) नावाच्या पुस्तकात काढले होते ! ह्या पुस्तकाचा अनेक युरोपियन भाषांतून युरोपमध्ये प्रचार झाला– कारण वैज्ञानिक शोध आणि त्यांचा तंत्रशास्त्रीय वापर यापासून तत्कालीन मानव समाजापुढे उपस्थित झालेल्या समस्यांवर त्यात अनेक विचार मांडले होते. चुंबकीय दिग्दर्शकामुळे सोप्या झालेल्या नौकानयनामुळे पृथ्वीचे लांबचे पल्ले गाठता येणे शक्य झाले होते आणि दळणवळण सोपे झाल्यामुळे रोगांचा प्रसार होत होता. गनपावडरच्या वाढत्या उपयोगामुळे युद्धांची संहारक्षमता वाढली होती. मुद्रणतंत्राच्या प्रसारामुळे ज्ञानात वृद्धी करणे सोपे झाले असले तरी परस्परविरोधी विचारप्रवाह एकत्र येऊन तात्त्विक संघर्षांना सुरुवात झाली होती.

चार शतकांपूर्वीचा दाखला देण्याचे कारण आज मानवसमाजापुढे उपस्थित असलेल्या समस्या त्याच स्वरूपाच्या आहेत. ले रॉयच्या काळात आधुनिक विज्ञानाची सुरुवात झाली होती, पण विज्ञानाच्या देणग्या कशा वापराव्या हे मानवाला नीट कळत नव्हते. आजचा काळ तर ‘विज्ञानयुग’ म्हणून ओळखला जातो. दिवसा-दिवसाला नवीन वैज्ञानिक शोध निघत आहेत आणि कालचे शोध आज-उद्यापर्यंत दैनंदिन जीवनावर आपला प्रभाव दाखवीत आहेत. विज्ञानाच्या ह्या घोडदौडीमुळे मानवजीवन झपाट्याने बदलत आहे (पाहा चौकट) मानवाने कधी काय मिळविले?) आणि त्यामुळेच मानवसमाज एकप्रकारे भांबावलेला दिसत आहे.

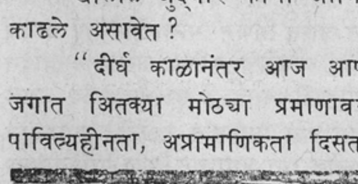
चौखुर उधळलेल्या घोड्यावर बसलेल्या माणसाने काय करावे ? घोड्यावरून कशीबशी उडी मारून चालत जाण्याचा मार्ग पत्करावा का तो घोडा काबूत आणण्याचा प्रयत्न करावा ?

काही लोक पहिला मार्ग पसंत करतील. त्याप्रमाणे एक विचार असा व्यक्त केला जातो : ‘पुरे झाली विज्ञाननिष्ठा. आता मागे फिरा. वैज्ञानिक शोध बंद करा आणि जेव्हा आपल्या जीवनात विज्ञान आणि तंत्रज्ञान नव्हते, अशा जुन्या दिवसांकडे चला.’

हा दृष्टिकोन अयोग्य तर आहेच, पण अव्यवहार्यही आहे. ‘दूरस्थाः पर्वताः रम्याः’ ह्या न्यायाने माणसाला पुराणकाळच्या चांगल्या गोष्टी तेवढ्या आठवतात– वाईट गोष्टींचा विसर पडतो. विसाव्या शतकातील वैज्ञानिक शोधांनी दिलेल्या वस्तू आपल्या दैनंदिन जीवनातून वगळून पाहा ! शिवाय, जोपर्यंत मानवी जिज्ञासा शाबूत आहे तोपर्यंत काहीतरी घोर उपाय अमलात आणण्याशिवाय मानवाच्या वैज्ञानिक शोध लावायच्या प्रवृत्तीला आळा बसणार नाही.

म्हणून विज्ञान आणि तंत्रज्ञान यांची शक्ती ओळखून त्यांना योग्य दिशा दाखवणे हे जास्त समंजसपणाचे होईल. त्याकरिता मानवाच्या निकट भविष्यावर– म्हणजे पुढच्या ५०–६० वर्षांच्या कालखंडावर– नजर टाकून मानवी हिताच्या दृष्टीने आणि मानव समाजावरील युद्ध, प्रदूषण, रिकामटेकडेपणा यांसारखी संभाव्य संकटे टाळण्याच्या दृष्टीने विज्ञान आणि तंत्रज्ञानाचा वापर कसा करावा याचा विचार होणे आवश्यक आहे. म्हणून

जयंत नारळीकर
विश्वविख्यात शास्त्रज्ञ, विज्ञानकथालेखक आणि ‘किर्लोस्कर’चे लेखक



भविष्याकडे टाकलेली ही नजर अेखाद्या विज्ञानकथा-लेखकाची कविकल्पना समजून वाचकाने दुर्लक्षू नये !

या शोधांनी क्रांती केली

विसाव्या शतकातले काही शोध अशा प्रकारचे आहेत की ज्यांचे परिणाम मानवी जीवनावर दूरपर्यंत पोचणारे आहेत. त्यांपैकी काही शोध असे :

अणुगर्भीय अूर्जा – १९०७ साली आअिन्स्टाअिन नावाच्या शास्त्रज्ञाने आपल्या सापेक्षवाद सिद्धांन्तातून $E=Mc^2$ हे समीकरण काढले : ह्या समीकरणाचा अर्थ, पदार्थ आणि अूर्जेत मुळात फरक नसून वरील नियमाप्रमाणे त्यांचे अेकमेकांत रूपांतर घडवून आणता येअील. अुदाहरणार्थ, अेक ग्रॅम वस्तुमान हे जवळजवळ अडीच ते तीन कोटी 'किलोवॅट अवर' (म्हणजे आपण वापरतो ते विजेचे युनिट) अितक्या अूर्जे-अितके आहे.

ह्या समीकरणाबरहुकूम पदार्थांतून अूर्जेची निर्मिती करणे मात्र सोपे नाही. ह्याची गुरुकिल्ली प्रथम अॅटम बाँबच्या स्वरूपात मानवाला मिळाली. ही अूर्जा स्फोटात बाहेर येते आणि त्यामुळे तिचा विधायक कामांपेक्षा विघातक कामासाठीच अुपयोग होतो. परंतु पुढे ही अूर्जा काबूत आणण्यात मानवाला यश मिळाले आणि त्यातून 'अॅटॉमिक रिअॅक्टर' जन्माला आला. त्या अुलट अॅटम बाँबपेक्षा अधिक प्रभावशाली म्हणजे हायड्रोजन बाँब-मध्ये जी प्रक्रिया स्फोटक स्वरूपात घडते ती संयत स्वरूपात घडवून सत्कारणी लावायला अजून मानवाला यश मिळालेले नाही.

हे यश मिळणे अूर्जेच्या अेकंदर प्रश्नाच्या दृष्टीने अतिशय महत्त्वाचे आहे. पेट्रोल आणि कोळसा ह्या खनिजांवर मानवी तंत्रज्ञान सध्या अुभे आहे. पण ह्या तंत्रज्ञानाची वाढती भूक पुरवायला ही अूर्जेची साधने फार काळ पुरेशी पडणार नाहीत असा तज्ज्ञांचा अंदाज आहे. म्हणून अणुशक्तीचा पर्याय शास्त्रज्ञांनी डोळ्यांपुढे ठेवला आहे. पुढच्या ५० वर्षांत पेट्रोल जवळजवळ संपले असताना– 'फ्यूजन रिअॅक्टर' अस्तित्वात येअून तो मानवी गरजा भागवू शकेल का ? (अूर्जेच्या प्रश्नाकडे मी पुन्हा लेखाच्या शेवटी येअीन.)

त्या अुलट अण्वस्त्रे मात्र अधिकाधिक संहारक्षम बनत चाललीत यात शंका नाही. अचूक प्रक्षेपणास्त्रांची जोड मिळाल्यामुळे त्यांच्या विध्वंसकतेला सीमा अुरली नाही. सध्याचे अण्वस्त्रांचे साठे पृथ्वीवरील जीव-सृष्टी संपूर्ण नष्ट करायला (कितीतरी पटीने !) समर्थ आहेत. म्हणून दोन्ही दृष्टींनी अणुशक्तीचा शोध मानवाच्या दृष्टीने फार महत्त्वाचा ठरणार आहे.

जादूची पट्टी– मला वाटते मानवी दैनंदिन जीवनात महत्त्वाचे बदल घडवून आणायला हा दुसऱ्या महायुद्धानंतर वीस वर्षांनी लागलेला– शोध कारणीभूत ठरेल. 'चिप' म्हणून ओळखली जाणारी ही लहानशी पट्टी गणकयंत्रात अत्यंत अुपयोगी ठरली आहे आणि सध्या सर्वत्र दिसणाऱ्या 'पॉकेट कॅल्क्युलेटर्स'च्या मुळाशी ती पट्टी आहे.

ही सिलिकन धातूची पट्टी आकाराने (लांबी : अिंचाचा सहावा भाग आणि रुंदी : अिंचाचा आठवा भाग अितकी) लहान असली तरी तिची गणकक्षमता १९४६ सालच्या ENIAC नावाच्या खोलीभर मोठ्या गणकयंत्राअितकी आहे ! तिच्या शोधामुळे गणकयंत्रे आता आकाराने लहान झाली असून त्यांच्या वापरांची विविधता वाढली आहे. याचे काही नमुने पाहा :

(१) हातात मावेल अशा पॉकेट कॅल्क्युलेटरला आता नुसती बेरीज वजाबाकीच नव्हे तर अनेक सूचिबद्ध सूचना पाळून मोठी गणिते सोडवता येतात.

(२) बँकेत चेक वटवताना काअुंटर-वरचा कॉम्प्यूटर तुमच्या अकाअुंटमधले पैसे पुरेसे आहेत याची खात्री करून चेकची रक्कम वळती करून देतो. हे काम निमिषा-र्धात होते– त्यासाठी सही तपासा, लेजर भरा अित्यादींची जरूर लागत नाही. काही बँकांत कॅशियरशिवाय आपोआप चेकची रक्कम हातात पडण्याची सोय केली जाते.

मानवाने कधी काय मिळविले ?

• फ्यूचर शॉक' नावाच्या आपल्या पुस्तकात ऑल्विन टॉफलरने मानवी स्थित्यंतराच्या वाढत्या वेगाचे मनोरंजक चित्रण केले आहे. त्यामागची कल्पना अशी– आज माहीत असलेल्या मानवी अितिहासाचा ५०,००० वर्षांचा कालखंड सुमारे ६२ वर्षांच्या ८०० मानवी आयुष्यांत जर विभागला तर त्यांपैकी पहिली ६५० आयुष्ये मानवाने असंस्कृत अवस्थेत गुहेत काढली. लेखनकला त्याने गेल्या ७० आयुष्यांतच वापरायला सुरुवात केली आणि मुद्रणतंत्राचा मोठा प्रचार फक्त गेल्या ६ आयुष्यांतच झाला !

आजच्या जीवनात महत्त्वाची कामे बजावणारी अिलेक्ट्रिक मोटर मानवाला २ आयुष्ये पूर्वीच गवसली. मोटारींचा प्रचार व्हायला सुरुवात झाली. अेका आयुष्या-पूर्वी. अण्वस्त्रे अर्धे आयुष्य अितकी जुनी, तर अंतराळात मानवाची झेप ही फक्त शेवटच्या अेक तृतीयांश आयुष्यात घडली ! आजच्या जीवनात लागणारी बरीचशी सामग्री ही ८०० व्या आयुष्यातच मानवाने मिळविली.

भविष्यकाळातला टी. व्ही.

सर्वसाधारण वापरात असलेल्या टेलिव्हिजनमध्ये फार तर ७–८ चॅनल वापरता येतात. केबल टी. व्ही. च्या शोधामुळे संदेश वहनाची क्षमता पुष्कळच वाढली आहे. त्याशिवाय व्हिडियो रेकॉर्डरमुळे कुठलाही टी. व्ही. प्रोग्रॅम टेप करून हवा तेव्हा पाहता येतो. त्यामुळे निकट भविष्यातच टी. व्ही. स्टेशनवरील प्रक्षेपणावर अवलंबून न राहता घरबसल्या टेप-लायब्ररीतून कोणताही प्रोग्रॅम केबलच्या माध्यमाने पाहणे शक्य होअील.

ह्या तंत्राचा अुपयोग माहिती, खाजगी संदेश अित्यादींसाठी होअील. मनोरंजनासाठी होअील, तसेच ज्ञान संवर्धनासाठी होअील. त्यामुळे मुद्रणकलेच्या माध्यमानेच ज्ञान मिळेल असे नाही. फार काय १४०० वा 'किर्लोस्कर' छापलेल्या स्वरूपात न येता टी. व्ही. वर 'वाचायला' पण मिळण्याची शक्यता आहे !

लोकसंख्या वाढीचा भस्मासुर

लोकसंख्येची वाढ चक्रवाढ व्याजाच्या स्वरूपाची असल्याने किती भरभर होऊ शकते याचे अुदाहरण सर फ्रेड हॉयेल यांनी आपल्या 'टेन फेसेस ऑफ द युनिव्हर्स' या पुस्तकात खालील स्वरूपात दिले आहे.

समजा लोकसंख्येची वाढ वार्षिक २ टक्के आहे. (भारतात ती त्यापेक्षा जास्त आहे.) तर लोकसंख्या ३५ वर्षांत दुप्पट होओील, ७० वर्षांत चौपट आणि १०५ वर्षांत आठपट होओील. जर ही वाढ १५०० वर्षे कायम राहिली तर? तर पृथ्वीवर अितकी माणसे होतील की आपल्या पृथ्वीभोवतालच्या वायुमंडलातला सर्व ऑक्सिजन (प्राणवायु) प्रत्येकाने अेकच श्वास घेतल्यावर संपून जाओील! आणि ह्याच 'रेट'ने ५००० वर्षांपूर्वीच सर्व माणसांचे अेकंदर वस्तुमान टेलिस्कोपमधून दिसणाऱ्या सर्व आकाशगंगांच्या वस्तुमानापेक्षा जास्त होओील!

अर्थात् ह्याचा अर्थ हा रेट पेलण्याजोगा नाही आणि माणसाने संयम दाखवून तो कमी केला ताही तर नैसर्गिक आपत्तींनी केव्हा ना केव्हातरी भयानक स्वरूपात लोकसंख्या कमी होओीलच.

० ० ०

मनूचा मासा

जॉन झायमन यांनी 'फोर्स ऑफ नॉलेज' पुस्तकात ह्या व्यापाचे असे वर्णन केले आहे:

१९१९ मध्ये रुदरफर्डने अॅटमचे विच्छेदन केले. त्याला लागणारी सामग्री हाताते धरण्याजोगी आणि अेका प्रयोगशाळेतल्या तंत्रज्ञाने तयार केली.

१९३०मधला वॉल्टन आणि कॉक्रॉफ्ट यांचा लीनियर अॅक्सेलरेटर खोलीअेवढा आहे. त्याला १००० पौंड खर्च आला.

१९३२ मध्ये लॉरेन्स आणि लिव्हिंगस्टन यांनी कॅलिफोर्निया युनिव्हर्सिटीत १०,००० डॉलर किंमत देअून अेक सायक्लोट्रॉन बांधला. त्यातून वॉल्टन कॉक्रॉफ्ट यांच्या यंत्रापेक्षा दसपट अूर्जेचे मूलकण निघत.

१९३९ मध्ये अेक लाख डॉलर किमतीचे याहून १२ पटीने जास्त अूर्जा असलेले यंत्र बांधण्यात आले. त्यासाठी अेक प्रयोगशाळा बांधावी लागली.

दुसऱ्या महायुद्धानंतर अठरा लक्ष डॉलरचा ह्यापेक्षा ३० पटीने अधिक अूर्जावाले मूलकण तयार करणारा सायक्लोट्रॉन मोठ्या अिमारतीत बांधण्यात आला. त्याभोवती शास्त्रज्ञ आणि तंत्रज्ञांचे जाळे निर्माण करण्यात आले.

१९५३ मधले बेव्हाट्रॉन मशिन ९० लक्ष डॉलरचे, ३४ मीटर व्यासाचे बांधण्यात आले आणि त्याभोवती तेथे काम करणाऱ्यांची स्वतंत्र वसाहत तयार झाली. यातील मूलकण पूर्वीच्या मशिनपेक्षा १८ पटींनी सशक्त होते.

१९६० मध्ये अनेक युरोपियन राष्ट्रांनी सामूहिक स्वरूपात जीनिव्हात CERN म्हणून मोठी प्रयोगशाळा बांधली. तिथल्या मशिनचा आकार आंगठी सारखा असून तिचा व्यास २०० मीटर आहे. किंमत तीन कोटी डॉलर मूलकण बेव्हाट्रॉनपेक्षा चौपट अूर्जेचे.

१९७३ मध्ये शिकागोतल्या फर्मिलॅब मशिनने आजवरचा अुच्चांक गाठला. अिथले मूलकण सर्वपेक्षा सातपटीने जास्त अूर्जेचे! व्यास अितका मोठा की आंगठीचा परिघ मैलाहून जास्तच. किंमत २५ कोटी डॉलर.

हा मनूचा मासा अजून वाढतच आहे!

---

(३) अमेरिकेतील काही सुपर मार्केट मध्ये वस्तूंची किंमत 'वाचून' बिल तयार करण्याचे काम गणकयंत्र करते.

(४) मोटरकार्स, प्लेन वगैरेमध्ये यांत्रिक नियंत्रण माणसाची जागा घेत आहे.

जे आज अमेरिकेत घडत आहे ते अुद्यापरवा जगभर पसरणार यात शंका नाही. तसेच अनेक दृष्टीने ही जादूची पट्टी गणकयंत्रांद्वारे माणसाला कंटाळवाणी वाटणारी कामे झटपट करून त्याची दगदग वाचवणार यातही शंका नाही. केवल टेलिव्हिजनच्या प्रसारामुळे दूरदर्शन अधिक सोपे आणि व्यापक स्वरूपाचे होणार हे पण दिसून येत आहे. त्यामुळे आणखी ५० वर्षांनी माणसाला आपली बरीचशी कामे 'घर बसल्या' करता येतील. (पाहा : चौकट भविष्यकाळातला टी.व्ही.) ऑफिसला जाण्याचे श्रम वाचतील. मुलांना शाळेत रखडत न जाता हव्या त्या सोयीच्या वेळी हवा तो पाठ शिकता येओील—घरबसल्या! केवळ ह्या कामासाठी जाण्यायेण्यावर खर्च होणारी अूर्जा आणि वाहतुकीमुळे होणारे प्रदूषण हे भूतकालात जमा होतील. अितर यंत्राप्रमाणे गणकयंत्रे प्रदूषण निर्माण करीत नाहीत त्यामुळे त्यांच्या वाढीस आळा घालण्याचे कारण नाही.

परंतु भविष्यातील ह्या 'रामराज्या'-बद्दल काही बाबतीत धास्ती निर्माण होते. माणसाची विचार करण्याची शक्ती गणकयंत्रामुळे कमी वापरली जाअून ती हळहळू बोथट तर होणार नाही? पॉकेट कॅल्क्युलेटर्समुळे शाळेतली मुले बेरीज-वजाबाक्या करू शकत नाहीत असे आजच दिसून आले आहे. आधुनिक कॅश रजिस्टरमुळे दुकानदार तोंडीच काय पण लेखीसुद्धा हिशोब करीत नाहीत. माझ्या मते भविष्यकाळाच्या दिशेने दाखवलेले हे धोक्याचे कंदील आहेत. दुसरा मुद्दा निर्माण होतो तो गणकयंत्रांच्या कार्यक्षमतेमुळे वाचवलेल्या वेळेचा. फावल्या वेळात काय करायचे, किंवा, गणकयंत्रांनी काम अंगावर घेतल्याने बेकार झालेल्या माणसांनी अुपजीविका कशी चालवायची हे प्रश्न अधिक प्रखरतेने पुढल्या २०–३० वर्षांच्या कालखंडात अुपस्थित होणार आहेत.

वैद्यकीय शोध — गेल्या ५० वर्षांत अनेक असाध्य समजल्या जाणाऱ्या रोगांवर मानवाने मात केली आहे. देवीसारख्या काही

रोगांचे तर पृथ्वीतलावरून संपूर्ण अुच्चाटन केल्याचा दावा नुकताच केला गेला आहे. बाळंतपणाच्या वेळी होणारे मृत्यू कमी झालेत आणि अेकंदर मानवाची आयुर्मर्यादा वाढली. शस्त्रक्रिया आणि त्यानंतरची शुश्रूषा ह्याबाबतीत अनेक विज्ञानसिद्ध साधनांनी सुकरता आणली आहे.

ह्या वैज्ञानिक देणग्या पुढील काळातही मिळत राहणार आहेत यात शंका नाही. परंतु त्यामुळे नवीनच पेचप्रसंग मानव समाजापुढे येतील.

आयुष्य किती वाढवायचे ?

वृद्धांची काळजी कशी घ्यायची ?

नवीन साधनांनी रोग्याला बिकट परिस्थितीतसुद्धा जिवंत ठेवता येते, त्याला असह्य त्रास होत असतानासुद्धा जिवंत ठेवलेच पाहिजे का ?

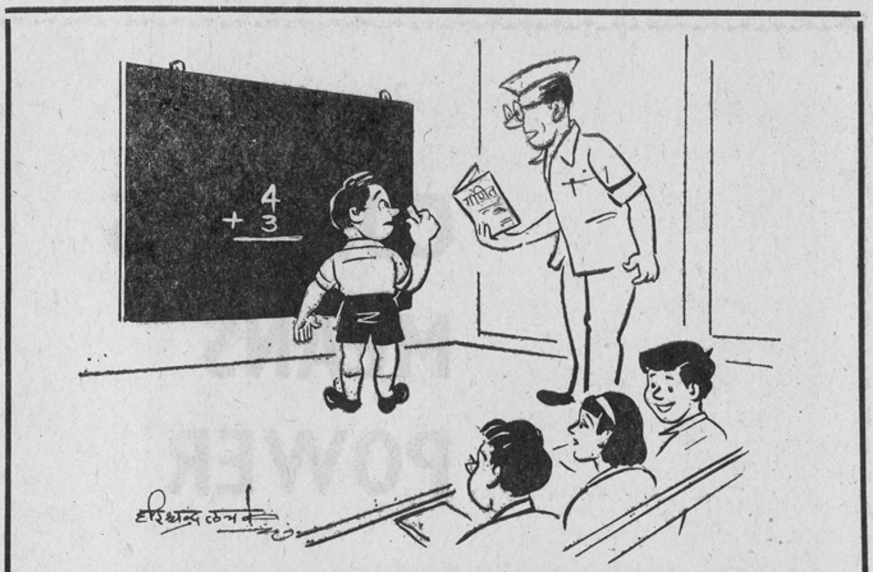
सर्वांत महत्त्वाचा प्रश्न म्हणजे, ह्या शोधांनी लोकसंख्या वाढण्याकडे प्रवृत्ती असते, तिला आळा कसा बसेल ?

अर्थात् लोकसंख्येला आळा बसवण्याचे काम स्वेच्छेने आणि समंजसपणे मानवाने केले पाहिजे आणि त्यासाठी वैद्यकीय शास्त्राची मदत अपेक्षित आहे. साधे गणित सांगते की, सरासरी दर कुटुंबात दोन मुले असली तर लोकसंख्या कमी होत जाते आणि तीन मुले असली तर वाढते. अर्थात् ज्या देशांना आजच वाढत्या लोकसंख्येचे भय जाणवत आहे त्यांनी दर कुटुंबी दोन मुलांची सरासरी ओलांडू नये. पण दुर्दैवाने लोकशिक्षणाचा अभाव, राजकारणाचा शिरकाव अशांसारख्या कारणांमुळे ह्या मोठ्या संकटाची जाणीव सामान्य माणसाला होत नाही. (चौकट पाहा).

अुद्याच्या मानवी गरजा

माणसाच्या प्राथमिक गरजा काय ? ह्याचे अुत्तर जरी 'रोटी, कपडा और मकान' असे असले तरी, प्रत्यक्षात तंत्रशास्त्रात प्रगत झालेल्या समाजात वावरणाऱ्या मानवाच्या गरजा बऱ्याच जास्त असतात. दैनंदिन जीवन-चर्येसाठी त्याला लागणाऱ्या सुखसोयी भरमसाठ वाढल्याने त्या पुरवण्याचे काम आपली बहुरत्ना वसुंधरा किती काळ करू शकेल हा प्रश्न महत्त्वाचा आहे.

प्रथम अन्नाबद्दल पाहू. पिकांसाठी योग्य जमिनीत वाढ करणे, वर्षाकाठी अनेक पिके



'पण गुरुजी, माझ्यापाशी पॉकेट कॅल्क्युलेटर आहे ना–'

त्याच जमिनीतून काढणे, दर पिकात अेकरामागे जास्तीत जास्त धान्य काढणे अित्यादी मार्गांनी अन्नोत्पादन वाढवण्याच्या कामात विज्ञान आणि तंत्रज्ञान मानवाला मदत करीत आहेत. परंतु लोकसंख्येच्या अमाप वाढीमुळे हे सर्व प्रयत्न अपुरेच पडणार. दूरच्या भविष्यकाळात अितर मार्गांचा अवलंब करावा लागेल. पावसावर कृत्रिम नियंत्रण घालून हवा तेव्हा पाहिजे तिथे पाऊस पाडून घेणे शक्य होईल. अर्थातच वर्षानियंत्रणाचा दुरुपयोग होण्याची शक्यता नाकारता येणार नाही. आणखी अेक मार्ग म्हणजे समुद्राच्या पोटातील वनस्पतींचा खाण्यासाठी अुपयोग करणे! तसेच सामिष आहार हा प्रथिने खाण्याचा अेक प्रकार. पण त्यासाठी पशूंचे संवर्धन करणे खर्चिक ठरते. त्याअैवजी कृत्रिम प्रथिनांपासून चवदार भोजन करणे भविष्यात शक्य होईल.

पृथ्वीतील खनिजे माणसाच्या अितर गरजा किती वेळ भागवू शकतील ? पेट्रोलची टंचाओी आत्ताच दिसू लागली आहे. अितर खनिजेसुद्धा भरमसाठ वापरली जात असल्याने ती संपतील की काय असा प्रश्न अुद्भवतो. त्यासंबंधात अेक महत्त्वाची बाब अशी की तंत्रज्ञानाच्या वाढत्या वापरामुळे खनिजे जास्त जास्त वापरली जाणार. त्यांचे वरचे थर संपले की खालच्या थरांवर असलेली खनिजे (अर्थात् असली तर !) काढण्यासाठी मानवाला अधिक प्रगत तंत्रज्ञान लागणार. हे तंत्रज्ञान त्याला गरज अुद्भवेपर्यंत मिळेल का ? जर मिळाले तर ठीक नाहीतर तंत्रज्ञानाला टंचाओीमुळे आपोआप आळा बसेल.

अूर्जेच्या बाबतीत हाच प्रश्न अुद्भवतो. अणुशक्तीचा शांततामय वापर अूर्जेची टंचाओी भासण्यापूर्वी माणसाला करता येओील का हा प्रश्न मी 'फ्यूजन रिॲक्टर'च्या संदर्भात अुपस्थित केला होता. आदिमानव अूर्जेचा वापर फक्त भोजनासाठी,अंग मेहनतीच्या रूपाने आणि (थंड प्रदेशात) आपल्याला गरम ठेवण्यासाठी करीत असे. हल्लीचा मानव अमेरिकेसारख्या अतिप्रगत देशात राहात असेल तर दर माणशी ह्यापेक्षा १०० पटीने सुद्धा अधिक अूर्जा वापरीत असेल. अर्थात् ही बाकीची अूर्जा त्याच्या सुखसोयींसाठी वापरली जाते किंवा निव्वळ अुधळपट्टीत खर्च होते. अुधळपट्टीला आळा घातला तरी जसे सर्व जग तंत्रप्रगत होत जाओील तसे दरडोअीस अूर्जेचे प्रमाण वाढत जाणार, सध्या याची जागतिक सरासरी आदिमानवाच्या दसपट आहे आणि ती झपाट्याने वाढणार.

अशा परिस्थितीत सौर अूर्जेचा मार्ग अनेकांना आकर्षक वाटतो. सूर्याची किरणे हुकमी पृथ्वीवर येतात आणि खगोल शास्त्रानुसार ती कोटयवधी वर्षे अशीच येत राहणार. सध्याच्या मानवी गरजेच्या १०,००० पटींनी सौर अूर्जा पृथ्वीला आयती मिळते. पण अजून मोठाली विजेची केंद्रे चालवण्याची सोय त्या अूर्जेपासून करता आली नाही. आपले अंतराळ-तंत्रज्ञान पुष्कळ प्रगत झाले तर अंतराळात विशाल वक्र आरसे ठेवून सूर्यप्रकाश केंद्रित करून अूर्जाकेंद्रे चालवणे शक्य होओील असे काही शास्त्रज्ञांनी भाकित केले आहे. मला वाटते पुढच्या शतकात सौर अूर्जेचा मोठा

(पान १८२ पहा)

(पान ८५ वरून)

प्रमाणात वापर करण्यात मानवाला यश मिळेल.

संशोधनाचे बदलते स्वरूप

दिवसेंदिवस वैज्ञानिक संशोधनाकरिता मानवाला जास्त किंमत मोजावी लागत आहे. (चौकट पाहा – 'मनूचा मासा') आजकालच्या दिवसांत अेखादे मोठे संशोधन फक्त अेका संस्थेच्या आवाक्याबाहेर गेले आहे. फार काय, बहुतेक देशात राष्ट्रीय पातळीवरील संशोधनाकरिता पैसा पुरवला जातो. आणि पुढे येणाऱ्या काळात अनेक राष्ट्रांनी अेकत्र येअून संशोधनाकरिता पैसा अुभा करण्याची अुदाहरणे वाढत जाणार. त्याचप्रमाणे, संशोधनाच्या अनेक प्रकारांत शास्त्रज्ञांच्या मोठ्या तुकड्या, त्यांना मदत करणाऱ्या तंत्रज्ञांचा संच आणि अितर मदतनिसांची वाढती संख्या लक्षात घेता विज्ञान हे फॅरडे, कॅव्हेंडिश अित्यादींच्या दिवसांपासून किती लांब गेले याची जाणीव होते. आणि ह्या अफाट पसरलेल्या विज्ञानशाळांतून निघणाऱ्या संशोधनाचे परिणाम, अिष्ट किंवा अनिष्ट, हे पण मोठ्या प्रमाणावर होण्याची शक्यता असते. केमिकल व बॉयालॉजिकल वॉरफेअर, जेनेटीक अिंजिनिअरिंग अित्यादींवरचे संशोधन ह्या सदरात बसते.

अशा परिस्थितीत वैज्ञानिक संशोधन कुठल्या दिशेने जात आहे याची चौकशी मानव समाजाने केली पाहिजे. जर राष्ट्र वैज्ञानिक संशोधनाला पैसा पुरवते, तर त्या राष्ट्रातील करदात्यांनी संशोधनाच्या बाबतीत अपेक्षा व्यक्त करायला नकोत का? दुर्दैवाने आपल्या देशात तरी संशोधक-शास्त्रज्ञ, राज्यकर्ते आणि सामान्य कर भरणारा नागरिक यांच्यात ह्या बाबतीत हवी तशी चर्चा होताना दिसत नाही. राज्यकर्त्यांकडे दूरदृष्टी ठेवून पुढल्या २५–५० वर्षांपर्यंतच्या भविष्याचा विचार करण्याची शक्ती दिसत नाही. फक्त तत्कालीन राजकीय फायद्याच्या दृष्टीने काही घोषणा करून ते मोकळे होतात. ह्या घोषणा अस्पष्ट स्वरूपाच्या असतात आणि वेळोवेळी बदलतात– त्यामुळे राष्ट्राच्या दीर्घकालीन वैज्ञानिक धोरणाबद्दल अनिश्चितता निर्माण होते. शास्त्रज्ञांकडे पाहिले त त्यांनीदेखील ह्याचा फारसा विचार केलेला दिसत नाही. आपले संशोधन सामान्य माणसाला किंवा राज्यकर्त्यांना कुठले कळणार, असा अेक प्रकारचा अहंभाव त्यांच्यात दिसून येतो. त्यामुळे विज्ञानाचे महत्त्व सामान्य माणूस आणि पैसे पुरवणारे राज्यकर्ते यांना न पटून शेवटी तिघांचेही नुकसान होते.

आणि 'सामान्य माणूस?' तो दैनंदिन जीवनात विज्ञानाने दिलेली आधुनिक साधने वापरीत असला तरी बहुतकरून युरोपमधल्या मध्ययुगातल्या माणसांच्या विचारसरणीचा आहे, असे खेदाने म्हणावे लागते. प्राचीन भारतातल्या आपल्या अुपनिषदकालीन पूर्वजांची विज्ञाननिष्ठा विसरून त्याने कर्मकांडाचा आसरा घेतलेला दिसतो. दृष्टी मागे आणि वाटचाल पुढे असा तो अडखळत जात आहे. अर्थात् त्याला विज्ञाननिष्ठ करायची जबाबदारी शास्त्रज्ञांची आणि अितर विज्ञाननिष्ठ सुशिक्षितांची आहे.

पाश्चात्त्य देशात हे कर्मकांड, अंधश्रद्धा वगैरे नाही असे नाही. पण आपण विज्ञानयुगात वावरत आहोत याची जाणीव तरी सामान्य माणसाला झालेली दिसते. दूरवरच्या योजना आखल्या जातात, शास्त्रज्ञ आणि राज्यकर्ते यांच्यात त्याबाबतीत संवाद चालू असतो, आणि भविष्यकाळाच्या दृष्टीने समंजसपणे वाटचाल केलेली दिसते. 'अिंपोर्टेड' म्हणजेच अुत्तम अशी भ्रामक समजूत असलेल्या आपल्या राष्ट्राने ही कार्यपद्धती तरी 'अिंपोर्ट' करावी.

□ □

● पुणे -टिळक रोड, पुणे ३०. ● मुंबई - २१८, गिरगांव रोड, केळेवाडी नाका, मुंबई-४. ● नांदेड-बंदासिंह मार्केट, नांदेड. ● अकोला-महात्मा गांधीरोड, अकोला. ● कोल्हापूर-जुन्या राजवाड्याजवळ, कोल्हापूर.