विज्ञानाची नवी क्षितिजे

जयंत नारळीकर

संस्कृतमध्ये सुभाषित आहे:-

प्रत्यहं प्रत्यवेक्षेत नरश्चरितमात्मनः ।

किं नु के पशुभिस्तुल्यं किं नु सत्पुरुषैरिति ॥

रोज माणसाने आपले आचरण तपासून पहावे, ते पशूप्रमाणे होते का सत्पुरुषाप्रमाणे.

जसे प्रत्येक व्यक्तीने आत्मपरीक्षण करत रहावे तसे समाजाने सुद्धा. अर्थात् सुभाषितात सांगितल्याप्रमाणे समाजाने रोज, प्रत्येक दिवशी आत्मपरीक्षण करावे असे नाही. त्यासाठी मोठा कालखंड निवडणे अधिक योग्य. दहा वर्षं, पंचवीस वर्षं... पन्नास वर्षं... असे हे कालखंड असू शकतात. त्यांत शतकाला विशेष महत्त्व आहे. 'जीवेत शरदः शतम्' ह्या आशीर्वादात एखाद्या व्यक्तीला शतायुषी होण्याची शुभेच्छा व्यक्त केली जाते. तसे समाजाने शंभर वर्षांच्या कालखंडाचा टप्पा निवडल्यास वावगे ठरू नये. अशा वेळी, विसावे शतक संपत असताना आणि एकविसावे शतक सुरू होताना भूतकालाबरोबर भविष्यकाळाकडे दृष्टीक्षेप टाकणे योग्य होईल. आज प्रकर्षाने जाणवतो तो विज्ञान आणि तंत्रज्ञान यांचा वाढता आवाका. मानवी जीवनाची दिशा त्यामुळे वेगाने बदलत आहे. आपण कुठे जात आहोत याचा थोडा अंदाज घेणे आवश्यक आहे.

भविष्यवेध

ह्या दृष्टिकोनातून मी आज एकविसाव्या शतकाकडे पाहणार आहे. अलीकडे अशा तऱ्हेचे भविष्यवेध पुष्कळदा घेतले जात आहेत. वेध घेणारे शास्त्रज्ञ किंवा तंत्रशास्त्रज्ञ असतातच, पण त्याशिवाय समाजशास्त्रज्ञ, लेखक, तत्त्ववेत्ते, समाजधुरीण, अनेकांनी हे प्रयत्न केले आहेत. अर्थात प्रत्येकाचा पाहण्याचा दृष्टिकोन वेगळा असतो, जी पार्श्वभूमी गृहीत धरून पुढचे आडाखे बांधले जातात, ती वेगळी असते, आडाखे बांधायची पद्धत वेगळी असते, त्यामुळे भविष्याचे जे चित्र चितारले जाते त्यांत सर्वत्र समानता नसते. आणि अर्थातच २०२० साली, की २०५० साली जगातली परिस्थिती अमुक अमुक असेल अशा तऱ्हेची विधाने खरी ठरतील असेही नाही.

आपण एकोणिसाव्या शतकाच्या शेवटच्या चार-पाच वर्षांत एखाद्या विद्वानाला विसाव्या शतकाबद्दल असेच भविष्यचित्र रंगवायला सांगितले असते तर त्याने अणुस्फोट, अंतराळ संशोधन, दळणवळणातील प्रगती, संगणकीय क्रांती, विमाने आदींचा कितपत अंदाज लावला असता ? आणि विज्ञान - तंत्रज्ञानाने आपल्या प्रगतीचा वेग पुष्कळच वाढवला असल्याने शंभर वर्षांपूर्वी सामाजिक चित्र ज्या वेगाने बदलत होते त्यापेक्षा आताचे चित्र अधिकच वेगाने बदलते आहे.

अशा स्थितीत भविष्याबद्दलचे आडाखे बांधणे म्हणजे मोठे धारिष्ट्य ठरते. तरीपण आजच्या स्थितीतून आपण पुढे कुठे जात आहोत याचा थोडा तरी अंदाज बांधता आला तर पुढचे व्यूहतंत्र आखणे सोपे जाते. म्हणून अशा तऱ्हेच्या भविष्यवाणीला अर्थ आहे, तिचा उपयोग आहे.

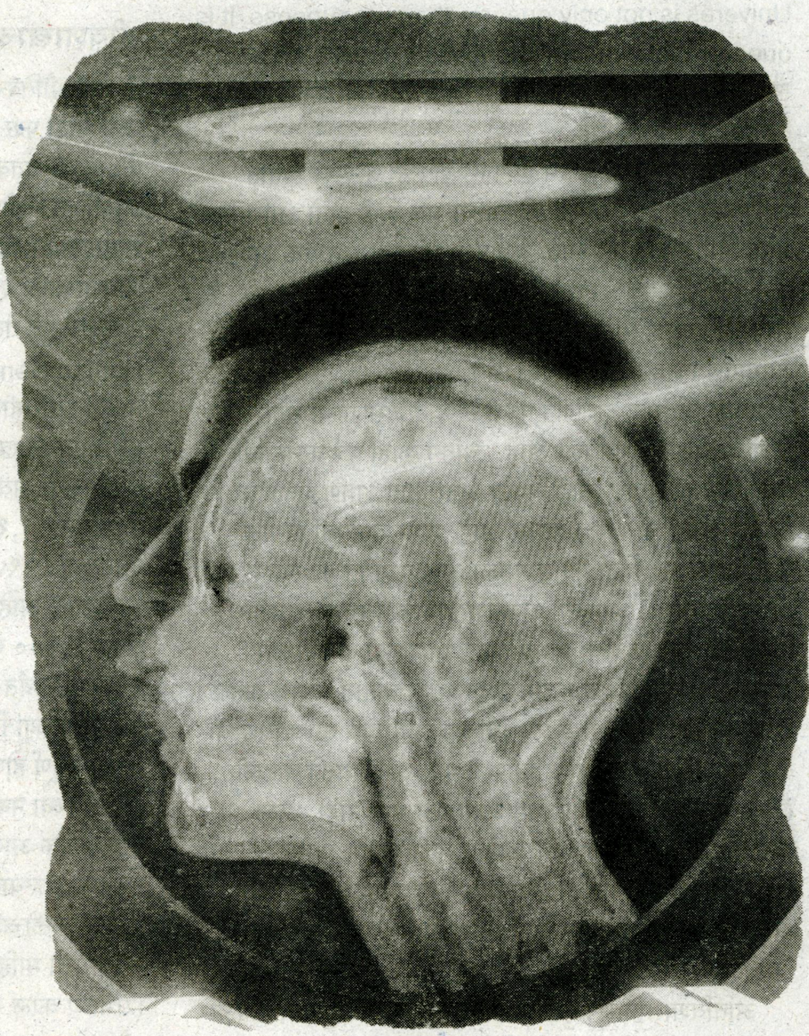
विज्ञान कथा की वास्तविकता ?

तीन दशकांपूर्वी मी कॅलटेकला भेट देत असताना तेथील बेकमन प्रेक्षागारात एक रोचक वादविवाद ऐकण्याचा योग आला होता. शास्त्रज्ञ फ्रेड हॉयेल आणि विज्ञान कथालेखन रे ब्रॅड्बरी यांच्यात चर्चा होती ह्या विषयावर: "The Message of Science Fiction: Prophetic or Profane?" विज्ञानकथांचा संदेश भविष्यदर्शी असतो का केवळ प्रस्थापित विचारांना अनादरयुक्त धक्के मारणारा असतो ? मी ह्या चर्चेत आत्ता जात नाही; पण त्याप्रसंगी रे ब्रॅड्बरी यांनी मांडलेला एक मुद्दा सांगतो.

ब्रॅड्बरी यांचा जन्म १९२०. ते म्हणाले की, त्यांच्या जन्मापासूनच्या काळात, म्हणजे त्यांच्या त्या वेळेच्या सुमारे ४५ वर्षांच्या आयुष्यात, विज्ञान आणि तंत्रज्ञानाने इतकी स्थित्यंतरे

विज्ञान तंत्रज्ञानाने आपल्या प्रगतीचा वेग पुष्कळच वाढवला असल्याने शंभर वर्षांपूर्वी सामाजिक चित्र ज्या वेगाने बदलत होते, त्यापेक्षा अधिक वेगाने आताचे चित्र बदलते आहे.

पुष्कळदा मानवी प्रयत्न एका टप्प्यापर्यंत यशस्वी होतात आणि मग ती आव्हाने संपली की, त्या प्रयत्नांचा जोर कमी होतो. अशी भ्रांती निर्माण होते की, आता सर्व प्रश्न सुटले. वास्तविक अधिक उच्च दर्जाचे, अधिक खोल प्रश्न माणसाला अजून दिसलेले नसतात, इतकेच.



घडवून आणली की त्यांत आणि विज्ञानकथांत दाखवलेल्या कल्पनारम्यतेत त्यांना काही फरक दिसत नाही. म्हणजे आजपासून पुढल्या तीन-चार दशकांत घडणाऱ्या स्थित्यंतराची माहिती आत्ता मिळाली आणि ती एखाद्या कथेत आज घातली तर ती एक उत्कृष्ट विज्ञानकथा ठरेल! थोडक्यात उद्याचे वास्तव म्हणजे आजची विज्ञान कथा.

भौतिक विज्ञान आटत चालले का ?

वैज्ञानिक संशोधन मानवी जिज्ञासेपायी पुढे सरकते. त्यातील मूलभूत संशोधनाचा भाग केवळ नैसर्गिक नियम शोधून काढण्यासाठी असतो, तर उपयोजित विज्ञान जीवनोपयोगी तंत्रज्ञान निर्माण करते. अलीकडे असा एक मतप्रवाह ऐकू येतो की भौतिक विज्ञान आता अशा स्थितीला पोचले आहे की, त्यांत नवीन उच्च-कल्पनांना जागा नाही. माझ्या मते हा एक फसवा मतप्रवाह आहे. एका ऐतिहासिक उदाहरणातून हे स्पष्ट होईल.

गेल्या शतकाच्या शेवटच्या भागात असाच मतप्रवाह होता. गुरुत्वाकर्षण कसे काम करते हे न्यूटनच्या नियमाने विशद केले होते, विद्युत्चुंबकीय शास्त्राचे सखोल विवेचन मॅक्स्वेलच्या समीकरणांतून होत होते व उष्णता आणि उष्मागतिकी (थर्मोडायनॅमिक्स) चा विषय खूप प्रगत अवस्थेत होता. अशा स्थितीत भौतिक शास्त्रातल्या बहुतेक मूलगामी रहस्यांची उकल झाली असे अनेक अनुभवी शास्त्रज्ञांना वाटत होते. असे असूनही विसावे शतक उजाडता उजाडता दोन क्रांतिकारी नियमांचा शोध लागला. क्वांटम थियरी आणि रिलेटीविटी थियरी – पुंजवाद आणि सापेक्षतावाद – ह्या दोघांनी भौतिक शास्त्राचे रूपच पार बदलून टाकले.

जे. बी. एस. हाल्डेन यांनी एक इषारा दिला आहे. The Univeres is not only queerer than we suppose, it is queerer than we can suppose. विश्व आपण तर्क करतो त्यापेक्षा तर विचित्र आहेच, ते आपण जेवढा तर्क करू शकतो त्याहीपेक्षा विचित्र आहे.

पुष्कळदा मानवी प्रयत्न एका टप्प्यापर्यंत यशस्वी होतात आणि मग आव्हाने संपली की त्यांचा जोर कमी होतो आणि अशी भ्रांती निर्माण होते की आता सर्व प्रश्न सुटले. वास्तविक अधिक उच्च दर्जाचे, अधिक खोल प्रश्न अजून दिसलेले नसतात, इतकेच! एखादा मोठा डोंगर चढताना एक शिखर गाठल्यावरच त्यामागचे त्याहून उंच शिखर दिसते.

हबल अंतराळ दुर्बिणीने पृथ्वीवरून न दिसणाऱ्या सुदूर विश्वाची चुणूक दाखविली आहे. त्यातून काही पूर्व कल्पनांना धक्का पोचतो. पुढील काही वर्षांत अंतराळात आणि भूतलावर विविध दुर्बिणींची खैरात होणार आहे. शंभर वर्षांपूर्वी खगोल वैज्ञानिकांत वाद होता की सूर्यमाला आकाशगंगेत केंद्रस्थानी आहे की नाही. तसेच, आपल्या आकाशगंगेबाहेर विश्वाचे अस्तित्व दिसते का हाही वादाचा विषय होता. आजच्या दुर्बिणी त्या काळातल्या दुर्बिणींच्या हजारपट दूर पाहू शकतात. तसेच केवळ दृश्य प्रकाशच नव्हे, तर इतर लांबीच्या लहरी पण आज विश्वाचे वेध घेत आहेत. पण केवळ आपली पाहण्याची शक्ती वाढली म्हणून सर्व काही समजले आहे अशातला भाग नाही. उलट त्यांतून नवे प्रश्न निर्माण होत आहेत. मला वाटते, पुढील शतकातील निरीक्षणातून विश्वाच्या रचनेचे अधिक स्पष्ट दर्शन होईल आणि सध्याच्या माहितीवरून तयार केलेली विश्वाची 'मॉडेल्स' टाकाऊ ठरतील.

अतिविशालापासून दुसऱ्या टोकाकडे - अतिसूक्ष्माकडे गेलो तर सध्या एक अडथळा समोर येतो. सूक्ष्मातिसूक्ष्माचा अभ्यास करायचा सर्वमान्य प्रायोगिक मार्ग म्हणजे अतिऊर्जित कणांना एकमेकांवर आपटवून पहायचे. अशा टकरीतून त्यांच्या रचनेचे रहस्य बाहेर पडेल. पण अडचणं अशी की, प्रस्थापित सिद्धांताला तपासून पहायला जितकी ऊर्जा अशा सूक्ष्म कणांना पुरवावी लागेल त्याच्या सहस्राब्जांशाने देखील ऊर्जा सध्याचे तंत्रज्ञान पुरवू शकत नाही. मग सूक्ष्मकणांबाबतीत सिद्धांताने केलेली भाकिते तपासून पहायची नाहीत? "Proof of the pudding lies in the eating." ह्या तत्त्वाप्रमाणे प्रायोगिक तपासणीशिवाय वैज्ञानिक सिद्धांताला प्रतिष्ठा लाभत नाही. ही सध्याची दरी बुजवणे हे पुढील शतकातील एक मोठे प्रायोगिक आव्हान ठरेल.

भौतिक शास्त्रात अतिविशाल आणि अतिसूक्ष्म दोन्ही टोकांना भरपूर खाद्य पुरविणारी आजची आव्हाने जर पुढील शतकात सुटली, जर त्यांवर तोडगे मिळाले, तर त्याचा अर्थ भौतिक शास्त्र संपले असा होत नाही. कारण त्या स्थितीत अधिक प्रगल्भता लाभल्यामुळे आपल्याला त्यापुढचे प्रश्न दिसू लागतील... जे प्रश्न म्हणून देखील समजायची पात्रता आज आपल्यात नाही.

जीवशास्त्राचा विकास

मी भौतिक शास्त्रावर प्रथम बोललो कारण त्या विषयाची मला थोडी फार माहिती आहे. पण सामान्यपणे असे म्हटले जाते की, पुढचे शतक हे जीवशास्त्रावरील मूलभूत संशोधनासाठी तसेच उपयोजित संशोधनाकरितासुद्धा प्रसिद्ध ठरेल. विसाव्या शतकाच्या मध्यावर DNA च्या रचनेचा शोध लागला आणि जीवशास्त्राला एक वेगळाच संवेग लाभला. आज ते संशोधन पुष्कळच पुढे गेले आहे आणि त्याचा एक दाखला म्हणजे Human Genome Project. ह्या प्रकल्पाचा मुख्य उद्देश आहे मानवी शरीरातील २३ गुणसूत्रांत (Chromosomes) लपलेल्या सुमारे एक लाख जीनचा 'नकाशा' तयार करणे. शरीराच्या वेगवेगळ्या अवयवांत विभिन्न संख्येने जीन आहेत. उदाहरणार्थ मेंदूत सुमारे ३,१९५ तर हृदयात १,१९५ आणि छोट्या आंतड्यांत २९७. ह्या मार्गाने जीनमधले DNA चे अनुक्रम मापणे चालू झाले आहे आणि त्यांत वेगाने प्रगती होत आहे. १९९४ साली ४,७०० जीन शोधले गेले तर १९९६ मध्ये हा आकडा १६,३५४ पर्यंत पोचला. एकंदर प्रकल्प बहुतांशी यंदाच उरकला असून त्याच्या नियोजीत वर्षाच्या २००५ सालच्या दोन-तीन वर्षे आधीच पूर्ण होण्याची लक्षणे दिसत आहेत.

जीनच्या नकाशातून अनेक गोष्टींचा उलगडा अपेक्षित आहे. आनुवंशिक आजारांची जीन - पार्श्वरेषा (Genetic Profile) उपलब्ध झाल्यावर त्या आजारांवर पुष्कळ माहिती मिळेल. प्रत्येक व्यक्तीच्या 'जीन-कार्ड' वर त्याच्या संभाव्य आनुवंशिक आजारांची माहिती उपलब्ध होऊ शकेल. फार काय पुढे-मागे (संभाव्य काल २०२०-२०३० दरम्यान) प्रत्येक व्यक्तीला औषधाच्या दुकानातून त्याचे स्वतःचे DNA चे अनुक्रम एका CD (किंवा तत्सम रेकॉर्ड) वर मिळू शकतील. ही रेकॉर्ड म्हणजे त्या व्यक्तीची रचना – पुस्तिका (Construction manual) समजावी!

रोगांचे निदान करण्यास, ते होण्याची शक्यता टाळण्यात आणि इलाजांसाठी नवनवे तंत्रज्ञान उभारण्यास ह्या माहितीचा पुष्कळच उपयोग होईल. कॅन्सरसारखे दुर्धर रोग आटोक्यात आणण्यात ह्या प्रगतीचा निश्चितच फायदा होईल. आणि हे सर्व साधारणपणे २०२० सालापासून शक्य व्हावे.

नव्या शोधांचा मारा

आल्विन टॉफ्लरच्या The Future Shock पुस्तकाने वैज्ञानिक आणि तंत्रशास्त्रीय प्रगती किती झपाट्याने होत आहे याची एका आगळ्यावेगळ्या रूपात जाणीव करून दिली. गेल्या ५०००० वर्षांचा ज्ञात मानवी इतिहास टॉफ्लरने ८०० मानवी आयुष्यांत विभागला- म्हणजे सरासरी मानवी आयुष्य ६२.५

नवनवे तंत्रज्ञान अनेक मार्गांनी आपल्या जीवनात घुसू पहाते आहे. काही उदाहरणे पहा –

- पुढच्या वीस-पंचवीस वर्षांत एका डेस्कवर मावणाऱ्या संगणकाची शक्ती आजच्या सिलिकॉन व्हॅलीतल्या सर्व संगणकांपेक्षा सरस असेल.
- वायरलेस तंत्रज्ञान कमी बोजड आणि अधिक कार्यक्षम स्वरूपात वापरात येईल. भविष्यातील घरात आणि ऑफिसमध्ये टॅब-पॅड-बोर्ड पद्धतीचा वापर दिसेल.
- इलेक्ट्रॉनिक्सच्या युगातून आपण फोटॉनिक्सच्या युगात प्रवेश करतो आहोत. माहितीच्या आदान-प्रदानात इलेक्ट्रॉनऐवजी फोटॉनचा वापर सुकर ठरेल. माहितीची शक्ती वाढविण्यासाठी ऑप्टिकल ॲम्प्लिफायर अधिक सक्षम ठरेल. एकूण माहितीचा ट्रॅफिक वाढत जाणार आणि त्यासाठी उपयुक्त असे नवे महामार्ग शोधले जाणार. येत्या पाच-दहा वर्षांत मॅगलेव्ह गाड्या ताशी चारशे-पाचशे कि.मी. वेगाने धावतील आणि अतिजलद गाड्यांसाठी निर्माण केलेल्या बोगद्यांत गाड्यांचा वेग ताशी दोन हजार कि. मी. असू शकेल.
  अधिक दूरच्या भविष्यात चालकाची मन:स्थिती किंवा थकवा जाणून मोटारगाड्या चालतील. इच्छित स्थळी हवामान, रस्ता, ट्रॅफिक यांची पूर्ण दखल घेऊन त्या पोहचू शकतील.
- शाळा, कॉन्फरन्सेस्, ऑफिसेस् इत्यादी सर्व घरात बसूनच करणे नव्या माध्यमांनी शक्य करून दाखवले तर प्रवास अधिक करून पर्यटकांसाठीच राहील.
- सौर ऊर्जा अधिकाधिक प्रमाणात मिळवण्याचे आणि वापरण्याचे प्रयत्न चालू राहतील. न्यूक्लिअर फ्यूजनवर ऊर्जा निर्माण करणारी जनित्रेही येत्या पन्नास वर्षांत अस्तित्वात येतील.
- अन्य ग्रहावरच्या जीवसृष्टीचा वेध घेण्याचे सध्याचे प्रयत्न यशस्वी झाले तर तो मानवी इतिहासातील सर्वांत महत्त्वाचा

वर्षांचे त्यात गृहीत धरले. आणि ह्या कालमापनाचा उपयोग करून त्याने तंत्रज्ञानाच्या वाढत्या वेगाचे असे वर्णन केले.

८०० पैकी पहिली ६५० आयुष्ये मानवाने प्राथमिक अवस्थेत गुहेत घालवली. लेखनकलेचा वापर त्याने गेल्या ७० आयुष्यांत केला आणि त्यात मुद्रण तंत्रज्ञानाचा वापर शेवटच्या ६ आयुष्यांत होता. सूक्ष्मकालमापन (तास- मिनिट- सेंकद) करणारी घड्याळे गेल्या ४ आयुष्यांत, तर इलेक्ट्रिक मोटरचा व्यावहारिक वापर केवळ २ आयुष्यांतला... असा हा इतिहास पाहिला की टॉफ्लरचे एक विधानही पटते की, आजकाल दैनंदिन जीवनात वापरल्या जाणाऱ्या बहुतेक गोष्टी मानवाने शेवटच्या- ८०० व्या आयुष्यातच पैदा केल्या.

अशा भूतकालातून भविष्याकडे पाहताना साहजिकच विचार मनात येतो की, काय हा वेग पुढे असाच वाढत जाणार ? अलीकडच्या सर्वेक्षणातून ह्या प्रश्नाचे होकारार्थी उत्तर मिळते. कारण नवनवे तंत्रज्ञान अनेक मार्गांनी आपल्या जीवनात घुसू पहात आहे. काही उदाहरणे पहा.

१) सर्वांत लक्षणीय वाढ झाली संगणक क्षेत्रात. मूरच्या नियमाने ह्या वाढीचे यथार्थ बर्णन केले आहे. 'संगणकाची गणनक्षमता अठरा महिन्यात दुप्पट होते.' १९५० पासून आजपर्यंत ही क्षमता दहा अब्ज पटीने वाढली आहे. याचे कारण ठोस पदार्थांच्या भौतिक शास्त्रातली लक्षणीय वाढ. लहानात लहान पृष्ठभागावर संगणकीय आदेश इकडून तिकडे नेऊ शकणारे मार्ग चितारणे ही कला विलक्षण झपाट्याने प्रगती करत आहे. त्याचबरोबर अशा मायक्रोप्रॉसेसर्सच्या किमती झपाट्याने कमी होत आहेत. २००५ सालापर्यंत ही किंमत ४-७ सेंटपर्यंत तर २०१० पर्यंत ती १-२ सेंटपर्यंत कमी होईल असे भाकीत केले जाते. छोटे - वेगवान - स्वस्त अशा मार्गाने हा प्रवास चालू असल्याने असे भविष्य वर्तवले जाते की, पुढील २०-२५ वर्षांत एका डेस्कवर मावणाऱ्या संगणकाची शक्ती आजच्या सिलीकन व्हॅलीतल्या सर्व संगणकांपेक्षा सरस असेल!

२) एकेकाळी 'वायरलेस' चा अर्थ रेडिओ असा केला जाई कारण रेडिओ सेट मध्ये कार्यक्रम पोचवण्याचे काम रेडिओ लहरी कुठल्याही तारेचे माध्यम न वापरता करतात. आज वायरलेस टेक्नॉलजी सेल्युलर फोनच्या रूपात पसरायला लागली आहे. जसजशी चिप लहान होत चालली तसतशी 'डिजिटल चिप्स'चा उपयोग करणारी ही यंत्रणा, अधिक कार्यक्षम आणि कमी बोजड होत चालली आहे. सेल्युलर फोन रिस्टवॉचसारखे मनगटावर बांधण्याचा काळ फार लांब नाही. भविष्यातील घरात आणि ऑफिसमध्ये टॅब - पॅड - बोर्ड पद्धतीचा वापर दिसेल. टॅब म्हणजे व्यक्तीने आपल्या खिशावर लावायचा बॅजच! पण त्यामार्गे त्याचा इतरांशी संपर्क राहतो. कारण टॅब म्हणजे फोनचाच प्रकार. पॅड हा लिहायच्या कागदासारखा पण त्यांत संगणकीय क्षमता असते. तर

बोर्ड हा भिंतीवर लावायचा पण त्याचा उपयोग लिहिण्याशिवाय टी. व्ही. स्क्रीन सारखापण. त्याचा वापर निरीक्षण, टेलीकॉन्फरन्सिंग आदींसाठी होईल.

३) इलेक्ट्रॉनिक्सच्या युगातून आपण फोटॉनिक्सच्या युगात प्रवेश करायला सुरूवात केली आहे. जसजसा माहितीच्या आदान-प्रदानाचा वेग वाढत जाईल तसतशी इलेक्ट्रॉनच्या माध्यमातून ती माहिती पाठविणे अवघड होत जाईल. साधारणपणे सेकंदाला ५० गिगाबिट्सहून जास्त वेगासाठी इलेक्ट्रॉनऐवजी फोटॉनचा वापर सुकर ठरणार आहे. फायबर ऑप्टिक्समध्ये तसे शक्य होते. बारक्या फायबर मधून हे प्रकाशकण सुलभतेने प्रवास करतात. त्यामुळे पूर्ण - प्रकाशावलंबी नेटवर्क हळूहळू अस्तित्वात येणार. ऑप्टिकल ॲम्प्लिफायर तयार करण्यात अनेक संशोधक गुंतले आहेत. साध्या ॲम्प्लिफायरमध्ये, प्रकाशाचा इलेक्ट्रॉन माध्यमावर प्रभाव टाकून, मूळ सिग्नलची शक्ती वाढवली जाते; त्याऐवजी इथे संपूर्ण प्रकाशाच्या माध्यमांचाच वापर होतो. ५० गिगाबिटस् प्रति सेकंदाहून जास्त वेगाने येणाऱ्या माहितीची शक्ती वाढवून देण्यासाठी ऑप्टिकल ॲम्प्लिफायर जास्त सक्षम ठरणार. इंटरनेटसारख्या यंत्रणेला भविष्यकाळात प्रकाशाच्या एका वेव्हलेंग्थवर लेसरची स्पंदने - सेकंदाला सहस्र अब्ज इतकी - नेण्याच्या किमयेचा फायदा होणार. एकूण 'माहिती' चा ट्रॅफिक वाढत जाणार. त्यासाठी उपयुक्त असे महामार्ग खोलण्याकडे आजच्या भविष्यवेधी तंत्रज्ञानाची वाटचाल आहे.

४) विसाव्या शतकात मोटर कार, वेगवान आगगाड्या आणि विमाने यांनी परिवहनाच्या क्षेत्रात क्रांती घडवून आणली. कंप्यूटर नियंत्रणाचा प्रभाव तीनही क्षेत्रांत आहेच, पण वेळेच्या बचतीचे उद्दिष्ट गाठले जात आहे. भारतात अजूनही ताशी ५५ कि. मी (म्हणजे ३५ मैल) वेगापलीकडे सरासरी वेग ठेवणाऱ्या ट्रेन्सवर 'सुपर फास्ट' विशेषण लावून अधिभार आकारण्यात येतो ही गोष्ट वेगळी! पण जपान आणि फ्रान्स मधल्या वेगवान आगगाड्या ताशी २७० ते ३०० कि. मी. वेग गाठू शकतात आणि 'मॅगलेव्ह' गाड्या (चुंबकीय क्षेत्र वापरून तरंगत जाणाऱ्या गाड्या) लवकरच - पुढल्या ५ - १० वर्षांत ताशी ४०० - ५०० कि. मी. वेग गाठू शकतील. अमेरिकेत मोटरकार आणि विमान यांच्या स्पर्धेमुळे आगगाड्यांचा व्हावा तितका विकास झाला नाही. हवेतले धक्के बसू नयेत म्हणून अशा अतिजलद गाड्यांसाठी खास बोगदे बांधावे लागतील. अशा बोगद्यांत वेगमर्यादा ताशी २००० कि. मी. पर्यंत वाढवता येईल. अशा स्थितीत मोठी व्याप्ती असलेल्या विस्तीर्ण देशांत (त्यांत अमेरिका येतेच) आगगाड्यांना पुन्हा भाव चढेल. फार काय महासागरांखालून देखील अशा गाड्या धावू शकतील.

मोटरगाड्या अधिकाधिक 'यूजर फ्रेंडली', फार काय चालकाशी जुळवून घेणाऱ्या होतील. चालकाची मन:स्थिती, थकवा जाणून चालण्याची प्रवृत्ती त्यांच्यात आणली जाईल. अधिक दूरच्या भविष्यात स्वयंचलित गाड्या इच्छित स्थळी, ट्रॅफिक, रस्ता, हवामान इत्यादींची पूर्ण दखल घेऊन पोहचू शकतील! आणि प्रदूषण कमी करण्यासाठी इंजिनात सुधारणा सतत चालू राहीलच.

सुपरसॉनिक विमाने तंत्रज्ञानाला शक्य असली तरी फारशी लोकप्रिय झाली नाहीत, कारण त्यापासून सॉनिक बूम सारखा आसमंताला होणारा उपसर्ग! खूप उंचीवरून ध्वनीच्या तिप्पट चौपट वेगाने जाणारी विमाने तंत्रज्ञानाला साधली तरी ह्या समस्येवर उपाय निघणे जरुरी आहे. पण सबसॉनिक जेट्स ८०० प्रवाशांना घेऊन जाणारी, निकट भविष्यात वापरात येऊ शकतील.

५) एक मतप्रवाह असाही आहे की, इकडून तिकडे जाण्याची धावपळ कशाला? फार काय, घरबसल्या सर्व कामे करता आली तर रोजची ऑफिसला जाण्याची यातायात टळेल. घरबसल्या शाळा, घरबसल्या कॉन्फरन्सेस हे सर्व संगणक - अधिक - दूरसंचार माध्यमांनी शक्य करून दाखवले तर ऊर्जेची आणि वेळेची पुष्कळ बचत होईल. ही परिस्थिती २०२० साल पर्यंत यायला हरकत नाही. अशा स्थितीत आवागमन हे जास्त करून पर्यटनासाठीच राहील.

६) कुठल्याही तंत्रविकसित समाजाची ऊर्जेची भूक वाढत जाते. जरी उत्खनन करून सागर आणि भूमीतून तेलाचे साठे जास्त कार्यक्षमपणे बाहेर काढले जातील, तरी शहाणपणाचा मार्ग काही पर्यायी ऊर्जेचा स्रोत शोधत राहण्याचा आहे. सौर ऊर्जा ज्या प्रमाणात पृथ्वीकडे येते ती आपल्या एकूण गरजेच्या १५,००० पट आहे. पण ती उपयोगात कशी आणायची? अंतराळात प्रचंड आरसे उभारून सूर्यप्रकाश फोकस करून त्यातील ऊर्जा पृथ्वीतलावर सूक्ष्मतरंगांच्या माध्यमातून पाठवणे हा एक पर्याय, तर सोलर सेल्स अधिक कार्यक्षम करणे हा दुसरा! दोन्ही मार्गांनी - किंवा आणखी काही नवा मार्ग सापडला तर त्यातून - सौर ऊर्जा अधिकाधिक प्रमाणात मिळविण्याचे प्रयत्न चालू राहतील. २०२५ साली ऊर्जेची गरज, वीजनिर्मितीच्या रूपात, २६५ टक्क्यांनी वाढली असेल आणि सौर ऊर्जा त्याच्या ६० टक्के पर्यंत गरज भागवू शकेल असा अंदाज आहे.

७) ऊर्जेसाठी न्यूक्लिअर फ्यूजन हा दुसरा भविष्यवेधी मार्ग. पाण्यातला हायड्रोजन, किंवा अधिक सुकर म्हणजे हेवीवॉटर मधला हेवी हायड्रोजन (ड्युटीरियम) इंधन म्हणून वापरून त्यापासून हीलियम निर्माण केला की ऊर्जा मिळते. प्रत्यक्ष सूर्यच त्याचे प्रात्यक्षिक आहे. असे असताना हा उपाय अजून का अमलात येत नाही? कारण तांत्रिक बाबी - मुख्यत्वेकरून प्रचंड दाबात, प्रचंड तापमानात, प्लाज्मा रूपात हे इंधन स्थिर धरून ठेवणे ही अति अवघड बाब आहे. त्यासाठी लेजर फ्यूजन,

- भौतिक शास्त्रात अतिविशाल आणि अतिसूक्ष्म अशा दोन्ही टोकांना भरपूर खाद्य पुरवणारी आजची आव्हाने जर पुढील शतकात सुटली, जर त्यांच्यावर तोडगे मिळाले, तर त्याचा अर्थ भौतिक शास्त्र संपले असा होत नाही. कारण त्या स्थितीत अधिक प्रगल्भता आल्यामुळे आपल्याला त्यापुढचे नवे प्रश्न दिसू लागतील. ते प्रश्न म्हणून समजून घेण्याची पात्रताही आज आपल्यात नाही.
- तिसरे जागतिक युद्ध झाले आणि त्यात अण्वस्त्रे वापरली गेली तर संपूर्ण प्राणिजगतच खलास होईल.
- अणुउर्जेने मागे सोडलेल्या कचऱ्याचे सर्व धोके माहीत होणे आणि त्यावरचे उपाय सापडणे आवश्यक आहे.
- यंत्रांवर अवलंबून राहणाऱ्या माणसाला रिकामा वेळ अनेक अपप्रवृत्तींकडे वळवतो आहे. त्याचा तडाखा विकसित देशांना बसतो आहे.
- संगणकाचे वर्चस्व मानवी बुद्धीला निरुपयोगी ठरवणारे झाले तर नवल नाही.

जीवन जगण्याचे समाधान हे कार, कम्प्युटर, एअर कंडिशनरने मोजता येत नाही. ते मन:शांतीतून, व्यक्ती-व्यक्तीतील जिव्हाळ्यातून जाणवते. भारतीय समाजात परंपरागत चालत आलेली जीवनमूल्ये हा GDP(ग्रॉस डोमेस्टिक प्रॉडक्ट) मध्ये मोजता न येण्याजोगा अमोल ठेवा आहे. विकासाकडे जाताना ही जीवनमूल्ये हरवू नयेत अशी दक्षता घ्यावी लागेल.

टोकामाक आदी पद्धतींवर संशोधन चालू आहे. सध्याच्या अंदाजाप्रमाणे फ्यूजनवर ऊर्जा पैदा करणारी ज़नित्रे २०५० पर्यंत अस्तित्वात येतील.

ही झाली काही ठळक आणि निवडक उदाहरणे. ह्याशिवाय आणखी पुष्कळ क्षेत्रे निवडता येतील. पण ह्या भविष्यवेधी स्वप्नात मला एक भर घालावीशी वाटते. ह्या दशकात खगोल निरीक्षणांनी काही ताऱ्यांभोवती ग्रह असल्याचा शोध लावला आहे. अंतराळात प्रचंड वायुमेघांत कार्बनिक रेणू सापडत आहेत. तेव्हा एखाद्या ग्रहावर आपल्याहून विकसित जीवसृष्टी असेल का ? आपले रेडिओ तंत्रज्ञान एकविसाव्या शतकात इतके प्रगत झाले असले की १५-२० प्रकाशवर्षं अंतरापर्यंतच्या ताऱ्यांभोवती अशा जीवसृष्टीचा शोध लावू शकेल. विश्वात आपण एकटे आहोत का ? ह्या प्रश्नाचे नकारात्मक उत्तर मिळाले, आपण विश्वात एकटे नाही असे सिद्ध झाले, तर तो मानव संस्कृतीच्या लाखव्या इतिहासातला सर्वांत महत्त्वाचा शोध ठरेल.

समाजात प्रगल्भता हवी

विज्ञान आणि तंत्रज्ञानाच्या वाढत्या आवाक्यामुळे काय काय शक्य होईल हे आपण पाहिले. रे ब्रॅड्बरी यांनी म्हटल्याप्रमाणेच आजच्या लहान मुलाला आपल्या जीवन काळात ही स्वप्ने साकार झालेली पाहायला मिळतील - जी स्वप्ने आज आपल्याला विज्ञान रंजक कथांचे विषय वाटतात. पण ह्या नाण्याची दुसरी बाजू पण आहे. विज्ञान-तंत्रज्ञानाचे प्रभावी आयुध विधायक रूपात वापरण्याची प्रगल्भता जर समाजात नसेल तर हे आयुध रचयित्याला किंवा वापरणाऱ्याला हानिकारक ठरेल. ह्या प्रकट सत्याची काही चिन्हे आज दिसत आहेत. नमुन्यादाखल काही उदाहरणे पहा. त्यावरून आपल्याला निश्चित कळेल की विज्ञान - तंत्रज्ञान ह्या साधनांचा उपयोग करण्यासाठी मानवाला वैचारिक प्रगल्भतेची फार मोठी गरज आहे.

१) १९४५ साली पहिला अणुबॉम्ब वापरला तेव्हा प्रकल्पाचे प्रमुख ओपेनहायमर यांना भगवद्गीतेतल्या श्लोकाची आठवण झाली:

दिवि सूर्यसहस्रस्य भवेद्युगपदुत्थिता।
यदि भा सादृशी सास्याद्भासस्तस्य महात्मन: ॥

सहस्र सूर्यांच्या तेजाची उपमा सार्थ करणारा हा शक्तिस्रोत आता शेकडो काय सहस्रपटीने वाढून आता संपूर्ण मानव संस्कृतीला संपवून टाकू शकेल. संहारक शस्त्रे आणि ती दूरवर पाठवू शकणारी अस्त्रे विविध राष्ट्रांच्या शस्त्रागारात आहेत. विसाव्या शतकाने दोन जागतिक युद्धांत अपरिमित मनुष्यहानी पाहिली. पण तिसरे जागतिक युद्ध झाले आणि त्यांत अण्वस्त्रे वापरली गेली तर संपूर्ण प्राणीजगतच खलास होईल. दुर्दैवाने शीतयुद्ध संपल्यावरही अजून ह्या साठ्यात कपात होण्याची चिन्हे दिसत नाहीत.

२) अणु ऊर्जेसाठी वापरलेले इंधन - मग ती ऊर्जा घातक कार्यासाठी असो वा विधायक कार्यासाठी - मागे जो कचरा सोडून जाते तोही डोकेदुखीचा स्रोत आहे. निव्वळ डोकेदुखीचाच नव्हे, तर कॅन्सरसारखे दुर्धर रोग या किरणोत्सर्गी कचऱ्यातून उद्भवू शकतात. एकंदरच हे तंत्रज्ञान जेमतेम पाच दशकांचे असल्याने दीर्घकालातून उद्भवणारे धोके आपल्याला कितपत माहीत झाले आहेत आणि आटोक्यात आणले आहेत हे सांगणे कठीण आहे.

३) यंत्रांवर, संगणकांवर, स्वयंचलित साधनांवर अवलंबून

राहण्याने जीवन सुटसुटीत, आरामशीर होत चालले असले तरी पूर्वी अंगमेहनतीत जाणारा वेळ आता कसा घालवायचा यावर चिंता करायची वेळ आली आहे. अशा प्रश्नांतून मानसिक रोग, मादक द्रव्यांचे सेवन, गुन्हेगारी प्रवृत्ती अशांना उत्तेजन मिळते. विकसित देशांना ह्यांचा तडाखा बसू लागला आहे. An idle man's mind is a devil's workshop ह्या उक्तीचा प्रत्यय आपल्याला प्रकर्षाने येतो आहे.

४) एकविसाव्या शतकातील दैनंदिन जीवनात नियंत्रण, निर्णय, कृती इत्यादीची जबाबदारी माणसाकडून संगणकाकडे अधिकाधिक प्रमाणात जात राहणार. त्याचा परिणाम मानवाच्या चौकटीवर निश्चितच होणार आणि तो बदल कल्याणकारी असणार नाही. स्वत:ला बुद्धिजीवी म्हणवणाऱ्या मानवाला आपण निरुपयोगी होत चाललो असे वाटून अवमानाचा धक्का बसल्यास नवल नाही.

भारताचे भवितव्य

India 2020 - A Vision for the New Millennium ह्या पुस्तकात ए. पी. जे. अब्दुल कलाम आणि वाय. एस. राजन यांनी भारताच्या पुढील दोन दशकांचा भविष्यवेध घेतला आहे. हे पुस्तक एका दहा वर्षांच्या मुलीला अर्पण केले आहे जिने डॉक्टर कलाम यांच्या भाषणानंतर त्यांची स्वाक्षरी मागितली होती. "तुझी काय महत्त्वाकांक्षा आहे?" असे डॉ. कलाम यांनी विचारले तेव्हा तिचे उत्तर होते, "मला विकसित भारतात रहायचे आहे." ह्या पुस्तकाची सुरुवातच 'भारत एक विकसित देश बनू शकेल काय?' ह्या प्रकरणाने होते.

ज्या देशांचा GDP (पूर्ण देशान्तर्गत उत्पादन: Gross Domestic Product) १०० अब्ज डॉलरवर आहे अशा देशांना जर 'मोठे देश' मानले तर त्यांत भारताचा समावेश १९८० पासून झाला. त्या वेळी यांतील १९ देशांच्या सुमारे ८१६८ अब्ज डॉलर एकूण उत्पादनाच्या केवळ १.७४ टक्के भाग भारताचा होता. १९९६ मध्ये ह्या देशांत भारत १५ व्या ठिकाणी होता. तेथून २०२० साली पाचव्या स्थानावर पोचायला त्याच्या वाढीचा दर ७ टक्के ते ९ टक्केपर्यंत वाढवत न्यावा लागेल, तर चौथ्या स्थानावर पोचायला यातील वाढ २०१२-२०२० च्या दरम्यान १३ टक्केपर्यंत न्यावी लागेल. ही लक्ष्ये अवघड असली तरी अशक्य नाहीत. त्यासाठी विज्ञान तंत्रज्ञानाचा पाया भक्कम असला पाहिजे. त्याचप्रमाणे वरच्या पायऱ्यांवर चढताना तिथे आधीच जाऊन बसलेल्यांचा विरोध होतो त्याला समर्थपणे झेलले पाहिजे. साक्षरतेपासून उच्चशिक्षणाकडे निश्चित वाटचाल ठेवली पाहिजे. संतति- नियमन करून लोकसंख्येची वाढ रोखली पाहिजे. आणि अंधश्रद्धा सोडून दैनंदिन जीवनात वैज्ञानिक दृष्टिकोन वापरला पाहिजे.

परंतु विकासाचे दंडक केवळ आकडेवारीने सांगण्यासारखे नाहीत. अशा GDP च्या तक्त्यात खूप उच्चस्थानी असलेले देश 'सुखी' आहेत का, हा एक वेगळा पण महत्त्वाचा प्रश्न आहे. अलीकडल्या एका सर्वेक्षणात 'सुखी जनता' पाहता बांगलादेश सर्वांत वर होता आणि अमेरिकेचा नंबर बराच खाली होता. जीवन जगण्याचे समाधान हे कार-कंप्यूटर - एअरकंडीशनर्सने मोजता येत नाही - ते मन:शांतीतून, व्यक्ती-व्यक्तीतील जिव्हाळ्यातून जाणवते.

मला वाटते, भारतीय समाजात, भारतीय उपखंडात, परंपरागत चालत आलेली जीवनमूल्ये हा त्या भागातला GDP मध्ये मोजता न येण्याजोगा अमोल ठेवा आहे. विकासाकडे जाताना ही जीवनमूल्ये हरवू नयेत अशी दक्षता घ्यावी लागेल. लोकसंख्येला आळा घालताना छोटे कुटुंब निश्चितच आवश्यक आहे. पण ते स्थिर, टिकणारे, सुखी असावे. पाश्चात्त्य जीवनमूल्यांच्या अंधानुकरणाने वृद्धांची काळजी हा प्रश्नही अधिक बिकट बनू लागला आहे. मादक द्रव्यांचे सेवन तरुण पिढीत वाढत आहे ते देखील पश्चिमी वाऱ्यांमुळे.

मला स्वत:ला खात्री आहे की पुढील वीस-पंचवीस वर्षांत भारत विकसित देशांच्या पंक्तीत जाऊन बसेल. पण त्याचे भारतीयत्व टिकून राहील का? सर्वच प्राचीन परंपरा कायम ठेवण्याजोग्या नाहीत. काही कालबाह्य झाल्या आहेत, तर काही वैज्ञानिक सत्यशोधनामुळे अंधविश्वास ठरल्या आहेत. पण आता त्या बाजूला काढून मानवी मूल्ये जपणाऱ्या परंपरा टिकविण्याची जबाबदारी आपल्या सर्वांची आहे. ■