नव्या सहस्त्रकाच्या उंबरठ्यावरून भविष्यवेध

डॉ. जयंत नारळीकर
शास्त्रज्ञ

मानवाच्या विकासाच्या इतिहासात १९-२० ही दोन शतके खूपच क्रांतिकारी ठरली. विज्ञान - तंत्रज्ञानाच्या क्षेत्रात अनेक शोध लागले. या कालखंडात झालेल्या संशोधनाच्या पुढील एकविसाव्या शतकात विज्ञानक्षेत्रात काय घडू शकते याचा वेध डॉ. जयंत नारळीकर यांनी घेतला आहे. ही केवळ कल्पनारंजित विज्ञानकथा नाही तर एका शास्त्रज्ञाने केलेले भविष्यचिंतन आहे. त्यातून भावी काळात संशोधनासाठी किती विविध क्षितिजे खुली आहेत हे तुमच्यापर्यंत नक्कीच पोहोचेल!

नुकतेच २००१ साल सुरू झाले. विसावे शतक हे भरभर घडणाऱ्या असंख्य शोधांचे जनक होते. पूर्वीच्या शतकांपेक्षा पुष्कळ वेगळे होते. या शतकात मानवी संस्कृतीच्या विकासाबरोबरच नवनवे वैज्ञानिक शोध लागत गेले. निसर्गातीत गूढे उकलण्याच्या प्रेरणेतून, जिज्ञासेतून 'शुद्ध विज्ञान' जोपासले गेले तर स्वतःच्या स्वार्थासाठी त्याचा उपयोग शोधण्यात उपयोजित शास्त्र जन्माला आले. माणसाच्या जीवनसंघर्षात शेतीचा शोध ही पहिली क्रांती तर गेल्या दोन शतकातील औद्योगिक क्रांती ही दुसरी - तिने माणसाची जीवनचर्याच बदलून टाकली. अनेक शोध लागले. तंत्रज्ञान पराकोटीचे विकसित झाले. इतके की आजच्या यंत्रयुगात मानवी मूल्ये नष्ट होत आहेत; यांत्रिकपणाची वाढ होत आहे; अशी परिस्थिती निर्माण झाली आहे. पण यातून मानव समाजाला मार्ग काढणे आवश्यक आहे. हा सर्व दोष विज्ञानाचा, तंत्रज्ञानाचा आहे असे न म्हणता सध्या निर्माण झालेल्या धोक्यांचे निवारण करण्यासाठी जाणीवपूर्वक प्रयत्न करायला हवा. त्याकरीता आपल्याला समंजसपणे भविष्याकडे नजर टाकली पाहिजे.

एकविसाव्या शतकात काय स्थित्यंतर घडू शकेल, आजची कुठली स्वप्ने उद्या साकार होऊ शकतील, त्यासाठी कुठली आव्हाने पेलावी लागतील आणि जगातील पार्श्वभूमीवर भारताकडून काय अपेक्षा आहेत याचा विचार महत्त्वाचा आहे. विज्ञानकथा लेखक - रे ब्रॅडबरी यांनी एकदा म्हटलं होतं की या शतकात विज्ञान आणि तंत्रज्ञानाने इतकी स्थित्यंतरे घडवून आणली आहेत की पन्नास वर्षांपूर्वी विज्ञानकथा रंगवलेली कल्पनारम्यता आज वास्तवात आली आहे. थोडक्यात उद्याचे वास्तव म्हणजे आजची विज्ञानकथा!

भौतिक विज्ञानाचा विचार करताना हे शास्त्र आता अशा स्थितीला पोहोचले आहे की त्यात नवीन उच्च कल्पनांना जागा नाही, हा एक फसवा मतप्रवाह आज प्रचलित आहे. गेल्या शतकाच्या शेवटच्या भागात न्यूटनच्या नियमाने गुरूत्वाकर्षण कसे काम करते हे विशद केले होते. विद्युत चुंबकीय शास्त्राचे सखोल विवेचन मॅक्स्वेलच्या समीकरणातून होत होते व उष्णता आणि उष्णागतिकीचा (Thermodynamics) विषय खूप प्रगल्भ अवस्थेत होता. अशा स्थितीत भौतिक शास्त्रातल्या मूलगामी रहस्यांची उकल झाली, असे अनेक अनुभवी शास्त्रज्ञांना वाटत होते पण विसावे शतक उजाडता उजाडता क्वांटम् थिअरी व रिलेटीव्हिटी ह्या दोघांनी भौतिकशास्त्राचे रूपच पार बदलून टाकले. पुढील काही वर्षांत अंतराळात आणि

भूतलावर विविध शक्तिशाली दुर्बिणींची खैरात होणार आहे. पुढील शतकातील निरीक्षणातून विश्वाच्या रचनेचे अधिक स्पष्ट दर्शन होईल आणि सध्याच्या माहितीवरून तयार केलेली विश्वाची 'मॉडेल्स' टाकाऊ ठरतील. सूक्ष्मातिसूक्ष्मांचा अभ्यास करायचा सर्वमान्य प्रायोगिक मार्ग म्हणजे अतिर्जित कणांना एकमेकांवर आपटून पाहायचे. पण यासाठी प्रचंड ऊर्जा हवी. अशी ऊर्जा मिळविणे हे पुढील शतकातील एक मोठे प्रायोगिक आव्हान ठरेल.

सामान्यपणे असे म्हटले जाते की पूढचे शतक हे जीवशास्त्रावरील मूलभूत संशोधनासाठी तसेच उपयोजित संशोधनाकरीतासुद्धा लक्षणीय ठरेल. विसाव्या शतकाच्या मध्यावर DNA च्या रचनेचा शोध लागला आणि जीवशास्त्राला एक वेगळाच संवेग लाभला. आज ते संशोधन पुष्कळच पुढे गेले आहे. त्याचा एक दाखला 'मानवी जीनॉम प्रकल्प'! या प्रकल्पाचा मुख्य उद्देश आहे मानवी शरीरातील तेवीस गुणसूत्रात लपलेल्या सुमारे १ लाख जीनचा नकाशा तयार करणे. हा प्रकल्प लवकरच पूर्ण होईल असे लक्षण आहे. या नकाशातून अनुवंशिक आजारांची जीन पार्श्वरेषा उपलब्ध झाल्यावर त्या आजारांवर पुष्कळ माहिती मिळेल. प्रत्येक व्यक्तीच्या 'जीन-कार्ड' वर त्याच्या संभाव्य अनुवंशिक आजारांची माहिती उपलब्ध होऊ शकेल. फार काय २०२० - २०३० च्या दरम्यान प्रत्येक व्यक्तीला औषधाच्या दुकानातून त्याचे स्वतःचे DNA चे अनुक्रम एका सीडी वर मिळू शकतील. ही रेकॉर्ड म्हणजे त्या व्यक्तीची रचना पुस्तिका असेल. रोगाचे निदान करण्यास, ते होण्याची शक्यता टाळण्यास आणि इलाजांसाठी नवनवे तंत्रज्ञान उभारण्यास त्या माहितीचा पुष्कळ उपयोग होईल आणि हे साधारण २०२० सालापासून शक्य व्हावे.

नवनवे तंत्रज्ञान आज अनेक मार्गांनी विलक्षण वेगाने आपल्या जीवनात घुसू पाहात आहे.

संगणकक्षेत्रात १९५० पासून आजपर्यंत संगणकाची गणनक्षमता दहा अब्ज पटींनी वाढली आहे. आकाराने छोटे - वेगवान आणि स्वस्त अशा मार्गाने हा प्रवास चालू असल्याने असे भविष्य वर्तवले जाते, की पुढील २०-२५ वर्षांत एका डेस्कवर मावणाऱ्या संगणकाची शक्ती आजच्या सिलीकॉन व्हॅलीतल्या सर्व संगणकांइतकी असेल.

आज वायरलेस टेक्नॉलॉजी सेल्युलर फोनच्या रूपात पसरायला लागली आहे. हे फोन रिस्ट-वॉचसारखे मनगटावर बांधण्याचा काळ फार लांब नाही. भविष्यातील घरात आणि ऑफिसमध्ये टॅब-पॅड-बोर्ड पद्धतीचा वापर दिसेल. टॅब हा फोनचाच प्रकार. पॅड हा लिहायच्या कागदासारखा. पण त्यात संगणकीय क्षमता समाविष्ट असते तर बोर्ड हा भिंतीवर लावायचा असतो. पण त्याचा उपयोग लिहिण्याशिवाय टी. व्ही. स्क्रीनसारखाही होतो. तसेच निरीक्षण, टेलिकॉन्फरन्सिंग आदींसाठीही त्याचा वापर होईल.

जसजसा माहितीच्या आदानप्रदानाचा वेग वाढत जाईल, तसतसे इलेक्ट्रॉनच्या माध्यमातून ती पाठविणे अवघड होईल. साधारणपणे सेंकदाला ५० गिगाबिट्सहून जास्त वेगासाठी इलेक्ट्रॉनऐवजी फोटॉनचा वापर सुकर होईल. त्यासाठी ऑप्टिकल ॲम्प्लिफायर जास्त सक्षम ठरतील. त्यादिशेने आजच्या भविष्यवेधी तंत्रज्ञानाची वाटचाल चालू आहे.

आजचे संगणक हे पूर्वीच्या तुलनेने 'वापरणाऱ्याचे मित्र' (User's friendly) आहेत. पण ह्याहीपुढे जाऊन की-बोर्ड न वापरता संगणकाला सूचना देणे शक्य होईल. तसेच संगणकही त्याची मते, भावना इ. चेहऱ्यावरून दाखवू शकेल. भावना दाखवणाऱ्या मूर्ती पडद्यावर उमटतील आणि पूर्वानुभवाने 'शहाणे' होण्याची प्रक्रियापण संगणकात चालू राहील. अधिक कार्यक्षमतेकडे नेणारा हा एक उत्क्रांतिवादच नव्हे का?

आज उपग्रहातून टेलिव्हिजन कार्यक्रमांद्वारे, सेल्युलर फोनच्याद्वारे दुर्गम स्थानांशी संपर्क जोडणे शक्य झाले आहे. पुढच्या शतकात लांब लांब अंतरावर ब्रॉड

बँडवर संवाद साधण्यात उपग्रहांची मदत होईल व दळणवळण जास्त जास्त उच्च फ्रिक्वेंसीवर होऊ लागेल.

विसाव्या शतकात मोटारकार, वेगवान आगगाड्या आणि विमाने यांनी परिवहनाच्या क्षेत्रात क्रांती घडवून आणली. भावी काळात चुंबकीय क्षेत्र वापरून तरंगत जाणाऱ्या गाड्या (मॅगलेव्ह गाड्या) लवकरच पुढच्या ५-१० वर्षांत ताशी ४००-५०० कि.मी. वेग गाठू शकतील. आगगाड्या ताशी २००० कि.मी. वेगाने धावतील. फार काय महासागराखालूनदेखील अशा गाड्या धावू शकतील. मोटारगाड्या चाल्रकाची मनःस्थिती, थकवा जाणून घेतील. अधिक दूरच्या भविष्यात स्वयंचलित गाड्या इच्छित स्थळी, ट्रॅफिक, रस्ता, हवामान इत्यादींची पूर्ण दखल घेऊन पोचू शकतील! आणि प्रदूषण कमी करण्यासाठी इंजिनात सतत सुधारणा चालू राहील.

सुपरसॉनिक विमाने तंत्रज्ञानाला शक्य असली तरी फारशी लोकप्रिय झाली नाहीत. पण निकटच्या भविष्यात, सबसॉनिक जेट्स- ८०० प्रवाशांना घेऊन जाणारी, वापरात येऊ शकतील. अंतराळ संशोधनासाठी लागणाऱ्या यानातही आमूलाग्र क्रांती होईल. यासंबंधात पाच वेगवेगळ्या पद्धतींवर संशोधन चालू आहे. पुढील १५-२०वर्षांत, मानवाने मंगळावर पाय ठेवले तर आश्चर्य वाटणार नाही.

एक मतप्रवाह असाही आहे की सर्व कामे संगणकाच्या, दूरसंचार माध्यमांच्या मदतीने होऊ लागली तर ऊर्जेची व वेळाची बचत होईल. घरबसल्या शाळा, ऑफीस, कॉन्फरन्सेस हे शक्य होईल. ही परिस्थिती २०२० सालापर्यंत यायला हरकत नाही. मग इकडेतिकडे जाणे हे जास्त करून पर्यटनासाठीच राहील.

पदार्थविज्ञानाच्या मूलभूत शोधातून आपल्याला पुष्कळ काही मिळत आहे. इलेक्ट्रॉनिक्स, फायबर ऑप्टिक्स, हाय टेंपरेचर सुपर कंडक्टिविटी आदी शोधांतून प्रचंड तंत्रज्ञान बाहेर आले आहे. यातील काही क्षेत्रांत लक्षणीय बदल होतील. पदार्थाच्या नैसर्गिक गुणांचा वापर, जुळवणीच्या कामासाठी निसर्ग जसा जास्तीत जास्त प्रमाणात करतो, तसाच यांत्रिक उत्पादनातही माणूस घडवून आणू शकेल. पुढेमागे नैसर्गिक प्रवृत्तीचा वापर करून अतिसूक्ष्म इलेक्ट्रॉनिक मेमरीचे एखादे यंत्र स्वतःचीच निर्मिती आणखी छोट्या घटकांपासून करू शकेल!

याच पद्धतीत पुढे 'बुद्धिमान पदार्थांचा'पण विकास होईल. उदा. शिडीवर फार वजन चढवले, तर शिडी सूचना देईल, की 'आता मी मोडण्याची शक्यता आहे.' किंवा इमारती भूकंपाच्या वेळी आपोआप स्वतःची शक्ती वाढवून, आहेत त्याच ठिकाणी शाबूत रहातील आणि काही वस्तू 'आता वय झाले, आपल्याकडून पुरेसे काम होत नाही' असे म्हणून निवृत्त होतील! ही कल्पानारम्यता नसून पुढेमागे घडणारे वास्तव आहे. पदार्थांच्याच नैसर्गिक गुणांचा वापर करून त्यांच्यात प्राप्त परिस्थितीला प्रतिसाद देण्याची क्षमता विकसित करणे, हा आजच्या संशोधनाचा व उद्याच्या वास्तवाचा विषय आहे.

दिवसेंदिवस तंत्रविकसनामुळे ऊर्जेची गरज वाढत आहे. उत्खनन करून सागर व भूमीतून तेलाचे साठे जास्त कार्यक्षमपणे बाहेर काढले जातील. तरीही पर्यायी ऊर्जेची गरज भासेलच. पृथ्वीकडे येणारी सौरऊर्जा आपल्या एकूण गरजेच्याच १५,००० पट आहे. पण ती उपयोगात कशी आणायची? अंतराळात प्रचंड आरसे उभारून सूर्यप्रकाश केंद्रीत करून त्यातील ऊर्जा पृथ्वीतलावर, सूक्ष्म तरंगांच्या माध्यामातून 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 रहातील. २०२५ साली ऊर्जेची गरज, वीजनिर्मितीच्या रूपात २६५टक्क्यांनी वाढलेली असेल आणि सौर ऊर्जा त्याच्या ६० टक्क्यांपर्यंत गरज भागवू शकेल, असा अंदाज आहे.

ऊर्जेसाठी न्यूक्लियर फ्यूजन हा दुसरा भविष्यवेधी मार्ग. सध्याच्या अंदाजाप्रमाणे फ्यूजनवर ऊर्जा निर्माण करणारी जनित्रे २०५० पर्यंत अस्तित्वात येतील.

आरोग्याच्या क्षेत्रात सामाजिक स्वच्छतेची जाणीव, योग्य प्रकारे भूल देऊन शस्त्रक्रिया, व्हॅक्सीन आणि ॲण्टीबायोटिक्सचा वापर, हे आजपर्यंतच्या प्रगतीतील महत्त्वाचे टप्पे! यापुढील टप्पा असेल जीन थेरपीचा. सदोष जीन शोधून बदलणे आणि जन्मजात रोगांवर विजय मिळवणे, हे आता शक्य झाले आहे. भविष्यात कॅन्सर, स्किड, हीमोफीलिया, एड्स आदी रोगांवर उपाय शोधले जाऊ शकतील.

एकविसाव्या शतकातल्या तंत्रज्ञानाला, निसर्गाचा समतोल सांभाळण्याची दक्षता बाळगावी लागेल. १०,००० अंश तापमानाच्या भट्टीत सर्व तऱ्हेचा कचरा टाकून नष्ट करण्यावर संधोधन चालू आहे. सर्व प्रकारचे हायड्रोकार्बन, PCB टॉक्सिन्स आदी या प्रचंड उष्णतेत भग्न होऊन द्रवीभूत होतात. हे द्रव थंड केले, की खडकात रूपांतरीत होते, ज्यांचा उपयोग रस्ते बनविण्यासाठी होऊ शकतो.

जेनेटिक इंजिनियरिंगचा वापर शेतीसाठी होऊ शकतो. अधिक सुदृढ, रोगांना तोंड देऊ शकणारी वनस्पती, ह्या मार्गाने तयार होऊ शकते. त्याचप्रमाणे जमिनीतून अधिक अन्न उत्पन्न करायची किमया या मार्गाने साध्य होईल, अशी आशा व्यक्त केली जात आहे.

एकविसाव्या शतकात आपले रेडिओ तंत्रज्ञान इतके प्रगत झालेले असेल की १५-२० प्रकाशवर्षे अंतरापर्यंतच्या ताऱ्यांभोवती जीवसृष्टी आहे का, याचा शोध लागू शकेल. विश्वात आपण एकटे आहोत का? ह्या प्रश्नाचे नकारात्मक उत्तर मिळाले, आपण विश्वात एकटे नाही असे सिद्ध झाले तर तो मानवी संस्कृतीच्या आख्ख्या इतिहासात सर्वांत महत्त्वाचा शोध ठरेल.

विज्ञान तंत्रज्ञानाचे हे प्रभावी शस्त्र, विधायक रूपात वापरण्याची प्रगल्भता जर समाजात नसेल तर हे शस्त्र तितकेच घातकही ठरू शकते. उदा., तिसरे जागतिक युद्ध झाले आणि त्यात अण्वस्त्रे वापरली गेली तर संपूर्ण प्राणिजगतच खलास होईल. अणु ऊर्जेसाठी वापरलेल्या इंधनातून निर्माण होणारा किरणोत्सर्ग आरोग्याला विघातक असेल. यंत्रावर, संगणकावर स्वयंचलित साधनांवर अवलंबून रहाण्याने खूप वेळ रिकामा राहील आणि त्यातून मानसिक रोग, मादक द्रव्यांचे सेवन, गुन्हेगारी वृत्ती यांना उत्तेजन मिळेल. स्वतःला बुद्धिजीवी म्हणवणाऱ्या मानवाला, आपण निरुपयोगी होत चाललो आहोत असे वाटू लागेल.

विज्ञान तंत्रज्ञानातले नवनवे पारिभाषिक शब्द सामावून घेऊन, ज्या भाषेत सतत नवनिर्मिती होत राहील, त्याच भाषा टिकतील. 'रीडिंग - रायटिंग ॲण्ड ॲरिथमेटिक, ही तीन 'आर' म्हणून ओळखली जाणारी सुशिक्षितपणाची लक्षणे. त्यापैकी ॲरिथमॅटीकचे महत्त्व संगणकाने कमी करून टाकले आहे. ग्रंथालयातील पुस्तकेही बारक्या सी. डी. रॉममध्ये एकत्र होतील. अगदी पुस्तकाच्या आकाराच्या संगणकावर तुम्हाला हवे ते पुस्तक घरबसल्या लोळत तुम्ही वाचू शकाल. अनेक वाचक एकाच वेळी एकच लोकप्रिय ग्रंथ वाचू शकतील.

संगणकावर लेखन करण्याची कलाही प्रगत होईल. आवाजाचे शब्दात रूपांतर होऊन संगणकावर येईल. मग हाताने लिहिण्याची कलाही हळूहळू लुप्त होईल, २०५० साली भरणाऱ्या साहित्य-संमेलनात 'पुराणकालीन' लेखकांच्या हस्तलिखितांचे प्रदर्शन असेल. त्यात पु.लं., कुसुमाग्रज, आदींच्या हस्तलिखितांकडे पाहून लोक कौतुकाने म्हणतील, "हे लोक आपल्या हाताने हे सर्व लिहित होते."

संगणकाद्वारे 'स्कॅन' करून बनावट सह्या करणे शक्य होईल. तेव्हा बोटाच्या ठशांना महत्त्व येईल. वाचनकला थोडी जास्त काळ टिकेल. पण मग हळूहळू संगणकात माहिती भरतो, तसे डोक्याला इलेक्ट्रोड लावून मेंदूत माहिती भरणे शक्य होईल मग वाचनही संपेल.

भविष्यातील भारताचा विचार करताना तो विकसित देशांच्या रांगेत जाऊन बसण्यासाठी काय करायला हवे याचा विचार महत्त्वाचा! त्यासाठी विज्ञान तंत्रज्ञानाचा पाया भक्कम हवा. तसेच आपल्या वर असणाऱ्यांचा विरोध समर्थपणे झेलता यायला हवा. साक्षरतेपासून उच्च शिक्षणाकडे वाटचाल ठेवली पाहिजे. लोकसंख्यावाढ रोखायला हवी आणि अंधश्रद्धा सोडून दैनंदिन जीवनात वैज्ञानिक दृष्टिकोन वापरायला हवा.

भारतीय समाजात परंपरागत चालत आलेली जीवनमूल्ये हा आपला अनमोल ठेवा आहे. कालबाह्य प्राचीन परंपरा बाजूला ठेवून, मानवी मूल्ये जपणाऱ्या परंपरा टिकवण्याची जबाबदारी आपल्या सर्वांची आहे.

विज्ञान आणि तंत्रज्ञानांच्या वाढत्या आवाक्यामुळे काय शक्य होईल हे आपण पाहिले. जी स्वप्ने आज आपल्याला विज्ञानरंजक कथांचे विषय वाटतात, ती आपल्या जीवनकाळात नक्कीच साकार झालेली पहायला मिळतील.

('शतक शोधांचे' या श्री. मोहन आपटे यांच्या पुस्तकाला डॉ. जयंत नारळीकर यांनी लिहिलेल्या प्रस्तावनेआधारे)