



महाराष्ट्र प्रदूषण नियंत्रण मंडळ



॥ कचरामुक्त वसुंधरा ॥

मासिक विज्ञानपुस्तिका



ऑक्टोबर-नोव्हेंबर दिवाली विशेष २०२३
* मूल्य २०० रुपये * पृष्ठे १२८



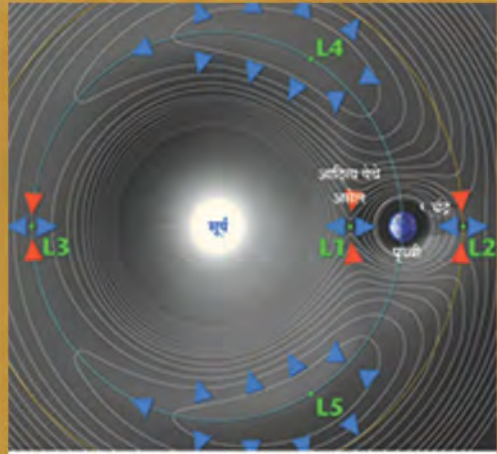
आण्विक सुरक्षा



भविष्यातील आनुवांशिकी



लेसरची अद्भुत दुनिया



सूर्य आणि पृथ्वीसंदर्भातील लॅग्रॅंजियन बिंदूंच्या अवकाशातील जाण अद्वितीय स्पष्ट वर असोस

भारताची अंतराळ भरारी

राजस्थान येथील ब्यावर या ठिकाणी 'विज्ञानधारा' उपक्रमात स्थानिकांचा उत्स्फूर्त सहभाग. विद्यार्थ्यांशी शरद काळे यांनी साधला सहजसंवाद!



ग्रंथाली आयोजित स्थानिक संस्था व व्यक्तींच्या सहकार्याने

'आरोग्य' आणि 'विज्ञानधारा' या दोन यात्रा - २४ नोव्हेंबर ते २४ डिसेंबर २०२३

आरोग्ययात्रा प्रमुख - डॉ. सतीश नाईक, डॉ. राजेंद्र आगरकर, डॉ. हेमंत जोशी, डॉ. यश वेलणकर

विज्ञानधारा प्रमुख - शरद काळे, विज्ञानगप्पा - सुधीर/नंदिनी थत्ते

ठिकाणे - चिपळूण-रत्नागिरी (२४ ते २६ नोव्हेंबर), नागपूर-चंद्रपूर (२९ नोव्हेंबर ते २ डिसेंबर)

अमरावती (१ ते ३ डिसेंबर), कऱ्हाड (६ ते ८ डिसेंबर), कोल्हापूर (७ ते ९ डिसेंबर),

नांदेड-औरंगाबाद (१० ते १२ डिसेंबर), नाशिक-धुळे-नंदूरबार (१४ ते १७ डिसेंबर),

अहमदनगर-जळगाव (२० ते २३ डिसेंबर). सांगता (२४ डिसेंबर) माणिकराव कीर्तने वाचनालय, वाशी

प्रत्येक ठिकाणी पोस्टर प्रदर्शन, ग्रंथप्रदर्शन, 'आरोग्याची कॅप्सुल' अंतर्गत मान्यवर डॉक्टरांची मुलाखत, वैद्यकीय प्रबोधन आणि परिसंवाद, जीवनशैलीविषयक वर्कशॉप आणि व्याख्यान.

शाळांच्या सहभागातून विज्ञानधारा व विज्ञानगप्पा

महाविद्यालयांच्या सहभागातून आरोग्यविषयक कार्यक्रम

आपल्या गावी आपण अवश्य सहभागी व्हा!



पर्यावरणपूरक जीवनशैलीची प्रतिज्ञा-

आम्ही भारतीय नागरिक अशी शपथ घेतो, की

१. आम्ही कचरा हा शब्द हटवून त्या जागी कचरास्रोत ह्या शब्दाचा वापर करू आणि त्याची योग्य प्रकारे काळजी घेऊ.
२. आम्ही आमच्या रोजच्या जेवणात अन्नाचा कणही वाया घालवणार नाही. आम्ही जैविक कचरास्रोताचे घरच्या घरी किंवा गृहनिर्माण संस्थेत विकेंद्रित स्वरूपात सेंद्रिय खत करू.
३. आम्ही पाण्याचा एक थेंबही वाया घालवणार नाही.
४. आम्ही पावसाचे पाणी साठवून वापरण्याचा प्रयत्न करू.
५. आम्ही किमान तीन झाडे लावू आणि त्यांची जोपासना करू.
६. शक्य असेल तिथे जीवाष्मइंधनाचा वापर कमीत कमी करू.
७. सायकलीचा वापर अधिक करण्याचा प्रयत्न करू.
८. भाज्या किंवा गृहोपयोगी वस्तू आणण्यासाठी प्लास्टिकच्या पिशव्यांचा वापर अजिबात करणार नाही. त्यासाठी फक्त कापडी पिशव्यांचाच वापर करू.
९. घरात निर्माण होणाऱ्या कोरड्या कचरास्रोतांचे पुनर्चक्रांकन करण्याचा प्रयत्न करू.
१०. आम्ही आमच्या गरजा मर्यादित ठेवून नैसर्गिक स्रोतांचे जतन करण्यासाठी सर्व प्रयत्न सातत्याने करत राहू.

‘ग्रंथाली’ची मासिक पुस्तिका



दिवाळी विशेष

ऑक्टोबर-नोव्हेंबर २०२३, वर्ष पहिले
पुस्तिका पाचवी, मूल्य २०० रु.

संपादक : शरद काळे

कार्यकारी संपादक : अरुण जोशी

समन्वयक : सुदेश हिंगलासपूरकर (विश्वस्त, ग्रंथाली)

मुखपृष्ठावरील चित्र : निर्मिती जयंत काळे

मुखपृष्ठ : महेश खरे

कार्यालयीन संपर्क

कॉम्प्युटर युनिट – योगिता मोरे, अनिरुद्ध गद्रे

vidnyangranthali@gmail.com

जाहिरात प्रसिद्धी – धनश्री धारप

वितरण – दिपाली माने, किशोर कांबळे, सौमित्र शिंदे

वेबसाइट डिझाइन व डिजिटल एडिटिंग

सचिन पिळणकर, समीर कदम

केवळ वार्षिक वर्गणी स्वीकारली जाईल.

वार्षिक वर्गणी ५०० रुपये

डिमांड ड्राफ्ट ‘ग्रंथाली’ नावे किंवा

सोबतचा QR code scan करून.



पत्रव्यवहार/वर्गणी पाठवण्याचा पत्ता

ग्रंथाली, १०१, १/बी विंग, ‘द नेस्ट’, पिंपळेश्वर को-ऑप.

हौसिंग सोसायटी, टायकलवाडी, स्टार सिटी सिनेमासमोर,

मनोरमा नगरकर मार्ग, माहीम (प.), मुंबई ४०००१६

फोन : २४२१६०५०

पुस्तिकेसाठी लेख व प्रतिक्रिया पुढील मेलवर पाठवावी.

vidnyangranthali@gmail.com

ऑफिस वेळ : दुपारी १ ते सायं. ७

कार्यालयीन संपर्क/फोन/पुस्तके खरेदी करण्यासाठी

मासिक पुस्तिकेत प्रसिद्ध झालेली मते ज्या त्या व्यक्तीची. ‘ग्रंथाली’ चळवळीचे ‘विज्ञानधारा’ हे व्यासपीठासमान मासिक आहे. त्यात सर्व छटांच्या विचारांना स्थान आहे. मात्र त्याच्याशी ‘ग्रंथाली’ विश्वस्त संस्था व तिचे विश्वस्त सहमत आहेत असे नव्हे.



अनुक्रम

नोबेल पारितोषिके २०२३ / ८

डॉ. राजेंद्र देवपूरकर / १०
जनुकीय अभियांत्रिकी

आनंद घैसास / १४

भारतीय विज्ञान-तंत्रज्ञानाच्या नव्या दिशा

शर्वरी कुडतरकर / १७

समुद्र – काल, आज आणि उद्या

डॉ. जयंत वसंत जोशी / २१

सुतारकामातील विज्ञान व तंत्रज्ञान – भाग २

शरद पांडुरंग काळे / २६

फुकुशिमाचा अपघात आणि आण्विक सुरक्षा

सायली घाग / ३४

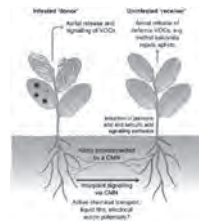
शिक्षण योग्य दिशेने जात आहे का ?

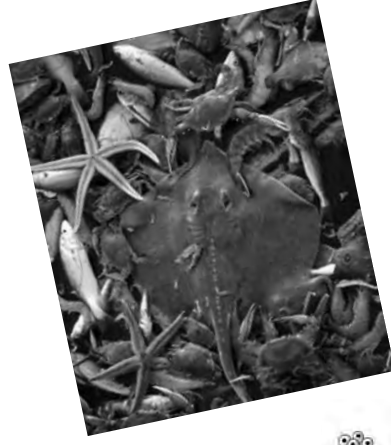
वर्षा केळकर-माने / ३९

निसर्गातला संवाद – गरज आणि परिणाम

डॉ. वसुधा जोशी / ४३

आनुवंशिकी – वर्तमान आणि आव्हाने





हेमंत लागवणकर / ५०
आव्हान वातावरणबदलाचे!

मेधा लिमये / ५५
गणितशिक्षणाचा निसर्गाधार

मानसिंग टाकळे / ६०
लेसरकिरणांची अद्भुत दुनिया

अनूप केळकर / ६८
भारतात नामशेष होणाऱ्या पक्ष्यांची भविष्यातील आव्हाने

सुलक्षणा महाजन / ७३
शहरे भविष्यातली

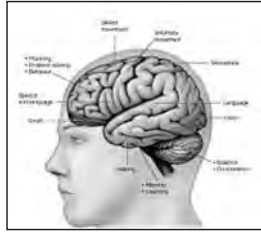
आनंद घारे / ७९
शाश्वत ऊर्जा

नरेंद्र गोळे / ८३
मला भावलेले होर्मसजी जहांगीर भाभा

श्याम तारे / ८७
आपला मेंदू आला तरी कुठून?

संगीता गोडबोले / ९०
संक्रमणाच्या उंबरठ्यावर

डॉ. नीरजा कुलकर्णी / ९४
आयुर्वेद आणि भविष्यातील आव्हाने



सुरेश वांदिले / ९७
टाइम मशीन!

ज्योति म्हापसेकर / १००
कचरास्रोतच्या योग्य नियोजनाने मिथेनचा धोका कमी होतो

सुहास नांदे / १०४
बदलते वाहतूकविश्व

डॉ. प्राक्तन वडनेरकर / १०९
नदीच्या पुनरुज्जीवनाचा ऑस्ट्रेलियन पॅटर्न

डॉ. य.बा. सोनटके / ११२
पर्यावरणसंरक्षण व जनजागृती

प्रज्ञा काशीकर / ११६
तंत्रज्ञानासाठी आपण नव्हे!

अकल्पिता परांजपे / ११९
आपला डायनासोर होणार



कविता

शरद काळे / ३३
राघवेंद्र गीता वंजारी / ४२
सुरेखा पंडित-दौंडे / ८९



‘विज्ञानधारा’ मासिकाचा ऑक्टोबर-नोव्हेंबर या दोन महिन्यांची जोड पुस्तिका दिवाळी विशेष म्हणून वाचकांच्या हाती देताना आम्हाला अतिशय आनंद होत आहे. दुसरा आणि दिवाळी यांचे महत्त्व भारतीय संस्कृतीत अनन्यसाधारण आहे. शाळा आणि महाविद्यालयांना शैक्षणिक वर्षात या उत्सवासाठी दोन ते तीन आठवडे सुट्टीदेखील असते. नवरात्री आणि त्यानंतर दहाव्या दिवशी विजयादशमी (दसरा) असे दहा दिवस विजयादशमीउत्सव साजरा होतो; तर वसुबारस, धनत्रयोदशी, नरक चतुर्दशी, लक्ष्मीपूजन, पाडवा आणि भाऊबीज असे सहा दिवस दिवाळी साजरी होते. प्रत्येक सणाचे वैज्ञानिक महत्त्वही असतेच. सणांमधून विज्ञानाचे धडे देण्याची आपली परंपरा खरोखरीच वैशिष्ट्यपूर्ण म्हणावी लागेल. शस्त्रपूजा, सरस्वतीपूजा आणि लक्ष्मीपूजा या तिन्हीची महती विशद करून सांगणारे हे दोन्ही उत्सव, पूजा या शब्दाचा खोलवर अर्थ लक्षात घेतला तरच खऱ्या अर्थाने साजरे होऊ शकतात. पूजा म्हणजे हळदीकुंकू आणि फुले वाहून, आरती करून नैवेद्य भक्षण करणे एवढ्यापुरता मर्यादित नाही. वर्षभर या शक्तीची सेवा करत, त्या आत्मसात करून त्यांचा उपयोग स्वतःची व देशाची प्रगती घडवून आणण्यासाठी करत राहून या उत्सवाच्या निमित्ताने त्यांचे आभार व्यक्त करून नव्या वर्षात पुन्हा एकवार मनोभावे त्यांची सेवा करण्याचा संकल्प ह्या पूजेत अंतर्भूत असला पाहिजे. हीच वैशिष्ट्यपूर्ण शिकवण आपल्याला भारतीय संस्कृती उत्सवांच्या माध्यमातून देत असते.

वैज्ञानिक क्षितिजावर चांद्रयान-३ आणि आदित्य-एल १ या अंतराळमोहिमांमुळे आणि काकरापार येथे कार्यान्वित झालेल्या ७०० मेगॅवॉट अणुप्रकल्पामुळे भारतीय तारा चांगलाच तळपत आहे. अर्थात खूप लांबवरचे पल्ले अजून आपल्याला गाठायचे आहेत. शिक्षणक्षेत्रात कोविड-१९ महामारीमुळे खूपच गडबड झाली आहे. जवळजवळ दोन वर्षे शिक्षणात खंड पडल्यासारखीच स्थिती होती. आपल्या देशात डिजिटल क्रांती आणि इंटरनेट उपलब्धी प्रगत राष्ट्रांसारखी असली तरी इंटरनेट म्हणजे सर्व काही नसते. माहितीचा विस्फोट आपण अनुभवत आहोत, पण त्याचा योग्य उपयोग करण्यासाठी योग्य वयात जे शिक्षण आवश्यक असते, त्याचा सरासरी दर्जा मात्र फारसा चांगला नाही. शिक्षणक्षेत्रातील हे मोठेच आव्हान आपल्यासमोर उभे आहे. विद्यार्थ्यांना शिक्षण योग्य तऱ्हेने मिळाले तरच त्यांची सर्वांगीण प्रगती होऊ शकते. परंतु आर्थिकदृष्ट्या उच्चवर्गातील विद्यार्थ्यांना ज्या सुविधा उपलब्ध आहेत, त्यातील १०-१५ टक्के सुविधाही अल्प आणि मध्यम उत्पन्न गटातील विद्यार्थ्यांना उपलब्ध होत नाहीत. सरकारी

आणि निमसरकारी शाळांचा दर्जा कसा सुधारता येईल हे खरे आव्हान आहे. कर्मवीर भाऊराव पाटील, महात्मा जोतिबा फुले, सावित्रीबाई फुले, जगन्नाथ शंकरशेट, लोकमान्य टिळक, गोपाळ कृष्ण गोखले यांच्यासारख्या निरलस आणि निःस्वार्थ शिक्षण सेवेकऱ्यांची आजच्या समाजाला पुन्हा एकदा गरज आहे. युग आधुनिक असले किंवा माहिती आणि तंत्रज्ञानाचे असले तरी विद्यार्थ्यांच्या कोऱ्या पाटीवर संस्कार करायचे असतात, त्याला शिक्षणाशिवाय पर्याय नसतो.

आजपर्यंतच्या अनुभवातून असे दिसते की सरासरी १०० समवयस्क मुलांपैकी १०-१५ मुले अतिशय बुद्धिमान सदरात मोडतात आणि जीवनात ती नेहमीच यशस्वी होतात. १०-१५ टक्के मुलांना काही ना काही कारणांमुळे शिक्षणात रस नसतो, पण त्यातील काही विद्यार्थी कला, खेळ यात बाजी मारून जीवनात यशस्वी होतात. प्रश्न ६५-७० टक्के सामान्य विद्यार्थ्यांचा असतो. त्यांना सामान्य अशासाठी म्हणायचे की प्रचलित शिक्षण पद्धतीतील मूल्यमापनाच्या निकषांवर त्यांची गणना तशी केली जाते. परंतु त्याच शिक्षण पद्धतीतील नुटींमुळे त्यातील काही विद्यार्थी सरासरी गुणवत्तेच्या सीमारेषा ओलांडू शकत नाहीत. शिक्षण हे तथाकथित अभ्यासक्रमात आणि पाठ्यपुस्तकांमध्ये बंदिस्त झालेले आहे. या चक्रातून बाहेर पडण्याची गरज आहे. परंतु त्याला ना पालकांची तयारी आहे, ना शिक्षकांची! दोघेही परिस्थितीपुढे हतबल आहेत. मातृभाषेतून शिक्षण हा प्रभावी मार्ग आपण आपल्या कर्माने बंद करत आणला आहे. मातृभाषेतून शिक्षण घेणाऱ्या विद्यार्थ्यांची संख्या दिवसेंदिवस घटत चालली आहे. कारणे काहीही असोत, महाराष्ट्रात मराठी माध्यमाच्या शाळांची अवस्था बिकट झाली आहे. काही ठिकाणी यावर पर्याय शोधण्यासाठी सेमी इंग्लिश माध्यम सुरू झाले. गणित आणि विज्ञान इंग्रजीमध्ये तर इतर विषय मराठीतून शिकवले जातात.

ह्या चाकोरीबद्ध प्रणालीतून बाहेर पडण्यासाठी प्रणालीत राहूनच काही करता आले तर पाहावे म्हणून ‘विज्ञानधारा’ हे विज्ञानाधिष्ठित व्यासपीठ उभे करण्याचा आमचा प्रयत्न आहे. ‘ग्रंथाली-प्रतिभांगण’च्या माध्यमातून उभे राहात असलेल्या या व्यासपीठावर महाराष्ट्रातील अधिकाधिक शालेय आणि महाविद्यालयीन विद्यार्थ्यांपर्यंत पोहोचण्यासाठी आम्ही प्रयत्नशील आहोत. या विद्यार्थ्यांना त्यांच्या नित्य अभ्यासक्रमातच आधुनिक जगातील प्रगतीच्या दिशा समजावून द्याव्या, त्यांना विविध विज्ञानविषयांमधील तज्ञांचे विचार ऐकवावेत, त्यांच्यातील जिज्ञासावृत्तीला चालना देण्याचे उपक्रम हाती घ्यावेत, त्यांच्यावर विज्ञानसंस्कार करण्यासाठी विविध संधी उपलब्ध करून द्याव्यात, असे अनेक उद्देश या विज्ञानधारा

विचाराच्या मागे आहेत. 'विज्ञानधारा' आणि 'विज्ञानगप्पा' यातून विद्यार्थ्यांशी संवाद साधताना त्यांची जी कुतूहलवृत्ती दिसते ती प्रभावित करणारी असते. ग्रामीण भागातही हे बुद्धिवैभव दिसून येते. पालकांचे प्रबोधनही महत्त्वाचे आहे. त्या दृष्टीने 'सुजाण पालकत्व' हा कार्यक्रम 'प्रतिभांगण'वर आला. विज्ञान एकांकिका आयोजित करण्यामागे विद्यार्थ्यांना वैज्ञानिक विषय सोप्या भाषेत समजावून सांगताना त्यांच्यातील सुप्त कलागुणांना वाव देत, तसे करता आले तर त्यातून दुहेरी फायदा होईल हा उद्देश आहे. 'ग्रंथाली-प्रतिभांगण'मध्ये लवकरच एक वैज्ञानिक प्रयोगशाळा सुरू करण्याचा आमचा मानस आहे. मुंबईतील महानगरपालिकेच्या शाळांमधील जास्तीत जास्त विद्यार्थ्यांशी या प्रयोगशाळेच्या माध्यमातून कसा संवाद साधता येईल, यासाठी आम्ही प्रयत्नशील आहोत. विज्ञानधारा मासिक सुरू करण्यामागचा उद्देश मराठीतून विज्ञान विषयांवर लिहिणाऱ्या लेखकांना प्रोत्साहन देऊन त्यांच्या माध्यमातून विज्ञानविषयक पुस्तके समाजाला उपलब्ध करून द्यावीत असाच आहे. मोठ्या संख्येने विज्ञानविषयक पुस्तके सोप्या मराठीत उपलब्ध झाली, आणि समाजात वाचक चळवळ पुन्हा एकदा आपण जोमाने सुरू करू शकलो, तर विज्ञानाधिष्ठित समाज हे स्वप्न साकार होऊ शकते. समाजात विज्ञानप्रसार करणाऱ्या संस्थांबरोबर सकारात्मक जोडणी करून त्यांच्या एकत्रित प्रयत्नांमधून हे स्वप्न लवकर साकारता येईल असा विश्वास वाटतो.

विज्ञानाधिष्ठित समाज हीच देशाची खरी ताकद असते. भारताच्या प्राचीन आणि अर्वाचीन इतिहासात ह्याच विज्ञानाधिष्ठित समाजाचे प्राबल्य होते असे आपल्याला दिसून येईल. हर्षवर्धन, राजा भोज, विजयनगर, शालिवाहन, सातवाहन, छत्रपती शिवाजीमहाराज, महाराणा प्रताप यांच्या काळात डोकावून पाहिले तर या विज्ञानाधिष्ठित समाजाची महती लक्षात येईल. समजातील विज्ञानविषयात रुची असणाऱ्या सर्वांनी आपला काही वेळ या विज्ञानधारा चळवळीसाठी द्यावा अशी आग्रहाची विनंती आहे. या चळवळीत तुम्ही विज्ञानलेखक, विज्ञानप्रचारक, विज्ञानशिक्षक, विज्ञानकवी अशा कोणत्याही स्वरूपात योगदान देऊ शकता. ही काळाची गरज आहे. ज्यांना यात सामील व्हायचे आहे, त्यांनी 'विज्ञानधारा' vidnyangranthali@gmail.com या ईमेलवर जरूर संपर्क साधावा.

विज्ञानक्षितिजावर नेहमीच काही ना काही नवीन घडामोडी घडत असतात. एका महत्त्वपूर्ण शोधात, नासाच्या जेम्स वेब स्पेस टुर्बिणीने (JWST) गुरूच्या बर्फाळ चंद्रांपैकी एक असलेल्या 'युरोपा' या चंद्रावर कार्बन डायऑक्साइड असल्याचा शोध लावला आहे. खगोलशास्त्रज्ञांनी या माहितीचा वापर करून युरोपाच्या बर्फाळ पृष्ठभागावरील विशिष्ट प्रदेशात कार्बन डायऑक्साइड ओळखला. हे कार्बन

रेणू उल्कापात किंवा इतर बाह्य स्रोतांद्वारे युरोपावर पोहोचले नाहीत हे निर्धारित करण्यासाठी JWSTच्या निअर-इन्फ्रारेड स्पेक्ट्रोग्राफ (NIRSpec) उपकरणासह इन्फ्रारेडमध्ये केलेली निरीक्षणे वापरण्यात हे संशोधन सक्षम होते. विशेष म्हणजे, या शोधामुळे युरोपा चंद्रावर असलेल्या महासागरातील संभाव्य जीवसृष्टीसंबंधात हे निष्कर्ष महत्त्वपूर्ण आहेत. शास्त्रज्ञांना हे माहित होते की युरोपाच्या बर्फाळ कवचाच्या खाली खडकाळ समुद्रतळ असलेला द्रव पाण्याचा खारट महासागर आहे. तथापि, त्या महासागरात जीवनासाठी आवश्यक असलेली रसायने, विशेषतः कार्बन आहे की नाही याची आतापर्यंत पुष्टी केली गेली नव्हती. त्या दृष्टीने ही नवीन माहिती प्रगतीचा पुढचा टप्पा म्हणावा लागेल.

'सर्न' या युरोपीय कण भौतिकी प्रयोगशाळेत भौतिकशास्त्रज्ञांनी दाखवून दिले आहे, की गुरुत्वाकर्षणाचा अनुभव घेत असलेल्या इतर सर्व गोष्टींप्रमाणे, प्रतिपदार्थदेखील वरून सोडल्यावर खाली पडतो. हा परिणाम आश्चर्यकारक नसला तरी अतिशय महत्त्वपूर्ण आहे. पदार्थ आणि प्रतिपदार्थाच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या वर्तनातील फरकाचा भौतिकशास्त्रावर मोठा परिणाम झाला असता. ह्या वर्तनाचे प्रत्यक्ष निरीक्षण करणे हे अनेक दशकांपासून स्वप्न होते, असे क्लिफर्ड विल, फ्लोरिडा विद्यापीठातील गुरुत्वाकर्षणामध्ये तज्ञ असलेले संशोधक म्हणतात. इलेक्ट्रोस्टॅटिक आकर्षण किंवा चुंबकत्व यासारख्या इतर सर्वव्यापी शक्तीपेक्षा गुरुत्वाकर्षण खूपच कमकुवत असते. प्रयोगशाळेतील इतर प्रभावांपासून ते वेगळे करणे ही अतिशय नाजूक बाब आहे या संशोधनाचे गटप्रमुख डॉ. जेफरी हॅंगस्ट आहेत. ते या कणभौतिकशास्त्र प्रयोगशाळेत ALPH_g प्रयोगाचे नेतृत्व करतात. त्यांनी आणि त्यांच्या सहकार्यांनी २७ सप्टेंबर, २०२३ रोजी नेचर या नियतकालिकात त्यांचे प्रतिहायड्रोजनच्या बाबतीत केलेल्या प्रयोगाचे निष्कर्ष नोंदवले आहेत.

ऑक्टोबर-नोव्हेंबरच्या या जोड अंकामध्ये विविध लेखकांनी वाचकांसाठी वेगवेगळे विज्ञानविषयक अभ्यासपूर्ण लेख लिहिले आहेत. या लेखांचा उपयोग सर्वच वाचकांना होईल अशी खात्री वाटते. वाचकांनी त्यांच्या प्रतिक्रिया ईमेलवर जरूर कळवाव्यात. 'विज्ञानधारा'साठी शालेय विद्यार्थ्यांच्या आयोजित निबंधस्पर्धेला अपेक्षित प्रतिसाद न लाभल्याने ती रहित करावी लागली आहे.

'विज्ञानधारा'च्या सर्व वाचकांना, लेखकांना, हितचिंतकांना दिवाळीच्या हार्दिक शुभेच्छा. पुढील अंक डिसेंबरचा.

— शरद काळे

sharadkale@gmail.com

नोबेल पारितोषिके - २०२३

दरवर्षी स्वीडन देशातील नोबेल न्यासातर्फे वैद्यक, रसायन, भौतिकी, साहित्य, अर्थशास्त्र आणि शांतता या क्षेत्रांत उत्तम कामगिरी करणाऱ्या व्यक्तींना प्रतिष्ठेची समजली जाणारी नोबेल पारितोषिके ऑक्टोबरच्या पहिल्या सोमवारपासून जाहीर करण्यात येतात. सन २०२३ची विज्ञान क्षेत्रातील (वैद्यक, रसायन आणि भौतिक) पारितोषिके त्यानुसार जाहीर झाली आहेत. संशोधकांच्या आयुष्यातील हे पारितोषिक मिळण्याचा क्षण अत्युच्च आनंदाचा असतो.

या सर्व नोबेलप्राप्त व्यक्तींचे मनःपूर्वक अभिनंदन.



रसायनशास्त्र नोबेल पारितोषिक २०२३



डॉ. अॅलेक्सी एकिमोव्ह डॉ. मॉगी बावेंडी डॉ. लुईस ब्रुस

योगदान देत आहेत. संशोधकांचा असा विश्वास आहे की भविष्यात ते सहजसाध्य इलेक्ट्रॉनिक्स, लहान सेन्सर, पातळ सौर पेशी आणि सांकेतिक संदेशवहनात (एनन्क्रिप्टेड क्वांटम कम्युनिकेशन) योगदान देऊ शकतात. अतिसूक्ष्म तंत्रज्ञानाच्या क्षेत्रात (नॅनो टेक्नॉलॉजी) क्वांटम कणांचे अतिशय महत्त्वाचे योगदान आहे, आणि वैज्ञानिक जगतात ह्या शोधाचे दीर्घकालीन परिणाम होणार आहेत.

रसायनशास्त्र

मॉगी जी. बावेंडी (मॅसेच्युसेट इन्स्टिट्यूट ऑफ टेक्नॉलॉजी, केम्ब्रिज), लुईस ई. ब्रुस (कोलंबिया विद्यापीठ, न्यू यॉर्क) आणि अॅलेक्सी आय. एकिमोव्ह (नॅनो क्रिस्टल टेक्नॉलॉजी, न्यू यॉर्क) या तीन अमेरिकन संशोधकांना क्वांटम कणांचा शोध आणि विकासासाठी सन २०२३चे रसायनशास्त्रातील नोबेल पारितोषिक देण्यात आले आहे. या लहान कणांमध्ये अद्वितीय गुणधर्म असतात आणि आता ते टेलिव्हिजन पडद्यावर आणि एलईडी दिव्यांना प्रकाशित करतात. विविध रासायनिक अभिक्रिया उत्प्रेरित करण्यात हे कण महत्त्वाचा वाटा उचलतात. त्यांच्या प्रकाशात शल्यचिकित्सकांना ट्युमरमधील ऊती (tissue) स्पष्ट दिसू शकतात. क्वांटम कणांमध्ये अनेक आकर्षक आणि असामान्य गुणधर्म आहेत. महत्त्वाचे म्हणजे त्यांच्या आकारानुसार त्यांचे रंग वेगवेगळे असतात. अशा प्रकारे क्वांटम कण मानवजातीसाठी महत्त्वाचे

भौतिकशास्त्र नोबेल पारितोषिक २०२३



डॉ. पिअरी अॅगोस्तोनी डॉ. फेरेंक क्राँझ डॉ. अँने ह्युलर

भौतिकशास्त्र

पिअरी अॅगोस्तोनी (ओहायो स्टेट युनिव्हर्सिटी, कोलंबस, अमेरिका), फेरेंक क्राँझ (मॅक्स प्लँन्क इन्स्टिट्यूट, म्युनिक, जर्मनी) आणि अँने ली. ह्युलर (लुंड युनिव्हर्सिटी, स्वीडन) हे तीन संशोधक या वर्षीच्या भौतिकशास्त्राच्या नोबेल पारितोषिकाचे मानकरी ठरले आहेत. पदार्थातील इलेक्ट्रॉन डायनॅमिक्सच्या

अभ्यासासाठी प्रकाशाचे अँटोसेकंद तरंग निर्माण करणाऱ्या प्रायोगिक पद्धतींसाठी हे पारितोषिक देण्यात येत आहे, असे नोबेल समितीने जाहीर केले. भौतिकशास्त्रामधील या तीन नोबेल पारितोषिकप्राप्त संशोधकांनी मानवतेला अणू आणि रेणूंमधील इलेक्ट्रॉनच्या जगाचा शोध घेण्यासाठी नवीन साधने दिली आहेत. ज्याप्रमाणे स्थिर प्रतिमा गुंफल्या गेल्या की सतत हालचाल होणाऱ्या चित्रपटाची निर्मिती होते, तसेच जलद गतीने होणाऱ्या घटना एकमेकांमध्ये मिसळतात त्यावेळी त्या चित्रपटप्रमाणे भासतात. आपल्याला खरोखरच त्यातील एखाद्या संक्षिप्त घटनेचा शोध घ्यायचा असेल तर आपल्याला विशेष तंत्रज्ञानाची आवश्यकता असते. अँटोसेकंद इतका लहान असतो की विश्वाच्या निर्मितीपासून आजवर जेवढे सेकंद झाले आहेत तितके अँटोसेकंद एका सेकंदात असतात. इलेक्ट्रॉनच्या जगात, अँटोसेकंदाच्या काही दशांशांमध्ये बदल घडतात. या संशोधकांच्या प्रयोगांनी प्रकाशाच्या इतक्या लहान लहरी (तरंग) तयार केल्या आहेत की त्या अँटोसेकंदांमध्ये मोजल्या जातात, अशा प्रकारे या लहरींचा वापर अणू आणि रेणूंमधील प्रक्रियांच्या प्रतिमा मिळवण्यासाठी केला जाऊ शकतो. आपण आता इलेक्ट्रॉनच्या जगाचे अज्ञात दरवाजे उघडू शकतो. अँटोसेकंद भौतिकशास्त्र आपल्याला इलेक्ट्रॉनद्वारे नियंत्रित असलेल्या यंत्रणा समजून घेण्याची संधी देते. पुढची पायरी म्हणजे या ज्ञानाचा प्रत्यक्षात उपयोग करून घेण्यात येईल. विविध क्षेत्रांत याची शक्यता आहे. इलेक्ट्रॉनिक्समध्ये, उदाहरणार्थ, एखाद्या सामग्रीमध्ये इलेक्ट्रॉन कसे वागतात हे समजून घेणे आणि नियंत्रित करणे महत्त्वाचे आहे. अँटोसेकंद तरंगांचा उपयोग रोगनिदानात विविध रेणू ओळखण्यासाठीदेखील केला जाऊ शकतो.

वैद्यकशास्त्र

डॉ. कॅटेलिन कॅरिको (त्सिज्ड विद्यापीठ, हंगेरी आणि पेनसिल्व्हेनिया विद्यापीठ) आणि डॉ. अँड्र्यू वाइजमन (पेन इन्स्टिट्यूट फॉर आर.एन.ए. इनोव्हेशनस, पेनसिल्व्हेनिया विद्यापीठ, फिलाडेल्फिया) या दोघांना सन २०२३चे वैद्यकशास्त्रातील नोबेल पारितोषिक विभागून देण्यात आले आहे. या दोन नोबेल पारितोषिकाने सन्मानित संशोधकांनी लावलेले शोध सन २०२०च्या सुरुवातीस सुरू झालेल्या जागतिक साथीच्या आजारदारम्यान कोविड-१९विरुद्ध प्रभावी एम.आर.एन.ए. (mRNA) लस विकसित करण्यासाठी



डॉ. कॅटेलिन कॅरिको

डॉ. ड्र्यू वाईजमन

महत्त्वपूर्ण होते. त्यांच्या निष्कर्षांद्वारे, त्यांनी एम.आर.एन.ए. आपल्या रोगप्रतिकारकप्रणालीशी कसा संवाद साधतो हे समजण्यासाठी महत्त्वाचे योगदान झाले. आधुनिक काळातील मानवी आरोग्यासाठी या विषाणूजन्य रोगाचा मानवजातीला सर्वात मोठा धोका निर्माण झालेला असताना थोड्या कालावधीतच लस विकसित करून अभूतपूर्व योगदान दिले आहे. एम.आर.एन.ए. ही डी.एन.ए.मधील सांकेतिक लिपीतील मजकुराची प्रतिकृती असते व पेशीत प्रथिन निर्माण करण्यासाठी या सांकेतिक लिपीतील संदेशाचे भाषांतर करून पेशीतील रायबोझोम्समध्ये प्रथिन संश्लेषण केले जाते. याचा वापर लस निर्माण करण्यासाठी करणे ही कल्पना अतिशय महत्त्वाची आहे. जेव्हा जिवंत किंवा मृत विषाणू लशीसाठी वापरतात, त्याचे एकत्रीकरण आपल्या शरीरातील डी.एन.ए.मध्ये झाले तर त्याचे अनिष्ट परिणाम आपल्या पुढच्या पिढीत दिसून येण्याची जी अगदी तोकडी शक्यता असू शकते, तीदेखील एम.आर.एन.ए. लशीत नसते. त्यामुळे ही लस अगदी सुरक्षित मानली जाते. या संशोधकांनी कोविड-१९ रोगाविरुद्ध अशी लस निर्माण करून मानवतेला एक मोठेच वरदान दिले आहे, असे म्हणायला हरकत नाही.

सन २०१९च्या उत्तरार्धात SARS-CoV-2 चा उदय झाला आणि जगाच्या सर्व भागांमध्ये झपाट्याने ही महामारी पसरली, कोट्यवधी लोकांना याची लागण झाली आणि मृत्यूचे थैमान सुरू झाले तेव्हा काही काळ सर्व जग किंकर्तव्यमूढ झाले होते. अशावेळी काही संशोधक मात्र अविरत मेहनत करून या रोगावर लस विकसित करण्याचा प्रयत्न करत होते. सुधारित न्यूक्लिओसाइड बेससह तयार केलेली mRNA लस जन्मजात रोगप्रतिकारक ओळख टाळते, आणि प्रथिने अभिव्यक्ती सुधारते, हे दाखवून देणारा डॉ. कॅरिको आणि डॉ. वाइजमन यांनी जी लस शोधली, तो वैद्यकीय क्षेत्रातील एक अतिशय महत्त्वाचा टप्पा आहे.



डॉ. राजेंद्र देवपूरकर

जनुकीय अभियांत्रिकी

जैवतंत्रज्ञान म्हणजे Biotechnology हा शब्दही फारसा प्रचलित नव्हता अशा काळात माणसाने संकरित जनावरे आणि संकरित पिके निर्माण करून माणसाच्या त्या त्या काळातील गरजा यशस्वी रितीने भागवून घेतल्या असे मागे वळून पाहिले असता स्पष्ट दिसते. अधिक दूध देणारी जनावरे, अधिक मांस धारण करणाऱ्या कोंबड्या, अधिक धान्योत्पादन देणारी पिके, रोगास सहज बळी न पडणारी पिके व प्राणी अशी अनेक उदाहरणे सांगता येतील. प्राणी किंवा वनस्पती ह्यांचे गुणधर्म बदलण्याचा संकर हा तसे पाहता नैसर्गिक पुनरुत्पादनपद्धतीवर आधारित असा मानवाला सापडलेला मार्ग असे त्याचे वर्णन करता येईल. ह्या लेखामध्ये आपण गुणसूत्रांचा संकर करून नवीन गुणधर्म धारण करणारे सूक्ष्मजीव, वनस्पती आणि अगदी प्राणी निर्माण करण्याच्या पद्धतींबद्दल माहिती घेणार आहोत. आधुनिक जनुकीय अभियांत्रिकी (Genetic Engineering) आणि गुणसूत्रांचा संकर (Recombinant DNA) हा सदर लेखाचा विषय समजून घेण्यापूर्वी काही महत्त्वाचे टप्पे पाहणे उपयुक्त ठरेल.

जनुकशास्त्राच्या विकासाचे काही प्रारंभिक महत्त्वाचे टप्पे

अगदी डार्विन, ग्रेगॉर मेंडेल यांच्या काळापासून (सुमारे १८००-१८९०) नर-मादी पुनरुत्पादन पद्धतीमध्ये गुणधर्मांची सरमिसळ होते हे स्पष्ट झाले होते. ग्रेगॉर मेंडेल ह्यांच्या वाटाण्यावरील संकरप्रयोगाचे फार मोठे फलित हे, की

- १) गुणधर्मासाठी प्रत्यक्ष पदार्थीय कण जबाबदार असतात.
- २) प्रत्येक गुणधर्मासाठी दोन कण जबाबदार असतात.
- ३) परागकण आणि वनस्पती बीजांड ह्यामध्ये जोडीपैकी एकच कण असतो.
- ४) फलन क्रियेमध्ये कणांची पुन्हा जोडी जमते.

ह्यालाच थोडक्यात Particulate theory of Genetics असे म्हणतात. Gene, DNA, RNA किंवा Protein ह्यांची काहीच कल्पना नसताना शंभर वर्षे अगोदरच प्रयोग आणि तर्कशुद्ध विश्लेषण करून ग्रेगॉर मेंडेल ह्यांनी जनुकशास्त्राचा पाया रचला ह्याला खरोखरच अनन्यसाधारण महत्त्व आहे. म्हणूनच त्यांना Father of Genetics संबोधले जाते. १९००च्या सुमारास म्हणजे ग्रेगॉर मेंडेल ह्यांच्या मृत्यूनंतर तब्बल १५-१६ वर्षांनी ह्युगो व्हराईस (Hugo de Vries, Dutch Botanist), कार्ल्स कारेन्स (Carl Carrrens, German Botanist) आणि फ्रिच शेरमार्क (Frich Tschermak, Austin Botanist) ह्या संशोधकांनी स्वतंत्ररीत्या पुन्हा प्रयोग करून निष्कर्ष तपासून पाहिले. साधारण ह्याच दरम्यान (१८७१) फ्रेड्रिच मेईशर (Friedrich Miescher) ह्या स्वीस रसायन शास्त्रज्ञाने फॉस्फरस विपुल असणारे असे आम्लधर्मी पदार्थ पेशीकेंद्रात असतात असा शोध लावला की. हाच तो डी.एन.ए. जो आधुनिक जनुकशास्त्रात फार महत्त्वाचा घटक म्हणून माहित झाला. पेशीमध्ये प्रथिनांचे (Protein) प्रमाण डी.एन.ए.च्या तुलनेने ५० ते ६० पट जास्त आढळते; तसेच प्रथिनांचे असंख्य प्रकार आणि विविध कार्ये माहित झाल्याने गुणधर्म ठरवण्याच्या कामीसुद्धा प्रथिनच असावे असा समज होता. फ्रेडरिक ग्रिफिथ (Fredrick Griffith) ह्यांनी १९२८ च्या सुमारास तर ओस्वाल्ड एव्हरी ह्यांनी १९४४ मध्ये तर अल्फर्ड हर्षे (Alferd Hershe) आणि मार्था चेस (Martha Chase) ह्या दोघांनी मिळून १९५२मध्ये प्रयोग करून पेशींचे (पर्यायाने सजीवांचे) गुणधर्म प्रथिन नव्हे तर DNA ठरवतात हा अत्यंत महत्त्वाचा शोध लावला. वॉटसन आणि क्रीक (James Watson and Francis Crick) ह्या जोडीने DNAची रचना स्पष्ट करून आधुनिक जनुकशास्त्राचा पाया रचला. रोझालिंड

फ्रँकलिन ह्या महिला संशोधकाने DNAच्या स्फटिकाचा केलेला अभ्यास वॉटसन आणि क्रीक ह्यांच्या संशोधनामध्ये फार महत्त्वाचा ठरला. वॉटसन आणि क्रीक दोघांना १९५३ चे नोबेल पारितोषिक मिळाले. मार्शल नायरेनबर्ग (Marshall Nirenberg), जोहान मथाई (Johann Matthaei), हर गोविंद खोरांना ह्यांनी केलेल्या संशोधनामुळे डी.एन.ए., प्रथिन आणि पेशींचे गुणधर्म (DNA, Protein and Properties of the Cell) ह्यांचा एकमेकांशी असलेला संबंध समजून आला आणि ह्या तिघांनाही १९६८ चे नोबेल पुरस्कार मिळाले.

आधुनिक जनुकीय अभियांत्रिकी (Genetic Engineering) आणि गुणसूत्रांचा संकर (Recombinant DNA) शास्त्राच्या विकासाचे काही महत्त्वाचे टप्पे

● **निर्बंध विकरांचा क्रांतिकारी शोध :** जैवतंत्रज्ञानाचा वापर करून एखाद्या सजीवाच्या जनुकीय आराखड्यामध्ये (Genome) बदल करण्याच्या तंत्राला 'जनुकीय अभियांत्रिकी' म्हणतात. या तंत्रात एखाद्या सजीवाच्या जनुकीय आराखड्यामध्ये बाहेरील नवीन जनुक घातला जाऊन त्या सजीवाच्या अनुवंशिक गुणधर्मात बदल घडवून आणतात.

सन १९६०च्या सुमारास वर्नर आर्बर (Werner Arber) ह्या स्विस मायक्रोबायोलॉजिस्ट आणि अनुवंशिकशास्त्रज्ञाने डी.एन.ए.चा रेणू नेमक्या विशिष्ट ठिकाणी तोडणाऱ्या विकराचा ('निर्बंध विकर') (Restriction enzyme) शोध लावला; तर पुढे सन १९७०च्या सुमारास हॅमिल्टन स्मिथ (Hamilton Smith) ह्या अमेरिकन शास्त्रज्ञाने निर्बंध विकर शुद्ध प्रथिनांच्या स्वरूपात मिळवले. डॅनियल नाथान्स (Daniel Nathans) ह्यांनी ही निर्बंध विकरे वापरून SV ४० विषाणूच्या डी.एन.ए.चा अभ्यास करून निर्बंध विकरांच्या उपयुक्ततेबद्दल मोलाची कामगिरी केली. १९७८ साली वर्नर आर्बर (Werner Arber), हॅमिल्टन स्मिथ (Hamilton Smith) आणि डॅनियल नाथान्स (Daniel Nathans) ह्या तिघांना नोबेल पुरस्कार देण्यात आले. गुणसूत्रांचा संकर (Recombinant DNA) करणे हे निर्बंध विकरे आणि डी.एन.ए. लायगेज (DNA ligase) ह्या विकरांमुळेच शक्य झाले. आजमितीला सुमारे ४००० निर्बंध विकरे शोधण्यात आली आहेत. निर्बंध विकरे आणि इतर विकरे जशी की डी.एन.ए. लायगेज, DNA polymerase, phosphatase वापरून कोणत्याही सजीवाच्या डी.एन.ए. रेणूशी कोणताही दुसरा डी.एन.ए. (तो इतर कोणत्याही सजीवाचा असो) आता जोडता येतो. हा गुणसूत्रांचा संकरशास्त्राचा (Recombinant DNA) पाया आहे. १९७३ मध्ये पॉल बर्ग (Paul Berg), हरबर्ट बॉयर (Herbert Boyer), अने चॅंग (Annie Chang) आणि स्टनले कोहेन

(Stanley Cohen) ह्यांनी पहिला संकरित शास्त्राचा DNA (Recombinant DNA) बनवला.

● **अनुवंशिकरित्या सुधारित जिवाणू :** दोन निरनिराळे डी.एन.ए. जोडण्याच्या तंत्राद्वारे आपणांस उपयोगी जनुके (genes) सूक्ष्म जिवाणूंमध्ये स्थापित करून नवीन गुणधर्मांचे सूक्ष्म जिवाणू (Recombinant bacteria) मानवाने तयार केले. Escherichia coli या सूक्ष्म जिवाणूंमध्ये इन्शुलिनचे जनुक स्थापित करून मानव या जिवाणूंपासून मोठ्या प्रमाणावर इन्शुलिनसारखे प्रभावी संप्रेरक तयार करू लागला आ (आकृती : अनुवंशिकरित्या सुधारित जिवाणू)

१९७३ साली हर्बर्ट बॉयर (Herbert Boyer) आणि स्टॅले कोहेन (Stanley Cohen) ह्यांनी पहिला नवीन गुणधर्माचा Escherichia coli हा सूक्ष्म जिवाणू (Recombinant bacteria) बनवला. त्यांनी ह्या जिवाणूंमध्ये अँटीबायोटिक प्रतिरोध करणारे जनुक स्थापित केले होते. १९८३ साली एली लिली (Eli Lilly) या अमेरिकन कंपनीने अनुवंशिकरित्या सुधारित Escherichia coli वापरून मनुष्याचे इन्शुलिन बनवले. इन्शुलिनप्रमाणेच रक्त गोठण्यासाठीची प्रथिने (Blood clotting factors) Escherichia coli या जिवाणूंपासून तयार केली जाऊ लागली आहेत. हेमोफिलिया या व्याधीमध्ये रुग्णांचे रक्त गोठण्याची नैसर्गिक क्रियाच होत नाही. या रुग्णांच्या विशिष्ट जनुकांमध्ये झालेल्या बदलामुळे त्यांना रक्त गोठण्यासाठीची प्रथिने (factor VIII, IX and XI) बनवता येत नाहीत. अशा रुग्णांसाठी ही प्रथिने बनवणारे जिवाणू हे एक वरदानच आहे. इतरही असंख्य मानवी प्रथिने- सोमॅटोस्टॅटिन, एपिडर्मल ग्रोथ फॅक्टर (Epidermal growth factor), पुनरुत्पादनासंबंधीची संप्रेरके (follicle stimulating hormone, Gonadotropin), तसेच रक्तातील गुठळी विद्राव्य करण्यासाठीची विकरे सुद्धा जनुकीय सूक्ष्म जिवाणूंपासून (Recombinant bacteria) आपण मिळवत आहोत. रोगप्रतिबंधक लस बनवण्यासाठी रोगजंतू (bacteria, viruses) मोठ्या प्रमाणावर (industrial scale) वाढवावे लागतात आणि मग त्यांच्या प्रथिनांपासून लस बनवतात. रोगजंतूंची वाढ करण्यामध्ये अर्थातच धोका असतो. रोगजंतूंची विशिष्ट जनुके Escherichia coli यासारख्या जिवाणूंमध्ये स्थापित करून लसनिर्मितीप्रक्रिया निर्दोष करण्यात माणसाला यश आले आहे.

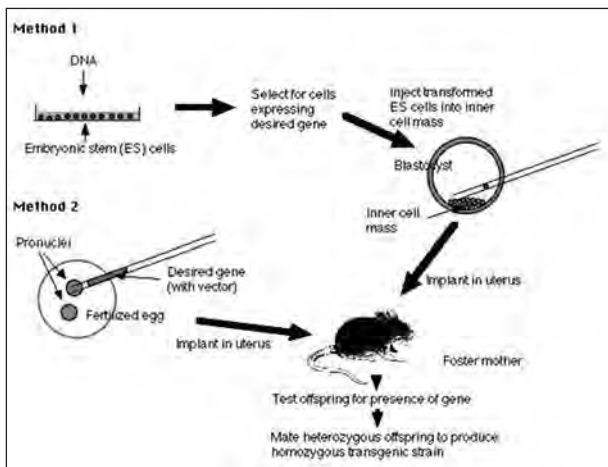
१९७६-७८ च्या सुमारास जेनेन्टेक (Genentech) ह्या अमेरिकन कंपनीने सर्वप्रथम अनुवंशिकरित्या सुधारित Escherichia coli वापरून मानवी इन्शुलिन आणि सोमॅटोस्टॅटिन बाजारामध्ये आणले. १९८३ साली सुडोमोनास (Pseudomonas syringae) ह्या जिवाणूंमध्ये अनुवंशिकीय

बदल केलेला 'बर्फविरहित वाण' (ice less strain) Advanced Genetic Sciences (AGS) ह्या कंपनीने बाजारात आणला. ह्या सलवाणूंचा पिकावर फवारा मारून पिकांचे अतिथंड तापमानापासून संरक्षण करता येते

● **जनुकीय परिवर्तित प्राणी आणि वनस्पती (Transgenic animals and Transgenic Plants) :** अनुवंशिकरित्या सुधारित जिवाणूप्रमाणेच Recombinant DNA तंत्रज्ञानाचा वापर करून अनुवंशिकरित्या सुधारित प्राणी आणि वनस्पती (Transgenic animals and Transgenic Plants) माणसाने विकसित केल्या. १९७४ साली रुडाल्फ जेनिश (Rudolf Jaenisch) या संशोधकाने उदरामध्ये गर्भाच्या अत्यंत प्रारंभिक वेळेला इतर जनुके स्थापित करून जगातील पहिला अनुवंशिकरित्या सुधारित प्राणी विकसित केला.

१९८१ च्या सुमारास कन्स्टॅन्टिनी (Costantini F)., लासी (Lacy E), होगन, बी. विल्यम्स, जे. गॉर्डन, आणि एफ. रूडल ह्यांनी सशाची तसेच मानवाची जनुके उदरामध्ये स्थापित करून अनुवंशिकरित्या सुधारित प्राणी तयार करण्याचे तंत्र विकसित केले.

Recombinant DNA तंत्रज्ञान वापरून माणसाने Transgenic Animals उंदीर (mice), मेंढी (sheep), बकरा (goat), गाय (cow) निर्माण केले आहेत. आकाराने मोठी आणि अधिक प्रमाणात लोकर धारण करणारी मेंढी, रेशीम (silk) बनवणारा बकरा, दुधामध्ये इन्शुलिन बनवणाऱ्या गाई ही Transgenic animals ची उदाहरणे आहेत. नवीन औषधे तयार करणे, उत्पादन वाढवणे, रोगप्रतिकारशक्ती वाढवणे इत्यादींसह विविध उद्देशांसाठी अनुवंशिकरित्या सुधारित प्राणी केले गेले आहेत. (आकृती : जनुकीय परिवर्तित प्राणी)



डी.एन.ए. जोडण्याच्या तंत्राद्वारे (Recombinant DNA technology) अनुवंशिकरित्या सुधारित वनस्पती (Transgenic

plants) यासुद्धा विकसित करण्यात आल्या. ह्या जनुकीय परिवर्तित पिके (Genetically Engineered Crops) म्हणून ओळखल्या जाऊ लागल्या. अशा वनस्पतीमध्ये प्राणी, जिवाणू (Bacteria), बुरशी (Fungus) ह्यांच्यापासूनची जनुके स्थापित केली जातात. सन १९८३ च्या सुमारास असे अनुवंशिकरित्या बदललेले / सुधारित तंबाखूचे वाण सर्वप्रथम विकसीत करण्यात आले.

त्यानंतर BT cotton, BT Brinjal यासारखी कापसाची आणि वांग्याची वाणे तयार करण्यात आली आहेत. Recombinant DNA तंत्रज्ञानाचा वापर करून Bacillus thuringensis या जिवाणूचे जनुक या वनस्पतीमध्ये स्थापित करण्यात आले आहे. या स्थापित जनुकामुळे हे नवे कापसाचे आणि वांग्याचे वाण Bacillus thuringensis या जिवाणूचे एक प्रथिन त्यांच्या पानांमध्ये बनवतात. ही पाने कीटकाने खाल्ली असता कीटक मरतात आणि या वाणांचे कीटकधाडीपासून संरक्षण होते. कीटकांपासून संरक्षण, तणनाशकापासून बचाव, अधिक उत्पादन, टिकाऊ फळे, रोगप्रतिकार क्षमता, असे विविध हेतू साध्य करण्यासाठी जनुकीय परिवर्तित पिके विकसित केली जातात. सोनेरी भात (Golden rice) ही भाताची नवी जात. यातही जिवाणूंचा जनुक स्थापित करून भाताच्या धान्यामध्ये 'अ' जीवनसत्त्वाची निर्मिती करण्यात आली. अगदी अलीकडे लसीच्या (Vaccines) उत्पादनासाठी जनुकीय परिवर्तित पिके विकसित केली जाऊ लागली आहेत. अशा लसींना 'खाद्य लसी' (Edible vaccines) असे संबोधतात. जिवाणू किंवा विषाणूंची प्रथिने तयार करू शकणारी केळी, बटाटे, टोमॅटो अशी अनेक जनुकीय परिवर्तित पिके संशोधकांनी बनवली आहेत.

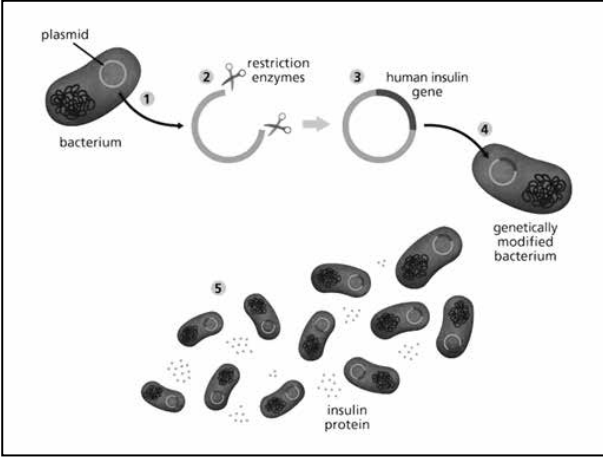
जनुक गुणधर्म कसे ठरवतात ते आता अगदी थोडक्यात पाहू. क्रमाक्रमाने पुढील मुद्दे लक्षात घेऊ यात.

१. जनुक म्हणजे न्यूक्लिओटाइड या घटक रसायनांची साखळी. चार निरनिराळी न्यूक्लिओटाइड (A, T, G आणि C) जोडून न्यूक्लिओटाइडची साखळी बनलेली असते. गुणसूत्र डी.एन.ए. म्हणजे अनेक जनुकांची साखळी तर प्रत्येक जनुक म्हणजे न्यूक्लिओटाइड या घटक रसायनांची साखळी. (आकृती : जनुक आणि प्रथिन)

२. अगदी याचप्रमाणे प्रथिन ही अमिनो आम्लांची साखळी असते. वीस निरनिराळी अमिनो आम्ले साखळी पद्धतीने जोडून शेकडो अमिनो आम्लांची साखळी बनलेली असते.

३. प्रत्येक जनुक हे दुसऱ्या जनुकापेक्षा निराळा असते कारण साखळीमधील न्यूक्लिओटाइडचा क्रम वेगळा असतो.

४. अगदी त्याचप्रमाणे एका प्रथिनामधील अमिनो आम्लांचा



क्रम दुसऱ्या प्रथिनातील अमिनो आम्लाच्या क्रमापेक्षा वेगळा असतो..

५. जनुकामधील न्यूक्लिओटाइडचा क्रम आणि प्रथिनातील अमिनो आम्लाचा विशिष्ट क्रम हा जणू काही त्या जनुकाची आणि त्या प्रथिनाची ओळख (ID) असते.

६. जनुकातील न्यूक्लिओटाइडचा क्रम वापरून पेशी मध्ये एका विशिष्ट क्रमाने अमिनो आम्लांची साखळी बनवली जाते. म्हणजे एक विशिष्ट जनुक एका विशिष्ट प्रथिनाच्या निर्मितीस कारण ठरते. यालाच 'एक जनुक एक प्रथिन' (one gene one protein) असे संबोधले जाते.

७. पेशीच्या जनुकांचा संच त्या पेशीमधील प्रथिनांचा संच ठरवते.

८. पेशीमधील प्रथिने प्रत्यक्ष जैविक क्रियांसाठी कारणीभूत असतात. पेशींचे गुणधर्म पेशींच्या जैविक क्रियांवर, जैविक क्रिया पेशीतील प्रथिनांच्या संचावर आणि प्रथिनांचा संच जनुकांच्या संचावर अवलंबून असतो. आपल्या हे आता सहज लक्षात आले असेल की निसर्गतः माणसाची प्रथिने फक्त माणसाच्याच पेशी तयार करू शकतात अन्य कोणताही सजीव माणसाची प्रथिने तयार करू शकत नाही. किंबहुना निसर्गतः

न्यूक्लिओटाइडची आणि अमिनो आम्लाची साखळी :

न्यूक्लिओटाइडची साखळी १....ATGCTTCAGTAACA-GTGCA...

न्यूक्लिओटाइडची साखळी २..... GACGACTTATGC...

अमिनो आम्लाची साखळी १...ala.val.Ile.met.glu.gln....

अमिनो आम्लाची साखळी २...met.trp.val.ala.asp.

[[A, T, G आणि C ही न्यूक्लिओटाइड दाखवितात तर ala (alanine), val (valine), Ile (isoleucine), glu (glutamate)] ही अमिनो आम्ले दाखवितात.

एक सजीव दुसऱ्या सजीवाची प्रथिने तयार करू शकत नाही.

इंग्रजीमधील २६ अक्षरांमधील काही अक्षरांपासून एक विशिष्ट क्रम लिहिला की एक विशिष्ट शब्द तयार होतो, जसे की DIARY. आपण हा क्रम बदलला की वेगळाच शब्द होतो, जसे- DAIRY. तुलना करायची तर शब्द म्हणजे प्रथिन आणि अक्षर म्हणजे अमिनो आम्ल. अशीच तुलना करून आपल्याला न्यूक्लिओटाइड, जनुक आणि गुणसूत्र लक्षात येईल (पहा प्रयत्न करून) Recombinant DNA Technology म्हणजे एका सजीवातील जनुके दुसऱ्या सजीवाच्या पेशीमध्ये स्थापित करण्याचे तंत्र. जिवाणू, विषाणू, वनस्पती आणि प्राणी ह्यांची जनुके ह्या नव्या तंत्राने आपण इकडून तिकडे अशी स्थापित करू लागलो आणि ह्यातूनच अभिनव अनुवंशिक गुणधर्म धारण करणारे जिवाणू (Recombinant bacteria), जनुकीय परिवर्तित वनस्पती (Transgenic plants) आणि जनुकीय परिवर्तित प्राणी (Transgenic animals) मानवाने विकसित केले (आणि) Genetic Engineering किंवा 'जनुकीय अभियांत्रिकी' अशी एक नवी जैवविज्ञान शाखा उदयाला आली.

- डॉ. राजेंद्र देवपूरकर

writetodeopurkar@gmail.com

सप्टेंबर अंकात प्रसिद्ध डॉ. देवपूरकर यांच्या लेखातील दुरुस्ती

एकएकटा जिवाणू अगारच्या पृष्ठभागावर वाढतो तेव्हा दर १० ते ३० मिनिटांनी एकाचे दोन जिवाणू होतात. एका जिवाणूपासून दर दहा मिनिटांनी दोन अशी वाढ झाली तर २४ तासांत $2^{144} =$ सुमारे 10^{43} एवढे जिवाणू निर्माण होतील आणि घट्ट पृष्ठभागावर ते सर्व एकत्रच राहिल्याने त्यांची आपल्या डोळ्यांस दिसेल अशी ठिपक्याच्या आकाराची वसाहत (कॉलनी) तयार होईल.

(मागील अंकात '२४ तासांत $2^{144} =$ सुमारे 10^{43} ' असे अनावधानाने राहिले होते. ते वरीलप्रमाणे आहे. - संपादक)



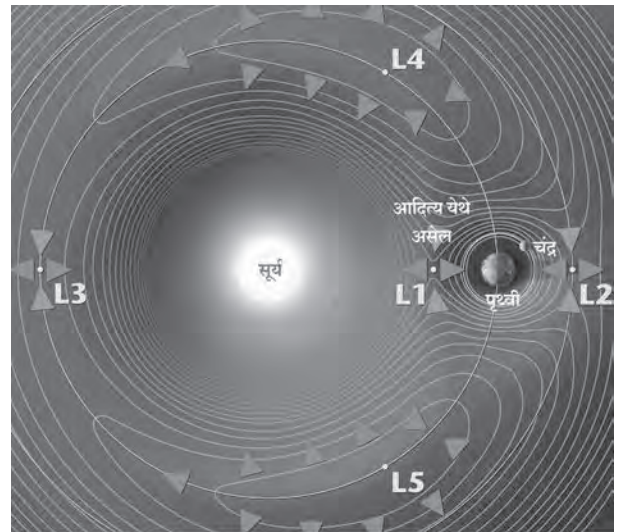
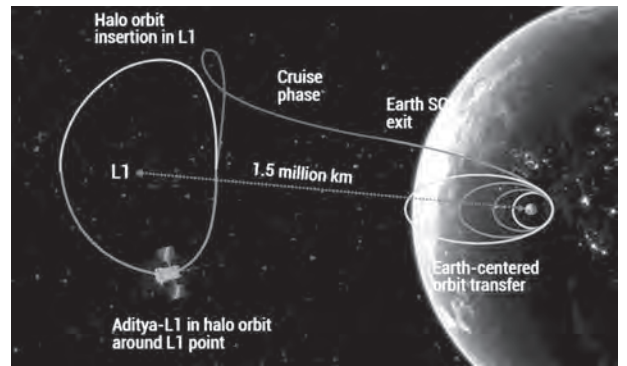
आनंद घैसास

भारतीय विज्ञान-तंत्रज्ञानाच्या नव्या दिशा

गेल्या दोन-तीन महिन्यांमध्ये भारताची अंतराळ-कामगिरी पाहिली तर ती खरेच अभिमानास्पद आहे. कारण साधेसोपे आहे, की चांद्रयान-३ ची चंद्रावर हळुवारपणे उतरण्याची कामगिरी जी आपण साध्य केली आहे, आपले चंद्रावर फेरफटका मारणारे 'प्रज्ञान' वाहनही छान माहिती गोळा करत हिंडते आहे. त्यातच जागच्या जागी का असेना, पण विक्रम अवतरकाने छोटीशी उडी मारून पाहिली आहे. ही उडी म्हणजे भविष्यात चंद्रावरून परत येण्याची केलेली ही तयारीचाचणी होती. चांद्रयान-३चा चंद्राभोवती फिरणारा व्योम उपग्रहही त्याचे स्वतःचे शोधकार्य आणि सोबत प्रज्ञान आणि विक्रमशी संपर्क ठेवत त्यांचे संदेश पृथ्वीकडे धाडण्याचे निरोप्याचे कामही चोखपणे करत आहे. चांद्रयान-३ मधील विक्रम आणि प्रज्ञान हे चंद्राच्या रात्रीत घेतलेल्या विसाव्यानंतर १५ पृथ्वीदिवसांनी परत कार्यान्वित झालेले आहेत. हा झाला सद्यःस्थितीचा एक भाग, तर त्याचबरोबर 'आदित्य एल-१'चे उड्डाणही सफल झाले आहे. त्याच्या ठरलेल्या चार पृथ्वीप्रदक्षिणा १६ सप्टेंबरला पूर्ण झाल्या. १७च्या रात्री २ वाजता तो त्याच्या नियोजित 'एल १' या जागी जाण्यासाठी निघाला. या डिसेंबरच्या मध्यात तो 'एल १'वर पोहोचेल, नंतर काही दिवसांतच त्याच्या माध्यमातून आपले सूर्यनिरीक्षण सुरू होईल.

बऱ्याच जणांचा असा एक समज आहे, की आदित्य हा सूर्याभोवती फिरणारा उपग्रह आहे. जसे चंद्रावर गेलेले चांद्रयान-१ होते, तसे. पण आदित्य तसा नाहीये. अवकाशात त्याची स्थापना आपण, पृथ्वी आणि सूर्य या दोहोंच्या मध्ये असणाऱ्या एका तरंगत्या जागी करणार आहोत. त्याच्या नावातली 'एल-१' ही ती जागा आहे.

अवकाशातल्या कोणत्याही दोन वस्तूंच्या म्हणजे मग ते तारे असतील अथवा ग्रह असतील, त्यांच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या



सूर्य आणि पृथ्वीसंदर्भातील लॅग्रॅजियन बिंदूंच्या अवकाशातील जागा आदित्य एल १ वर असेल

खेचीमधून त्यांच्या आसपासच्या अवकाशात अशा काही जागा तयार होतात, ज्या ठिकाणी या दोहोंची खेच, ज्याला गुरुत्वीय त्वरण असे म्हटले जाते, ते समान होते. त्यामुळे अशी परिस्थिती निर्माण होते, की या जागी एखादी तिसरी वस्तू आली, तर ती या दोन दिशांनी होणाऱ्या गुरुत्वीय खेचीमुळे तिथे जणू तोलली जाते. जखडून ठेवल्याप्रमाणे

तरंगत राखली जाते. यातल्या दोन वस्तूंची जागा बदलत असली तरी ती या गुरुत्वमध्यात असणाऱ्या वस्तूला सोबत घेऊन जाते. या जागी असणाऱ्या वस्तूला अवकाशात राहण्यासाठी मुद्दाम फार मोठ्या प्रमाणात लागणारी इंधनाची सोय करावी लागत नाही. अवकाशात कोणत्याही दोन वस्तूंसंदर्भात अशा पाच जागा नेहमीच तयार होत असतात. लॅग्रॅज या शास्त्रज्ञाने हे शोधून काढले, म्हणून या जागांना लॅग्रॅजियन बिंदू असे नाव मिळाले. दोन अवकाशीय वस्तूंच्या मध्ये असणाऱ्या बिंदूला १, लहान वस्तूंच्या मागच्या बाजूला असणाऱ्या बिंदूला २, मोठ्या वस्तूंच्या पाठीमागे पण सरळ रेषेतच असणाऱ्या जागेला क्रमांक ३, या दोन वस्तूंपासून बरोबर ६० अंशांच्या कोनात, पण लहान वस्तूंच्या कक्षेवरील जागी, पुढच्या दिशेला असलेल्या जागी क्रमांक ४, मागे असलेल्या बिंदूला क्रमांक ५ म्हणून संबोधले जाते. आपण पाठवलेले आदित्य हे शोधयान यातल्या एल १ या जागेशी जाणार आहे. सूर्याचे गुरुत्वाकर्षण आणि पृथ्वीचे गुरुत्वाकर्षण समसमान होणारी ही जागा, पृथ्वीपासून १५ लाख किलोमीटर अंतरावर सूर्याच्या सरळ रेषेत आहे. आदित्य यान बरोबर या बिंदूवर ठेवले जाणार नाही, तर ते या बिंदूभोवती एका वर्तुळाकार कक्षेत फिरत राहणार आहे, ज्या कक्षेचे अंतर मात्र सूर्यापासून आणि पृथ्वीपासूनही कायम या बिंदूवढेच राखण्यात येणार आहे. हे अंतर कायम राखण्यासाठी अधूनमधून यानाची मार्गदुरुस्ती मात्र करावी लागणार आहे.

या एल १ प्रमाणेच एल २ या बिंदूवरही नासाने एक अवकाशीय वेधशाळा पाठवलेली आहे, जिला जेम्स वेब दुर्बीण म्हणून ओळखले जाते. ही सध्या कार्यरत असून दूरच्या ताऱ्यांभोवती असणाऱ्या परग्रहांचा, दूरच्या दीर्घिकांचा, एकूणच विश्वनिर्मितीच्या काळाच्या आसपासच्या कालावधीत निर्माण झालेल्या नवदीर्घिकांचा, अनाकलनीय क्वासारसारख्या प्रखर दीप्ती असणाऱ्या वस्तूंचा शोध घेण्याच्या कामी या दुर्बीणाचा आज उपयोग होत आहे.



भारताने येत्या काही काळात शुक्राच्या वातावरणाचा वेध घेण्यासाठी एक शुक्रयान पाठवण्याचे आयोजन केले आहे. अजून संकल्पना आणि आराखडा याच पहिल्या पायरीवर हे काम असले, तरी याच्या संशोधनासाठी सरकारने हिरवा कंदील दाखवत आर्थिक तरतूदही केली आहे. शुक्रयान-१ हा नियोजित उपग्रह सुमारे १०० किलोग्रॅम वजनाचा असेल, त्याला ५०० वॉट वीजपुरवठा करण्याची क्षमता असणारी यंत्रणा त्यासोबत असेल. शुक्रयान मोहिमेत शुक्राभोवती फिरणारा एक उपग्रह असेल, तो शुक्राच्या जमिनीपासून ५०० किलोमीटर ते ६०,००० किलोमीटर या लंबवर्तुळाकार कक्षेत शुक्राभोवती फिरत राहील, तर फ्रान्सच्या 'व्हेगा' मोहिमेप्रमाणे वातावरणीय फुग्यांचा, बलूनचा वापर करून त्याला जोडलेल्या उपकरणांना अवतरकांच्या सहाय्याने शुक्राच्या वातावरणात तरंगत पाठवण्याचा, आणि या उपकरणांनी वातावरणाचे रासायनिक घटक जाणून घेण्याचा प्रयोग साधण्यात येणार आहे. यासाठी फ्रान्सचे योगदान मिळणार आहे. अतिशय उत्साहवर्धक बाब म्हणजे जपानच्या 'जक्सा' या अवकाशसंस्थेनेही या मोहिमेत रेडिओ तंत्रज्ञानाच्या विभागात सहकार्य करण्याचा विचार जाहीर केला आहे. कारणही तसेच आहे, कारण जपानच्या 'अकात्सुकी' या मोहिमेत इस्रोने २०१६ मध्ये या यानाकडून येणारे रेडिओ संदेशग्रहण आणि विश्लेषण यात जक्साला मदत केली होती. शुक्रयान मोहिमेत वैज्ञानिक शोधकार्य करणारी एकूण १६ भारतीय, तर ७ परदेशी उपकरणे असतील, असे आता स्पष्ट होत आहे. डिसेंबर २०२४ ही आपल्याला शुक्रावर मोहिम काढण्याची लवकरात लवकर संधी देणारी एक 'प्रक्षेपण खिडकीही' उपलब्ध आहे, असे इस्रोने नुकतेच जाहीर केले आहे.

आपल्याला एखाद्या ग्रहाकडे यान पाठवायचे असते, तेव्हा त्या ग्रहाची आणि पृथ्वीची सूर्याच्या कक्षांतर्गत स्थिती कशी आहे, याचा विचार करावा लागतो. या ग्रहाचे आणि आपले कमीत कमी अंतर कधी असेल, पोहोचण्यासाठी लागणारा वेळ किती, इंधन किती लागेल आणि हा प्रवास आर्थिकदृष्ट्याही परवडणारा होणार आहे की नाही, या सर्वांचा यात विचार करावा लागतो. डिसेंबर २४ नंतर शुक्राकडे जाण्याचा दुसरा जवळत जवळचा प्रस्थानमुहूर्त २०३१ मध्ये असणाऱ्या प्रक्षेपण खिडकीचा म्हणजे ७ वर्षांनंतरचा असेल!

पुढची महत्त्वाकांक्षी मोहिम मानवासहित अंतराळ-मोहिम यशस्वीरीतीने राबवण्याची आहे. याचे नाव 'गगनयान' ठेवलेले आहे. प्राथमिक तयारी २०१४ पासून सुरू झालेली आहे. दहा हजार कोटी रुपयांची तरतूद

सरकारतर्फे मिळालेली आहे, प्रत्यक्ष मोहिमेसाठी. तीन टप्प्यांची मोहीम असणार आहे. यात आधी दोन मानवविरहित अवकाशचाचण्या होणार आहेत आणि त्यात मानवाऐवजी चक्रे एका रोबॉची योजना करण्यात येणार आहे. त्यावर होणाऱ्या परिणामांची नोंद घेऊन मग प्रत्यक्ष मानवांसाठी कसे यान बनवायचे ते ठरवण्यात येणार आहे. तिसऱ्या यानात तीन मानवांच्या एका तुकडीला पाठवण्यात येणार आहे. हे यान त्यांना पृथ्वीभोवती सुमारे ४००



किलोमीटर अंतरावरच्या कक्षेत नेणार आहे. या कक्षेत ते सात दिवस पृथ्वीप्रदक्षिणा करणार आहे आणि मग परतणार आहे.

अवकाशात झेपावणे जेवढे कठीण असते, त्यापेक्षा परतीचा मार्ग, तेही अवकाशातून सुखरूप परत येणे, हे कित्येक पटी अधिक कठीण, गुंतागुंतीचे आणि धोकादायक असते. त्यामुळेच अशा परतीच्या प्रवासाच्या दोन चाचण्या आपण आधीच घेतलेल्या आहेत. पण अर्थातच त्या मानवविरहित झाल्या आहेत. आता मात्र तीन मानवांना सहित घेऊन उड्डाण करू शकणारे यानाचे मुख्य कक्ष, ज्याला मोड्युल असे म्हटले जाते, ते तयार केले गेले आहे. या कक्षाला वर घेऊन जाणारे रॉकेट, प्रक्षेपक अग्निबाणही तयार होत आहे. त्याचा आराखडा पूर्णत्वाला गेला आहे, त्याप्रमाणे काम सुरू आहे. प्रक्षेपणादरम्यान विविध टप्प्यांवर लागणाऱ्या, मध्येच अंतराळवीरांची सुटका करायला लागली तर आवश्यक होणाऱ्या अग्निबाणांच्या चाचण्याही आता घेऊन झाल्या आहेत. परतीच्या मार्गावर तीन अंतराळवीरांना घेऊन येणारी अवतरक कुपी उतरवताना लागणाऱ्या पॅराशूटच्या चाचण्याही नुकत्याच झाल्या आहेत.

जानेवारी २०२० मध्ये कर्नाटकातील केम्पेगौडा विमानतळाजवळ देवनहळ्ळी येथे गगनयानसाठी १४० एकर जमिनीवर एका अंतराळवीर प्रशिक्षणकेंद्राची उभारणी सुरू झाली. तर चल्हूके येथेही ४०० एकर भागावर प्राथमिक अंतराळवीर प्रशिक्षण केंद्राची उभारणी सुरू झालेली आहे. या दोनही जागी इमारतींचे बांधकाम डिसेंबर २०२३ पर्यंत पूर्ण होईल आणि त्यानंतर वर्षभरात प्रशिक्षणसाधनांचीही उपलब्धता होईल अशी योजना आहे. या कामात आपल्याला रशियाच्या रॉसकॉसमॉस



या प्रशिक्षणकेंद्राचे साहाय्य होत आहे. ग्लावकॉसमॉस असे एक केंद्रच रॉसकॉसमॉस अंतर्गत इस्रोसाठी तयार करण्यात आले आहे.

जानेवारी २०२० मध्येच भारतीय वायुदलातील २०० अर्जदारांमधून चार जणांची अंतराळवीर प्रशिक्षणासाठी निवड केली गेली. हे प्रशिक्षण जून २०२१ पासून सुरू झाले. २०२२ मध्ये हे प्रशिक्षणार्थी रशियाच्या प्रशिक्षणकेंद्रात दाखल झाले होते, ते नुकतेच तिथले प्रशिक्षण संपवून

परत आले आहेत. यातले तीन जण प्रत्यक्ष प्रवासास जातील तर एक राखीव ठेवण्यात येईल. अंतराळवीरांचा पोषाख, अवकाशात नेण्यासाठी लागणारे अन्न, औषधे, व्यायामाच्या सोयी, झोपण्याची व्यवस्था, शौचालय या अत्यावश्यक सेवांबरोबरच पृथ्वीसोबत सतत संपर्क ठेवण्याची सोय, या बाबींचीही पूर्तता करण्यात येत आहे. या मुख्य तिसऱ्या उड्डाणाअगोदर ज्या दोन चाचण्या होणार आहेत, त्यात असणाऱ्या आणि तिसऱ्या उड्डाणातही अंतराळवीरांना साथ देणाऱ्या रोबोटचे नाव असणार आहे 'व्योममित्रा'. एका महिलेच्या चेहऱ्यासकट धड आणि दोन हात असणारी ही 'व्योममित्रा' विविध भाषा येत असणारी, संवाद साधू शकणारी, त्यासोबत अवकाशप्रवासात यानातील सर्व भौतिक स्थितीच्या नोंदी घेणारी आणि त्याचे विश्लेषण करण्यास सक्षम असणारी सहकारी मैत्रीण असणार आहे. या चाचण्या कदाचित या वर्षीच अखेरीस किंवा २०२४ च्या पहिल्या काही महिन्यांपासून सुरू होतील. मानवासहित उड्डाण कदाचित पुढील वर्षी शेवटाला होईल अशी आशा आहे.

अवकाशासोबतच आपण समुद्राचा तळही गाठणार आहोत, तेही येत्या काही महिन्यांत. या मोहिमेचे नाव आहे 'समुद्रयान'. त्यानंतर 'चांद्रयान-४' होणार आहेच. त्याबद्दल आणि अवकाशात सोडण्यात येणाऱ्या क्ष-किरण दुर्बीणीबद्दल आणि नासासोबत पृथ्वीनिरीक्षण करणाऱ्या 'सार' उपग्रहाबद्दल नंतर कधीतरी सविस्तर पाहूया.

– आनंद घैसास

anandghaisas@gmail.com



डॉ. शर्वरी कुडतरकर

समुद्र - काल, आज आणि उद्या

समुद्र म्हटले की अनेक विशेषणे डोळ्यांसमोर येतात अथांग, अफाट, भव्य, विशाल, अगम्य, अगाध वगैरे. आपल्या पुराणकथांमधून तसेच अनेक धर्मग्रंथांमधून हा समुद्र आपल्याला ओळखीचा होत जातो.

समुद्राचा उल्लेख बऱ्याच ठिकाणी वेगवेगळ्या संदर्भांनी येतो. सात समुद्रांनी आपली पृथ्वी वेढली गेली आहे असा उल्लेख काही ठिकाणी आढळतो तर काही ठिकाणी नद्या म्हणजे आत्मा व समुद्र म्हणजे परमात्मा अशी रूपके आढळतात. जगातल्या नद्यांचे समुद्राशी फार खोलवर नाते आहे कारण त्या शेवटी समुद्रातच येऊन मिळतात. अर्थात समुद्र शाश्वत आहे! समुद्र म्हणजे देव तसेच असुरांचे युद्धक्षेत्र किंवा आश्रयस्थान होते असे मानले जाते. पृथ्वीवरील उत्पत्ती व विनाशाचेही कारण समुद्रच आहे असाही उल्लेख आढळतो. हे ग्रंथ किंवा पुराणे आपल्या ऋषींनी म्हणजेच प्राचीन काळच्या शास्त्रज्ञांनी पुढील पिढ्यांसाठी लिहून ठेवले आहेत. अर्थात शब्दशः अर्थ लावण्यापेक्षा काही वेळेस लपलेले अर्थ शोधले तर ते योग्य वाटतात. जसे की सागरात तरंगणाऱ्या एका महाकाय सोनेरी अंड्यामधून पृथ्वी व स्वर्ग यांची उत्पत्ती झाली किंवा लंकेपर्यंतचे अंतर पार करण्यासाठी सागरानेच श्रीरामांना मदत केली. अगस्तीमुनींनी आपल्या ओंजळीनी समुद्रा आटवला वगैरे.

समुद्र हे विष्णूचे घर मानले जाते म्हणजेच वैकुंठक्षेत्र सागरातच वसलेले आहे. क्षीरसागरात विष्णू आदिशेष नागावर विसावलेले आहेत, क्षीरसागर म्हणजे दुधाळ समुद्र. विष्णूचे पहिले तीन अवतारदेखील समुद्राशी संबंधित आहेत.

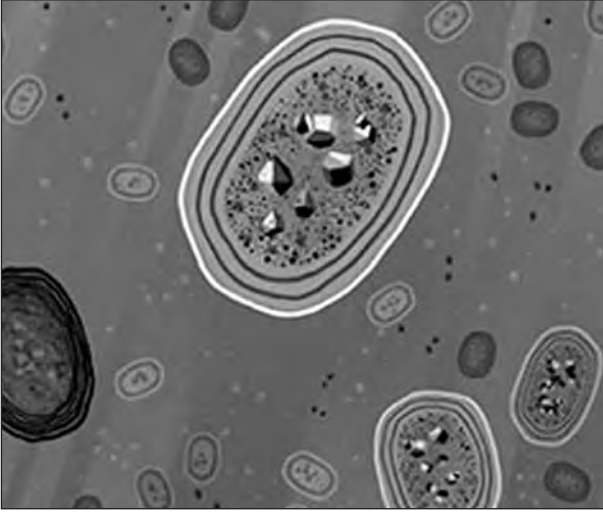
आपल्या प्राचीन भारतीय संस्कृतीत अनेक पुराणे लिहिली गेली आहेत त्यातून आपल्याला बऱ्याच सामाजिक, तात्त्विक, नैतिक शिकवणी मिळतात. दानवांवरचे देवांचे प्रभुत्व किंवा

वाईट शक्तींच्या विनाशासाठी देवांनी केलेली युद्धे यांच्या गोष्टी त्यात सापडतात. दुर्वासऋषींच्या शापामुळे देवांनी त्यांच्या शक्ती गमावल्या. हेदेखील इंद्रदेवांच्या एका चुकीमुळे किंवा अहमपणामुळे झाले. त्यांना देऊ केलेला फुलांचा हार त्यांनी आपल्या हत्तीला वाहिला. त्यामुळे इंद्रदेवांच्या वागण्याची शिक्षा सर्व देवांना मिळाली. याचमुळे दानवांच्या विरुद्ध होणाऱ्या सर्व युद्धांमध्ये देव पराभूत होत चालले.

शेवटी हताश होऊन सगळे देव श्री विष्णूकडे गेले व यावर उपाय मागितला. श्री विष्णूंनी समुद्रमंथनाचा पर्याय सुचवला आणि अमृतप्राशनाने अमरत्व मिळेल असे सांगितले. आपल्याला अमृत मिळवण्यावाचून पर्याय नाही व ते या समुद्राच्या तळाशी आहे हे जाणल्यावर समुद्र घुसळण्याकरता वेगवेगळ्या योजना देवांनी आखल्या. अखेरीस प्रचंड समुद्राचे मंथन करण्यासाठी दानवांच्या शक्तीचे साहाय्यदेखील घेतले. वासुकीनागाची दोरी व मंदार पर्वताची रवी करून कुर्म अवतारात असलेल्या विष्णूच्या पाठीवर समुद्रमंथन देव आणि दानवांकडून केले गेले आणि त्यातून चौदा रत्ने उदयास आली. सुरुवातीस विष आले आणि शेवटी अमृत. म्हणजेच काही चांगल्या व काही वाईट गोष्टी मिळाल्या.

सागरास देव म्हणून आपले पूर्वज त्याची पूजा करत आले आहेत. आदर आणि भीतीमुळे कदाचित समुद्राविषयीचे कुतूहल कायम राहिले.

प्रोफेसर जॉन किओसीएन (Prof John Keosian) आपल्या 'ओरिजिन ऑफ लाइफ' या पुस्तकात मेकॅनिस्टिक थिअरीजचा उल्लेख करतात. या थिअरी असे मानून चालतात की नैसर्गिक नियमांचे अवलंबन करून जैविक व अजैविक (ऑर्गॅनिक व इनऑर्गॅनिक) पदार्थांपासून पृथ्वीवर जीवन अस्तित्वास आले आहे.



सायनोबॅक्टेरिया

उत्क्रांतीचा सिद्धांतसुद्धा हेच सांगतो की पृथ्वीवरचे जीवन पाण्यातच जन्मास आले आहे. सायनोबॅक्टेरिया या नावाचे सूक्ष्मजीव प्रथम जीव आहेत ज्यांनी सूर्याच्या ऊर्जेच्या साहाय्याने स्वतःचे अन्न बनवले. ज्यामुळे पृथ्वीच्या वातावरणात प्राणवायूची निर्मिती झाली. आजही प्राणवायूच्या निर्मितीमध्ये सर्वात मोठा वाटा हा सागरातील प्रकाशसंश्लेषण करणाऱ्या सूक्ष्मजीवांचाच आहे. त्यांना आपण ऑटोट्रोप्स असे म्हणतो. Phytoplankton या वर्गात असलेले हे जीव समुद्राच्या प्रकाशित भागात आढळतात.

हजारो वर्षांपासून आपण सागरातील अनेक सेंद्रिय व असेंद्रिय घटकांचा वापर करत आहोत.

या युगातली काही रत्ने म्हणजे मोती, खनिजतेले, नैसर्गिक वायू, शंख-शिंपले, मासे, प्रवाळ वगैरे आहेत. या मौल्यवान वस्तूकरता आपण समुद्रास अक्षरशः चाळून काढत आहोत.

अनेक ग्रीक, रोमन, युरोपीय व्यापाऱ्यांनी व खलाश्यांनी सागर मार्गाने निरनिराळ्या प्रदेशांत प्रवास करून आपला व्यापार वाढवला. त्यामुळे अनेक वस्तूंची देवाणघेवाण होत होती. जगाचा पूर्व भाग व पश्चिम भाग हळूहळू समुद्रमार्गानी जोडला गेला. ग्लोबलायझेशन किंवा जागतिकीकरणचे दृश्य स्वरूप जर पहायचे झाले तर सागरी मार्गाने जोडले गेलेले जग असे पाहता येईल. कोलंबसच्या व वास्को-द-गामाच्या सफरी तुम्हाला माहित असतील. 'Strabos Geography' या नावाने एका खलाशी व्यापाऱ्याने आपल्या पुढच्या अनुयायांसाठी त्यांच्या सागर प्रवासात टिपलेले बारकावे, योग्य प्रवासमार्गांचे मार्गदर्शन, हवामान व हवामानातले ऋतूनुसार होत जाणारे बदल, वाटेत येणारी लहानमोठी वादळे, उपयुक्त बंदरे, वेगवेगळ्या ठिकाणी

मिळणाऱ्या मौल्यवान वस्तू व शहरे यांची माहिती लिहून ठेवली आहे.

पृथ्वीच्या इतिहासात पाहिले तर समुद्र सर्वात अगोदर अस्तित्वात आले आहेत. आपल्या वातावरणाची निर्मिती होण्याकरता समुद्राची महत्त्वाची भूमिका आहे. प्रथम अस्तित्वात आलेल्या जीवांसाठी समुद्राने एखाद्या इंक्युबेटरचे काम केले आहे. वैज्ञानिक असे मानतात की काही हजारो वर्षांपूर्वी समुद्र व पृथ्वीचे हवामान आजपेक्षा फार वेगळे होते. आइस एजच्या काळात सगळीकडे बर्फच बर्फ होता. त्यानंतर बर्फाचे नामोनिशाणही पृथ्वीवर नव्हते. म्हणजे बदल हा सतत होतच असतो. नैसर्गिक बदल आपण टाळू शकत नाही, पण मानवनिर्मित बदल सहज टाळता येतील.

भारताला फार विस्तीर्ण सागरकिनारा लाभलेला आहे. आज भारतातील लाखोंच्या वर जनसमूह समुद्रावर अवलंबून आहे. त्यातही मच्छिमार समाजाच्या वसाहती किनाऱ्यालगतच दिसतात. भारतात बऱ्याच ठिकाणी परंपरागत मच्छिमारी केली जाते. त्यामुळेच कदाचित आज एवढा मत्स्यसाठा आपल्यासाठी उपलब्ध आहे. मात्र काही ठिकाणी विनाशकारी आधुनिक यंत्रणा वापरात येत आहेत. अधिक उत्पादनाच्या हव्यासापायी अनेक सागरी जीव बळी पडत आहेत. माशांच्या जाळ्यात माशांव्यतिरिक्त इतर अनेक प्राणी सापडत आहेत. खाण्यालायक नसल्याने त्यांना असेच टाकून देण्यात येते. या नको असलेल्या प्राण्यांना बाय कॅच असे म्हटले जाते.

भारतासारखे काही सजग देश दिवसेंदिवस कमी होत जाणाऱ्या मासेमारीला पर्याय म्हणून मत्स्यशेतीवर जास्त भर देत आहेत. अँका कल्चरमुळे अनेक माशांच्या जातीचे संवर्धन व पालन होत आहे. खेकडे व झिंगे यासारख्या कवचधारी प्राण्यांचीदेखील शेती बऱ्याच ठिकाणी केली जाते.

युट्रोफिकेशन ही एक गंभीर समस्या बनली आहे. म्हणजेच पाण्यात पोषणद्रव्ये अती जास्त प्रमाणात वाढल्याने त्या भागात पाणवनस्पती खूप जास्त वाढतात. यालाच अल्गल ब्लूम म्हणतात. पाण्यात प्रक्रिया न करता सोडले गेलेले सांडपाणी, कारखान्यांत तयार होणारी इतर रसायने पाण्यात सोडली असता युट्रोफिकेशनसारख्या समस्या तयार होतात.

औद्योगिक क्षेत्रात बदल होत आहेत तसतसे हवेचे तापमान वाढत चालले आहे. वाढत्या तापमानाचे बरेच परिणाम आपल्या सागरी सृष्टीवर होत आहेत. तुम्ही अनेकदा याविषयी वाचले असेल.

बर्फाच्या नद्या वितळू लागल्या आहेत त्यामुळे ध्रुवीय प्रदेशातील बर्फ वितळून समुद्राच्या पाण्याच्या पातळीत वाढ होत आहे. परिणामी किनारी भागात वाढत जाणारे पुरांचे

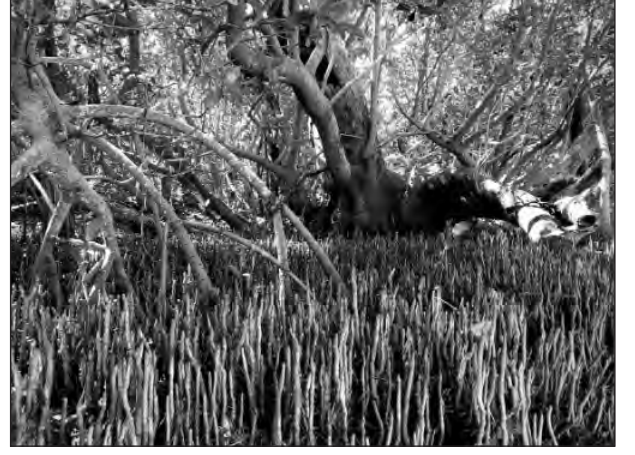
प्रमाण. सॉलोमन द्वीपसमूहांवर धोका एवढा जास्त वाढला आहे की तिथल्या स्थानिकांना आपली घरे सोडून दुसरीकडे जाऊन राहावे लागत आहे. कारण समुद्र कुठल्याही वादळादरम्यान तेथील जमिनीचा सगळा भाग गिळंकृत करून टाकेल अशी भीती वाटते. सॉलोमन बेटांची जी परिस्थिती आज होत आहे ती आपल्या सर्वांसाठी एक धोक्याचा इशारा आहे. कारण ही बेटे हळूहळू समुद्राच्या पाण्याखाली जात आहेत. गेल्या वीस वर्षांत तेथील समुद्राच्या पाण्याची पातळी पंधरा सेंटीमीटरनी वाढलेली आहे.

समुद्राचे आम्लीकरण हाही आजचा एक गंभीर प्रश्न आहे. ८.२० असलेला समुद्राच्या पाण्याचा pH आता ८.०५ पर्यंत येऊन पोहोचलेला आहे म्हणजेच हा सामू कमी कमी होत सागराच्या आम्लीकरणात ४० टक्क्यांनी वाढ झाली आहे.

कसा असेल बरे उद्याचा समुद्र? ऑक्सिजनची कमतरता असलेला? तापमान वाढलेला? आम्लीकरणाने त्रासलेला?

समुद्रातील फुलपाखरे म्हणून प्टरोपोडा (Pteropoda) या वर्गातील प्राण्यांना ओळखले जाते. वरच्या दहा मीटरपर्यंतच्या पाण्याच्या थरांमध्ये हे प्राणी आढळतात. प्लवकवर्गात येत असल्याने हे बऱ्याच सागरी प्राण्यांचे व पक्ष्यांचे आवडते अन्न आहे. अगदी लहान आकाराच्या या गोगलगार्थींना बरेच प्राणी चवीने खातात. म्हणजे आपण पोटॅटो चिप्स खातो तसेच सागरी प्राणी यांना खातात. यांचे बाह्य कंकाल पारदर्शी व अतिशय नाजूक असते. सागराच्या आम्लीकरणामुळे यांचे कवच हळूहळू विरघळू लागले आहे. वरील आवरणात छिद्रे पडल्याने यांची तरांगण्याची क्षमता कमी होत आहे. त्यामुळे जीवन कठीण होऊन त्यांची संख्या कमी होऊ लागली आहे. आणि त्यांना खाऊन जगणाऱ्या प्राण्यांचीदेखील संख्या दिवेंदिवस कमी होत चालली आहे. जीवाश्म इंधनांचा वापर कमीत कमी करून कार्बनचे उत्सर्जन कमी करता आले तरच यांचे भविष्यातले अस्तित्व अबाधित राहील.

आपल्याकडे किनारी भागात कांदळवने आढळतात, म्हणजेच असे वृक्ष जे खाऱ्या पाण्यात वाढतात. यांना चिपीचे वृक्ष असेही म्हणतात. खरे तर वातावरणीय बदलाचे परिणाम कमी करण्यासाठी तसेच या बदलांना अनुसरून आपल्यामध्ये बदल घडवून आणत ही कांदळवने अतिशय महत्त्वाची भूमिका बजावत आहेत. वातावरणातील कार्बन डायऑक्साइडला स्वतःमध्ये सामावून घेऊन किंवा शोषून घेऊन अतिरिक्त कार्बन डायऑक्साइडचे उच्चाटन करण्यासाठी ही कांदळवने नियमित कार्यरत आहेत. कांदळवने किनाऱ्यालगतच्या क्षेत्रात वाढतात यांच्या वेगवेगळ्या प्रजाती आहेत. अगदी काही फूट लांबीपासून काही मीटरपर्यंत यांची वाढ होते. भरती-



कांदळवन

ओहोटीच्या क्षेत्रात वाढल्याने यांची मुळे हवेत असलेला ऑक्सिजन घेण्यासाठी जमिनीपासून उंचावर उभी वाढतात. पावसाळ्यामध्ये आपल्या पूर्व व पश्चिम किनारपट्टीवर अनेक वादळे होतात. तसेच, पूर्व किनारपट्टीवर सतत मोठमोठाली चक्रीवादळे येत असतात. या वादळांमध्ये समुद्राचे पाणी प्रचंड प्रमाणात हलत असते, भीमकाय लाटांची निर्मिती होत असते. या लाटांचा मारा झेलत किनारी भागांचे संरक्षण हे वृक्ष करतात. यांची मुळे एकमेकात अशी गुंतलेली असतात की ती शॉक अॅब्सॉर्बरचे काम करतात. निसर्गाने नेमून दिलेले हे काम ही मुळे अव्याहत करत असतात. त्यामुळे लाटांच्या आदळण्यापासून होणारे नुकसान थांबवले जाते. अनेक माशांची प्रजननक्षेत्रे कांदळवनांमध्ये असतात, त्यामुळे अन्न व निवारा माशांच्या लहान पिलांना उपलब्ध होतो. या कांदळवनापासून कितीतरी औषधे स्थानिक लोक मिळवतात. तसेच, सरपणाकरतादेखील यांची वृक्षतोड होत असते. अतिशय उपयुक्त असलेल्या या वनांचा गेल्या पन्नास वर्षांपासून जगभरातून वीस ते तीस टक्क्यांनी न्हास झालेला आहे. यांचे संवर्धन होणे गरजेचे आहे.

खोल समुद्रात तळाशी वेगवेगळ्या वायूंचे बुडबुडे तयार होत असतात. हे बुडबुडे समुद्रतळाशी राहणाऱ्या प्राण्यांसाठी उपलब्ध असणाऱ्या अन्नाविषयी माहिती देतात. त्याद्वारे आपण समुद्रातून बाहेर पडणाऱ्या कार्बन व मिथेन वायूंच्या साठ्यांची माहिती मिळवू शकतो. याचे मोजमाप बबल बॉक्स नावाच्या उपकरणाद्वारे केले जाते. नैसर्गिक रीतीने हे बुडबुडे गॅसहायड्रेट म्हणून साठवले जातात. ठरावीक दाबाखाली व अतिथंड तापमानामध्ये पाण्याचे क्रिस्टलायजेशन (घनीकरण) होऊन बर्फाचे आवरण बुडबुड्यांवर तयार होते. समुद्राच्या पाण्यातील कार्बन डायऑक्साइडचे प्रमाण वाढवण्यात या बुडबुड्यांचादेखील सहभाग आहे.

सन २०२० मध्ये काही वैज्ञानिकांनी लंडन येथील नॅचरल हिस्ट्री संग्रहालयातर्फे समुद्राच्या आम्लीकरणावर अभ्यास केला. कवचधारी प्राण्यांवर हे शोधअभ्यास सुरू होते. पॅसिफिक समुद्रात १८७५ मध्ये एचएमएस चॅलेंजर या नावाच्या जहाजाच्या साहाय्याने खोलवर जाऊन त्यावेळच्या वैज्ञानिकांनी प्रायोगिक तत्त्वावर काही प्राण्यांचे जतन करून ठेवले आहे. ते आजही संग्रहालयात उपलब्ध आहेत. अलीकडच्याच काळात नासाच्या एका मोहिमेअंतर्गत काही वैज्ञानिक पुन्हा पॅसिफिक सागरात त्याच खोलीवर जाऊन पोहोचले आणि तेथील प्राणी अभ्यासाकरिता गोळा केले. एका शतकापूर्वी गोळा केलेल्या प्राण्यांच्या बाह्य कंकालामध्ये व आताच्या त्यांच्या बाह्य कंकाला मध्ये झालेले बदल त्यांनी अभ्यासले. एका शतकापूर्वी ठरावीक जाडीची असणारी या प्राण्यांची कवचे ७६ टक्क्यांपर्यंत पातळ झालेली आहेत असा निष्कर्ष त्यांनी काढला. यावरून गेल्या शंभर वर्षांत सागरात किती जास्त रासायनिक बदल झाले आहेत ते सिद्ध होते.

आपली हाडे कमकुवत होतात म्हणजेच ऑस्टिओपोरोसिस होतो, म्हणजेच हाडांमध्ये छिद्रे मोठी होत जातात, त्यांमध्ये कोरलमध्ये कोरल ऑस्टिओपोरोसिस होत आहे. म्हणजेच त्यांची कॅल्शियम कार्बोनेटची शरीरे कमकुवत होत चालली आहेत. जुन्या प्रवाळ भित्तीकांवर नवीन प्रवाळ प्राणी आपली घरे बांधू पाहतात, पण पायाच कमकुवत झाल्याने त्यांनी बांधलेली नवीन घरे पडत आहेत व प्रवाळ परिसंस्था धोक्यात येत आहेत. प्रवाळ परिसंस्था सागरातील शहरे म्हणून ओळखली जातात. परंतु आम्लीकरणामुळे या खोल समुद्रातील शहरांत राहणाऱ्या प्राण्यांची घरे विरघळू लागली आहेत.

‘ब्ल्यू कार्बन’ म्हणजेच सागराच्या पाण्यात विरघळलेला कार्बन डायऑक्साइड वायू, हा सागरात साठून राहतो. समुद्रात वाढणाऱ्या वनस्पती (sea-weeds) किंवा केल्व धरतीवरील वर्षावनापेक्षा ३५ टक्क्यांहून जास्त प्रमाणात हा विरघळलेला कार्बन शोषून घेतात. समुद्रात हवेपेक्षा दीडशे पटीने जास्त कार्बन डायऑक्साइड सामावलेला आहे.

करोडो लोकांच्या प्रथिनांचा स्रोत समुद्रातील मासे व इतर सागरी प्राणी आहेत. आज उपलब्ध असलेली सागर-संपत्ती उद्यासाठी म्हणजेच पुढील पिढ्यांसाठी अबाधित ठेवायची असेल तर सागरांचे संवर्धन झालेच पाहिजे.

आपली पृथ्वी एक क्लिष्ट, गतिमान अशी प्रणाली आहे. ज्यामध्ये वातावरण, समुद्र, जमीन, बर्फ व सर्व जैविक प्राणी एकमेकांशी जोडले गेले आहेत. आपण यांना वैज्ञानिक भाषेत बायो-जियो-केमिकल सायकल असे म्हणतो. या सगळ्या साखळ्यांमध्ये समुद्राची भूमिका फार महत्त्वाची आहे. पाणी, पोषणद्रव्ये व एकूण उष्णतेमध्ये समतोल



केल्प फॉरेस्ट

राखण्याचे काम तो करतो.

सर्वच परिसंस्थांचे प्रत्यक्ष व अप्रत्यक्षपणे पालन करतो.

काही देश ब्ल्यू-इकॉनॉमीसारख्या संकल्पना राबवत आहेत. म्हणजेच आर्थिक वाढीबरोबरच सागरातील सर्वच घटकांचे संगोपन व संवर्धन केले जाईल. नैसर्गिक स्रोतांना हानी पोहचून केली जाणारी औद्योगिक वाढ थांबून सस्टेनेबल डेव्हलपमेंट वर भर दिला जात आहे.

येणाऱ्या पन्नास एक वर्षात आपल्या समुद्राचे चित्र फार बदललेले असेल. कारण नवीन नवीन तंत्रज्ञानाच्या साहाय्याने समुद्रतळाशी पोहोचवून तेथील खनिजसाठ्यांची माहिती मिळाल्याने आपले खणकाम उद्योग वाढतील. पाण्याखाली वीजनिर्मितीचे अनेक प्रकल्प उभे राहतील. जे प्रकल्प लाटांमधून, भरतीओहोटीमधून, तसेच सागरातील वेगवेगळ्या प्रवाहांमधून वीजनिर्मिती करतील.

आणि ही सागरामधील औद्योगिक क्रांती काळजीपूर्वक केली गेली नाही तर मात्र पृथ्वीवरचे वन्यजीवन धोक्यात येत आहे तसेच सागरी विश्वातले प्राणी देखील हळूहळू लोप पावत जातील. दर्याचा राजा कोळी बांधव असला तरी समुद्र तुम्हाआम्हा सर्वांचाच आहे. तो आपला पालनकर्ता आहे, तारणकर्ता आहे.

समुद्रातील मासे, खनिजतेल व वायू योग्य पद्धतीने मिळवून त्यांचा योग्य वापर करणे गरजेचे आहे. तसेच, जलीय मत्स्यशेती, अक्षय ऊर्जांनिर्मिती यासारख्या नवीन संकल्पनांना चालना देऊन सागरातील संपत्तीचा योग्य वापर करता येईल.

चला तर मग आपण पुढल्या पिढ्यांकरता काही शहाणी व योग्य पावले उचलूया!

– शर्वरी कुडतरकर

samikshank@gmail.com



डॉ. जयंत वसंत जोशी

सुतारकामातील विज्ञान व तंत्रज्ञान - भाग २

कारागीरांचे विज्ञान व तंत्रज्ञान या लेखमालेत गेल्या महिन्यातील लेखात सुतारकामात लाकूड कमावणे, लाकूड योग्य त्या मापात कापण्याच्या व सपाट करण्याच्या पद्धती व साधनांची विज्ञानाच्या दृष्टीने माहिती आपण बघितली. या वेळी लाकूड पकडणे, त्याला पाहिजे त्या त्रिज्येचे व खोलीचे छिद्र पाडणे, खिळे ठोकणे, ठोकलेले खिळे काढणे, काष्ठशिल्प, कोरीवकाम व नक्षीकाम यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या साधनांतील विज्ञान जाणून घेऊ.

अंबूर - या साधनाचा वापर लाकडात ठोकताना वाकड्या झालेल्या किंवा रुतून बसलेल्या चुका किंवा खिळे सहजपणे काढण्यासाठी केला जातो. अंबूर हा साधारण स्वयंपाकघरातील सांडशी किंवा चिमट्यासारखा दिसतो. खिळ्याचा माथ्याचा भाग पकडण्यासाठी अंबुराचे तोंड सांडशीपेक्षा अधिक रुंद आकाराचे असते. अंबुराच्या तोंडाच्या पट्ट्यांना मधोमध खिळ्याला पकड येण्यासाठी खाच असते. अंबूर तरफेच्या तत्त्वावर काम करतो. टेकू, जोर व भार यांच्या सापेक्ष स्थानानुसार तरफांचे तीन वर्ग आहेत. अंबूर त्यापैकी पहिल्या प्रकारात येतो. या पहिल्या वर्गाच्या तरफेत जोर आणि भार यांच्यामध्ये टेकू असतो. परिणामी जोर (बलाच्या टेकूभोवती) म्हणजे त्या जोराची (बलाची) मात्रा व त्या बलाच्या क्रियारेषेपासून त्या बिंदूचे लंबांतर यांचा गुणाकार होय. जसजशी अंबुराची लांबी वाढते तसतशी परिणामी बलाची मात्रादेखील वाढते. म्हणजेच लांबी वाढवल्यास कमी बल लावून अधिक परिणामी बल मिळवता येते. त्यामुळे लाकडात रुतलेला खिळा सहज काढता येतो.

हातोडी - सुतारकामात हातोडीचा वापर मुख्यतः खिळे, चुका ठोकण्यासाठी होतो. हातोडीचा आघात करणारा वजनदार पोलादी भाग (तुंबा) व त्याला जोडलेला लाकडी दांडा

असे हातोडीचे दोन भाग असतात. लाकडी दांडा हाताने पकडून गती देऊन लक्ष्यावर पोलादी तुंब्याचा आघात केला जातो. तुंबा आकारमानाने मोठा असणाऱ्या, जड वजनाच्या हातोडीस हातोडा म्हणतात. पोलादी भागाच्या आकारानुसार हातोडीचे खिळे काढण्याचीही सोय असलेली (सिंगाडी हातोडी), कमी रुंदीच्या लाकडाची चौकट करण्यासाठी वापरण्यात येणारी, गोल तुंब्याची, पोलादी तुंब्याचे एक टोक चपटे असलेली हातोडी असे प्रकार असातात. कमी जागेत, खोलवर किंवा अडचणीच्या जागेत खिळा असल्यास एक



टोक चपटे असलेल्या हातोडीने तो खिळा ठोकता येतो. आघात करताना हातोडीचा दांडा तुंब्याच्या जवळ पकडला आहे की दूरच्या टोकाकडे, त्यानुसार आघाताचा प्रभाव अवलंबून असतो. तुंब्याच्या जवळ पकडले असल्यास



तुलनेने आघाताचा प्रभाव कमी असतो. जस जसे तुंब्यापासून दांडा दूर पकडला जातो त्या प्रमाणात आघाताचा प्रभाव वाढतो. लाकडाऐवजी धातूचा दांडा असलेल्या हातोड्या बाजारात मिळतात. अशा हातोड्यांना धातूच्या दांड्यावर रबराचे अवरण असणे सुरक्षिततेच्या दृष्टीने आवश्यक असते. कारण काम करताना हाताला घाम आल्यास, लाकडी दांडा असल्यास घाम लाकडात शोषला जातो; परंतु धातूचा दांडा असल्यास हाताच्या घामामुळे, हातोडी हातातून सटकून अपघात होण्याची शक्यता असते. खिळे काढण्याची सोय असलेली हातोडीही पहिल्या वर्गाच्या तरफेच्या तत्त्वावरच काम करते. त्यामुळे खिळे काढण्याच्या हातोडीच्या दांड्याची लांबी जास्त असलेल्यास ती अधिक बल न लावताही खिळे काढण्यास सहज वापरता येते. विजेवर चालणारी हातोडी बाजारात आली आहे. त्यामुळे शारीरिक श्रम कमी झाले. या हातोडीच्या आघाताची मात्रा पाहिजे तेवढी कमी-जास्त करता येते. या प्रकारच्या हातोडीत धातूचा वजनदार तुंबा दाबाखाली असलेल्या हवेने पुढे-मागे किंवा वर-खाली करण्याची व्यवस्था असते. आघाताची वारंवारिता व मात्रा हवेचा दाब जसा कमीजास्त होतो त्या प्रमाणात बदलते. हवेचा दाब विजेवर चालणाऱ्या यंत्रणेने नियंत्रित केला जातो.

सामता किंवा शहारे – लाकडाला ८ ते १० मिमीपर्यंतचे छिद्र पाडण्यासाठी या साधनाचा वापर करतात. सामता दोरीने फिरवतात. सुरुवातीला दोरी सामत्याच्या उभ्या दांड्यास गुंडाळलेली असते. जेव्हा आडवी पट्टी खालच्या बाजूला दाबली जाते, तेव्हा सामत्याच्या उभ्या दांड्यावर बलयुग्म (Torque) कार्य करते व उभा दांडा फिरू लागतो. त्याच वेळी दोरी पुन्हा सामत्याच्या उभ्या दांड्यास विरुद्ध दिशेने गुंडाळली जाते व आडवी पट्टी पुन्हा वरच्या बाजूला सरकते. आडवी पट्टी पुन्हा पुन्हा खालीवर करून सामत्याचा उभा दांडा फिरत ठेवला जातो. सामत्याला पुढच्या बाजूला पोलादाचे अणकुचीदार टोक असते. त्याचा आकार इंग्रजी अक्षर 'त'सारखा असतो. या 'त' आकाराच्या दोन्ही तिरकस बाजूस परस्परविरुद्ध बाजूस धार लावलेली असते. सामत्याचा मधला दांडा फिरताना हे पोलादी टोक जेथे लाकडाला टेकलेले असते तो भाग वर्तुळाकार कोरला जातो व लाकडाला छिद्र पडते. सामत्याला लावलेल्या दगडाच्या किंवा धातूच्या चकतीचा व्यास, वस्तुमान व वस्तुमानाचे केंद्रबिंदू भोवतीचे वितरण या बाबी महत्त्वाची भूमिका बजावतात. या फिरणाऱ्या चकतीचा कोनीय संवेग तिच्या वस्तुमानाच्या समप्रमाणात व चकतीच्या त्रिज्येच्या वर्गाच्या प्रमाणात बदलतो. म्हणून या चकतीचे वस्तुमान परिघाजवळ



जास्त असते. हाताळण्याच्या दृष्टीने सोयीस्कर जावे म्हणून चकतीच्या वस्तुमान व त्रिज्येवर व्यावहारिक मर्यादा येतात.

गिरमिट – जास्त रुंदीच्या लाकडाला किंवा खोलपर्यंत छिद्र पाडायचे असल्यास गिरमिटचा वापर करतात. गिरमितला पोलादाचा दांडा व त्याला पोलादाचीच पातळ पीळदार पट्टी असते. पीळदार पट्टीच्या दोन्ही कडांना धार असते व पुढील भाग टोकदार केलेला असतो. वरच्या बाजूस आडवी लाकडी दांडी असते. पोलादी पट्टीला दिलेला पीळ असा असतो, की गिरमिटचे टोक लाकडावर टेकवून, दाब देऊन घड्याळाच्या दिशेने फिरवल्यास पिळदार पट्टी लाकूड कोरून लाकडाच्या आत शिरते. घड्याळाच्या विरुद्ध दिशेने फिरवल्यास पीळदार पोलादी पट्टी कोरल्या गेलेल्या भागातून बाहेर येते व लागडाला तेथे छिद्र पडते. आडवी लाकडी दांडी परस्परविरुद्ध दिशांना दोन बले (बलयुग्म) लावण्यास उपयोगी पडते. आडवी लाकडी दांडी जितकी लांब तितके परस्परविरुद्ध लावलेल्या दोन बलांमधील लंबांतर जास्त व त्या प्रमाणात परिणामी बलयुग्मही जास्त.

हाताने फिरवून छिद्र पाडण्याचे यंत्र – बाजारात हाताने चाक फिरवून छिद्र पाडण्याचे स्नायुशक्तीवर चालणारे साधन मिळते. यात दोन दातेरी चाके असतात. ज्याला इंग्रजीत गिअर



म्हणतात. एक चाक उभ्या प्रतलात फिरते तर त्याच्याच दात्यांमध्ये गुंफलेले दुसरे चाक आडव्या प्रतलात फिरते. उभ्या प्रतलात फिरणारे दातेरी चाक त्रिज्येने जास्त लांबीचे असते. तसेच, त्याच्या परिघावर असलेल्या दातांची संख्याही जास्त असते. त्रिज्या व दातांची संख्या यांचे गणित असे

जुळवलेले असते की मोठ्या चाकाचा एक फेरा झाला की छोट्या चाकाचे चार फेरे होतात. परिघावरील दात्यांची संख्या व चाकांचा व्यास यात बदल करून मोठ्या चाकाच्या एका फेऱ्यात लहान चाकाचे किती फेरे व्हावे हे ठरवता येते. छोट्या चाकाला एका लोखंडी कांबेमार्फत पुढील बाजूस

अणकचीदार आरी (Bit) बसवण्याची व्यवस्था केलेली असते. गरजेप्रमाणे १२ मिमीपर्यंत व्यासाच्या आऱ्या या यंत्रणेत बसवता येतात. तुलनेने कमी श्रमात व आरी बदलून वेगवेगळ्या व्यासाची छिद्रे एकाच यंत्राने पाडता येतात हा या यंत्राचा फायदा आहे. सामत्यापेक्षा हे साधन ने-आण करण्यास सुलभ असते.

विजेवर चालणारे छिद्र पाडण्याचे यंत्र – या यंत्रात विद्युत-पुरवठ्यावर फिरणारी यंत्रणा असते. यंत्राच्या आत स्थिर भाग व मध्यभागी फिरणारा भाग असे दोन मुख्य भाग असतात. स्थिर भागावर व फिरत्या भागावर रोंगण विलेपित



तांब्याच्या तारांचे अनेक वेटोळे बसवलेले असतात. विद्युतप्रवाह जोडला असता, रोंगण विलेपित तांब्याच्या तारांच्या वेटोळ्यांचे विद्युतचुंबक (तात्पुरते चुंबक) तयार होतात. तांब्याच्या तारांच्या वेटोळ्यांना विद्युतप्रवाहाची जोडणी अशाप्रकारे केलेली असते की निर्माण होणाऱ्या विद्युतचुंबकांचे ध्रुव एकआड एक विरुद्ध असतील. त्यामुळे स्थिर भाग व फिरणारा भाग यांचे सजातीय ध्रुव समोरासमोर आल्यास ते परस्परांना दूर ढकलतात. (चुंबकाच्या सजातीय ध्रुवांत प्रतिकर्षण होते.) फिरण्याजोग्या भागावर एकाच वेळी परस्पर विरुद्ध दिशा असणारी बले लागल्याने तो भाग फिरू लागतो. ही फिरण्याची गती व फिरणाऱ्या भागाचा जोर, तांब्याच्या तारांच्या वेटोळ्यांची संख्या, त्या तारांची जाडी, विद्युतदाबाची मात्रा या घटकांवर अवलंबून असतो. या फिरणाऱ्या भागालाच एका लोखंडी कांबेमार्फत पुढील बाजूस अणकुचीदार आरी (Bit) बसवण्याची व्यवस्था केलेली असते. विजेवर चालणाऱ्या छिद्र पाडण्याच्या आधुनिक यंत्रांमध्ये त्यांची फिरण्याची गती नियंत्रित करण्याचीही व्यवस्था असते. गरजेप्रमाणे वेगवेगळ्या व्यासाच्या आऱ्या या यंत्रणेत बसवता येतात. कमीत कमी श्रमात व वेगवेगळ्या आऱ्या बदलून वेगवेगळ्या व्यासांची छिद्रे एकाच यंत्राने पाडता येतात. वेगवेगळ्या व्यासाच्या आऱ्या फिरणाऱ्या यंत्रणेला जोडण्यासाठी दाते असलेली फिरवण्याजोगी एक किल्ली



असते. ती किल्ली यंत्रास लावून घड्याळाच्या काट्यांच्या फिरण्याच्या दिशेने फिरवल्यास आरी आवळली जाते व घट्ट बसते. किल्ली घड्याळाच्या काट्यांच्या फिरण्याच्या विरुद्ध दिशेने फिरवल्यास आरी ढिली होत व काढता येते. या किल्लीला हाताच्या अंगठा व तर्जनी या बोटांनी परस्परविरुद्ध दिशेने बल लावले जाते म्हणजेच बलयुग्माचा वापर होतो. स्नायुशक्तीवर चालणाऱ्या छिद्र पाडण्याच्या साधनांपेक्षा हे साधन हाताळण्यास व ने-आण करण्यास अधिक सुलभ असते.

छिद्र पाडण्यासाठी कोणतेही साधन वापरताना ते साधन शक्यतो ज्या पृष्ठभागाला छिद्र पाडायचे आहे त्या पृष्ठभागाला लंब असेल अशी काळजी घ्यावी अन्यथा अपघात होण्याची शक्यता असते. त्याचबरोबर जोडकाम करताना काटकोन साधला जाण्यासाठी ही काळजी घेणे आवश्यक असते.

विजेवर चालणाऱ्या साधनांची सुरक्षिततेच्या दृष्टीने काळजी घेणे आवश्यक असते. वायर ओढली गेल्याने त्यातील विद्युत वाहक तार खंडीत होणार नाही, वायरवरील विद्युतरोधक अवरण खराब होणार नाही, ओलसर भागात यंत्र ठेवले जाणार नाही, ओल्या हातांनी यंत्र वापरले जाणार नाही या बाबींची काळजी घेणे आवश्यक असते. तसेच, नियमित देखभाल करून आवश्यक ती डागडुजी वेळीच करणे गरजेचे असते.

भीड – लाकडी चौकट किंवा पेटी यासारख्या वस्तू तयार करताना, त्यांना चुका ठोकण्यापूर्वी किंवा स्क्रू लावण्यापूर्वी त्यांच्या जोडांमध्ये फटी राहू नयेत किंवा जोड ढिले राहू नये म्हणून त्यांना घट्ट आवळून पकडणे गरजेचे असते. अशा कामांसाठी भीड नावाचे साधन वापरतात. भीड म्हणजे उभा काप घेतल्यास, उलटे इंग्रजी अक्षर 'ढ'सारखा दिसेल असा ओतीव लोखंडाचा सहा ते आठ फूट लांबीचा दांडा असतो. त्याला सहा सहा इंचांवर छिद्रे पाडलेली असतात. या दांड्यावर जबड्याच्या आकाराचे दोन लोखंडी भाग बसवलेले असतात. त्यापैकी एक स्थिर राहिल अशाप्रकारे दांड्याच्या एका टोकाला बसवलेला असतो; तर दुसऱ्या दांड्यावर पाहिजे तेथे सरकवून अडकवता येतो. सरकत्या भागाला एक, दहा ते बारा इंचांचा स्क्रू लावलेला असतो. स्क्रू फिरवला की हलू शकणारा भाग मागेपुढे होतो. हलू शकणारा भाग किती अंतराने मागेपुढे होईल हे स्क्रूचा 'पिच' व फिरवण्याच्या दिशेवर अवलंबून असते. स्क्रूचा पिच म्हणजे स्क्रू फिरवल्यास त्याचा पूर्ण एक वेढा फिरवल्यास स्क्रू किती अंतर मागे किंवा पुढे जातो ते अंतर. येथेही स्क्रू फिरवण्यासाठी बलयुग्माचा वापर होतो. सरकता भाग दांड्यावरील हव्या त्या छिद्रात गुंतवून त्यानंतर स्क्रू घड्याळाच्या काट्यांच्या विरुद्ध

दिशेने फिरवल्यास दोन्ही जवडे जवळ येतात व त्या दरम्यान असलेली वस्तू घट्ट पकडली जाते.

जी-क्लॅम्प - इंग्रजी 'जी' (G) या अक्षराप्रमाणे आकार असल्याने या साधनास 'जी आवळ' असे म्हणतात. दोन फळ्या किंवा वस्तू चिकटवण्यासाठी किंवा अन्य कारणाने एकत्र पकडून ठेवण्यासाठी या साधनाचा उपयोग करतात. हे साधन लोखंड किंवा बीड (ओतीव लोखंड) यापासून तयार केलेले असते. वरच्या भागात एक लहान सपाट पृष्ठभाग असतो. खालच्या बाजूस एक आटे असलेले छिद्र



असते. ज्याद्वारे एक मोठा आटे असलेला स्क्रू बाहेर येतो. या स्क्रूच्या एका टोकाला सपाट पृष्ठभाग असतो. स्क्रूच्या दुसऱ्या टोकाला एक छिद्र असते. त्यातून एक धातूची कांब घातलेली असते, जी स्क्रूला काटकोनात असते, 'जी' क्लॅम्प घट्ट करताना घड्याळाच्या काट्यांच्या फिरण्याच्या दिशेने फिरवावी लागते. विरुद्ध बाजूस फिरवल्यास क्लॅम्प ढिली होते. येथेही स्क्रू किती अंतराने मागेपुढे होईल हे स्क्रूचा 'पिच' व फिरवण्याच्या दिशेवर अवलंबून असते. येथेही स्क्रू फिरवण्यासाठी बलयुग्माचा वापर होतो. स्क्रू घड्याळाच्या काट्यांच्या विरुद्ध दिशेने फिरवल्यास वस्तू घट्ट पकडली जाते.

कातकाम यंत्र - स्वयंपाकघरातील पोळपाट, लाटणे, दही घुसळण्याची लाकडी रवी, लाकडी पलंगाचे पाय, राजघराण्यातील लाकडी वस्तू, लाकडी भोवरे, लाकडी भिंगऱ्या, देव्हान्याचे कळस यासारख्या वस्तू कातकामात तयार केल्या जातात. पारंपरिक पद्धतीने कातकाम करताना दोन भक्कम आधारांमध्ये ज्या लाकडावर काम करायचे आहे ते लाकूड क्षितिज समांतर असलेल्या अक्षाभोवती सहज फिरू शकेल असे अडकवले जायचे. त्याला दही घुसळण्याची रवी जशी दोरीच्या साहाय्याने फिरवतात तसे दोरीचे एक-दोन वेढे देऊन फिरवण्याची व्यवस्था असते. ही दोरी मागे-पुढे करून लाकूड फिरवले जाते. लाकडाभोवती गुंडाळलेल्या दोरीचे एक टोक ढिले सोडून दुसरे टोक ओढले की लाकडावर बलयुग्म कार्यरत होते व लाकूड आडव्या अक्षाभोवती फिरते. एक व्यक्ती सतत ही दोरी मागेपुढे ओढण्याचे काम करत असे. त्याच वेळी कातारी पटाशी किंवा किकऱ्याशी साधर्म्य असलेल्या परंतु पुढचा भाग सरळ, तिरका, वक्राकार, दातेरी असलेल्या विविध प्रकारच्या साधनांनी फिरणाऱ्या

लाकडाला स्पर्श करतो. लाकूड फिरत असल्यामुळे त्याला कोनीय संवेग प्राप्त झालेला असतो. त्यामुळे फिरणाऱ्या लाकडाला साधनाचा स्पर्श झाल्याने लाकडाचा तो भाग कोरला जातो म्हणजेच अनावश्यक भाग काढला जातो. फिरत्या लाकडाला साधनाचा स्पर्श कमी होईल अशी काळजी घ्यावी लागते. फिरण्याच्या अक्षाभोवती लाकूड सर्व बाजूंनी सारख्या प्रमाणात कोरले जाते. निपुण कारागीर त्याला हव्या असलेल्या आकारात लाकूड कोरण्यासाठी योग्य साधन हव्या त्या प्रमाणात मागेपुढे, कोनात हलवून अपेक्षित परिणाम साधतो. ही यंत्रणा कुंभाराच्या चाकाशी साधर्म्य असलेलीच आहे. फक्त येथे चाक फिरण्याचे प्रतल हे आडवे नसून उभे असते. कालौघात लाकूड फिरवण्याची विविध तंत्र विकसित होत गेली. पाय हलवून शिवणकाम करण्याच्या यंत्रासारखेच पाय हलवून कातकाम करण्याची यंत्र बाजारात आली होती. त्यात लाकूड फिरवण्यासाठी एक व्यक्ती व कातकाम करण्यासाठी दुसरी व्यक्ती अशा दोन व्यक्ती एकाच कामात गुंतत नाही. एकच माणूस कातकाम करू शकत असे. परंतु आता विजेच्या मोटारवर चालणारी यंत्रे उपलब्ध झाली व त्यात अनेक जास्तीच्या सुविधा आल्या. कमी जागेत, कमी शारीरिक श्रमात, कमी मनुष्यबळात कमी वेळात जास्त काम होऊ लागले. कार्यक्षमता वाढली. त्याचबरोबर लाकडाच्या फिरण्याच्या गतीवर पाहिजे तसे नियंत्रण ठेवता येत असल्याने गरजेप्रमाणे फिरण्याची गती कमीजास्त करता येते. तसेच, यंत्र विजेवर चालणारे असल्याने कठीण, टणक, मऊ लाकडाप्रमाणे आवश्यक तशी गती बदलता येते. लाकडाचा अनावश्यक भाग कोरून काढण्याबरोबरच तयार केलेली वस्तू गुळगुळीत करणे, त्याला वर्तुळाकार, सर्व बाजूंना एकसारखे रंग देणे ही कामेही यंत्रावरच केली जातात.

प्राचीन राजवाड्यांतील अनेक लाकडी वस्तू, खेळणी, सारीपाटाच्या सोंगट्या या सारख्या वस्तू पारंपरिक कातकामाचे यंत्र वापरून तयार केलेल्या आढळतात.

काष्ठशिल्प, नक्षीकाम व कोरीवकाम - प्राचीन मंदिरे, राजमहाल, राजदरबार, श्रीमंतांच्या दिवाणखाण्यातील शोभेच्या वस्तू, खिडक्यांच्या जाळ्या, जिऱ्याचे कठडे यासारख्या लाकडी वस्तूवर नक्षीकाम व कोरीवकाम करण्यासाठी लाकडास वेगवेगळे कलात्मक आकार देत. आधुनिक काळातसुद्धा असे लाकडावरील नक्षी व कलाकुसरीचे काम केले जाते परंतु त्यासाठी वापरले जाणारे तंत्र मात्र पूर्णतः वेगळे आहे. शिसव, खैर, किंवा

सागाच्या पूर्ण मुदतीची वाढ झालेल्या, कमावलेल्या लाकडास ढोबळपणे पाहिजे त्या आकारात तासून, कापून नंतर त्यावर कोरीवकाम केले जाते. नक्षीकाम व कोरीव कामास मऊ लाकूड वापरले जाते. शिसव किंवा खैरासारख्या टणक लाकडावर कोरीवकाम किंवा नक्षीकाम ती विशिष्ट वयोमानाचे असतानाच करता येते, कारण त्यानंतर ते लाकूड अधिक टणक होते. उपयोगानुसार वेगवेगळ्या प्रकारांच्या लाकडाची निवड केली जाते. मंदिरांचे किंवा राजप्रासादाच्या खांबांसाठी लांब, बळकट व एकसंध



लाकूड वापरतात. लाकूड काष्ठतंतूपासून (Cellulose) तयार झालेले असल्याने ठिसूळ असते. लाकडाच्या वस्तू तयार केल्यानंतर त्याला आद्र वातावरणात वाळवी, कीड लागण्याची शक्यता असते त्यामुळे लाकडाच्या संरक्षणासाठी त्याच्या पृष्ठभागावरवर रोंगण तेलांचा किंवा रसायनांचा (Polish) लेप द्यावा लागतो. त्यासाठी लाकडाची नैसर्गिक रंगच्छटा, साधण्यासाठी काळसर, तपकिरी, तांबूस, पिवळसर इत्यादी रंगच्छटा वापरतात. या अपेक्षित रंगच्छटा व चकाकी मिळवण्यासाठी विविध रसायनांचे वेगवेगळ्या प्रमाणात द्रवरूप मिश्रण तयार करतात. रंगकामासाठी तैलरंग अथवा लाखरंग वापरतात. पारंपारिक पद्धतीत यासाठी करंज या वनस्पतीच्या बियांचे तेल वापरले जात असे. श्रीमंत घरांतील देवघर व देवपूजेसाठीच्या लाकडी वस्तूसाठी चंदनाच्या लाकडाचा वापर केला जात असे.

लाकडी नक्षीकामात व कोरीवकामात जोडणीचे आणि घडणीचे असे दोन प्रकार असतात. जोडणी प्रकारात नक्षीकाम, जाळी, मूर्ती, नक्षीदार लाकडी पट्ट्या यांचे सांधे किंवा खिळे यांच्या साहाय्याने एकत्र जोडण्यात येतात. वेगवेगळ्या भौमितिक आकृत्यांचे आकार असलेल्या जाळ्या, छतांवरचे नक्षीकाम हे आधी तुकड्यांमध्ये तयार करून नंतर एकत्र जोडले जातात. घडणीच्या प्रकारात उठावदार देवादिकांच्या मूर्ती, झाडे, वेली, प्राणी, पक्ष्यांची प्रमाणबद्ध चित्रे द्विमितीत कोरलेली असतात.

काष्ठशिल्प, कोरीव व नक्षीकाम करण्याची साधने

चाकू : मऊ लाकूड कोरण्यासाठी, कापण्यासाठी आणि तयार केलेल्या वस्तूचा पृष्ठभाग गुळगुळीत करण्यासाठी हा विशेष

चाकू वापरला जातो. तो पोलादी असतो. त्याच्या धार असलेल्या बाजूचा पृष्ठभाग अतिशय कमी असतो, जेणेकरून कमी जोर (बल) लावून, हलक्या हाताने कोरीवकाम करता येते. हा चाकू बोथट झाल्यास काम करताना अधिक जोर लावावा लागतो व त्यातून चुकून आवश्यक भागाचाही कपचा उडण्याची शक्यता असते.

गॉज : हे साधन चाकूसारखेच परंतु याचा धार असलेला भाग वक्राकार असतो. हे साधन पोकळ, गोलाकार असते. वक्राकार कोरीवकाम

करण्यासाठी हे साधन वापरले जाते. आवश्यकतेप्रमाणे वेगवेगळ्या व्यासाचे गोलाकार असलेले गॉज वापरले जातात. **कोपिंग सॉ :** लाकडाचे एकापेक्षा अधिक तुकडे एकाच वेळी एकत्र कापण्यासाठी वापरली जाणारी ही छोटी करवत असते. याची रचना व कार्य नियमित करवतीसारखेच असते.

छिन्नी : पोलादापासून तयार केलेल्या या साधनाचे मोठी आणि लहान असे प्रकार असतात. याची धार सरळ रेषेत असते. सपाट पृष्ठभाग साफ करण्यासाठी छिन्नीचा वापर केला जातो. येथे सुद्धा धार असलेल्या बाजूचा पृष्ठभाग अतिशय कमी असतो, जेणेकरून कमीत कमी आघात करून लाकडी भाग सपाट करण्याचे काम व्हावे. छिन्नी बोथट झाल्यास काम करताना अधिक जोराने आघात करावा लागतो व त्यातून चुकून आवश्यक भागाचाही कपचा उडण्याची किंवा लाकडास तडा जाण्याची शक्यता असते.

काष्ठशिल्प, लाकडावर नक्षीकाम व कोरीवकाम करण्यासाठी लेझर कटर, जिगसॉ कटर अशी विजेवर चालणारी अनेक नवनवीन साधने बाजारात येत आहेत. त्यामुळे काम सोपे, अचूक व अधिक कार्यक्षमतेने होत असले तरी या कामासाठी लागणारा संयम, सृजनशीलता कारागिरांना स्वतःत विकसित करावे लागते. हे प्रयत्नपूर्वक, सातत्याने केले की त्यातूनच कौशल्य विकसित होत जाते. याशिवायही सुतारकामात आवश्यकतेनुसार स्वतः तयार केलेली अनेक साधने वापरली जातात. ती साधने तयार करणे हासुद्धा त्या कलाकाराच्या सृजनाचाच भाग आहे.

– डॉ. जयंत वसंत जोशी

jvjoshi2002@yahoo.co.in



शरद पांडुरंग काळे

फुकुशिमाचा अपघात आणि आण्विक सुरक्षा

आज ३३ देशांमध्ये ४४० अणुऊर्जा अणुभट्ट्या कार्यरत आहेत, त्यांची एकत्रित क्षमता सुमारे ३९० GWe आहे. जागतिक स्तरावर जितकी ऊर्जा खर्च होते, त्यातील १० टक्के ऊर्जेचा स्रोत ही आण्विक ऊर्जाकेंद्रे आहेत. सर्वात जास्त अणुशक्तिकेंद्रे अमेरिकेत (९३) असून त्यानंतर फ्रान्स (५६), चीन (५५), रशिया (३७) आणि भारत (२२) असे क्रमांक आहेत. त्सुनामीनंतर झालेल्या फुकुशिमा घटनेमुळे जपानमधील सर्व अणुशक्तिकेंद्रे बंद करण्यात आली होती. तेथे ३३ अणुकेंद्रे कार्यरत होऊ शकतात आणि त्यातील १० केंद्रे पुन्हा सुरू झाली आहेत. सन २०२१ मध्ये २६५३ TWh म्हणजे जगातील सुमारे वीजनिर्मितीच्या १० टक्के वीज आण्विक ऊर्जेने पुरवली आहे. सध्या १५ देशांमध्ये सुमारे ६० ऊर्जा अणुभट्ट्या बांधल्या जात आहेत. त्यात प्रामुख्याने चीन, भारत आणि रशिया या देशांचा समावेश आहे. सन २०२१मध्ये तेरा देशांनी त्यांच्या किमान एकचतुर्थांश विजेचे उत्पादन अणुशक्तीपासून केले. फ्रान्सला सुमारे ७०% वीज अणुऊर्जेपासून मिळते, तर युक्रेन, स्लोव्हाकिया, बेल्जियम आणि हंगेरी या देशांना त्यांच्या गरजेच्या निम्मी वीज अणुऊर्जेतून मिळते. जपान देशात जवळजवळ ३० टक्के ऊर्जा अणुशक्तीपासून मिळत होती, पण फुकुशिमा अपघातानंतर त्यांनी अणुभट्ट्या बंद ठेवल्या होत्या. आता पुन्हा त्यातील काही अणुशक्तिकेंद्रे पूर्ववत होत आहेत. भारतात काकरापार (गुजरात) येथे ७०० मेगॅवॉट क्षमतेचे अणुशक्तिकेंद्र नुकतेच पूर्ण क्षमतेने कार्यान्वित झाले आहे. त्यापूर्वी अमेरिकेत जॉर्जिया राज्यात १ जुलै २०२३ रोजी ११०० मेगॅवॉट क्षमतेचे अणुशक्तिकेंद्र कार्यान्वित झाले. २५ मार्च २०२३ रोजी चीनमध्ये फँचेंगगँग हे ११०० मेगॅवॉट क्षमतेचे अणुशक्तिकेंद्र

तर १३ मे २०२३ रोजी ओस्रोवित, बेलारुसमध्ये ११०० मेगॅवॉट क्षमतेचे अणुशक्तिकेंद्र कार्यरत झाले आहेत. याच वर्षी जर्मनीने आपल्या देशातील तीन अणुशक्तिकेंद्रे बंद केली आहेत. सन २०११ साली त्सुनामीमुळे झालेल्या फुकुशिमाच्या अपघातानंतर सन २०३० पर्यंत या देशातील सर्व अणुशक्तिकेंद्रे हळूहळू बंद करण्याचा निर्णय तत्कालीन सरकारने घेतला होता, त्याला अनुसरून ही तीन केंद्रे यावर्षी बंद होत आहेत.

या सर्व अणुशक्तिकेंद्रांच्या सुरक्षिततेचा आढावा घेतला, तर असे लक्षात येईल की श्री माईल आयलंड, चेर्नोबिल आणि फुकुशिमा हे तीन मोठे अपघात गेल्या ६० वर्षांत झाले आहेत. त्यातील श्री माईल अपघात सदोष उपकरणामुळे, फुकुशिमाचा नैसर्गिक आपत्तीमुळे, तर चेर्नोबिल मानवी चुकांमुळे झालेले अपघात होते. जागतिक



काकरापार अणुशक्तिकेंद्र (७०० मेगॅवॉट क्षमता)

अणुशक्तिकेंद्रांच्या एकत्रित १८६०० वर्षांच्या कार्यकाळात झालेले हे तीन अपघात आहेत. (एकूण ४४० अणुशक्तिकेंद्रे गेली ५०-६० वर्षे कार्यरत आहेत. जर सरासरी प्रत्येक

अणुकेंद्र ४० वर्षे चालले असे धरले तर $४४० \times ४० = १७६००$ वर्षे होतात. पण प्रत्येक अणुशक्तिकेंद्र कधी बांधले ते लक्षात घेऊन त्याचा एकूण कार्यकाळ सांगितला जातो. तो १८६०० वर्षे आहे.) कोळशावर आधारित वीजकेंद्रांमध्ये दर टेरॉट ऊर्जानिर्मितीमध्ये दरवर्षी सरासरी १२०, तेलावर आधारित ऊर्जाकेंद्रांमध्ये १०० तर नैसर्गिक वायूवर आधारित केंद्रांमध्ये ७२ मृत्यू घडतात. अणुशक्तिकेंद्रांमध्ये हे प्रमाण सरासरी दरवर्षी ०.०१देखील नाही. न्यूक्लियर वेस्ट किंवा टाकाऊ पदार्थांविषयी जनमानसात मोठी भीती असते. ६० वर्षांहून अधिक नागरी अणुऊर्जा अनुभवामध्ये, नागरी आण्विक कचऱ्याचे व्यवस्थापन आणि विल्हेवाट लावल्याने कोणतीही गंभीर आरोग्य किंवा पर्यावरणीय समस्या उद्भवली नाही किंवा सामान्य लोकांसाठी कोणताही वास्तविक धोका निर्माण झाला नाही.

हवामानबदलाचा दर आता गेल्या दहा हजार वर्षांतील कोणत्याही बाबीपेक्षा जास्त आहे. अंदाजे सन १८५० पासून, वातावरणातील CO_2 हा प्रबळ हरितगृहवायू स्फोटक वेगाने वाढला आहे, ज्याला गणितज्ञ घातांकीय श्रेणीत बसवतात. मानवी लोकसंख्या, जीडीपी आणि जीवाश्म इंधन उत्सर्जन एकाच वेळी त्याच पद्धतीने वेगवान झाले. भूगर्भशास्त्रीय काळाच्या क्षणभंगुर क्षणात, मानवतेने पृथ्वीची प्रणाली मूलभूतपणे बदलली आहे, जीवन बदलणारे परिणाम आणले आहेत. सन १९५८ मध्ये मौना लोआ वेधशाळेत वातावरणातील CO_2 चे प्रमाण पहिल्यांदा मोजण्यात आले तेव्हा ३१५ भाग प्रति दशलक्ष (ppm) इतके होते. तेव्हापासून हे प्रमाण सातत्याने वाढत आहे. सन २०२० मध्ये ते ४१० पीपीएमवर पोहोचले आहे. या ३० टक्के वाढीचा निश्चित संबंध जागतिक हवामान बदलाशी आहे. योगायोगाने पहिले आण्विक वीजकेंद्र त्याच सुमारास कार्यरत झाले. आण्विक वीजकेंद्रातून कार्बन डायऑक्साइडचे शून्य टक्के उत्सर्जन होत असताना गेल्या ६० वर्षांत ७० टक्के वीज जीवाष्म इंधनातून मिळवताना पर्यावरणाची जी हानी झाली आहे, त्या पार्श्वभूमीवर आण्विक वीजकेंद्रांचा साकल्याने विचार होण्याची आवश्यकता आहे.

वीजनिर्मितीचे पर्याय आव्हानांशिवाय नाहीत आणि त्यांच्या अनिवार्य उप-उत्पादनांवर सामान्यतः चांगले नियंत्रण नसते. कोळशाच्या राखेची आणि कोळसा व तेल यातून निर्माण होणारी कार्बनउत्सर्जन समस्या यांच्या तुलनेत आण्विक टाकाऊ गोष्टींची समस्या पाहिली पाहिजे. कृत्रिम बुद्धिमत्ता आणि यांत्रिक मानव या मानवतेसाठी एरवी

भीतिदायक वाटणाऱ्या भविष्यात आण्विक टाकाऊ पदार्थ हाताळण्याची क्षमता आणखी सुरक्षित करून नक्कीच वाढीस लागू शकते. सुरुवातीची काही वर्षे वगळता अणुयुगाच्या सुरुवातीपासूनच, अणुऊर्जेपासून वीजनिर्मिती करताना त्यातील किरणोत्सर्ग आणि ऊर्जानिर्मितीनंतर निर्माण होणारे किरणोत्सर्गी टाकाऊ पदार्थ या दोन्ही संभाव्य धोक्यांची जाणीव आपल्याला होती. विसाव्या शतकाच्या सुरुवातीला हेन्री बेकरेल, विल्यम रॉटजेन आणि क्युरी दाम्पत्याने या विषयातील मूलभूत संशोधन सुरू केले, त्यावेळी त्यातून अणुशक्तीचा उदय होईल, अशी कोणतीही चिन्हे त्यावेळी दिसत नव्हती. परंतु या चौघांनी जी आण्विक नगरीकडे जाणारी द्वारे खुली केली, त्यातून अणूंच्या विखंडनाकडे वाटचाल सुरू झाली व अणूंच्या मूलभूत स्वरूपाला तडा गेला.

नोव्हेंबर ८, १८९५ या दिवशी जर्मन भौतिकशास्त्रज्ञ विल्हेल्म कॉनराड रॉटजेन यांनी क्ष-किरण शोधले. सन १८९६ मध्ये फ्रेंच भौतिकशास्त्रज्ञ हेन्री बेकरेल यांनी किरणोत्सर्गाचा शोध लावला. सन १८९८ मध्ये मेरी आणि पियरी क्युरी यांनी पोलोनियम आणि रेडियमचा शोध लावला. सन १९११मध्ये अर्नेस्ट रदरफोर्ड यांनी अणूच्या मॉडेलची मांडणी प्रथम केली. केंद्रस्थानी अणूचे बहुसंख्य वस्तुमान आणि त्याचे सर्व सकारात्मक चार्ज असलेले केंद्रक अस्तित्वात आहे हा त्यांच्या मॉडेलचा गाभा होता. ३ जून १९२० रोजी त्यांनीच न्यूट्रॉनचे संभाव्य अस्तित्त्व आणि गुणधर्म यावर अंदाज व्यक्त केला होता. त्यानंतर अणूंच्या संशोधनाने जबरदस्त उसळी घेतली. विशेषतः युरोपातील विविध देशांमधील वैज्ञानिकांनी त्यात जी कल्पकता दाखवली, तिला विज्ञानाच्या इतिहासात जोड नाही असेच म्हटले पाहिजे. या सर्व वैज्ञानिकांचे मुकुटमणी म्हणजे डॉ. अल्बर्ट आइन्स्टाइन! त्यांनी $E = mc^2$ या सूत्रातून जगाचेच रहस्य उलगडण्याची चावी बनवली! २८ डिसेंबर १९३१ रोजी मेरी क्युरी यांच्या कन्येने म्हणजे इरेन जोलियोट-क्युरी ह्यांनी अल्फा किरणांचा भडिमार झाल्यावर बेरीलियमद्वारे तयार केलेल्या भेदक कणांचा अभ्यास करून कृत्रिम किरणोत्सारावर मोलाचे संशोधन करत अणूंच्या विखंडनाच्या दिशेने महत्त्वाची कामगिरी केली. मे १९३२ मध्ये चॅडविक या ब्रिटिश संशोधकाने न्यूट्रॉनचा शोध लावला. सप्टेंबर १९३३ मध्ये झिलार्ड या संशोधकाने साखळी प्रक्रियेची कल्पना प्रथम मांडली आणि पुढे सन १९३४मध्ये त्यांनी त्याचे पेटंटही प्राप्त केले व सन १९३६ मध्ये ते ब्रिटिश नाविकदलाकडे

विनाशुल्क देऊन टाकले. मे १९३४ मध्ये एनरिको फर्मी यांनी इटली देशात न्यूट्रॉनचा मारा करून युरेनियम अणूंचे विखंडन केले, पण त्याचे महत्त्व त्यावेळी लक्षात आले नाही. पुढे काही महिन्यांतच न्यूट्रॉनचा वेग नियंत्रित ठेवण्याचे महत्त्व त्यांनी विशद केले. मॅनहटन प्रकल्पात डॉ. रॉबर्ट ओपनहाय यांच्या नेतृत्वात डॉ. फेनमन, डॉ. जेम्स चॅडविक, डॉ. झिलार्ड, डॉ. लॉरेन्स, डॉ. फर्मी, डॉ. नील बोहर यासारख्या ५० नावाजलेल्या व निष्णात संशोधकांनी सन १९४२ ते १९४६ दरम्यान अथक प्रयत्नांमधून अणुऊर्जा आणि अणुबाँब घडवून दाखवले. दुर्दैवाने या प्रकल्पाची निर्मितीच युद्धकाळात आणि सैन्याच्या पुढाकाराने झाली असल्याने सन १९४५च्या ऑगस्टमध्ये संहारक शस्त्र म्हणून अणुबाँबचा वापर केला गेला. मानवतेसाठी जशी ती शरमेची बाब होती, तशीच ती अणुशक्तीला शाप देणारी घटना इतिहासात नोंदली गेली. अणुशक्तीला जनमानसात असलेला मानसिक विरोध हा या शापाचेच प्रतिबिंब आहे.

अणुबाँबचे संहारक रूप हे अणुशक्तीचे एक रूप होते. ते तसे अपेक्षितही होते. राजकारणी लोकांसाठी आणि साम्राज्यवादी प्रवृत्तींना तिची भुरळ त्यासाठीच पडली होती. हिरोशिमा आणि नागासाकी येथील संहार आणि विध्वंस अनुभवल्यानंतर जपानने त्वरित शरणागती स्वीकारली आणि दुसरे महायुद्ध तर संपले. परंतु त्यावेळचे सोव्हिएत युनियन आणि अमेरिका व तिची युरोपीय मित्र राष्ट्रे यांच्यात शीतयुद्धास प्रारंभ झाला. त्यातून एकाहून वरचढ एक अशा अण्वस्त्रांची निर्मिती होऊ लागल्यामुळे जगापुढे अणुयुद्धाचा बागुलबुवा सातत्याने भीती दाखवत राहिला. त्यात चीन, उत्तर कोरिया यासारख्या देशांकडेही अण्वस्त्रे आल्यामुळे चिंतेत भरच पडली. या सर्व पार्श्वभूमीवरही आण्विक ऊर्जाकेंद्रांची आवश्यकता लक्षात घेतली गेली आणि त्याचाच प्रत्यय या ४४० आण्विक केंद्रांच्या कार्यात सातत्याने येत आहे. इतर उद्योगांप्रमाणेच, अणुऊर्जा प्रकल्पांचे डिझाइन आणि ऑपरेशनचे उद्दिष्ट अपघातांची शक्यता कमी करणे आणि ते घडतात तेव्हा मानवी आणि वित्तहानी टाळणे हे असतेच. मध्यंतरी रशिया आणि युकेन युद्धात अणुऊर्जा केंद्रावर हल्ला झाल्याने तणावाचे वातावरण निर्माण झाले होते. सुदैवाने संयम राखला गेल्यामुळे अजूनतरी काही अप्रिय घटना घडलेली नाही. अणुऊर्जा हे वीजनिर्मितीचे सुरक्षित साधन असल्याचे सहा दशकांतील पुरावे दाखवतात. अणुऊर्जा प्रकल्पांमध्ये अपघाताचा धोका नक्कीच कमी आहे आणि तो आणखी कमी होत आहे. कोणताही उद्योग अपघातांपासून सुरक्षित नाही, परंतु सर्व

उद्योग अपघातातूनच शिकतात. नागरी विमान वाहतूक क्षेत्रात दरवर्षी अपघात होतात आणि प्रत्येकाचे बारकाईने विश्लेषण केले जाते. सुमारे शंभर वर्षांच्या अनुभवातून मिळालेल्या धड्यांचा अर्थ असा आहे की प्रतिष्ठित विमान कंपन्या अत्यंत सुरक्षित आहेत. रासायनिक उद्योग आणि तेल-वायू उद्योगात, मोठ्या अपघातांमुळेदेखील सुरक्षा सुधारते. अणुऊर्जेसह, उच्च ऊर्जेची घनता संभाव्य धोका स्पष्ट करते आणि हे नेहमी अणुऊर्जा प्रकल्पांच्या डिझाइनमध्ये घटक केले जाते. अणुऊर्जा अपघातांचे नावीन्य मूल्य आणि त्यामुळे बातम्यांची योग्यता ही इतर औद्योगिक अपघातांच्या तुलनेत जास्त आहे, त्यामुळे साहजिकच त्यांना जास्त प्रसिद्धी मिळते.

अणुभट्टीला सर्वात मोठा धोका म्हणजे तिचा गाभा अतिताप होऊन वितळू शकतो. अणुभट्टीचा गाभा सातत्याने थंड ठेवावा लागतो. त्यासाठी विशिष्ट यंत्रणा उभी केलेली असते. ती यंत्रणा काही कारणाने थांबली, तर दुसरी पर्यायी यंत्रणा लगेचच कार्यरत होते. काही ठिकाणी तिसरी पर्यायी यंत्रणादेखील पुरवलेली असते. प्रगत देशातील अणुऊर्जा तंत्रज्ञानासाठी जबाबदार असलेल्यांनी अणुभट्टीचा भाग वितळला जाणार नाही याची खात्री करण्यासाठी भरपूर अभ्यास केला आहे. आपल्याही तंत्रज्ञांनी या विषयावर प्रभुत्व मिळवलेले आहे. अपघात टाळण्यात या उद्योगाला खूप यश आले आहे. नागरी अणुऊर्जा निर्मितीच्या ६० वर्षांच्या इतिहासात, ३६ देशांमधील १८५०० संचयी अणुभट्टी-वर्षांसह, अणुऊर्जा प्रकल्पांवर केवळ तीन म हत्त्वपूर्ण अपघात झाले आहेत.

श्री माईल आयलंड (अमेरिका १९७९), जेथे अणुभट्टीचे गंभीर नुकसान झाले होते, त्यात कोणतेही प्रतिकूल परिणाम मानवी आरोग्यावर किंवा पर्यावरणावर झाले नाहीत. चेर्नोबिल (युक्रेन, सन १९८६) जेथे वाफेच्या स्फोटाने आणि आगीमुळे अणुभट्टीचा नाश झाला आणि तीन महिन्यांच्या आत किरणोत्सर्गाच्या विषबाधामुळे सुरुवातीला दोन लोक आणि आणखी २८ लोकांचा मृत्यू झाला आणि या अपघाताचे मात्र आरोग्य आणि पर्यावरणावर महत्त्वपूर्ण व दीर्घकालीन परिणाम झाले. फुकुशिमा डायची (जपान सन २०११) येथील चारपैकी तीन जुन्या अणुभट्ट्या एका प्रचंड त्सुनामीमुळे थंड होण्याची यंत्रणा बिघडल्याने बंद करण्यात आल्या. किरणोत्सारामुळे कुणालाही मृत्यू किंवा गंभीर दुखापत झाली नाही. ह्या सर्व अपघात आणि घटनांपैकी, केवळ चेर्नोबिल आणि फुकुशिमा अपघातांमुळेच नैसर्गिक स्रोतांच्या संपर्कात

येण्यापेक्षा किरणोत्साचा डोस जनतेला जास्त मिळाला. फुकुशिमा दुर्घटनेमुळे प्लांटमधील कामगारांना काही किरणोत्साराच्या संपर्कात आले, परंतु चेर्नोबिलच्या विपरीत, त्यांच्या आरोग्यास धोका निर्माण झाला नाही. इतर घटना आणि एक 'अपघात पूर्णपणे प्रकल्पापुरत्या मर्यादित आहेत. चेर्नोबिल व्यतिरिक्त, व्यावसायिक आण्विक अणुभट्टीच्या घटनेमुळे रेडिएशनच्या संपर्कात आल्याने कोणताही अणुकामगार किंवा सार्वजनिक सदस्य कधीही मरण पावले नाहीत. दरवर्षी होणाऱ्या बहुतेक गंभीर रेडिओलॉजिकल इजा आणि मृत्यू (२-४ मृत्यू आणि नियामक मर्यादेपेक्षा जास्त एक्सपोजर) हे बेबंद वैद्यकीय किंवा औद्योगिक उपकरणे यांसारख्या मोठ्या अनियंत्रित रेडिएशनस्रोतांचे परिणाम आहेत. व्यावसायिक प्रकारच्या ऊर्जाअणुभट्टीमध्ये कोणत्याही परिस्थितीत आण्विक बॉम्बप्रमाणे स्फोट होऊ शकत नाही कारण त्यातील इंधन सुमारे ५ टक्क्यांपेक्षा जास्त समृद्ध होत नाही आणि स्फोटकांसाठी खूप जास्त संवर्धन आवश्यक असते.

इंटरनॅशनल अॅटॉमिक एनर्जी एजन्सीची (IE) स्थापना संयुक्त राष्ट्रांनी सन १९५७ मध्ये केली होती. तिचे एक कार्य जागतिक आण्विक सुरक्षेचे नियंत्रक (ऑडिटर) म्हणून काम करणे हे होते आणि चेर्नोबिल दुर्घटनेनंतर ही भूमिका मोठ्या प्रमाणात वाढली होती. सुरक्षा कार्यपद्धती आणि अगदी किरकोळ अप्रिय घटनांचाही अहवाल ही संस्था देत असते. तिची भूमिका सन १९९६ पासून अधिक मजबूत झाली आहे. अणुऊर्जा प्रकल्प चालवणाऱ्या प्रत्येक देशाकडे अणुसुरक्षा निरीक्षणालय आहे आणि ही नियंत्रक कार्यालये IE सोबत जवळून काम करतात. अणुऊर्जा प्रकल्प त्यांच्या कार्यात सुरक्षित असतात आणि कोणत्याही संकटाच्या किंवा अपघाताच्या प्रसंगी सुरक्षित राहण्यासाठी आरेखित केलेले असले तरी, पूर्णपणे जोखीममुक्त म्हणता येत नाहीत. तिथेही अप्रिय घटना आणि अपघात होऊ शकतात आणि इतर उद्योगांप्रमाणेच, त्यातून जे शिकायला मिळते त्यातून प्रगतिशील सुधारणा घडवून आणल्या जातात. त्या सुधारणा नवीन आराखडे आणि विद्यमान अणुभट्टीत सुधारणा करायची असल्यास वापरल्या जातात. अणुऊर्जा प्रकल्पांमध्ये कार्यरत कर्मचाऱ्यांची सुरक्षा ही मुख्य काळजी असते. अणुभट्टीच्या गाभ्यामध्ये अनेक ऑपरेशन्ससाठी रिमोट हाताळणी उपकरणे वापरून रेडिएशन एक्सपोजर कमी केले जाते. इतर नियंत्रणांमध्ये भौतिक संरक्षण आणि लक्षणीय रेडिएशनपातळी असलेल्या भागात कामगारांचा वेळ मर्यादित करणे समाविष्ट आहे. इतर उद्योगांच्या तुलनेत अत्यंत कमी

रेडिएशन एक्सपोजर सुनिश्चित करण्यासाठी वैयक्तिक डोस आणि कामाच्या वातावरणाचे सतत निरीक्षण करून हे साध्य केले जाते.

फुकुशिमा अपघात टाळता आला असता!

जपानमध्ये सन ८६९ मध्ये एक प्रचंड त्सुनामी आली होती. या त्सुनामीच्या परिणामस्वरूप खूप नुकसान तेव्हाही भोगावे लागले होते. त्यावेळी ओनागावा परिसरात एका उंच टेकडीचा आश्रय तेथील लोकांनी घेतला होता, पण त्सुनामी लाटेने तिथपर्यंत उसळी घेत त्या लोकांचा घास घेतला होते. या उंच टेकडीचा उल्लेख जपानी आजी-आजोबा पिढ्यान्पिढ्या आपल्या नातवापतवंडांना सांगितलेल्या गोष्टींमधून करत असतात. ओनागावा आण्विक प्रकल्पातील एका अभियंत्याने ही गोष्ट त्याच्या बालपणी ऐकली होती. तो प्रकल्प बांधला जात होता तेव्हा त्याने हट्टाने प्रकल्प उंचीवर बांधण्याचा आग्रह धरला होता.

जवळजवळ बारा वर्षांपूर्वी म्हणजे ११ मार्च २०११ रोजी जपानच्या इतिहासातील सर्वात मोठा भूकंप तोहोकू डोंगराळ भागात झाला, त्यात वीस हजारांहून अधिक लोक मरण पावले. या अतिशय तीव्रतेच्या भूकंपापाठोपाठ जी प्रचंड मोठी त्सुनामी आली, ती काही भागांत ३० मीटर उंचीवर पोहोचली आणि काही सेकंदांत संपूर्ण शहरे वाहून गेली. बाधित क्षेत्रामध्ये तीन अणुऊर्जा प्रकल्प होते: टोकियो इलेक्ट्रिक पॉवर कंपनीद्वारे (टेपको) संचालित फुकुशिमा डायची आणि दैनी अणुऊर्जा प्रकल्प आणि तोहोकू इलेक्ट्रिक पॉवर कंपनीद्वारे संचालित ओनागावा अणुऊर्जा प्रकल्प. ही इतिहासातील सर्वात विनाशकारी आण्विक आपत्तीपैकी एक होती, ज्यामुळे हजारो लोक विस्थापित झाले. फुकुशिमा डायची अणुप्रकल्पाचे संरक्षण करणारी भिंत कोसळली, समुद्राचे पाणी अणुभट्टी थंड करण्यासाठी आणण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या बॅकअप जनरेटर आणि पंप असलेल्या भागात पूर आला. त्यामुळे समुद्रातील पाणी खेचण्याचे काम बंद पडले आणि त्या परिसरातील तीन अणुभट्ट्या स्फोट होईपर्यंत गरम झाल्या. त्यानंतर काही महिन्यांपर्यंत, परिसरातील शाळकरी मुलांनी त्यांच्या मनगटावर किरणोत्सर्ग समजण्यासाठी डोसीमीटर घातले होते आणि डॉक्टर संभाव्य थायरॉइड कर्करोगासाठी हजारो मुलांची तपासणी करत होते. तिन्ही प्रकल्पांमध्ये समान आपत्कालीन परिस्थिती उद्भवली होती, अणुभट्टीचे प्रकार सारखेच होते, ऑपरेशन्सच्या तारखा आणि एक समान नियामक प्रणाली वापरात होती.

पण त्सुनामी आणि भूकंपामुळे जे परिणाम दोन्ही ठिकाणी पाहायला मिळाले, त्यात विलक्षण म्हणण्यासारखा फरक होता. फुकुशिमा डायची प्रकल्पात अणुकेंद्राचा गाभा वितळला आणि प्रचंड किरणोत्सर्ग तिथे झाला. तोच भूकंप आणि त्याच त्सुनामीमुळे ओनागावा अणुऊर्जा प्रकल्प मात्र सुरक्षित पद्धतीने बंद होऊन अबाधित राहण्यात यशस्वी झाला. हे कसे झाले?

मार्च २०११चा भूकंप जपानच्या इतिहासातील, निश्चितच सर्वात तीव्र होता. परंतु या प्रदेशात भूकंप अपेक्षित होते आणि फुकुशिमामध्ये जे घडले त्याची कल्पना तज्ज्ञांना नक्की होती. फुकुशिमा डायची येथील संरक्षित समुद्री भिंत कोसळवणारी त्सुनामी ही हजार वर्षांत एक अशी घटना होती, परंतु वीजकंपनी टेपकोने प्रकल्प बांधताना वापरलेल्या सिम्युलेशनमध्ये त्याचा समावेश केलेला नव्हता! नवीन माहिती उपलब्ध होत होती, तेव्हा तिची दखल घेऊन त्याप्रमाणे कार्यवाही केली गेली नाही. सन २००२ मध्ये, टेपकोने फुकुशिमा प्रकल्पाच्या विश्लेषणात्मक अभ्यासात त्सुनामीच्या जोखमीची कल्पना येऊनही तिच्याकडे दुर्लक्ष केले होते. त्या अभ्यासात आपत्कालीन परिस्थितीत अणुभट्टी थंड करण्यासाठीचे समुद्रातील पाण्याचे पंप धोक्यात असल्याचे स्पष्ट झाले होते.

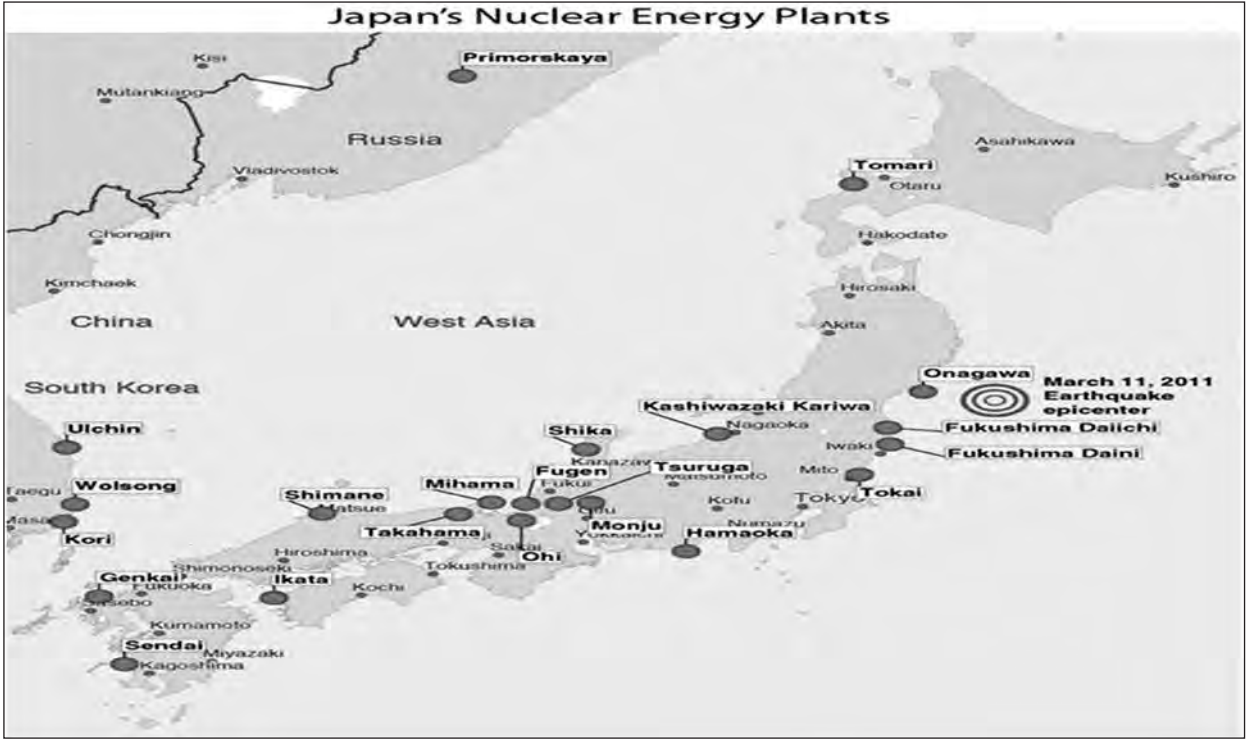
कंपनीने या निष्कर्षांना प्रतिसाद देण्यासाठी कोणतेही बदल केले नाहीत किंवा कंपनीच्या सरकारी परवान्यांमध्ये स्पष्टपणे जे बदल व्हायला हवे होते, तेही झाले नाहीत. जपानी अणुउद्योगातील अधिकारी आणि त्याची देखरेख करणारी सरकारी एजन्सी जपानमधील त्सुनामीच्या ऐतिहासिक (आणि संबंधित) धोक्याकडे दुर्लक्ष करून भूकंपाच्या धोक्यांवर लक्ष केंद्रित करत होते. पंधराव्या शतकातील त्सुनामीच्या अभ्यासातून असे दिसून आले होते की प्रचंड लाटा वीजप्रकल्पाच्या संरक्षक भिंती तोडू शकतात. सन ८६९ साली जपानमध्ये झालेल्या ऐतिहासिक भूकंप आणि त्सुनामीचे संशोधकांनी दस्तऐवजीकरण केल्याने या प्रदेशात मोठ्या त्सुनामीचा धोका असल्याचे सिद्ध झाले होते. तरीही अणुशक्तिकेंद्राची भिंत मार्च २०११ मध्ये फुकुशिमाला धडकलेल्या लाटांच्या अर्ध्या उंचीच्याही लाटा सहन करण्याइतकी बांधलेली नव्हती, असे कार्नेगी एंडोमेंट फॉर इंटरनॅशनल पीसने केलेल्या विश्लेषणानुसार दिसून आले.

तोहोकू इलेक्ट्रिक पॉवर कंपनीने नियुक्त केलेल्या एका सिव्हिल इंजिनीयरला सन ८६९च्या जोगान त्सुनामीची कथा माहित होती, कारण त्याच्या गावी शिंटो मंदिराला

पूर आला होता. सन १९६०च्या दशकात, अभियंता, यानोसुके हिराई यांनी आग्रह धरला होता की ओनागावा अणुऊर्जाकेंद्र समुद्रापासून खूप मागे आणि सुरुवातीला प्रस्तावित केलेल्यापेक्षा जास्त, म्हणजे समुद्रसपाटीपासून सुमारे पन्नास फूट उंचीवर बांधले जावे. एकोणतीस फुटांच्या मूळ योजनेला त्यांनी प्रतिवाद करून संरक्षक भिंतीसाठी आग्रह केला. सन २०११ मध्ये जे घडले ते पाहण्यासाठी ते जिवंत नव्हते. चाळीस फूट उंच लाटांनी फुकुशिमाच्या उत्तरेस पंचाहत्तर मैलांवर असलेल्या ओनागावा या मासेमारी शहराचा बराचसा भाग नष्ट केला. जपानमधील भूकंपाच्या केंद्रबिंदूपासून सर्वात जवळ असलेले तेथील अणुऊर्जा केंद्र मात्र अबाधित राहिले होते. एवढेच नव्हे तर विस्थापित रहिवाशांनी याच अणुशक्तिकेंद्राच्या जिममध्ये आश्रय घेतला होता.

त्सुनामीच्या त्या तडाख्याने फुकुशिमा हे नाव जगभरात सर्वांनाच माहित झाले आहे, पण तिथून जवळच असलेले ओनागावा अणुऊर्जाकेंद्र अगदी जपानमध्येही थोड्याच लोकांना परिचित आहे. ओनागावा अणुप्रकल्पाने ह्या संकटाशी सामना कसा केला? आंतरराष्ट्रीय अणुऊर्जा संस्थेच्या अहवालानुसार ह्या प्रकल्पाने भूकंपात अतिशय उच्च अशा धोकादायक पातळीची हालचाल अनुभवली, आणि कोणत्याही अणुऊर्जा प्रकल्पाला बसलेल्या हादऱ्यांपेक्षा सर्वात जोरदार हादरा अनुभवला. परंतु तो ज्या सुरक्षितपणे तो बंद झाला आणि त्याचे थोडेही नुकसान झाले नाही, ते फुकुशिमाच्या तुलनेत खरोखरच विलक्षण होते. ओनागावा भूकंपाच्या केंद्रापासून फक्त १२३ किलोमीटर दूर होता. फुकुशिमा डायची या केंद्रापासून १८३ किलोमीटर दूर आहे म्हणजे फुकुशिमापेक्षा ओनागावा ६० किलोमीटर केंद्रबिंदूजवळ असूनही आणि दोन प्रकल्पांनी अनुभवलेल्या भूकंपाच्या तीव्रतेतील फरक नगण्य असूनही ओनागावा अबाधित राहिले. शिवाय, ओनागावा येथे त्सुनामी फुकुशिमा डायची येथे १३.१ मीटरच्या तुलनेत १४.३ मीटर उंचीवर पोहोचली. दोन प्रकल्पांमधील झालेल्या परिणामातील फरकाचे मूळ कारण तेथील सुरक्षा संस्कृतीत असलेल्या फरकामुळे होते.

फुकुशिमा डायची आणि ओनागावा प्रकल्प यातील उंच भूभाग, डोंगराळ क्षेत्र आणि सर्वसामान्य भौगोलिक परिस्थिती अनेक प्रकारे सारख्याच आहेत. त्या प्रकल्पबांधणीत एक मोठा फरक म्हणजे तोहोकू इलेक्ट्रिकने ओनागावाच्या अणुभट्टीच्या इमारती टेपकोच्या फुकुशिमा



अणुभट्टीच्या इमारतीपेक्षा जास्त उंचीवर बांधल्या. बांधकाम सुरू करण्यापूर्वी, तोहोकू इलेक्ट्रिकने त्सुनामीच्या पातळीचा अंदाज लावण्यासाठी सर्वेक्षण आणि सिम्युलेशन केले. सुरुवातीच्या अंदाजांवरून असे दिसून आले आहे की या प्रदेशात त्सुनामीची ऐतिहासिकदृष्ट्या सरासरी उंची सुमारे तीन मीटर होती. त्याआधारे, कंपनीने समुद्रसपाटीपासून १४.७ मीटर उंचीवर, त्याच्या जवळपास पाचपट उंचीवर आपला प्रकल्प बांधला. जसजसे अधिक संशोधन केले गेले तसतसे, अंदाजे त्सुनामीची पातळी वाढली आणि तोहोकू इलेक्ट्रिकने नवीन अंदाजांच्या आधारे नियतकालिक तपासणी केली. दुसरीकडे, टेपकोने उपकरणांची वाहतूक सोपी करण्यासाठी आणि बांधकामखर्च वाचवण्यासाठी, सन १९६७ मध्ये डायची प्रकल्प जिथे बांधायचा त्या ठिकाणी ३५ मीटर नैसर्गिक सीवॉलपासून २५ मीटर कमी केले आणि १० मीटरच्या खूप कमी उंचीवर अणुभट्टी इमारती बांधल्या. जपानच्या फुकुशिमा अणुअपघात स्वतंत्र तपास आयोगाच्या (एनएआयआयसी) राष्ट्रीय अहवालानुसार, प्रारंभिक बांधकाम विद्यमान भूकंपविषयक माहितीवर आधारित होते, परंतु नंतरच्या संशोधनात त्सुनामीच्या पातळीला कमी लेखण्यात आले असल्याचे दिसून आले. तोहोकू इलेक्ट्रिकने मागील भूकंप आणि त्सुनामी यांचा सातत्याने अभ्यास केला. त्यात २८ फेब्रुवारी २०१० रोजी चिलीमधील भूकंपाचाही त्यांनी अभ्यास केला होता. त्यांच्या प्रतिबंधक उपाययोजना

सतत सुधारत होत्या. टेपकोने मात्र या इशान्यांकडे दुर्लक्ष केले. NIIC च्या अहवालानुसार, टेपकोने पर्यायी वैज्ञानिक अभ्यास सादर करणे आणि लॉबिंग करणे यासारख्या विलंब करण्याच्या डावपेचांचा अवलंब केला. त्याचे वार्डेट परिणाम अर्थातच त्यांना भोगावे लागले.

तोहोकू इलेक्ट्रिकने आणीबाणीच्या प्रतिसादासाठी एक वेगळा दृष्टिकोनदेखील घेतला जो टेपकोच्या तुलनेत अधिक संघटित, सहयोगी आणि नियंत्रित होता. तोहोकू इलेक्ट्रिकने भूकंपानंतर लगेचच ओनागावा प्लॉंटमध्ये तसेच कंपनीच्या मुख्यालयात आपत्कालीन प्रतिसाद केंद्राची स्थापना केली. संपूर्ण आपत्तीच्या काळात मुख्यालयाने प्रकल्प अधिकाऱ्यांना मिनिटामिनिटाला साथ दिली. पर्यवेक्षक आणि मुख्य अभियंत्यांना निर्णय घेण्यासाठी नुकसानग्रस्त अणुभट्ट्यांच्या मुख्य नियंत्रण कक्षात पाठवण्यात आले आणि प्रतिसाद गटाच्या सर्व स्तरांवर माहिती वेळेवर पाठवली गेली. तोहोकू इलेक्ट्रिकची टीम टेपकोमधील त्यांच्या समकक्षापेक्षा अधिक शांत आणि एकसंध का राहिली? निष्पन्न टेलिग्राफ आणि टेलिफोन सुविधा संशोधन संस्थेच्या मते, १९६० ते १९७५ या कालावधीत तोहोकू इलेक्ट्रिकचे उपाध्यक्ष यानोसुके हिराई, ओनागावा येथे १९८०च्या भूमीपूजनाआधीच्या कालावधीत सुरक्षाप्रणालीवर ठाम होते आणि कोस्टल इन्स्टिट्यूशन रिसर्च असोसिएशनचे सदस्य बनले. सन १९६३ मध्ये नैसर्गिक आपत्तींपासून संरक्षण

करण्याच्या महत्त्वाबद्दल, त्यांच्या सखोल अभ्यासामुळे उच्च व्यवस्थापनातील कर्मचारी सुरक्षेसाठी ते लढत राहिले, त्यामुळे कंपनीमध्ये एक मजबूत सुरक्षासंस्कृती तयार झाली. तोहोकू इलेक्ट्रिकच्या प्रतिनिधींनी जपान न्यूक्लियर एनर्जी सेफ्टी ऑर्गनायझेशनने आयोजित केलेल्या भूकंप आणि त्सुनामी आपत्ती निवारणाविषयी चर्चासत्रे आणि पॅनेल चर्चांमध्ये भाग घेतला. कंपनीने आपत्ती प्रतिसादासाठी कठोर प्रोटोकॉल लागू केले. तेथील सर्व कामगारांना त्सुनामी जवळ येत असताना कोणती पावले उचलावीत याची माहिती होती. हे उपक्रम टेपकोच्या संस्कृतीचा भाग नव्हते. वीजउद्योगातील आपले वर्चस्व हे निर्दोषतेचे द्योतक असल्याची कंपनीची मानसिकता होती. आपत्तीनंतर, टेपकोचे माजी अध्यक्ष, हसुईके तोरू यांनी वर्णन केले की योग्य अशा आपत्ती व्यवस्थापनाने प्रकल्पाचे अपेक्षित आयुष्य कसे वाढवायचे ठरवले, सुरक्षेचे गंभीर परिणाम झाले तरीही सुरक्षा संस्कृती हाच आप्त्विक किंवा कोणत्याही सुरक्षा यंत्रणेचा आत्मा असतो ही बाब वरील विवेचनातून सिद्ध होते. फुकुशिमा दुर्घटनेचा सरकारी तपास, तसेच यूएस न्यूक्लियर रेग्युलेटरी कमिशनच्या (NRC) चेअरवुमन लिसन मॅकफार्लेन यांच्या विधानाने, सुरक्षितता संस्कृतीची महत्त्वाची भूमिका स्पष्टपणे मान्य केली आहे, जनता आणि पर्यावरणाचे संरक्षण सुनिश्चित करण्यासाठी स्पर्धात्मक उद्दिष्टे लक्षात घेऊनही सुरक्षिततेवर जोर देण्यासाठी मूळ संस्कृतीमूल्ये आणि त्यानुसार वचनबद्ध व्यवहार म्हणजे सुरक्षा संस्कृती असते. Nuclear ccident Independent Investigation Commission (NIIC) अहवालात फुकुशिमा दुर्घटनेचे वर्णन करताना ती दुर्घटना व्यवस्थापनाच्या निष्काळजीपणामुळे घडलेली असे केले आहे कारण जपानचा अणुउद्योग थ्री माईल आयलंड आणि चेरनोबिलमधून शिकलेले धडे आत्मसात करण्यात अयशस्वी ठरला आहे. NIIC चे अध्यक्ष कियोशी कुरोकावा यांच्या शब्दांत, या मानसिकतेमुळेच आपत्ती ओढवली. चेर्नोबिल दुर्घटनेचे प्राथमिक कारण म्हणून सुरक्षासंस्कृतीदेखील गुंतलेली आहे. फुकुशिमा डायची अणुऊर्जा केंद्रातील वितळणे हे नैसर्गिक आपत्तीमुळे नव्हते, तर अणुभट्ट्या बांधल्या जात असतानाच्या काळातील, सुरक्षेच्या बाबतीत सक्रिय न होण्याच्या टेपकोच्या निर्णयांच्या मालिकेमुळे होते. इतर बहुतेक घटक समान असल्याने, तोकोहू इलेक्ट्रिकच्या एकूण संस्थात्मक पद्धती आणि सुरक्षासंस्कृतीने ओनागाव प्रकल्पाला मोठ्या संकटातून वाचवले. फुकुशिमा डायची व्यवस्थापनाने तोहोकू इलेक्ट्रिकची कॉर्पोरेट सुरक्षासंस्कृती आपल्या सुरक्षितता

आणि आपत्ती प्रतिसाद प्रणालीत मुरवली असती, आणि परिस्थिती तशी हाताळली असती, तर हा विनाश टाळता आला असता!

स्मृतींत जे राहते त्याचा भविष्यासाठी कशी तयारी करावी यासाठी मार्गदर्शन होऊ शकते. स्मरणशक्तीतून जे निसटते, तिथे आलेली भयावह संकटे विसरली जातात आणि भविष्यात ते घडले तर काय उपाययोजना करायची याचा साहजिकच विचार होण्याची शक्यता नसते. सेनेकाने पॉम्पेमध्ये सन ६२ मध्ये भूकंप झाल्यानंतर लगेचच काही नैसर्गिक प्रश्न उपस्थित केले होते, आणि त्याने भीतीने जगणाऱ्या रहिवाशांचे वर्णन केले होते. त्यापैकी बरेच लोक पळून गेले होते किंवा ते प्रदेश सोडून पळून जावे की नाही हे ठरवत होते. सतरा वर्षांनंतर सन ७९ मध्ये, प्लिनी द यंगरच्या अहवालानुसार, पृथ्वीचा थरकाप उडवणाऱ्या भूकंपाची भीती लोकांच्या स्मृतीतून मावळली होती आणि हजारो लोकांनी ज्वालामुखीचा उद्रेक होण्याआधी झालेल्या भूकंपाकडे दुर्लक्ष केले होते. त्यानंतर झालेल्या त्या भयानक उद्रेकात क्षणार्धात सारे बेचिराख होऊन गाडले गेले होते!

माणूस आपल्या सामूहिक स्मृतिभ्रंशातून भविष्यातील जोखमीची गणना करण्यासाठी मदत करणाऱ्या भविष्यसूचक मॉडेलकडे जातो. जोखीमतज्ज्ञदेखील संगणक सिम्युलेशनला ज्या कालावधीसाठी त्यांच्याकडे मजबूत माहिती उपलब्ध आहे, त्या कालावधीत मर्यादित ठेवण्याची चूक करतात किंवा ते इतिहासात फारसे मागे वळून पाहत नाहीत. सन ८६९ साली जपानमध्ये जोगान भूकंप झाला तेव्हा मियाको-जिमा येथील रहिवासी त्यांच्या बेटावरील टेकडीच्या माथ्यावर पळून गेले. ते सुरक्षितपणे पळून गेले नाहीत. एका दिशेकडून टेकडीवर एक महाकाय त्सुनामी उठली, तर दुसऱ्या बाजूने भाताच्या पेंडीतून दुसरी प्रचंड लाट उसळली. दोन लाटा टेकडीच्या शिखरावर आदळल्या आणि शिखरावर आश्रय घेत असलेल्या लोकांना तिने समुद्रात ओढून नेले. लाटांनी मुरोहामाचे मासेमारीचे गाव उद्ध्वस्त केले. ही भीषण शोकांतिका लवकर विसरली गेली नाही. त्याची स्मृती हजार वर्षांहून अधिक काळ रेंगाळली. मंदिराच्या शेजारी असलेल्या टेकडीवरील दगडी शिळेवर त्या दिवसाचा इतिहास लिहिला गेला आणि भविष्यातील पिढ्यांना त्या ठिकाणी आश्रय न घेण्याचा इशारा दिला. स्थानिक लोककथांमध्ये ही धोक्याची घंटा दाखल झाली आणि स्थानिक शाळांमधील मुलांनी त्याचा अभ्यास केला. जपानमध्ये मार्च २०११ मध्ये पृथ्वी हादरली, तेव्हा मुरोहामाच्या जवळपास सर्व रहिवाशांना १,१४२ वर्षांपूर्वी घडलेल्या गोष्टींची आठवण झाली. त्यांच्या

कानात ती घुमू लागली आणि ते टेकडीचा आश्रय न घेता दूर अंतरावर पळून गेले. त्यांनी दोन महाकाय लाटा पुन्हा टेकडीवर आदळताना पाहिल्या!

अनेयोशी, जपानमध्ये, एक ऐतिहासिक दगडाची शिळा उभी आहे, ती भविष्यातील रहिवाशांना चेतावणी देते, तुमची घरे या बिंदूच्या खाली बांधू नका! सन २०११ मध्ये त्या गावात कोणतीही घरे त्या बिंदूच्या उंचीच्या खाली बांधली गेली नव्हती. गेल्या काही शतकांतील त्सुनामीच्या लाटा या बिंदूच्या फक्त तीनशे फूट खाली आल्या. त्सुनामीचे स्मरण करून देणाऱ्या इतर शेकडो दगडी शिळा जपानमध्ये विखुरलेल्या आहेत, त्यातील अनेक सन १८९६ आणि सन १९३३ मध्ये आलेल्या विनाशकारी त्सुनामीनंतर उभारण्यात आल्या आहेत. आंतरराष्ट्रीय अणुऊर्जा संस्थेच्या अभ्यासानुसार, अनेयोशी आणि मुरोहामा यांच्याप्रमाणे अक्षरशः इतर कोणत्याही गावाने अशा शिलांकडे लक्ष दिले नाही. या गावांनी जे केले, ते इतरांनी केले नाही, इतिहासाकडे लक्ष दिले नाही! जपानमधील ऐतिहासिक चिन्हांनी प्रभावी इशारे दिले आहेत ती सर्व लहान लहान खेडी आहेत, ज्यात पिढ्यान्पिढ्या सांस्कृतिक सातत्य आहे. शाळेतील मुलांनी भूतकाळातील त्सुनामीचा इतिहास आणि दक्षतेची गरज जाणून घेतली. आणि अनयोशी आणि मुरोहामामधील दगडी चिन्हे जपानमधील इतर शेकडो

लोकांच्या तुलनेत इतिहासाच्या केवळ अस्पष्ट स्मरणार्थीऐवजी विशिष्ट कृती केल्याबद्दल वेगळी ठरली आहेत- या बिंदूच्या खाली घरे बांधू नका. या टेकडीवर पळून जाऊ नका! ती गावे वाचली, बाकीची वाहून गेली!

सूक्ष्मदर्शकाच्या शोधामुळे अतिसूक्ष्म जगाचे ज्ञान प्राप्त झाले आणि दुर्बिणीच्या शोधामुळे दूर अंतरावरील वस्तू स्पष्टपणे पाहता येऊ लागल्या. त्यामुळे दृष्टीपुढे काय आहे हे अधिक चांगल्या प्रकारे जाणून घेता येते. मानवी आकलनशक्ती आपल्याला असेच काहीतरी करण्यास शिकवत असते. आज आपल्याकडे काय आहे त्यावर भविष्यात काय असू शकते, ह्याचा विचार करण्यासाठी आणि आज आपल्या निवडीचे सिंहावलोकन करण्यासाठी तारतम्य असावे लागते. ते सर्वानाच हवे असते. तसे असेल तर समाज प्रगल्भ होतो. गंमत अशी आहे की लोक या बाबतीत सक्षम असूनही कधी खोलात शिरत नाहीत. वैयक्तिक पातळीवर आपण समतोल आहारापेक्षा मिष्टान्न स्वीकारतो, व्यायाम न करता सुरापान किंवा धूम्रपान करतो, बचत करण्याऐवजी खर्च करतो! सामाजिक स्तरावर ही समस्या विशेषतः अधिक घातक आहे. हवामानातील बदल हे दीर्घकालीन हितसंबंधांचे नुकसान करणाऱ्या अल्प-मुदतीच्या विचारांचे सर्वात स्पष्ट उदाहरण आहे, परंतु हे जवळजवळ समाजरचनेनुसारच घडते, ही शोकांतिका म्हणावी लागेल. निवडणूक राजकारण आणि त्रैमासिक आर्थिक अहवाल आम्हाला महत्त्वाच्या गोष्टींवर तत्काळ विशेषाधिकार देण्यास प्रोत्साहित करतात, पण दीर्घकालीन उपाययोजना करण्याकडे दुर्लक्ष करायला शिकवतात. तथापि, इतिहासात अनेकांनी त्यांच्या पूर्वग्रहांना तिलांजली देत भविष्याचा विचार केला आहे आणि पुढील रस्ता ठरविण्यासाठी आवश्यक मानसिक वेळ-प्रवास केला आहे. भूकंप-सुरक्षित बांधणी प्रणाली अशीच निश्चित करण्यात आली, पूरपातळी किती असू शकते, आण्विक हत्यारांवर बंदी करार, ही काही उदाहरणे म्हणता येतील. आता कृत्रिम बुद्धिमत्ता आपले हातपाय पसरत आहेत, तेव्हा आपण दूरदृष्टी वाढवण्यासाठी आणि भविष्यातील मार्ग कसे विकसित करू शकतो ह्यासाठी नव्या पिढ्यांना कसे सक्षम करतो ह्यावर मानवाचे भविष्य अवलंबून आहे हे नक्की.

- शरद पांडुरंग काळे

sharadkale@gmail.com

दुर्दम्य

आकाशाशी स्पर्धा करतो, असे जरी मी म्हातारा पानगळ मज नित्याची, का ती दुखावेल मजला? येतो येथे जाण्यासाठी, खंत नसे मज जाण्याची आकाशच असे सोबती, ओढ मज आता त्याची! हेही वर्ष निभले तर, येईल वसंत पुन्हा एकदा नवी झळाळी नवी पालवी, पुन्हा त्या नव्या आशा चक्र फिरे गतीने त्याच्या, बदले तो भवताल सारा स्मृतींचा हारही तुटला, क्षण विखुरले इतस्ततः! दिनमणी जरी तोच असे, सवे त्याच्या तीच धरा जुन्या स्मृतींत तरी शोधतो, नवे सोबती नव्या वाटा किती वर्षे अजून उरली, नसे मज हो ते ठावकी नसे जे मज हाती, का असावी क्षिती त्याची? सारे जे क्षण गवसले, दवडुनी का करंटा व्हावे? गवसलेले क्षण वेचून, का मग नच पुन्हा फुलावे?

- शरद काळे



सायली घाग

शिक्षण योग्य दिशेने जात आहे का ?

भारतीय रेल्वेतील स्थानकांचा विकास आणि त्यांना झळाली देण्याच्या उद्देशाने अमृतभारत स्थानिक विकास योजना राबवण्यात येणार असून त्याद्वारे मध्य रेल्वेवरील १५ स्थानकांचे रूप पालटण्यात येणार आहे, तेही विद्यार्थ्यांच्या संकल्पनेतून! ३१ प्रमुख स्थानकांवरील ९५ शाळांमधील विद्यार्थ्यांना सहभागी केले जाणार आहे. विद्यार्थ्यांनी निबंध आणि विविध चित्रांद्वारे स्थानकाच्या विकासाबद्दल कल्पना मांडल्या आहेत.

- चिंब पावसानं रान आबादानी झालेलं असताना आणि मनही पावसाळी झालेली असताना इयत्ता चौथीची मुले भातशेतीत जाऊन स्वतः भाताची लागवड करतात.
- शाळेत लोकशाही पद्धतीने निवडणुका घेऊन आपली प्रतिनिधी निवडून देता देता नागरिकशास्त्र शिकतात.
- जिल्हापरिषदेच्या शाळेमध्ये भाकरी करण्याची स्पर्धा आयोजित केली जाते आणि त्या उपक्रमाची बातमी होते.
- असे वेगळे उपक्रम शाळांमधून राबवल्या गेल्यावर त्या उपक्रमांची बातमी होते.

असे का बरे ?

मुले ही राष्ट्राची संपत्ती आहेत. भावी देशाचे नागरिक आहेत. त्यांच्या या पद्धतीने मत, विचार, कल्पनांना कृतींना पुष्टी देणे म्हणजे खरेखुरे शिक्षण. शिक्षण म्हणजे तुम्ही किती वाचता आणि लिहू शकता हे नाही, तर तुम्ही तुमच्या सभोवतालच्या जगाशी अर्थपूर्ण संवाद साधू शकता आणि समजून घेऊ शकता का? चांगले शिक्षण तुम्हाला केवळ तंत्रच शिकवत नाही तर तुमची क्षितिजे रुंदावण्यास, चांगला दृष्टीकोन मिळवण्यात आणि तुम्हाला स्वतःसाठी आणि समाजासाठी विचार करायला शिकवते. आज लोक सामाजिक अन्याय आणि इतर गंभीर समस्यांबद्दल बऱ्यापैकी जागरूक

आहेत. याचे श्रेय जगभरातील शिक्षणाच्या वाढत्या प्रसाराला दिले जाऊ शकते, ज्यामुळे समाज अधिक स्वीकारार्ह आणि मुक्त विचारांचा बनला आहे. त्यामुळे शिक्षण हा मानवी उत्क्रांतीचा घटक आहे. सर्जनशीलता आणि नवोपक्रमांच्या क्षेत्रातही शिक्षणाचे महत्त्व स्पष्ट केले जाते. शिक्षण चौकटीच्या बाहेर विचार करण्यास आणि नवीन कल्पनांसह प्रयोग करण्यास प्रोत्साहित करते. चांगले शिक्षण तुम्हाला स्वतःची ताकद ओळखण्यास मदत करते. म्हणूनच डॉक्टर बाबासाहेब आंबेडकरांनी शिक्षण घेतल्यानंतर लोकांना शिका संघटित व्हा आणि संघर्ष करा असा मूलमंत्र दिला.

शिक्षण आपल्याला समान संधी निर्माण करण्यास मदत करते. विविध धर्म, जाती, वंश, लिंग आणि संस्कृतीतील लोकांच्या शिक्षणामुळे त्यांच्यासमोर अनेक शक्यता उभ्या राहतात. ते या बदल्यात इतरांसाठी अधिक संधी निर्माण करण्याचा प्रयत्न करतात, याचेच एक उदाहरण म्हणजे अमेरिकेचे पहिले राष्ट्राध्यक्ष अब्राहम लिंकन. शिक्षणाने गुणवत्तेला न्यायाचा एकमेव निकष बनवून तर्कहीन दरी भरून काढणे शक्य झाले आहे. शिक्षणामुळे लोक इतरांपेक्षा अधिक सहनशील बनतात. शिक्षण हे व्यक्तीला अधिक मोकळे आणि सहनशील बनवते, ज्यामुळे व्यक्ती भिन्न मते स्वीकारू शकतात. याच शिक्षित व्यक्ती सर्वांसाठी समान संधी आणि चांगल्या राहणीमानाचे दरवाजे उघडतात.

भारतात सन १९४७ नंतर आज साक्षरतेचे प्रमाण वाढले आहे. गावागावात आणि अगदी छोट्या खेड्यांपर्यंत शाळा पोचल्या आहेत. उच्च शिक्षणाचा विस्तार होत आहे. साक्षरतेचे प्रमाण वाढले आहे, पण भारतातील शिक्षणपद्धतीमुळे सुशिक्षितपणा वाढलेला नाही. याचेच एक उदाहरण म्हणजे निसर्गाविषयी जपणूक करण्याविषयीचे

धडे अभ्यासक्रमात घातले जातात. वाचले जातात. प्रोजेक्ट केले जातात. पण, निसर्गाप्रती प्रेम प्रत्यक्षात दिसत नाही. शिक्षणाचे वेगवेगळे पॅटर्न राबवत असताना प्रश्नपत्रिका फोडणे, शिक्षणक्षेत्रातील गैरव्यवहार यामुळे उच्च शिक्षणासाठी परदेशात मुले जाऊ लागलेली आहेत. शिक्षणाचा उद्देश प्रत्येकाच्या आयुष्यात कार्यात्मक विचार आणून नकारात्मक विचार दूर करणे हा आहे, पण मोठमोठ्या देणग्या देऊन डिग्री मिळवलेल्या व्यक्ती मग स्वतःच्या देणगीच्या रकमेची परतफेड होण्याकरता समाजाकडून जास्तीत जास्त रकमा वसूल करताना दिसतात.

हेरंब कुलकर्णी 'दारिद्र्याची शोधयात्रा' या त्यांच्या पुस्तकात म्हणतात, शिक्षणक्षेत्रात महाराष्ट्रात दोन भाग पडलेले दिसतात. विदर्भ-मराठवाडा या ठिकाणची शेती कोलमडलेली असून शहरात स्थलांतरित झालेल्या मुलांचे शिक्षण हा एक भाग आहे आणि दुसरीकडे पुणे-मुंबई-नाशिक या त्रिकोणातील सधन शिक्षण. याच्यामधली दरी दिवसेंदिवस वाढताना दिसते. शेती कोलमडल्यामुळे शहरी भागांकडे जाणे, भटक्याविमुक्त जातींच्या स्थलांतरांचा प्रश्न आणि त्यांच्या लेकरांच्या शिक्षणाचा प्रश्न हा तर सध्या महाराष्ट्रातील ऐरणीवरचा प्रश्न आहे. आजच्या सर्वेक्षणानुसार दोन कोटी मुले शाळाबाह्य आहेत. या मुलांना शाळेत आणणे गरजेचे आहे. ही मुले आदिवासी, भटक्या जमाती, झोपडपट्ट्या येथील असतात. लोकशाही देशातील ही मुले शिक्षण प्रवाहात आणणे, शिवाय बालविवाहित मुली, रेल्वे स्टेशनवरची मुले, गरिबांच्या शिक्षणाचे काय करायचे, हा प्रश्न हेरंब कुलकर्णी विचारतात

प्रसिद्ध शिक्षणतज्ज्ञ जे. कृष्णमूर्ती म्हणतात, निसर्गप्रेम स्वातंत्र्यातील गोष्टी शिक्षणामध्ये आवश्यक असल्या पाहिजेत. शिक्षणात साचेबंदपणा नसावा. आजचे शिक्षण विचार कसा करावा हे शिकवत नाही. शिक्षकांना शिकवण्यात आनंद मिळत नाही म्हणून विद्यार्थ्यांना शिकवण्यात आनंद मिळत नाही. श्वासाइतके शिकवण्यावर शिक्षकांनी प्रेम केले पाहिजे.

सातत्यपूर्ण सर्वकष मूल्यमापन शासनाने आणले. शाळांनी याचा अर्थ इतकाच घेतला की मुलांना फक्त उत्तीर्ण करायचे आहे! अभ्यासाचे गांभीर्य त्यामुळे कमी झाले आणि गुणवत्ता समाधानकारक राहिली नाही. अर्ज लिहिणे, फॉर्म भरणे ही कौशल्येदेखील मुलांना साध्य करता येत नाहीत. शांता सिन्हा म्हणतात, गरिबीमुळे मुले शाळा सोडत नाहीत, मग सगळीच मुले शिक्षणप्रवाहातून बाहेर पडली असती! ज्यांना लिहितावाचता येत नाही तीच मुले शाळा सोडतात. ६४ टक्के मुले गळली कारण त्यांचे मन शाळेत रमत नाही.



फक्त २६ टक्के उच्चशिक्षणाकडे जातात. चीनसारख्या देशात ४२ टक्के विद्यार्थी उच्चशिक्षणाकडे वळतात. मुले उच्चशिक्षण न घेण्याचे कारण म्हणजे, पहिली ते बारावीपर्यंत दर्जेदार शिक्षण न मिळणे हे असते. त्यामुळे मुले गळतात. गरिबी हे एक कारण आहे. परंतु केवळ तेवढेच कारण आहे असे नाही. आधुनिक जगात कर्जाचे मार्ग बरेच सुकर झाले आहेत. त्याचा उपयोग काही विद्यार्थी करतात. त्यासाठी विद्यार्थ्यांची गुणवत्ता जशी प्राथमिक महत्त्वाचा आहे, तद्वतच शिक्षणसंस्थेची गुणवत्ता हीही बाब मूलभूत गरजेची असते. अजूनही काही ठिकाणी परिस्थिती अशी आहे, की उच्चशिक्षण घेण्याची क्षमता गरिबांकडे राहिलेली नाही. ग्रामीण भागातील विद्यार्थ्यांनी आयटीआयचे कोर्स करायचे, आणि श्रीमंतांच्या मुलांनी मात्र आयटी करायचे, अशी गृहीतके झालेली आहेत. या खेड्यातील मुलांमध्येही भावी शास्त्रज्ञ असतील, भावी डॉक्टर असतील, पण गुणवत्तेबरोबर संपत्ती नाही म्हणून ही मुले उच्चशिक्षणापासून दूर राहत आहेत.

'का करायचं शिकून?' या लक्ष्मण माने यांच्या पुस्तकाच्या शीर्षकातच प्रश्नाची दाहकता समजते. शिक्षणातील विसंगती दर्शवते. पारध्याची पोरे भिंती असलेल्या शाळेत शिकू शकत नाहीत. पालावर झोपणारी आणि बेडरूममध्ये झोपणारी मुले (भारत-इंडिया) या दोघांसाठी एकच प्रश्नपत्रिका ठेवली जाते! कारकून बनवणारी शिक्षणपद्धती सध्या प्रचलित आहे.

श्रमिक माणसांविषयी मुलांना वाटणारे प्रेम हे मानवी नीतिमतेचे उत्पत्तिस्थान ठरू शकते. याकरता शाळाशाळांमधून अवर हेलपर यांच्या मुलाखती घेणे आणि मुलाला श्रम करायला प्रोत्साहित करणे, मुलांना फणस या फळाविषयी

शिकवताना फणस खायला देणे. बैलाला किंवा घोड्याला नाल ठोकताना प्रत्यक्ष मुलांना दाखवायला नेणे जरूरीचे असते. शासनाचा अभ्यासक्रम राबवला जात असताना त्यात अशा विविध उपक्रमांची भर घालून मूल्यमापनात नुसते चौकटीत बसतील असे प्रश्न न विचारता बहुसंख्य प्रश्न प्रतिभेला चालना देणारे असले तर त्याचा नक्कीच फायदा होतो. पेपरातील बातम्यांवर चर्चा घडवली जाईल, इतिहासातील धड्यांवर नाटके बसवली जातील, मुले विश्वकोश हाताळतील, चित्रांवरून मुले कविता करतील. एकूणच काय मुलांची अभिव्यक्ती-आकलनशक्ती सर्जनशीलता सौंदर्यदृष्टी सामाजिकता, श्रमप्रतिष्ठा ही मूल्य वाढण्याकरता विविध प्रयोगशाळेतून होणे म्हणजेच दर्जेदार शिक्षण असते. याच शिक्षणाची नितांत आवश्यकता आजच्या समाजाला आहे.

खेड्याहून शहरांची परिस्थिती शिक्षणासाठी भिन्न असल्याचे जाणवते. ३०-४० वर्षांपूर्वी करियर वुमन आणि करियर हे शब्द फारसे प्रचलित नसल्यामुळे मुले जवळच्याच मराठी माध्यमाच्या शाळेत जात होती आणि संपूर्ण कुटुंबाची जबाबदारी या घरच्याच स्त्रिया पार पाडत होत्या. घरीच आई आजी मुलांसाठी नानाविध पौष्टिक पदार्थ तयार करत होत्या. पौराणिक कथा आणि 'नाच रे मोरा', 'सांग सांग भोलानाथ' यांसारखी बडबडगीते शिकवण्यात आणि मुले शिकण्यात धन्यता मानत होती. काळानुरूप शिक्षणात बदल व्हावेत आणि शिक्षणव्यवस्था कायम परिवर्तनशील असावी या उद्देशाने, तसेच भारताने स्वीकारलेल्या मुक्तअर्थव्यवस्थेमुळे, देशामध्ये विनाअनुदानित खाजगी शिक्षणसंस्था आणि विद्यापीठांचे पेव फुटले. या संस्थांना सरकारची अनुमती असली तरी अनुदान मिळत नसल्यामुळे मुक्त अर्थव्यवस्थेने उपलब्ध करून दिलेले महागडे शिक्षण पालकांना परवडणारे नसले तरीही इंग्रजी शिकवणाऱ्या चकचकीत पाच-सहा मजली शाळा आणि मुलांना उपलब्ध करून दिली जाणारी वाहतुकीची सोय यामुळे सर्वसामान्यच काय पण कष्टकरी वर्गातील लोकांनाही करिअरच्या नावाखाली या शाळा आकृष्ट करू लागल्या आहेत.

जगाची ज्ञानभाषा मुलांना अवगत व्हावी याकरता त्यांची आईच आपल्या पाल्याची मातृभाषेची नाळ जोडण्याऐवजी तोडण्यात धन्यता मानू लागली आहे. सध्याच्या घडीला सरकारतर्फे माध्यमिक प्राथमिक शिक्षण विनामूल्य आहे परंतु त्यांचा दर्जा नित्कृष्ट ठेवला गेल्यामुळे चांगल्या दर्जाच्या शाळांच्या शोधापायी प्रचंड अपेक्षा

असलेल्या पालकांना आपल्या आयुष्यभराची कमाई बाहेरील शिक्षणसंस्थांच्या तिजोरीत रिकामी करावी लागत आहे. मातृभाषा आणि शिक्षण यांची नाळ तुटल्यामुळे बऱ्याच संकल्पनांना मुले वंचित राहून फक्त घोकंपट्टीच्या आणि पोपटपंचीला महत्त्व आले आहे. इतिहासातून उत्कृष्ट जीवनशैली, झुंजारवृत्ती, चिवटपणा, प्रशासकीय निपुणता, न्यायनिवाडा, अभियांत्रिकी कौशल्य शिकणे गरजेचे असते. तर गणिताची मुलांशी गट्टी घडवून बँक पोस्ट, एसटी स्टँड, किराणामालाचा महिन्याचा खर्च, बचत, कर्ज इत्यादी विषयांची सुरुवात शालेय जीवनापासूनच होणे गरजेचे असते. इथे मुलांना बाजारात पाठवायलासुद्धा आईबाप तयार नसतात, तिथे मुले काय व्यवहार शिकणार? भूगोल या विषयातून प्रेक्षणीय स्थळे त्यांची स्थापत्य कौशल्य, दिशा, पिके, हवामान या गोष्टींवर चर्चा होणे गरजेचे असते. तर कला कार्यानुभव खेळ या विषयातून सर्जनशीलता, जिज्ञासा, क्षमता, विवेक शिकत असतात. असे शिक्षण बाजूला ठेवून मुले फक्त घोकंपट्टी आणि पोपटपंची करताना दिसत आहेत.

गाणी-गोष्टीतून स्वच्छता, देशभक्ती कुटुंबावरील भक्ती या बाबी तर मुले पार विसरून गेलेली आहेत. प्रयोगशीलता म्हणजे शाळेत स्वतंत्र काही करायचे नसते तर रोजच्या विषय अध्यापनात नावीन्याचा दृष्टिकोन घेणे, प्रत्येक विषयात



सर्जनशीलतेची वाट चोखाळणे गरजेचे असते. सवयींच्या पुनरावृत्तीमधून चारित्र्य निर्माण होत असते. केवळ बौद्धिक विकास म्हणजे शिक्षण नसून शिक्षणातून विद्यार्थ्यांच्या मनात सहानुभूती, मानवाबद्दल प्रेम, निसर्गाबद्दल कुतूहल निर्माण करणे आणि अशा शिक्षणातून चारित्र्यसंवर्धन होणार असते, असे स्वामी विवेकानंद म्हणत. पण, वरील सर्व बाबींना फाटा देत फक्त मुलांनी परीक्षार्थी म्हणून उत्तम गुण मिळवून उत्तीर्ण होणे हीच पालक आणि समाजधारणा होऊन गेल्यामुळे शिक्षण पूर्ण झालेली मुलेही आवश्यक कौशल्य मिळवू शकत नाहीत.

शाळेसोबत पालकांचीही पाल्याविषयी मोठी जबाबदारी असते. आपल्या मुलाला अंधशाळेत नेऊन त्या मुलांची गप्पा मारायला लावणे, आश्रमशाळेत आपल्या मुलाला एके दिवशी मुक्कामाला नेणे, बालकामगारांशी चर्चा घडवून आणणे आणि आपल्या मुलाला त्यांच्या जीवनसंघर्षाचा परिचय करून देणे अशा बाबींमुळे वेगळ्या चष्यातून मुलाला समाजदर्शन घडवणे ही पालकांचीही तेवढीच जबाबदारी आहे. आपल्या पाल्याच्या वाढदिवसाला एखाद्या गरीब कुटुंबाला सहाय्य करणे अशा संस्कारातून मुलांची जडणघडण पालकांनी केल्यास आवश्यक ती संवेदनशीलता आणि अनुभूती सहज मुलांमध्ये निर्माण होतात. कौशल्य संपादित न केलेली मुले हे मुलांचे नुकसान नाही तर, देशाचे नुकसान आहे. मुलांची बुद्धिमत्ता ही राष्ट्रीय संपत्ती आहे ही बाब पालक आणि सरकार पूर्णपणे विसरत चाललेले आहेत.

पालक कामानिमित्त बाहेर असण्याचे प्रकार वाढले, विभक्त कुटुंबपद्धतीमुळे पाळणाघर गरज बनली आणि घरी अभ्यास होत नाही म्हणून शिकवणी जरूरीची झाली. या शिकवणीशिवाय माझ्या मुलाचे व्यक्तिमत्त्व बहुरंगी असावे याच उद्देशाने मुलांना कराटे, गाण्याचे, नाचाचे क्लास लावले जातात. या सर्व शिकवण्या आणि क्लासमुळे मुले स्वतःला काय पाहिजे, स्वतःला काय आवडते हे सांगायलाच विसरतात! शिकवणी-शाळांमुळे मुले स्वतःहून आनंद घेण्याचे खेळ विसरले आहेत. खेळ शिकायचे पण ते करिअर करण्यासाठी. करिअर नावाचे भूत मुलांच्या केजीपासूनच मानगुटीवर पालकांनी आणून बसवलेले आहे. खिलाडूवृत्ती हा समाधानी जीवनाचा मूलमंत्र आहे. पण त्या वृत्तीलाच तिलांजली देणाऱ्या या स्पर्धेच्या युगात सुजाण पालकत्वाची खरी कसोटी आहे.

मातृभाषेतून शिक्षणाला मुले दुरावल्यामुळे अभिव्यक्ती दुसऱ्या भाषेतून विद्यार्थ्यांना करताना बऱ्याच समस्यांना सामोरे जावे लागते. यातून गप्प बसणे हाच मार्ग विद्यार्थी पसंत

करतात! त्यामुळे विद्यार्थ्यांची मानसिक कुचंबणा तर होतेच, पण विचार करण्याची प्रवृत्ती ही खुंटायला लागलेली आहे. वाचाल तर वाचाल असे आपण नेहमी मुलांना ठसक्यात सांगत असतो, परंतु वाचलेले मुलांना आकलन होत नसेल तर मुलांना वाचनात स्वारस्य कुठून निर्माण होणार? शिवाय मातृभाषेतून शिक्षण नसल्यामुळे शब्दांची अपुरी ओळख, त्यामुळे स्वभाषेतील कविता-गाणी-साहित्य याला मुले पारखी होऊ लागली आहेत. मुलांमधले स्फुल्लिंग हेरण्यासाठी, घडवण्यासाठी मुलांना इतिहास चांगला वाचता आला पाहिजे. तो वाचताच येत नसेल तर ही भावी पिढी इतिहास घडवणारच कसा? याचा पालकांनी आणि समाजधुरीणांनी विचार करण्याची गरज आहे.

चकचकीत बहुमजली इंग्रजी माध्यमाच्या शाळा मुलांच्या घरापासून दूर असल्यामुळे साहजिकच स्कूल बस हा पर्याय मुलांसाठी उपलब्ध केला जातो. या स्कूल बसमध्येच मुलांचा एक दीड तास वेळ असाच वाया जातो. कधी कधी स्कूल बसमध्ये काही मोठी मुले लहान मुलांवर कुरघोडी करण्याचा प्रयत्न करतात, त्यांना उगीचच त्रास देतात, त्यामुळे मुलांचे मानसिक खच्चीकरण होते. त्यातूनच लैंगिक शोषणही होते. अशा घटनांना ज्या मुलांना सामोरे जावे लागते, त्यांच्यात आत्मविश्वास कसा निर्माण होणार? शिक्षण बाजूला राहून आगीतून फुफाट्यात पडल्यासारखी मुलांची मानसिक स्थिती होऊन जाते. शाळेचे टाइम टेबल, क्लासची पुस्तके, शाळेत असलेल्या स्कॉलरशिप परीक्षा, गणित विद्यापीठ परीक्षा, प्रारंभिक परीक्षा अशा वेगवेगळ्या स्पर्धा परीक्षांना असलेली पुस्तके यामुळे मुलांच्या दमराचे ओझे दिवसेंदिवस वाढतच चालले आहे. यातूनच लहान मुलांना मणक्याचे विकार आणि खांदेदुखी यासारख्या समस्यांना सामोरे जावे लागत आहे. वर्गात ७०-८० विद्यार्थी असतात. मग शिक्षक प्रत्येकाकडे वैयक्तिकरित्या लक्ष देऊच शकत नाही. शाळेतील शिक्षणाकडे पालक व विद्यार्थी केवळ आर्थिक सुबत्तेचे साधन म्हणूनच पाहतात. तसेच लहानपणापासून पाळणाघरात वाढणारी मुलेही पालकांकडून होणाऱ्या संस्कारांना मुकतात आणि जीवनाचा उद्देश 'पैसा' आहे असेच मत बनवून घेतात.

शाळा-क्लास यांच्या वेळा सांभाळताना मुलांची दमछाक होतेच. शाळांच्या कॅन्टिनमध्येही समोसे, बर्गर, पिझ्झा याच गोष्टींना प्राधान्य दिले गेलेले दिसते. शिवाय पुरेसे पौष्टिक अन्नाकडे मुलांनी आणि काही अंशी पालकांनीही पाठ फिरवल्यामुळे मुलांच्या स्वास्थ्याविषयी काही समस्या निर्माण होत आहेत. टीव्ही, संगणक, मोबाइल फोन यांचे वाढते

आकर्षण यामुळे पबजीसारख्या खेळांची सवय मुलांना लहान वयात लागून मुले वेगवेगळ्या दुर्घटनेला बळी पडत आहेत. या घटनांची वाढती संख्या चिंतेची बाब आहे. मध्यंतरीच्या काळात युवा पिढीचे आदर्श (idol) एपीजे अब्दुल कलाम होते असे निदर्शनास येत होते. कदाचित वाचनप्रक्रिया थंडावल्यामुळे मुलांना आपला नेता निवडता येत नसावा. त्यामुळे टीव्हीवर दिसणारे टीव्ही कलाकार आणि क्रिकेट प्लेअर हेच मुलांचे आदर्श झालेले दिसतात. सावित्रीबाई फुले, आंबेडकर, मदर तेरेसा, यांच्यासारखे आम्हाला काम करायचे आहे असे मुले म्हणतच नाहीत. मला कटरिना कैफ व्हायचे आहे, मला शाहरुख खान व्हायचे आहे अशीच मुलामुलींची धारणा झालेली दिसते. याला सर्वच मुले बळी पडतात असे नाही, पण अशा मुलांची संख्या कमी होत चाललेली आहे, हे मात्र एका दृष्टिक्षेपात लक्षात येते. समस्या ती आहे! बऱ्याचशा इंग्रजी माध्यमातील शाळांमधील मुले प्रथम भाषा म्हणून हिंदी भाषेचा वापर करताना दिसतात. मराठी कुटुंबातील इंग्रजी माध्यमांची मुले घरी आल्यावरसुद्धा मातृभाषा मराठी असूनही एकमेकांशी हिंदी-इंग्रजीतूनच संवाद साधताना आढळतात. काही इंग्रजी माध्यमाच्या शाळांतून मराठी हा विषय काढून टाकलेलाही आढळतो. त्याऐवजी इतर परकीय भाषांना प्राधान्य दिलेले आढळते. अशाप्रकारे

सध्या मातृभाषेची विद्यार्थ्यांशी फारकत झालेली आढळून येत आहे. ही बाब खरे तर अतिशय गंभीर आहे.

विभक्त कुटुंबपद्धती आणि अर्थार्जनाला दिले गेलेले महत्त्व यामुळे मुलांशी संवाद साधण्याकरता पालकांना सध्या वेळच राहिलेला नाही. दिवसभरात घडलेल्या घटना त्यांना कोणाशी बोलाव्याशा वाटल्या, मन मोकळे करावेसे वाटले तर समजून घेणारा पालकवर्ग घरात उपलब्ध नसल्यामुळे मुले मानसिक दुर्बलतेला बळी पडत आहेत. त्यातूनच व्यसनाच्या आहारी जाणे किंवा अभ्यासाचे ओझे लादले गेल्यामुळे आत्महत्या करणे असे पर्याय निवडणे विद्यार्थ्यांना अधिक सोयीस्कर वाटते. सर्व जगामध्ये शिक्षणामध्ये फिनलँड प्रगत देश मानला जातो कारण या देशात वीस वर्षांत अनेक सरकारे बदलली तरी शिक्षणाचे धोरण बदलले नाही. शिक्षणाच्या धोरणात सातत्य सर्वार्थाने जपले गेले. अशा देशोदेशींच्या शिक्षणपद्धतीचा विचार करून आपली भारतीय शिक्षणपद्धती जी इंग्रजांनी कारकून निर्माण व्हावे म्हणून तयार केली तीत बदल करणे ही काळाची गरज ठरली आहे.

– सायली घाग

sayalig2710@gmail.com

विद्यार्थ्यांच्या पाठीवरचे ओझे किती असावे ?

विद्यार्थ्यांना जड दप्ते खांद्यावर किंवा पाठीवर न्यावी लागतात. त्याचा त्यांना त्रास होऊ शकतो. जड दप्तर घेऊन जाण्याने मणक्यावर आणि खांद्यावर ताण येऊ शकतो, त्यामुळे दुखणे आणि थकवा यांसारखे अल्पकालीन परिणाम तर होतातच. त्याशिवाय पोक येणे आणि चिडचिडेपणा यांसारखे दीर्घकालीन अनिष्ट परिणाम होऊ शकतात. जॉन्स हॉपकिन्स ऑल चिल्ड्रन हॉस्पिटलच्या म्हणण्यानुसार, एका खांद्यावर दप्तर घेतल्यामुळे आणि अशा प्रकारे एका बाजूला झुकून वजन कमी करण्याचा प्रयत्न केल्यामुळे पाठदुखीचा कायमस्वरूपी त्रास होतो. पारंपरिक दप्तरांमुळेदेखील वाईट स्थिती निर्माण होऊ शकते. विशेषतः मुली आणि लहान मुले जर त्यांच्या शरीराच्या वजनाच्या विपरीत प्रमाणात जड दप्तर नेत असतील, तर त्याचे अनिष्ट परिणाम त्यांना आयुष्यभर भोगावे लागतात. अमेरिकन अॅकॅडमी ऑफ पेडियाट्रिक्सच्या मते, ओझ्यामुळे आणि स्नायू आणि सांधे यांना दुखापत होण्याच्या जोखमीमुळे, ते टाळण्यासाठी विद्यार्थ्यांच्या दप्तराचे वजन त्यांच्या शरीराच्या वजनाच्या १० टक्के ते १५ टक्क्यांपेक्षा जास्त नसावे. आपल्या पाठीवर आपल्या शरीरातील काही मजबूत स्नायू असतात. पण अन्नाचे डबे, पाणी बाटली, शालेय पुस्तके, टॅब व इतर इलेक्ट्रॉनिक्स उपकरणे आणि इतर वस्तूंमुळे दप्तराचे वजन वाढते. त्यामुळे वर्गातच पुस्तके, रंगपेट्या, इलेक्ट्रॉनिक उपकरणे ठेवण्यासाठी लॉकर्स उपलब्ध करून दिले तर रोजच्या दप्तराचे ओझे नक्कीच कमी करता येईल.



वर्षा केळकर-माने

निसर्गातला संवाद - गरज आणि परिणाम

संवाद हे एकाच प्रजातीमध्ये होतात असे नाही तर वेगवेळ्या प्रजातीपण संवाद साधताना दिसतात. भाषा येत नसली तरी लहान बाळांना किंवा पाळीव प्राण्यांना आपली आई किंवा मालक काय सांगू इच्छितो हे बरोबर समजते. सध्या गाजत असलेल्या Elephant Whispers ह्या चित्रपटात हत्ती आणि माहुताच्या नात्याचा आणि संवादाचा अनुभव आपण घेतला असेलच. जंगलांमध्ये माकडे, पक्षी हे चरणाच्या हरणांना वाघ, सिंह आल्याचे ओरडून सांगतात. वाघाचे बछडे हरवले की एका ठरावीक आवाजात आईला साद घालते आणि आई त्याचा शोध घेत तिथवर येते.

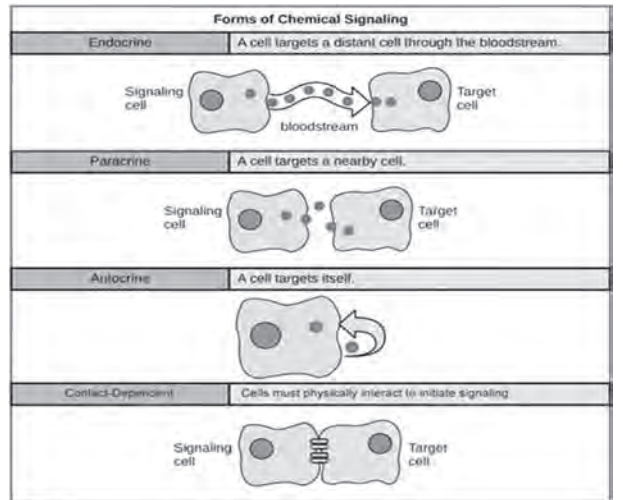
मारुती चितमपल्ली, सलीम अली ह्यांनी अभ्यासामधून तर प्राण्यांच्या, पक्ष्यांच्या संवादाचे, स्वभावाचे विश्वच उलगडून दाखवले आहे. आपण कित्येक वेळा स्वतःशीसुद्धा संवाद करतोच की. आता तर सामाजिक माध्यमांमुळे कोणाशीही (कसेही!) बोलता/व्यक्त होता येते. कधी कधी गरज नसतानाही ही आपण अनुभवलेल्या संवादांची उदाहरणे आहेत. मात्र, आज मी ज्या संवादाची गोष्ट इथे मांडणार आहे तो आहे सूक्ष्मजीवांमधला संवाद. तुम्ही म्हणाल जे डोळ्यांनी दिसतसुद्धा नाहीत पण सारी सृष्टी व्यापून आहेत त्यांची भाषा तरी काय असेल, त्यांना संवादाची काय गरज असेल? त्यांच्या हा संवाद कळून आपल्याला त्याचा काही फायदा आहे का? ह्या आणि अशा अनेक प्रश्नांची उत्तरे आज विज्ञानाने आपल्याला दिली आहेत.

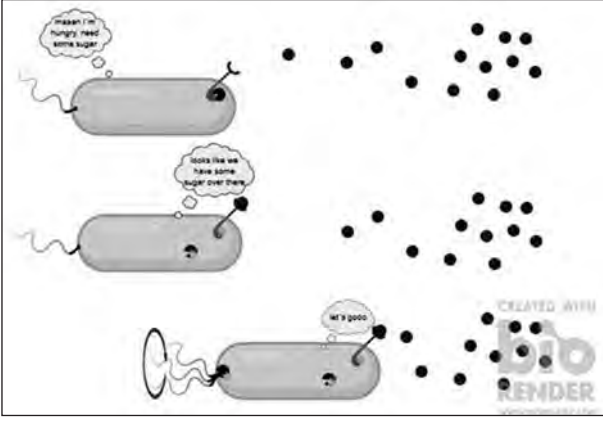
इसापनीतीमधील सिंह आणि उंदराची गोष्ट आठवते का आपल्याला. अंगावरून धावणाऱ्या उंदराला सिंह पकडतो आणि म्हणतो, 'तुला एक मिनिटात खाऊन टाकेन.' त्यावर उंदीर म्हणतो, 'मला सोडा, मी तुमच्या कधीतरी नक्की कमी येईन.' त्यावर तुच्छतेने सिंह म्हणतो, 'अरे, माझ्यासारख्या

बलाढ्य राजाच्या तू काय कामी येणार?' मग काही दिवसांनी जाळ्यात अडकलेल्या सिंहाची सुटका मूषकसेना कशी करते हे आपण जाणून आहोत. लहान पण महान असा बोध ह्या गोष्टीतून करून दिला आहे. आपल्या सभोवती आणि संपूर्ण शरीरात वास करणाऱ्या ह्या जिवाणूंचे आणि आपले नाते असेच आहे बरे का!

आपल्या पेशीसुद्धा एकमेकींशी संवाद साधतात. अनुकूल परिस्थिती आहे की बिकट ह्यावरून आपण कसा बचाव करायचा, कसे वागायचे हे सांकेतिक भाषेत शेजारी असलेल्या पेशींना सांगतात. मग त्या त्यांच्या पुढच्यांना, असे चालूच असते. कॅन्सर व अलझायमरमध्ये मात्र हा संवाद बिनसतो आणि चुकीचे संदेश दिल्यामुळे होत्याचे नव्हते होते.

बीएससीला असताना सूक्ष्मजीवशास्त्राची प्रात्यक्षिके करायचो त्यातला एक प्रयोग आज मला आठवला. त्याला chemotaxis असे म्हणतात.





पाहा-<https://sarahs-world.blog/chemotaxis-helps-bacteria/>

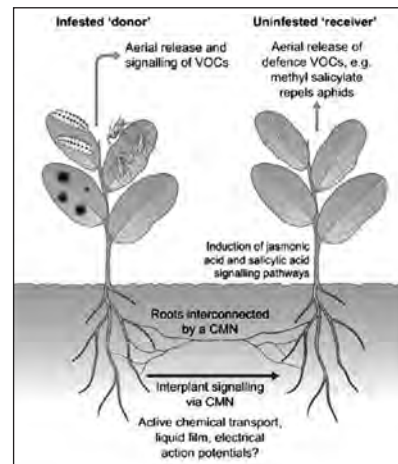
स्लाइडवर ठेवलेल्या कव्हर स्लिपच्या एका बाजूला साखरेचे पाणी टाकले तर सगळे जिवणू त्या दिशेने धाव घेतात, गुळाभोवती मुंग्या जमाव्या तसे सगळे जमा होतात. ह्याचा अर्थ त्यांना ज्ञान असते आणि ते एकमेकांसोबत संदेशांची देवाणघेवाणही करतात.

नुकत्याच वाचनात आलेल्या Hidden life of trees ह्या पुस्तकामध्ये वनस्पती तसेच महाकाय वृक्ष एकमेकांशी कसा संवाद साधतात असे शास्त्रज्ञ पीटर व्हॉलेबेन ने मांडले आहे. झाडांच्या ह्या अद्भुत विश्वात काही झाडे सोबतीनेच राहतात, वाढतात तर काही एकलकोंडी असतात, म्हणजे अगदी प्राण्यांना सारखी. सागाची झाडे सोबत असतील तरच तग धरू शकतात, एकटा साग जगू शकत नाही, असे लेखकाने नमूद केले आहे. एखादा शत्रू म्हणजे टोळधाड किंवा अन्य कीटकांचा हल्ला झाला की वनस्पती एकमेकांना सांकेतिक भाषेत हवेतून किंवा मुळांमधून संदेश पाठवतात.

मुंग्याची ही सांकेतिक भाषा आपण नक्कीच पाहिली असेल. ओळीने जाणाऱ्या मुंग्या समोरून येणाऱ्या मुंग्यांना कुठे दाणा-पाणी आहे, किती आहे हा सारांश सांगतात. मधमाश्या तर एक ठरावीक ८ च्या आकड्यात नृत्य करून कुठल्या बाजूला आणि किती लांबवर मधासाठी जायला लागेल हे सांगतात. छोटे मासे, तसेच मुंग्या आणि मधमाश्या ह्या

colonies मध्ये/एकत्रितपणे राहतात. एकत्र कुटुंब पद्धती किंवा एखादी संघटना यशस्वीपणे पुढे न्यायची असेल तर काही अलिखित नियमांचे पालन करावे लागते, तसेच हे कीटक, पक्षी आजवर करत आले आहेत त्याला म्हणतात Swarm intelligence. निसर्गामध्ये ह्याची अनेक उदाहरणे आहेत, जिथे आपल्याला दिसून येते की प्राणी समान उद्दिष्टासाठी एकत्रित प्रणाली म्हणून विचार आणि कार्य करतात, तेव्हा ते त्यांचे लक्ष्य अधिक जलद आणि अचूकपणे गाठू शकतात.

प्राण्यांच्या बाबतीत आहे तसेच मानवाच्या. अॅरिस्टोटलनेसुद्धा collective intelligence हे pot luckचे उदाहरण घेऊन उलगाडून दाखवले. पॉट लक म्हणजे प्रत्येक जण त्याला जमेल असा एक पदार्थ करून आणतो. असे अनेकांनी आणलेले पदार्थ खाऊन झाल्याचे समाधान एकट्याने केलेल्या तेवढ्याच किंवा जास्त पदार्थापेक्षा अधिक असते. ह्याची प्रचीती आपल्यालाही आली असेल. अॅरिस्टोटल म्हणतो की सांघिक निर्णयाचे परिणाम अधिक चांगले असू शकतात. पण ते दरवेळेस तसे असतीलच असे नाही. कधी कधी जमावाचे वर्तन हाताबाहेर जाते आणि अनर्थ होतो. जेम्स सुरोविकी नावाच्या एका अमेरिकन पत्रकाराने २००४ मध्ये wisdom of the crowds ही संकल्पना त्याच्या पुस्तकात मांडली. Swam Intelligence चा Human counterpart आहे हा. टीव्हीवरच्या एका मालिकेतसुद्धा एखाद्या स्पर्धकाला प्रश्न आला नाही की तो जनतेचा कौल घेतो आणि उत्तर योग्य मिळवून पुढे जातो हे आपण पाहिले आहे. हाच wisdom of crowd/ swarm intelligence सूक्ष्मजीवाणूंच्या विश्वात असतो का आणि तेथे तो काय करतो हे पाहू. त्याला Quorum sensing (QS) असे म्हणतात. प्रतिजैविकांचा प्रतिशोधधार (Antibiotic resistance) मात करायला हा अभ्यास खूप उपयोगी ठरत आहे.





सूक्ष्मजीवांमुळे चमचमणारा गोव्यतील मोरजीम समुद्रकिनारा

कोरम-सेन्सिंग जिवाणूंच्या वसाहतीमध्ये त्यांना एकमेकांशी समन्वय साधण्यास आणि वसाहतीला एकत्रितपणे कार्ये करण्यास मार्गदर्शन करत असते. रत्नागिरीच्या तसेच गोव्यातील मोरजीम समुद्रकिनारा ह्या अशा चमचमणाऱ्या जिवाणूमुळे (बायोल्युमिनेसेन्स) अतिशय मोहक दिसतो. हे जिवाणू एकमेकाला संदेश पाठवून लखलखणारे pigment बनवायला प्रवृत्त करतात.

जिवाणूंचा तसेच त्यांच्या बीजाणूंचा प्रसार आणि बायोफिल्मची निर्मिती करण्यास ह्या संवादाचा मोलाचा वाटा असतो. ह्या संवादामुळे त्यांना आजूबाजूच्या परिस्थितीशी जुळवून घेता येते आणि आपल्या वसाहती प्रस्थापित व प्रसारित करता येता.

हे संवाद साधणारे जिवाणू सगळीकडे असतात. आपल्या शरीरामध्ये असणाऱ्या असंख्य जिवाणूंमध्ये हे

संभाषण केवळ स्वतःशीच नाही तर आपल्या पेशींशीसुद्धा अव्याहत चालू असते. आपल्या आतड्यांमध्ये असणारे जिवाणूंचे जाळे ह्याच संभाषणांतून बनते, आणि त्यामुळे ते घातक जिवाणूंना टिकूच देत नाहीत आणि अतिसारासारख्या आजारांपासून आपले संरक्षण करतात. आतड्यातील ह्या जिवाणूंच्या संवादाचे आपल्या आयुष्यातील महत्त्व अधोरेखित करणारी अजून एक गोष्ट इथे मांडते.

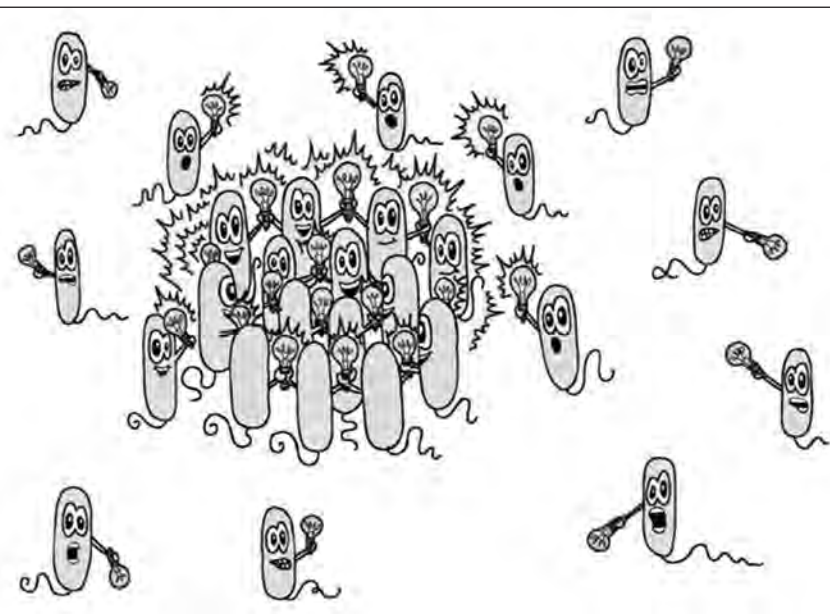
गौरी-गणपतीच्या सणात जरा अधिक मोदक, खीर, पुरणपोळी खाल्ली आपण सर्वांनी. आग्रहाचा मान ठेवून 'हा शेवटचा मोदक' असे म्हणून आपण पानावरून उठलो असू. 'आता संध्याकाळपर्यंत पाण्यालासुद्धा जागा नाही' अशीदेखील ग्वाही घरच्यांना दिली असेल. तुम्ही विचार कराल ह्यात आता जिवाणूंचा काय संबंध? हे तर सर्व 'मी सांगितले, मला समजले!!' असे आपल्याला वाटते पण प्रत्यक्षात मात्र 'समजले आणि सांगितलेला 'मी' हा तुम्ही नसून तुमच्या आतड्यातील सूक्ष्मजीव आहेत हे लक्षात घ्या. Gut brain axis वर काही वर्षांपासून खूप संशोधन चालू आहे. आणि जिवाणूंचा आपल्या पचनावरच नसून आपल्यावरही कसा ताबा आहे हे आता सिद्ध होत आहे.

ह्याउलट काही जिवाणू मात्र रामायणातल्या मंथरेसारखे असतात. एखाद्या साध्या/कमी घातक जिवाणूला वेगळे वेगळे संदेश पाठवून असे कृत्य करायला लावतात की आपला एखादा अवयव निकामी होतो. प्रतिजैविकांना ते भीक घालत नाहीत आणि मग नुसता हाहाकार माजतो.

शास्त्रज्ञांनी जिवाणूंच्या अनेक रासायनिक संदेशांचा अभ्यास केला आहे आणि त्यांचे संभाषण थांबवण्यासाठी परिणामकारक औषधे शोधली आहेत. AI आणि रोबोटिक्समध्येसुद्धा ह्या संवादाचा वापर कसा करता येईल हे सध्या शास्त्रज्ञ पाहत आहेत.

आपण दोन उदाहरणे घेऊन QS बदल थोडे अधिक जाणून घेऊ. पहिल्या उदाहरणात स्वजातीयांशी केलेले बघू आणि दुसऱ्या उदाहरणात जिवाणूंच्या आपल्या पेशींशी केलेल्या संवादाचे परिणाम पाहू.

पी.एरुगिनोसा, हा एक संधिसाधू pathogen आहे. हे जिवाणू दमट वातावरणात आणि वैद्यकीय उपकरणांमध्ये अधिक वाढतात



रुग्णालयाच्या वॉर्डमधल्या ह्युमिडिफायर, कॅथेटरमध्ये हमखास त्यांचा उपद्रव असतो. स्वयंपाकघर, बाथरूम, पूल, गरम टब आणि सिंकमध्येसुद्धा हे मुबलक प्रमाणात आढळून येतात. एचआयव्ही किंवा कर्करोगाची केमोथेरेपी घेत असलेल्या इम्युनोकोम्प्रोमाइज्ड व्यक्तींमध्ये संक्रमण आणि जळलेल्या जखमा असलेल्यांमध्ये संक्रमण सहजतेने होते.

ज्या वेळीस एखाद्या रुग्णाची रोगप्रतिकारकशक्ती कमी होते तेव्हा ह्या जिवाणूच्या संसर्गाचा धोका वाढतो. सिस्टिक फायब्रोसिस (CF) यासारख्या रोगात रुग्णांच्या फुफ्फुसांमध्ये हा तीव्र संक्रमण करतो आणि ती निकामी करतो.

ह्या जिवाणूंचे QS घटक म्हणजे त्याचे मोरपिशी रंगद्रव्य आणि त्यांच्या समूहाने/वसाहतीने विणलेली एक पातळ, चिवट अशी फिल्म. जी जणू त्याची ढाल बनते आणि सर्व प्रतिजैविकांना निरुपयोगी बनवते. अनेक मेडिकल इम्प्लान्टमध्ये (knee replacements, breast implant dental implant) हा जिवाणू बेमालूमपणे संक्रमण करतो आणि योग्य वेळ आली की त्याच्या सर्वगड्यांशी संवाद साधून ठाण मांडून बसतो.

आधी सांगितल्याप्रमाणे, हे संवाद स्वजातीयांशीच होतात असे नाही. कर्करोगामध्ये आपल्या आतड्यातले जिवाणू कधी कधी घातक संदेश देऊन cancer metastasisला कारणीभूत ठरतात. ह्या संवादमध्ये हस्तक्षेप करणे आता शास्त्रज्ञांना शक्य झाले आहे. आमच्या प्रयोगशाळेत शेवल्यामध्ये असे काही रामबाण घटक सापडले आहेत, जे प्सेउडोमोनासला कुचकामी करू शकतात. प्रतिजैविकांचा अतिरिक्त वापरामुळे प्रतिरोधक बनलेले हे जिवाणू शेवाळ्यातल्या अँटी QS रेणूंमुळे त्वरित रोखले जाऊ शकतात. हॉस्पिटलशी संबंधित संसर्ग रोखण्याच्या दृष्टिकोनातून हे एक महत्त्वाचे पाऊल आहे.

संवादाचे महत्त्व आपण सर्व सुज्ञ मंडळी जाणूनच आहोत. मनुष्याच्या उत्क्रांतीपासून ते अगदी सध्याच्या ऑनलाइन जागापर्यंत आणि ह्या पुढेही. गरज आहे ती तो योग्यवेळी, योग्य प्रकारे आणि योग्य जीवांशी साधण्याची.

– डॉ. वर्षा केळकर माने
प्राध्यापक आणि विभागप्रमुख, जैवतंत्रज्ञान विभाग,
मुंबई विद्यापीठ
varshakelkar@hotmail.com

तत्त्वे वारसाची

समागमनात दोन युग्म
वर्तती गुणसूत्रे चालाखीने
एका सांगतो मॅडेल इथे
वागती जनुके निपुणतेने

विशुद्ध एकमेकांपासून
नियम शुद्धतेचे राखत
विभक्तेच्या अपरिहार्यने
एक प्रभावी तर दुसरा मागास

साकारताना कायदा प्रभावितेचा
अग्रगण्य कारक उमटवती ठसा
पिछाडीवर पडले अग्रगत जनुके
ओढवूनी अक्षम्याची मुसके

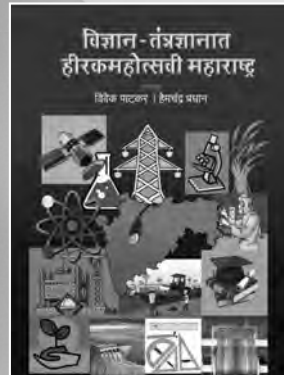
सिद्धांत स्वछंदीचा सांगतो
गुणधर्म शुद्ध बीजांचा
कारके स्वप्रमाणे अष्टजुडी बांधती
सम-विषमपंडित संकरे करती

जनुकांचा पुराण गेला सांगून ग्रेगोर
कुणी प्रभावी तर कुणी मागास असत
रहस्यमय कारकांचे वर्तन कळाले
तेव्हा झाले जनुकशास्त्राचे फलित

– राघवेंद्र गीता वंजारी
rvanjari02@gmail.com

॥ग्रंथान्त्रि॥❖॥

विज्ञान-तंत्रज्ञानात हीरकमहोत्सवी महाराष्ट्र



संपादक
विवेक पाटकर
हेमचंद्र प्रधान

मूल्य ७५० रु.
सवलतीत ५०० रु.



डॉ. वसुधा जोशी

आनुवंशिकी - वर्तमान आणि आव्हाने

प्रस्तावना

आनुवंशिकता किंवा आनुवंशिक वैशिष्ट्ये म्हणजे काय? एका पिढीकडून दुसऱ्या पिढीकडे, दुसऱ्या पिढीकडून तिसऱ्या पिढीकडे अशी जी काही शारीरिक जडणघडण, गुण, दोष, रंगरूप, आकार, रोग वगैरे वैशिष्ट्ये पाठवली जातात त्याला आनुवंशिक वैशिष्ट्ये म्हणता येईल. प्रत्येक सजीवामध्ये अशी आनुवंशिक वैशिष्ट्ये आईवडिलांकडून म्हणजेच मादी आणि नर यांच्याकडून ती मुलांकडे सुपूर्द होतातच. ही वैशिष्ट्ये कशी काय पुढच्या पिढीकडे जातात? ही वैशिष्ट्ये जशीच्या तशी पुढच्या पिढीकडे जातात की त्यामध्ये काही बदल होतो? आणि बदल होत असेल तर तो का होतो कसा होतो? कशामुळे होतो? कधी होतो? असे कितीतरी प्रश्न फार पुरातनकाळापासून माणसाला सतावत आहेत. बरे एकाच आईवडिलांची सर्व मुले एकसारखी दिसतात, असतात असेही नाही. अगदी कुत्रे किंवा मांजरे यांची एकाच वेळी जन्मलेली सर्व पिढे वेगवेगळी दिसतात. ह्या आणि अशाच अनेक प्रश्नांची उत्तरे शोधून काढण्याकरता मानवाने अभ्यास सुरू केलेला आहे. त्यातील मुख्य अडचण म्हणजे दिसत काहीच नाही! परंतु मुलांमध्ये आई वडिलांची कोणती ना कोणतीतरी वैशिष्ट्ये आलेली आढळतातच. त्यामुळे हे सर्व घडवणारा शरीरातील घटक कोणता याचा शोध घेणे आवश्यक होते.

मानव हा प्राणी काही शांत बसणारा नाही. कोणत्याही गोष्टीचे कुतूहल वाटले की प्रश्न पडतात आणि पडलेल्या प्रश्नांची उत्तरे शोधता शोधता नवीन शोध लागतात. दैनंदिन जीवनातही आपण हे अनुभवतोच की काही प्रश्न चुटकीसरशी सुटतात; तर काही आपल्याला हैराण करतात. हे झाले सर्वसामान्य माणसांबद्दल आणि त्यांच्या सर्वसामान्य प्रश्नांबद्दल. असे कुतूहल वाटणारे प्रश्नसुद्धा सर्वांनाच पडत असतील, परंतु

उत्तरे मिळवणारे मात्र अभवानेच आढळतात. त्यांनाच तर शास्त्रज्ञ म्हणून गौरवले जाते. अर्थात विज्ञान म्हटले की त्यात विज्ञानाच्या सर्व शाखा आल्याच. भौतिकशास्त्र, रसायनशास्त्र, भूगर्भशास्त्र, प्राणिशास्त्र, वनस्पतिशास्त्र वगैरे. ह्या सर्व शाखा संलग्न आहेत म्हणूनच वैज्ञानिक प्रगतीसाठी सर्वांगीण अभ्यास आवश्यक आहे. आपण येथे आनुवंशशास्त्राचा अभ्यास आणि त्याच्या समोर असलेली आव्हाने एवढ्याचाच आढावा या लेखात घेणार आहोत.

ज्या काळात पेशी, प्रथिने, केंद्रक, गुणसूत्रे, डीएनए इत्यादीबद्दल फारशी काही माहिती नव्हती त्या काळातही जीवन समृद्ध करण्यासाठी माणसाची धडपड चालूच होती. पिके चांगली, रोगमुक्त, जास्त उत्पादन मिळेल अशी बनवण्याचे प्रयत्न क्रॉस प्रजनन (क्रॉस ब्रीडिंग) किंवा उत्परिवर्तन (म्युटेशन) करून केले जात होते. ह्या अशा नवीन संकरित किंवा उत्परिवर्तित जाती कशा बनतात, या मागचे कारण काय हे कळत नव्हते. ग्रेगर मॅडेल (१८६५-६६) यांना या शास्त्राचे जनक मानले जाते. त्यांनी वाटाण्याची झाडे, त्यांची उंची, फुलांचा रंग, वाटाण्यांचा रंग, आकार, गुळगुळीतपणा, बियांचा खडबडीतपणा इत्यादी गुणधर्मांचा उपयोग करून प्रयोग केले. वाटाण्याच्या फुलामध्ये पुंकेसर आणि स्त्रीकेसर दोन्ही असतात. पुंकेसरामधील परागकण आणि स्त्रीकेसरामधील अंडे यांचा संयोग होऊन फळ म्हणजेच वाटाण्याच्या शेंगा तयार होतात. मॅडेल यांनी एका प्रकारच्या झाडाच्या (उंच झाड) फुलातील स्त्रीकेसर आणि दुसऱ्या प्रकारच्या (बुटके झाड) झाडाच्या फुलातील पुंकेसर यांचा संयोग घडवून आणला (क्रॉस प्रजनन). त्या झाडाला लागलेले वाटाणे संकरित-१ (पहिली पिढी) असे नाव दिले. नंतर हे पहिल्या पिढीतील वाटाणे रूजवले आणि त्या झाडांचे

निरीक्षण केले. या झाडांना लागणारे वाटाणे संकरित-२ (दुसरी पिढी) असे संबोधले. झाडांचे निरीक्षण केले. ही झाडे उंच आणि बुटकी दोन्ही प्रकारची होती. उंच आणि बुटक्या झाडांचे प्रमाण ३:१च्या जवळपास होते. अशा प्रकारचे वेगवेगळी वैशिष्ट्यपूर्ण गुणधर्म वापरून त्यांनी पुष्कळ प्रयोग केले. निरीक्षणावर आधारित काही सिद्धांत मांडले. त्यांनी मांडलेले सिद्धांत असे-

१. स्त्रीकेसर आणि पुंकेसर मधील घटकांचे पृथक्करण होते.
२. स्वतंत्रपणे त्या घटकांचे वर्गीकरण होते.
३. एकाच घटकाच्या दोन प्रती असतात. एक, प्रबळ आणि दुसरी, दुर्बळ. नेहमी प्रबळ प्रतीनुसार गुणधर्म दिसून येतो. दोनही गुणसूत्रांवर दुर्बळ प्रती असल्या तरच ते वैशिष्ट्य दुर्बळ प्रतीप्रमाणे दिसून येते.

जिवाणूमधील आनुवंशिक परिवर्तन

ग्रिफित यांनी १९२८ मध्ये उंदरांवर प्रयोग केले. या प्रयोगांमध्ये त्यांनी स्ट्रेप्टोकोकस न्यूमोनिया या जिवाणूच्या (Bacteria) दोन प्रजाती वापरल्या. या दोन प्रजातींपैकी एका प्रजातीमुळे उंदरांना न्यूमोनिया होतो आणि ते मरतात. याला आपण S प्रजाती म्हणू. प्रयोगशाळेत अगार प्लेटवर वाढवल्यास यांच्या वसाहती (कॉलनी) तकतकीत दिसतात. दुसरी प्रजाती ज्याच्यामुळे न्युमोनिया होत नाही आणि उंदीर मरत नाहीत. त्याला आपण R प्रजाती म्हणूया. अगार प्लेटवर यांच्या वसाहती शुष्क दिसतात. ग्रिफित यांनी त्यांच्या प्रयोगासाठी स्ट्रेप्टोकोकस न्यूमोनिया S आणि R दोन्ही प्रजाती वापरल्या. हे जिवाणू त्यांनी पोषक वातावरणात त्यांच्या वाढीसाठी आवश्यक घटकांच्या साहाय्याने वाढवले. त्यांनी प्रयोगासाठी चार उंदीर वापरले. उंदरांना इंजेक्शन देण्यासाठी जिवाणूंचे नमुने तयार केले.

१. जिवंत S जिवाणू,
२. जिवंत R जिवाणू,
३. जिवंत R जिवाणू + मृत S जिवाणू.
४. मृत S जिवाणू.

असे चार नमुने प्रत्येकी एक असे चार उंदरांना टोचले. ज्या उंदरांना नमुना १ किंवा ३ चे इंजेक्शन दिले होते त्यांना न्यूमोनिया होऊन ते मृत झाले. ज्यांना नमुना २ किंवा ४ चे इंजेक्शन मिळाले होते त्यांना न्यूमोनिया झाला नाही. यावरून असे सिद्ध होते की कोणतातरी घटक मृत S जिवाणूमधून जिवंत R जिवाणूमध्ये शिरला आणि त्या घटकाने R जिवाणूंचे गुणधर्म बदलून त्याला S जिवाणू बनवले. कारण नमुना ३चे इंजेक्शन मिळालेला उंदीर मृत झाला आणि त्याच्यामध्ये जिवंत

S जिवाणू सापडले. म्हणजेच जिवाणू बाहेरून काही घटक जिवाणूमध्ये शिरले आणि त्या जिवाणूंचे त्यांनी गुणधर्म बदलून टाकले. हा गुणधर्म बदलणारा घटक कोणता हा शोध लावणे गरजेचे होते. कारण हा घटक म्हणजे आनुवंशिक सामग्री असण्याची शक्यता होती. शास्त्रज्ञांमध्ये हा घटक प्रथिन की डीएनए (Deoxyribonucleic acid) असा वाद चालू होता. जिवाणू त्यांच्या आजूबाजूला असलेला घटक स्वतःमध्ये सामावून घेतो आणि त्यामुळे त्या जिवाणूंचे गुणधर्म बदलतात या बदल एकमत होते. या क्रियेला जिवाणूपरिवर्तन (bacterial transformation) असे नाव दिले गेले.

विसाव्या शतकाच्या सुरुवातीला प्राणिशास्त्रज्ञांची समजूत होती की प्रथिन हेच आनुवंशिक सामग्री आहे. कारण प्रथिनांचे रेणू खूप मोठे आणि गुतागुतीचे असतात, त्यामानाने डीएनए रेणू अगदीच चार न्यूक्लिओटाइडचा बनलेला संच, त्यावर आनुवंशिक माहिती कितीशी असणार? काही शास्त्रज्ञ डीएनएच्या बाजूनेही होते. अँवरी, मॅक्लीआड आणि मॅककार्ती यांनी १९४४ मध्ये ग्रिफित यांच्या प्रयोगानंतर काही प्रयोग करून डीएनए हीच आनुवंशिक सामग्री आहे असे सुचवले होते. तरीही शास्त्रज्ञांमध्ये हे स्वीकारण्यास चलबिचल होती. कारण त्यासाठी ठोस पुराव्याची गरज होती. या वादामध्ये बरीच वर्षे गेली. संशोधनही पुष्कळ झाले. डीएनए आणि प्रथिने कशी बनली आहेत, त्यांचे रासायनिक घटक आणि गुणधर्म काय याबद्दलही पुष्कळ माहिती प्रसिद्ध झाली. विषाणूंचा अभ्यासही पुष्कळ झाला. मात्र आनुवंशिक सामग्री किंवा घटक कोणता, प्रथिन की डीएनए हे सांगणारा ठोस पुरावा अजूनही मिळाला नव्हता.

डीएनए हीच आनुवंशिक सामग्री

डीएनए हीच आनुवंशिक सामग्री आहे ह्याचा पुरावा देणारे प्रयोग हर्षी आणि चेस यांनी सन १९५१-५२ मध्ये केले. त्यांनी पुष्कळ प्रयोग केले. या आधीही जिवाणूंना विषाणूंची लागण कशी होते, विषाणूंचा कोणता भाग जिवाणूमध्ये जातो, कोणता भाग बाहेर रहातो याचे ज्ञान अवगत झालेले होते. विषाणू प्रथिन आणि डीएनए या दोन घटकानी बनलेले असतात हेही माहित झाले होते. तरीही आनुवंशिक सामग्री कोणती, प्रथिन की डीएनए याबद्दल संभ्रम कायम होता. हर्षी आणि चेस यांनी हे सर्व प्रयोग परत केले. त्यांच्या प्रयोगामध्ये त्यांनी जिवाणू इश्चरेशिया कोलाय (E. Coli) आणि त्याला ग्रासणारा विषाणू (Bacteriophage) यांचा वापर केला. त्याचबरोबर किरणोत्सर्गी (रेडिऑक्टिव्ह)

फॉस्फरस आणि गंधक (^{32}P , ^{35}S) यांचाही उपयोग केला होता. ही दोन समस्थानके (isotopes) वापरण्यामागे महत्त्वाचे कारण होते. डीएनएमध्ये फॉस्फरस असते आणि गंधक नसते. या उलट प्रथिनांमध्ये गंधक असते आणि फॉस्फरस नसते. इश्वरेशिआ कोलाय हा एकपेशी जिवानू आहे. त्याला पोषक वातावरण मिळताच त्याची वाढ होते आणि विभजनाने एकाच्या दोन, दोनाच्या चार अशा अनेक पेशी तयार होतात. याच वेळी विषाणू (बॅक्टेरीओफाज) त्यात मिसळले तर जिवानूला त्यांची लागण होते आणि बॅक्टेरीओफाजच्या असंख्य प्रती जिवानू पेशीमध्ये तयार होतात. एकपेशीय जिवानू फुटतो, मरून जातो. ह्या माहितीचा उपयोग करून हर्षी आणि चेस यांनी प्रयोगाची आखणी केली. त्यांनी दोन चंबू (flasks) घेतले, दोन्ही चंबूमध्ये जिवानू (*E. Coli*), त्याच्या वाढीला पोषक वातावरण आणि घटकांसहीत समप्रमाणात घेतले. दोन्ही चंबूमध्ये समप्रमाणात विषाणू (Bacteriophage) मिसळले. त्यातील एका चंबूमध्ये ^{32}P (Phosphorus) मिसळले याला आपण चंबू P म्हणूया. दुसऱ्या चंबूमध्ये त्यांनी ^{35}S (गंधक) मिसळले. याला आपण चंबू S म्हणूया. पोषक वातावरणात विषाणूची वाढ झाली. दोन्ही चंबूमधील विषाणू किरणोत्सारी होते. ह्या विषाणूंचा उपयोग हर्षी आणि चेस यांनी त्याच्या प्रयोगात केला. आता त्यानी दोन नवीन चंबूमध्ये (P & S) समप्रमाणात पौष्टिक वातावरणात जिवानू घेतले. P चंबूमध्ये किरणोत्सर्गी विषाणू P आणि S चंबूमध्ये किरणोत्सर्गी विषाणू S मिसळले. नंतर दोन्ही चंबूमधील नमुने मिक्सरमध्ये घुसळले आणि अतिशय वेगाने गोल फिरवले (सेंट्रिफ्युज) केले. घुसळण्यामागचा उद्देश असा होता की जिवानूच्या पृष्ठभागावर काही विषाणू किंवा विषाणूचा भाग चिकटलेला असेल तर तो सुटेल व जिवानूबरोबर राहणार नाही. जिवानूमध्ये शिरलेला भाग जिवानूमध्ये राहिल. घुसळलेले नमुने सेंट्रिफ्युज केल्यावर नमुना P चे जिवानू किरणोत्सर्गी होते, पण नमुना S मधले जिवानू किरणोत्सर्गी नव्हते. यावरून असा निष्कर्ष निघतो की विषाणू फक्त डीएनए जिवानूमध्ये पाठवतो, प्रथिन नाही! दोन्ही चंबूमधून विषाणू अलग केले. दोन्ही चंबूमध्ये विषाणूच्या सारख्याच प्रमाणात प्रती तयार झाल्या होत्या. परंतु चंबू P मधील विषाणू किरणोत्सर्गी होते आणि चंबू S मधील विषाणू किरणोत्सर्गी नव्हते. या प्रयोगावरून पुढील निष्कर्ष निघतात-

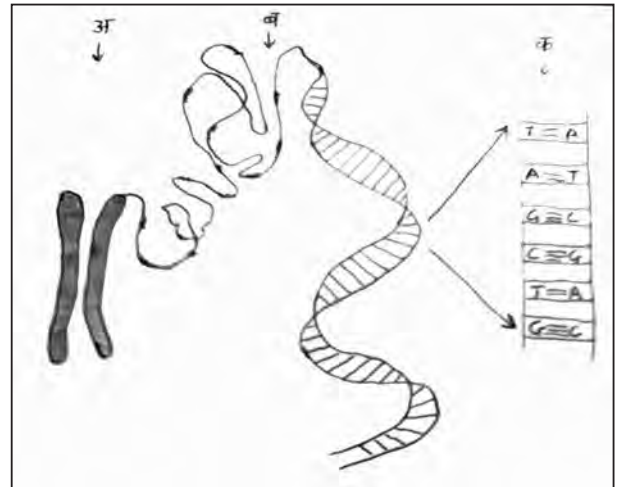
१. विषाणूची लागण होते तेव्हा विषाणू फक्त डीएनए पेशीमध्ये सोडतो आणि वेष्टन (प्रथिन) बाहेरच राहते.
२. डीएनए आणि वेष्टन दोन्हीच्या प्रती जिवानूमध्ये

तयार होतात.

३. पूर्ण विषाणू तयार होतो आणि पेशी फाडून बाहेर येतो.

याचाच अर्थ असा होतो, की विषाणू तयार होण्यासाठी लागणारी किंवा गरज असलेली माहिती डीएनएवर असते. म्हणजेच डीएनए हेच आनुवंशिक सामग्री आहे आणि प्रथिन नाही हे सिद्ध झाले आणि शास्त्रज्ञांनी ते स्वीकारले. त्यामुळे एका मोठ्या विज्ञानदुनियेचा मार्ग मोकळा झाला. विज्ञानाच्या इतिहासाला कलाटणी देणारा हा प्रयोग होता, असे आपण आता निश्चितपणे म्हणू शकतो.

एकदा डीएनए हीच आनुवंशिक सामग्री आहे हे मान्य झाल्यावर संशोधनाची गाडी सुसाट वेगाने सुटलीच. डीएनएचे रासायनिक गुणधर्म माहित होतेच. डीएनएचे मुख्य घटक ४ आहेत अॅडेनिन (Adenine), ग्वानिन (Guanine), थायमिन (Thiamine) आणि सायटोसिन (Cytosine). त्यातही AT, GC अशा जोड्या असतात. हेही ज्ञात होते, हे चार न्युक्लीओटाइड कशाप्रकारे एकमेकांना जोडलेले आहेत ह्याचा अंदाज येत नव्हता. डीएनए हा रेणू किती मोठा आहे ह्याचाही अंदाज नव्हता. वॉटसन आणि क्रिक (१९५३) यांनी डीएनएची दुहेरी साखळी (Double Helical Structure) रचना आहे हा शोध लावला. म्हणजेच आकृती १ मध्ये दाखवल्याप्रमाणे डीएनए हा रेणू शिडीसारखा लांबलचक आहे हे जगाला सांगितले.



आकृती १. अ. गुणसूत्र जोडी.

ब. डीएनए रेणू आणि जनुके.

क. न्युक्लीओटाइड क्रम

रिस्ट्रिक्शन एन्डोन्युक्लीएजचा शोध

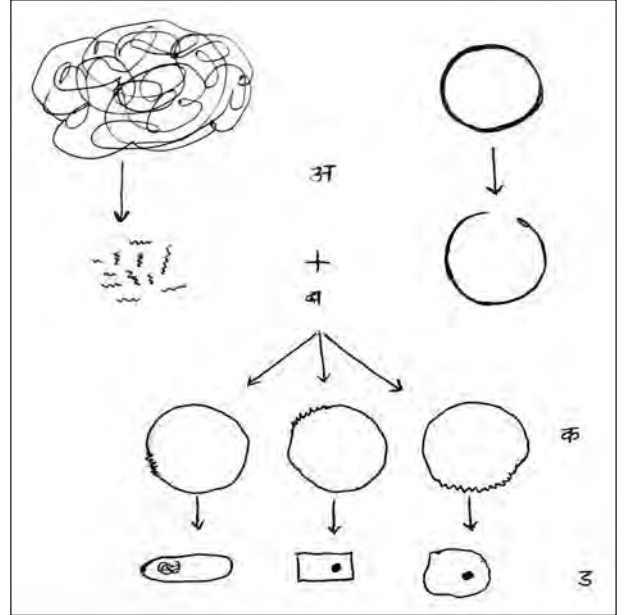
यांनंतर महत्त्वाचा आणि क्रांती घडवणारा शोध लागला तो म्हणजे डीएनएला ठरावीक ठिकाणी कात्रीने कापावे.

असे कापणाच्या विकराचा म्हणजे एन्झाइमचा (Restriction Endonuclease class II) होता. सर्वप्रथम (१९६८) Hind II हे रिस्ट्रिक्शन एन्डोन्युक्लिज, हॅमिल्टन स्मिथ यांच्या शोधगटाने हिमॉफिलस इनफ्लुएंझे Rd या जिवाणूमधून शोधून काढले. त्याचवेळी इतरही काही गट याच पद्धतीचे काम करत होते. साधारणपणे १९७०च्या आसपास पुष्कळ रिस्ट्रिक्शन एन्डोन्युक्लिजचा शोध लागला. आतापर्यंत अशा प्रकारची जवळ जवळ ९०० रिस्ट्रिक्शन एन्डोन्युक्लिज उपलब्ध आहेत. या एन्झाइमचा महत्त्वाचा गुणधर्म असा आहे की ते डीएनएला कुठेही आणि कसेही कापत नाहीत. त्यासाठी न्यूक्लिओटाइडचा एक विशिष्ट क्रम असावा लागतो. तसा क्रम असेल तरच रिस्ट्रिक्शन एन्डोन्युक्लिज क्रम ओळखते आणि त्याच ठिकाणी कात्री चालवते. या विशिष्ट गुणांमुळे रिस्ट्रिक्शन एन्झाइम संशोधकांसाठी एक मोठेच वरदान ठरले आहे. सुरुवातीच्या काळात ही एन्झाइम वापरून डीएनएचा नकाशा बनवला जात असे. त्यायोगे कोणत्याही डीएनएमधून पाहिजे असलेला डीएनएचा तुकडा काढून घेणे शक्य झाले आहे. अर्थात ह्या विश्वाच्या मूळ निर्मात्याला याचे श्रेय द्यायला पाहिजे!

आनुवंशिक अभियांत्रिकी

पॉल बर्ग (१९७२) यांनी सर्वप्रथम SV40 या विषाणूचे जनुक लॅम्बडा या विषाणूद्वारे जिवाणूमध्ये पाठवले. हा आनुवंशिक अभियांत्रिकी तंत्रज्ञानामधील पहिला प्रयोग होता. त्यानंतर (१९७३) हरबर्ट बॉयर आणि स्टॅन्ली कोहेन यांनी सर्वप्रथम एका जिवाणूमधील डीएनए (जनुक) दुसऱ्या जिवाणूमध्ये (वाहकाद्वारे) घालून तेथे ते जनुक कार्यरत होत असल्याची नोंद केली. त्या जनुकावर असलेल्या सूचनांप्रमाणे प्रथिन बनते हे त्यांनी दाखवले. या तंत्रज्ञानामध्ये आकृती २ मध्ये दाखवल्याप्रमाणे रिस्ट्रिक्शन एन्डोन्युक्लिज वापरून पाहिजे असलेला डीएनएचा तुकडा त्याच एन्झाइमने कापलेल्या वाहक डीएनएला (Vector) जोडून योग्य त्या पेशीमध्ये पाठवला जातो. या सुधारित पेशीमध्ये हा जोडरेणू (Recombinant DNA) कसा वाढतो, त्याच्यावर असलेल्या जनुकाद्वारे योग्य ते प्रथिन बनवले जाते की नाही, ह्या सर्व गोष्टी अभ्यासल्या जातात. गरजेप्रमाणे फेरफार केले जातात. विषाणू, जे वाहक म्हणून वापरले गेले ते काटछाट करून जास्त उपयुक्त आणि फायदेशीर बनवले गेले. अशा प्रकारे हे तंत्रज्ञान विकसित होत गेले. हे तंत्रज्ञान वापरून जनुकप्रतीद्वारे (क्लोनिंगद्वारे) उपयुक्त असलेल्या पुष्कळ जिवाणूंचे कार्य सुधारून सुधारित जिवाणू तयार केले गेले. असे जोडरेणू

वनस्पती पेशींमध्ये घालून उती वसाहती (टिशू कल्चर) पद्धतीने झाडे तयार केली गेली. प्राणिपेशी वापरून जनुक औषधप्रणालीचा (जीन थेरपीचा) पाया रचला गेला. हे तंत्रज्ञान म्हणजे जैवतंत्रज्ञान किंवा बायोटेक्नॉलॉजी, जनुकीय सुधारित पिके आणि जीन थेरपी या महत्त्वाच्या तंत्रज्ञानाचा पाया असे म्हणावे लागेल.



आकृती २. मुलभूत आनुवंशिक अभियांत्रिकी तंत्रज्ञान चार पायऱ्यांमध्ये विभागलेले आहे. ते अशा प्रकारे : अ. पाहिजे असलेले जनुक असलेले डीएनए आणि वाहक डीएनए रिस्ट्रिक्शन एन्डोन्युक्लीएजेने कापणे. ब. कापलेले डीएनए तुकडे आणि कापलेले वाहक हे दोन्ही डीएनए एकत्र करून एन्झाइमने (डीएनए लिगेज) जोडणे. क. तयार जोडरेणू. ड. जोडरेणू योग्य पेशीमध्ये पाठवणे (gene cloning).

जैवतंत्रज्ञान (Biotechnology)

सर्वप्रथम (१९८२) अमेरिकेच्या अन्न व औषध संस्थेने व्यापारी (विक्री) उपयोग करण्याच्या दृष्टीने स्वीकारलेले जैवतंत्रज्ञान वापरून निर्माण केलेले उत्पादन म्हणजे इन्शुलिन होते. मानवाच्या शरीरात तयार होणारे व शरीरातील साखरेचा समतोल साधणारे, अत्यंत आवश्यक असलेले इन्शुलिन सुधारित जिवाणूमध्ये (मानवाचे जनुक जिवाणूमध्ये कार्यान्वित असलेला) उत्पन्न केले. त्याचे नामकरण हंसुलिन असे केले होते. ते हंसुलिन इन्शुलिनप्रमाणे मानवी शरीरात कार्य करते. जैवतंत्रज्ञानाचा वापर करून बनवलेली पिके साधारणपणे १९९२ सालापासून शेतामध्ये चाचणी स्वरूपात वाढवायला सुरुवात झाली. पुढे पाच वर्षांनी अन्न व औषध संस्थेने स्वीकारलेले पहिले पीक होते टोमॅटो. नंतर कीटकनाशक उत्पन्न करून पिकांचे रक्षण करणारी कापूस,

सोयाबिन ही पिके स्वीकारली गेली. ह्या तंत्रज्ञानाचा उपयोग करून तणनाशक (Herbicides), कीटकनाशक (Insecticide, Pesticide), आणि पाणी नसल्यामुळे पडणारा दुष्काळ (drought resistant), तसेच विषाणू, जंतूपासून संरक्षण हे गुणधर्म असलेली पिके निर्माण करण्यात आली. यासाठी आवश्यक असलेली जनुके इतर जिवाणू किंवा वनस्पती यांच्या जनुकीय नकाशामधून वेचून (Restriction endonuclease), कापून योग्य वाहकाला जोडून झाडाच्या पेशींमध्ये पाठवावी लागतात. ज्या पेशींमध्ये हे बाहेरून पाठवलेले जनुक कार्यरत असल्याचा पुरावा मिळेल, त्या पेशींपासून टिशू कल्चर या पद्धतीने झाडे वाढवावी लागतात. ही झाडे योग्य गुणधर्माची आहेत ही खात्री झाल्यावरच शेतकऱ्यांना बियाणे किंवा टिशू कल्चरने तयार केलेली रोपे दिली जातात. जनुकीय तंत्रज्ञान वापरून या सर्व आपत्तींवर मात करणे शक्य झाले आहे. तसेच जास्त पोषक द्रव्ये असलेली पिकेसुद्धा बनवली गेली. औषधी झाडेझुडपे तयार झाली. हे सर्व करताना मुख्य अडथळा होता तो म्हणजे डीएनए जोडणे झाल्याच्या पेशींमध्ये कसा पाठवायचा. यासाठी भौतिक, रासायनिक, तसेच जैविक या वेगवेगळ्या पद्धतींचा वापर करण्यात येतो. अॅगोबॅक्टेरियम हा जिवाणू वापरून अमलात आणलेली पद्धत जास्त फायदेशीर वाटली आणि वापरली जात आहे. परंतु सर्वच झाडांसाठी हे जिवाणू वापरता येत नाहीत. ठरावीक जातीच्या झाडांना याची लागण होते. हा जिवाणू झाडाला संसर्ग करतो त्यावेळी स्वतःच्या डीएनएचा काही भाग झाडाच्या जनुकीय प्रणालीत घालतो. झाडही या नवीन जनुकांना स्वतःचे जनुक समजून वाढवते. शास्त्रज्ञांनी याच गुणधर्माचा फायदा करून घेतला आणि जनुकाची अदलाबदल करून सुधारित जिवाणूमार्फत पाहिजे असलेले जनुक झाडांमध्ये पाठवले. अशा प्रकारे आनुवंशिक तंत्रज्ञानाने सुधारित पिके घेतली जात आहेत. यामुळे कीटकनाशके, तणनाशके, जंतुनाशके इत्यादी रासायनिक द्रव्यांचा वापर कमी झाला आहे. आरोग्याच्या दृष्टीने हे उत्तमच आहे. जास्त पौष्टिक द्रव्ये असलेली पिकेसुद्धा बनवली गेली आहेत. तसेच सालमनसारखे मासे ज्यांची वाढ फार संथ गतीने होते ती भरभर होण्यासाठी आवश्यक ते जनुक सालमनमध्ये घालून त्याची सुधारित आवृत्ती बनवली गेली आहे. जनावरांचे स्नायू बळकट आणि वजनदार बनवण्यासाठीसुद्धा हे तंत्रज्ञान वापरले जात आहे. या तंत्रज्ञानाचा उपयोग करून मका, बटाटा, सोयाबिन, पपया, सफरचंद, कनोला, स्काश इत्यादी १० जनुकीय सुधारित पिकांची अमेरिकेच्या पर्यावरण संरक्षण संस्था आणि अमेरिकन कृषी विभाग (EP and USD) यांनी

जरूर त्या सर्व चाचण्या करून सुरक्षितता अजमावली आहे. त्यानंतरच ही पिके खाण्यासाठी आणि विक्रीसाठी परवानगी दिली आहे. ही पिके मोठ्या प्रमाणावर वापरली जात आहेत. या आनुवंशिक अभियांत्रिकी तंत्रज्ञानाने सुधारित जिवाणूही बनवले गेले आहेत. हे जिवाणू वापरून किण्वन (fermentation), प्रतिजैविके इत्यादी उद्योगामध्येही सुधारित जिवाणू वापरणे फायदेशीर ठरले आहे.

जिवाणू वनस्पती आणि मानवाप्रमाणे मानवाला उपयुक्त अशा जनावरांच्याही जनुकांमधील न्यूक्लिओटाइड क्रमाचा शोध घेतला जात आहे. गाईच्या गुणसूत्र क्रमांक २० वर दूध आणि दुधाची गुणवत्ता नियोजित पद्धतीने चालू ठेवण्याचे महत्त्वाचे काम सांभाळणाऱ्या जनुकाचा शोध लागला आहे. या जनुकामध्ये बदल घडवून गाईची दूध देण्याची क्षमता वाढवून त्यातील स्निग्ध घटक कमी करण्यामध्ये शास्त्रज्ञांना यश मिळाले आहे. प्रत्येक क्षेत्रामध्ये या तंत्रज्ञानाने आपला ठसा उमटवला आहे. हे तंत्रज्ञान माणसाला वरदान ठरले आहे.

जनुकांमधील न्यूक्लिओटाइड क्रम

डीएनएचा न्यूक्लिओटाइड क्रम शोधण्यासाठी शास्त्रज्ञ प्रयत्न करत होतेच. आनुवंशिक अभियांत्रिकी तंत्रज्ञानामध्ये त्याची गरजही होती. जीनोम म्हणजे जिवंत पेशीमधील एकूण डीएनए म्हणजेच विषाणू, जिवाणू, प्राणी, वनस्पती इत्यादी प्रत्येक सजीवाच्या पेशीमध्ये जो डीएनए असतो ती त्याची स्वतःची जनुकीय प्रणाली असते. ही जनुकीय प्रणाली अनेक जनुकांमध्ये विभागलेली असते. या जनुकामध्ये शरीराची जडणघडण, रोग, वगैरेबदल सूचना कोरलेल्या असतात. जनुकांची लांबी, न्यूक्लिओटाइडची संख्या हे प्रत्येक प्राण्याचे वैशिष्ट्य असते. हिमॉफिलस एन्फ्लुएन्झा (Haemophilus Influenzae Rd) या जिवाणूच्या जनुकीय प्रणालीतील न्यूक्लिओटाइड क्रम हॅमिल्टन स्मिथ आणि त्यांच्या संशोधन गटाने सन १९९५ मध्ये प्रसिद्ध केला आणि सर्वात प्रथम सजीवाच्या जनुकीय प्रणालीतील न्यूक्लिओटाइड क्रमाची उकल करण्याचा मान मिळवला. ही जनुकीय प्रणाली १८ लाख न्यूक्लिओटाइडची बनलेली आहे. त्यात १७०९ जनुके आहेत. जिवाणूमध्ये डीएनएचा एकच रेणू असतो; परंतु प्रगत प्राणी, वनस्पती यांच्या जनुकीय प्रणाली खूप मोठ्या असतात आणि त्यामुळे त्या विभागून अनेक गुणसूत्रांमध्ये भरून ठेवलेले असतात (आकृती १). माणसामध्ये गुणसूत्राच्या २३ जोड्या आहेत. २२ जोड्या

ऑटोसोम आहेत. २३ वी जोडी लैंगिक गुणसूत्राची आहे. प्रत्येक जोडीमधील एक गुणसूत्र आईकडून (egg) तर दुसरे गुणसूत्र वडिलांकडून शुक्राणू पेशीमधून (sperm) आलेले असते. २३ वी जोडी X आणि Y गुणसूत्राची आहे. यातील X गुणसूत्र आईकडून तर Y गुणसूत्र वडिलांकडून शुक्राणू पेशीद्वारे आलेले असते. स्त्रीच्या जनुकीय प्रणालीत गुणसूत्राची २३ वी जोडी XX असते तर पुरुषांमध्ये ही जोडी XY अशी असते. ही सगळी गुणसूत्रे पेशीच्या केंद्रकामध्ये (Nucleus) असतात. माणसाची जनुकीय प्रणाली (Genome) ३०० कोटी न्यूक्लियोटाइडने बनलेली आहे. सन २००३ मध्ये माणसाच्या पूर्ण जनुकीय प्रणालीतील न्यूक्लियोटाइड क्रम प्रसिद्ध झाला. सर्व माणसांचा ९९.९९ टक्के जनुकीय प्रणाली सारखीच आहे. फक्त ०.०१ टक्का प्रणालीत फरक आहे. त्याद्वारे माणसामध्ये विविधता आलेली आहे. अंदाजे एक लाख जनुके आपल्या जनुकीय प्रणालीत आहेत. पैकी सहा हजार जनुकांचे कार्य ज्ञात झाले आहे आणि ही जनुके कोणत्या गुणसूत्रावर कुठे आहेत याचेही ज्ञान उपलब्ध आहे. आतापर्यंत तीन कोटी लोकांनी त्यांच्या जनुकीय प्रणालीतील न्यूक्लियोटाइड क्रम माहीत करून घेतला आहे. आनुवंशिक विकार जनुकांमधील बिघाडामुळे होतात. बिघडलेली जनुके आणि बिघाडीचे स्वरूप यावरही संशोधन चालू आहे.

जनुक उपचारपद्धती

जीन थेरपी म्हणजे रोगांवर उपचार करण्याची आधुनिक पद्धत. या पद्धतीमध्ये जनुकांचा उपयोग केला जाणार आहे. जे विकार जनुकामधे बिघाड झाल्यामुळे होतात ते या पद्धतीने बरे होऊ शकतील असा विश्वास शास्त्रज्ञांना आहे. डीएनए आनुवंशिक सामग्री आहे याबद्दल दुमत नाही. संपूर्ण शरीराची जडणघडण, रंग, रूप, विकार कशा प्रकारचे असणार हे डीएनएमधील जनुकांच्या न्यूक्लियोटाइड क्रमावर अवलंबून असते. जसा क्रम असेल त्याप्रमाणे वेगवेगळी प्रथिने बनवली जातात. प्रत्येक जनुक त्याला नेमून दिलेले प्रथिन बनवते. परंतु काही वेळा एखाद्या जनुकाच्या न्यूक्लियोटाइड क्रमामध्ये आनुवंशिक किंवा काही कारणांमुळे बिघाड होतो. हा बिघाड जनुकामधील एखादे न्यूक्लियोटाइड कमी जास्त होते किंवा बदलले जाते तेव्हा होतो. या बदलाचा परिणाम प्रथिन बनण्यावर होतो. एक तर प्रथिन बनत नाही किंवा अपूर्ण बनते किंवा निरुपयोगी प्रथिन बनते. अशा परिस्थितीत त्या प्रथिनाच्या अभावी माणसामध्ये काहीतरी उणीव जाणवते.

उदाहरणार्थ, इन्शुलिन बनवणारे जनुक अशा प्रकारे बिघडले तर त्या माणसाला मधुमेहाचा त्रास होईल. काही रोग आनुवंशिक असतात तर काही आयुष्यात इतरही कारणांमुळे होतात. अशा प्रकारे बिघडलेले जनुक किंवा बिघडलेला भाग काढून तेथे योग्य ते जनुक घालून त्यायोगे जनुकाचे बिघडलेले कार्य सुधारले जाऊ शकते. आनुवंशिक तंत्रज्ञान कार्यपद्धतीमध्ये गरजेप्रमाणे सुधारणा घडत आहेतच. २१ व्या शतकाच्या सुरुवातीला या तंत्रज्ञानामध्ये नवीन तंत्रज्ञानाची भर पडली आहे. या तंत्रज्ञानाद्वारे जिवंत प्राण्यामध्ये / माणसामध्ये त्याच्या जनुकीय प्रणालीतील जनुकामध्ये गरजेप्रमाणे विशिष्ट बदल घडवून त्या जनुकाची सुधारित आवृत्ती बनवता येणार आहे. ही कार्यपद्धती म्हणजे ख्रिसपर कॅस-९ (CRISPR Cas9) होय. ही पद्धती जिवाणू, वनस्पती किंवा प्राणी अशी सर्वत्र वापरता येईल. ख्रिसपर कॅस-९चा वापर करून जीन थेरपी अधिक योग्य प्रकारे होऊ शकेल. या तंत्रज्ञानामध्ये ख्रिसपर रेणू ज्या जीनोममध्ये दुरुस्तीची गरज आहे ती जागा शोधून काढतो. हाच रेणू त्याच्या एन्डोन्युक्लिज एंझाइमने शोधलेल्या जागी डीएनएला कापतो. या जागेवर नवीन सुदृढ जनुक असलेला डीएनएचा तुकडा वापरून जनुकीय प्रणाली दुरुस्त केली जाते. हे दुरुस्तीचे काम पेशी स्वतःची डीएनए सुधारणा प्रणाली वापरून बिनचूक करते. अशा प्रकारे खराब जनुक बदलता येते. हे तंत्रज्ञान जीन थेरपीसाठी उपयुक्त वरदान ठरणार आहे. एवढा अभ्यास होऊनही ही जनुक उपचारपद्धती अजूनही बाल्यावस्थेतच आहे. त्याची तीन महत्त्वाची कारणे आहेत.

१. सुदृढ जनुक योग्य पेशीमध्ये शिरून काम करायला सुरुवात करणे गरजेचे असते. ते न झाल्यास अडथळा येतो म्हणजे दुसऱ्या जनुकामध्ये बिघाड होऊ शकतो.

२. रोग्याच्या रोगप्रतिकारकशक्तीमुळे अडथळा येतो.

३. इतर महत्त्वाच्या जनुकांना हे तंत्रज्ञान त्रासदायक होण्याची शक्यता नाकारता येत नाही.

या सर्व कारणांमुळे ही उपचारपद्धती रेंगाळत आहे. त्याशिवाय ही उपचारपद्धती फार खर्चीकही आहे. सर्वसामान्यांना सध्या तरी ती परवडणारी नाही. भविष्यात काय होईल ते माहीत नाही.

अगदी अलीकडे (२०२३) अमेरिकेच्या अन्न व औषध संस्थेने ड्युशन मस्क्युलर डिसट्रोफी (DMD) या आजारवार उपाय म्हणून जनुकीय उपचाराला प्राथमिक परवानगी दिली आहे. परंतु त्यासाठी अटीही आहेत. मुलांचे वय ४ ते ५ वर्षांमध्ये असायची गरज आहे. याशिवाय या मुलांना DMD व्यतिरिक्त दुसरा कोणताही आजार असता कामा नये. आणि

DMD जनुकामध्ये आतापर्यंत माहिती असलेल्या बिघाडापैकी बिघाड असला पाहिजे. अशा मुलांना चाचणी पद्धतीवर उपचाराला परवानगी मिळाली आहे.

सारांश

आनुवंशिक या विषयामध्ये आतापर्यंत झालेल्या अभ्यासाचा आणि संशोधनाचा आपण आढावा घेतला. आनुवंशिक सामग्री कोणती हे ठरवण्यापासून तिच्यामध्ये इच्छेनुसार पाहिजे ते बदल घडवण्यापर्यंत मानवाने मजल मारली आहे. आनुवंशिक अभियांत्रिकी तंत्रज्ञानाच्या जोरावर जिवाणू, वनस्पती, प्राणी, अगदी मनुष्यप्राण्यासकट कोणत्याही सजीवाचा कायापालट घडवून आणण्याची ताकद माणसाने कमावली आहे. तीसुद्धा आपल्या बुद्धिसामर्थ्यावर! सुधारित पिके, जास्त पौष्टिक अन्नधान्य, भरघोस फळे, वजनदार प्राणी, भरपूर दूध देणाऱ्या गाई, मनुष्योपयोगी सुधारित जिवाणू जे इन्शुलिनसारखी प्रथिने बनवतात, ही यादी दररोज वाढतच जाणार आहे. ह्या सर्व आणि अशाच अनेक उपयुक्त, आनुवंशिक अभियांत्रिकी तंत्रज्ञान वापरून तयार केलेल्या प्रथिने, औषधे, पिके यांचा उपयोग मानव दैनंदिन जीवनात करत आहे. या तंत्रज्ञानामध्ये गेल्या ३०/४० वर्षांत अनेक सुधारणा झाल्या, तंत्रज्ञान प्रभावी बनले. १० वर्षांपूर्वी जे अशक्य वाटत होते तेसुद्धा आता शक्य वाटू लागले आहे. याचे कारण म्हणजे नवीन शोध लागलेले ख्रिसपर कॅस-९ तंत्रज्ञान (CRISPR Cas-9 technology) ह्या तंत्रज्ञानाचा उपयोग करून किंवा हे तंत्रज्ञान वापरून कोणत्याही जनुकीय प्रणालीत जनुक सुधारित करता येते. म्हणजेच त्या जनुकाच्या न्यूक्लिओटाइड क्रमामध्ये एखादे न्यूक्लिओटाइड जास्त घालून किंवा कमी करून किंवा पाहिजे असलेला डीएनएचा तुकडा जोडून सुधारित जनुक बनवता येते. अशा प्रकारे कोणत्याही जनुकामध्ये ढवळाढवळ करणे शक्य झाले आहे. या तंत्रज्ञानाचा उपयोग जन्मजात रोगांचे उच्चाटन करण्यासाठी उत्तम प्रकारे होऊ शकेल.

शंका, चिंता आणि तोटे

१. अशा तंत्रज्ञानाचा उपयोग करून निर्माण केलेले अन्न सेवन केल्यामुळे माणसाला काही रोग किंवा अॅलर्जी होऊ शकेल का? किंवा त्याची पौष्टिकता तर कमी होणार नाही? याबद्दल काळजी अजूनही आहे.
२. जनुकीय चाचण्या करून आनुवंशिक दोष शोधून काढता आले तरी ह्या दोषाचा त्या माणसाच्या जीवनावर किती परिणाम होईल आणि होईल की नाही हे निश्चित सांगता येणे

कठीण आहे.

३. या चाचण्या करणे आर्थिकदृष्ट्या सर्वांना परवडणारे नाही.
४. आनुवंशिक दोष आढळल्यास त्या व्यक्तीबरोबर सामाजात वागणूक, नोकरी, आरोग्य विमा सगळीकडेच वेगळी वागणूक मिळण्याची शक्यता नाकारता येत नाही.
५. ख्रिसपर कॅस-९ हे तंत्रज्ञान नवीन आहे. सन २०१७ पासून त्याचा उपयोग करायला सुरुवात झाली. या तंत्रज्ञानाचा दुरुपयोग होणे सहज शक्य आहे. तसा प्रयत्न केला गेला तर त्याचे दुष्परिणाम भयानक होऊ शकतात.
६. ख्रिसपर कॅस-९ प्रणाली वापरून भ्रूणामध्ये (एम्ब्रिओ) जनुके बदलली तर बदललेली जनुके वंशपरंपरागत चालू राहतील. म्हणजे माणसातली विविधता संपुष्टात येईल.

आव्हाने

आनुवंशिक अभ्यास योग्य रितीने होण्यासाठी सर्वात महत्त्वाचे काय असेल तर ते म्हणजे अभ्यासासाठी नमुने मिळवणे. प्राणी, वनस्पती यांचे योग्य रितीने नमुने मिळवणे कठीण नाही. मात्र मानवी नमुने योग्य रितीने मिळवण्यामध्ये अडचणी आहेत. नमुने योग्य परिस्थितीत नाही मिळाले किंवा पुरेसे नाही मिळाले तर अभ्यासातून निघालेले निष्कर्ष चुकीचे ठरू शकतात. नमुने मिळवण्यामध्ये येणाऱ्या अडचणी-

१. एकाच प्रकारचे पुरेसे नमुने न मिळणे.
२. नमुने विश्वासपात्र असण्याबद्दल शंका.
३. अभ्यासासाठी लागणारे घटक- उदाहरणार्थ, डीएनए - पुरेशा प्रमाणात नसणे.
४. नमुने योग्य वातावरणात जमवून योग्य वेळेत प्रयोगशाळेत न पोहोचणे.
५. स्वयंसेवक मिळण्यामध्ये अडचणी.
६. रक्ताचे नमुने जमवण्यासाठी तंत्रज्ञ वेळेवर न मिळणे.
७. Microbiome चा अभ्यास करून मानवी देहातील बरेच बिघाड समजू शकतात, परंतु हे नमुने योग्य प्रकारे हाताळले गेले तरच. नाहीतर चुकीचे निष्कर्ष निघू शकतात.
८. वैचारिक विविधता आणि अपेक्षा.

म्हणूनच आनुवंशिक अभ्यास करणे जिकिरीचे आहे. कदाचित म्हणूनच तो आकर्षकही आहे!

- डॉ. वसुधा जोशी
josudha47@gmail.com



हेमंत लागवणकर

आव्हान वातावरणबदलाचे!

लहानपणी वाचलेली एक गोष्ट कदाचित तुम्हाला आठवत असेल. गोष्टीचं नाव होतं, 'नोहाची नौका'! ही गोष्ट होती समुद्रकिनारी वसलेल्या एका गावात राहणाऱ्या नोहा नावाच्या माणसाची. सरळसोट आयुष्य जगणाऱ्या ह्या अत्यंत साध्या माणसाच्या आयुष्यात एकदा एक चमत्कार झाला आणि नोहा खडबडून जागा झाला... कारण, नोहाच्या स्वप्नात चक्र देव आला होता!

आपला स्वतःचा विकास करण्याच्या हव्यासापायी मानवानं पृथ्वीतलावर जो धुमाकूळ घातला होता, तो निपटवण्याचा घाट जगन्निधंत्याने घातला होता. सगळी सृष्टी धुळणुपुसून अगदी लख्ख करण्याची तयारी त्यानं सुरू केली होती...

तिसरा नेत्र उघडून चराचरसृष्टीचा विनाश करायचा तर सुक्याबरोबर ओलं जळणारच! पण, भगवंताला हे मान्य नसावं. म्हणूनच नोहासारख्या सज्जन माणसांना या जलप्रलयाबद्दल त्यानं सावध केलं होतं.

स्वप्नामध्ये भगवंतानं दिलेल्या दृष्टांतावर विश्वास ठेवून नोहा तयारीला लागला...

अक्राळविक्राळ लाटांचं तांडव करत सगळ्या धरित्रीला कवेत घेण्यासाठी रौद्ररूप धारण करणाऱ्या सागराच्या लाटांवर स्वार होण्यासाठी नोहानं भली मोठी नौका तयार केली.

भगवंतानं सांगितल्याप्रमाणे, हळूहळू सागरानं आपले हात-पाय पसरायला सुरुवात केली. सगळे लोक जीव वाचवण्यासाठी आसरा शोधायला लागले; प्राणी-पक्षी बिथरले. सोसाट्याचं वादळ आणि विजांच्या लखलखाटात पाऊस अक्षरशः असंख्य यमदूतांना घेऊन आला. जगबुडीचं थैमान सुरू असताना नोहाची महाकाय नौका मात्र सागराच्या लाटांवर मोठ्या दिमाखात डोलत होती. नोहाच्या नौकेत

अनेक लोकांबरोबर कित्येक प्राणी, पक्षी, फुलपाखरं आश्रयाला आली. नोहामुळे हे सगळे वाचले... बाकी सृष्टीला मात्र जलसमाधी मिळाली.

नोहा आणि त्याच्या नौकेची ही लोककथा पुढच्या पिढ्यांमध्ये प्रत्यक्ष अनुभवायला मिळेल अशी भीती काही संशोधकांकडून व्यक्त केली जात आहे.

सर्व नद्या, नाले, ओढे यांचं कितीही पाणी येऊन मिळालं, तरी समुद्र आपली मर्यादा कधीही ओलांडत नाही, असा शतकानुशतकांचा आपला अनुभव आहे. त्यामुळेच ज्ञानेश्वरांनी 'जरी सरिताओघ समस्त। परिपूर्ण होऊनि मिळत। तरी नोहे ईषत्। मर्यादा न संडी।।' असा दाखला दिला आहे. पण, सध्या त्याच्या अगदी विपरीत घडताना दिसत आहे.

पर्यावरणात घडणारे बदल आपल्यामध्ये सामावून घेण्याची निसर्गाची एक प्रवृत्ती असते. परंतु त्यालाही काही मर्यादा आहेत. आपण या मर्यादा ओलांडल्या तर त्यावर निसर्ग प्रतिक्रिया व्यक्त करतो. निसर्गाची ही प्रतिक्रिया कोणत्या स्वरूपाची आणि किती प्रमाणात असेल, हे आपल्याला सांगता येत नाही. अनेकदा परिस्थिती आपल्या नियंत्रणाबाहेर गेल्याचीदेखील उदाहरणं आपण अनुभवली आहेत. बरोबर दहा वर्षांपूर्वी म्हणजे २०१३ च्या जून महिन्यात उत्तराखंडमध्ये ढगफुटी झाली. वेगानं वाहणारे पंचवीस-तीस फूट उंचीचे पाण्याचे प्रवाह, भुसभुशीत डोंगर खचून वेगानं खाली ढासळत येणारी हजारो टन माती आणि वाहत्या माती-पाण्यासोबत वाहून जाणारे पहाडी रस्ते, घरं, मोठमोठी झाडं, खडक, गुरं-ढोरं, वाहनं आणि माणसंसुद्धा... सारं होत्याचं नव्हतं झालं. किती माणसं मृत्यूमुखी पडली, किती बेपत्ता झाली, किती नुकसान झालं याची नेमकी माहिती समजणं कठीण झालं. एवढा प्रचंड

विध्वंस करणारा जलप्रलय गेल्या चाळीस वर्षांत प्रथमच घडला, असं मत उत्तराखंडातल्या लोकांनी तेव्हा व्यक्त केलं. परंतु आता कमी कालावधीत अतिप्रचंड प्रमाणात होणाऱ्या पावसाच्या घटना या भागात वारंवार अनुभवायला यायला लागल्या आहेत.

पश्चिमेला अरबी समुद्र, दक्षिणेला हिंदी महासागर आणि पूर्वेला बंगालचा उपसागर अशा कोंदणात आपला देश वसलेला आहे. सूर्याच्या उष्णतेनं समुद्राच्या पाण्यालागत असलेल्या हवेचं तापमान वाढतं आणि तिथे कमी दाबाचा पट्टा तयार होतो. ह्या कमी दाबाच्या पट्ट्यामुळे चक्रीवादळं निर्माण होतात. समुद्रावर निर्माण झालेल्या अशा अनेक चक्रीवादळांनी भारताच्या पूर्व किनारपट्टीवर नित्यनेमानं धडका मारल्या आहेत. पण, आता अशी चक्रीवादळं पश्चिम किनारपट्टीवर वारंवार धडकायला लागली आहेत.

सन १९८० च्या दशकाच्या शेवटापर्यंत आपल्या पुण्यामध्ये घरात पंखे लावण्याची गरज भासत नव्हती, यावर कदाचित नवीन पिढीचा विश्वास बसणार नाही; कारण आता पंखे नव्हे तर एअरकंडिशन मशिन लावण्याची निकड भासू लागली आहे.

अशा अनेक लहान-मोठ्या घटनांमधून गेल्या तीस ते चाळीस वर्षांत वातावरणात आमूलाग्र बदल घडून आल्याचं आपल्या लक्षात येईल. मुळात जागतिक तापमानवाढ होत आहे की नाही, हवामानबदल होत आहे का यांवर पूर्वी मतमतांतरं होती, जगभरातल्या शास्त्रज्ञांमध्ये एकवाक्यता नव्हती. पण जागतिक तापमानवाढ होत आहे यावर आता शिकामोर्तब झालं आहे.

जागतिक तापमानवाढीमुळे समुद्रावर निर्माण होणाऱ्या वादळांची संख्या वाढण्याचा धोका जसा जाणवतो आहे, तसाच सागरी पाण्याच्या आम्लतेचा म्हणजे ऑसिडीफिकेशनचाही धोका आहे. समुद्राच्या पाण्याची आम्लता जशी वाढेल तसतशी त्याची कार्बन डायऑक्साइड शोषून घेण्याची क्षमता कमी होत जाईल. परिणामी जागतिक तापमानवाढीला एक प्रकारे चालना मिळेल, अशी भीती हवामानशास्त्रज्ञ व्यक्त करतात.

पावसाच्या बाबतीत सांगायचं तर सरासरी पर्जन्यमान ठीकठाक असलं तरी पडणाऱ्या पावसाचं वितरण योग्य प्रकारे होत नसल्याचं आपल्याला आढळून येईल. पावसाच्या वेळापत्रकात आढळून येणारी अनियमितता; तसंच, अत्यंत कमी कालावधीत प्रचंड प्रमाणात बरसणारा आणि नंतर कित्येक दिवस दडी मारून बसणारा पाऊस शेतीच्या दृष्टीनं फारसा उपयुक्त ठरत नाही. सहाजिकच, अन्नधान्याची टंचाई

निर्माण होण्याच्या घटना भविष्यात वारंवार घडू शकतात.

“काही अपरिहार्य कारणास्तव, तांत्रिक बिघाड झाल्यामुळे यंदा उन्हाळ्याऐवजी पावसाळा पाठवलाय.

आपणास होत असलेल्या त्रासाबद्दल क्षमस्व! बिघाड दुरुस्त होताच उन्हाळा येईल. तोवर पावसाचा आनंद घ्यावा.”

आपला,
इंद्रदेव

असा संदेश काही वर्षांपूर्वी फेसबुक, व्हॉट्सअॅपसारख्या सोशल मीडियावरून सगळीकडे फिरत होता. अर्थात, त्याला कारणही तसंच होतं. फेब्रुवारी-मार्च महिन्यात चक्रे जून-जुलै महिन्यात पडावा तसा पाऊस त्या वर्षी अनुभवायला मिळाला. जानेवारी ते मार्च या महिन्यांत अनेक ठिकाणी पावसाबरोबरच गारपीट होतानासुद्धा आपल्याला नियमितपणे अनुभवायला मिळते आहे. आपल्या देशात सर्वसाधारणपणे मोसमी पाऊस पडतो, पण पाऊस पडण्यासाठी नैर्ऋत्यमोसमी वारेच हवेत, असं मात्र नाही. वातावरणात पुरेसं बाष्प असलं आणि हवेचा कमी दाब निर्माण झाला, की पाऊस पडण्यासाठी अनुकूल स्थिती निर्माण होते. बहुतेक वेळा तापमानात वाढ झाल्यानं कमी दाबाचं क्षेत्र निर्माण होतं. मान्सूनपूर्व काळात म्हणजे एप्रिल-मे महिन्यामध्ये वातावरणातील बाष्पाचं प्रमाण आणि तापमान वाढून स्थानिक पातळीवर मेघगर्जनेसह पाऊस पडतो. याच पावसामध्ये काही वेळा गाराही पडतात. गारपीट, तशी महाराष्ट्राला नवी नाही. खासकरून विदर्भ आणि मराठवाड्यात अवेळी येणाऱ्या पावसासह गारांचे तडाखे अनुभवास येतात. पण, आता मात्र ठाणे आणि कोकण किनारपट्टीचा भाग सोडला तर महाराष्ट्राच्या बहुतेक भागांत गारपीट होत असल्याचं पाहायला मिळतं.

जागतिक तापमानवाढीचे परिणाम सुरुवातीला ध्रुवीय प्रदेशांत आढळून येतील, तिथलं बर्फ वितळायला सुरुवात होईल; त्यामुळे तापमानवाढीचे विघातक परिणाम ध्रुवीय प्रदेशातल्या जीवसृष्टीला अधिक प्रमाणात भोगायला लागतील अशी मतं यापूर्वी वैज्ञानिकांच्या वर्तुळात व्यक्त केली जात होती. परंतु नव्यानं केल्या जाणाऱ्या संशोधनानुसार जागतिक तापमानवाढीचे दुष्परिणाम ध्रुवीय प्रदेशांत नव्हे तर उष्णकटिबंधातील प्रदेशात प्रकर्षानं जाणवतील, असं शास्त्रज्ञांचं मत आहे. या निष्कर्षामागची कारणमीमांसा स्पष्ट करताना शास्त्रज्ञ सांगतात, की उष्णकटिबंधाच्या पट्ट्यात

असलेल्या प्रदेशांमध्ये तापमान, वारे, पाऊस यांसारख्या नैसर्गिक घटकांमध्ये आढळून येणारे बदल हे सर्वसाधारणपणे फारसे टोकाचे नसतात. त्यामुळे या प्रदेशात असलेल्या जीवसृष्टीला कमी कालावधीत घडून येणारे हवामानातील बदल मानवणारे नाहीत. उदाहरणार्थ, पुढील पस्तीस ते चाळीस वर्षांच्या कालावधीत सरासरी तापमानात मोठी वाढ झाली तर या तापमानवाढीला तोंड देण्यासाठी आवश्यक ते अनुकूलन स्वतःमध्ये घडवून आणणं उष्णकटिबंधातल्या जीवसृष्टीला शक्य होणार नाही. कारण अशा प्रकारचं अनुकूलन करण्याची यंत्रणाच या प्रदेशातल्या जीवसृष्टीमध्ये विकसित झालेली नाही. याउलट, ध्रुवीय प्रदेशातल्या हवामानात होणारे बदल हे मुळातच टोकाचे आणि तुलनेनं झटपट घडून येणारे असतात. या टोकाच्या बदलांशी जुळवून घेण्याचं सामर्थ्य ध्रुवीय प्रदेशातल्या जीवसृष्टीमध्ये निसर्गतःच असतं. म्हणूनच जागतिक तापमानवाढ आणि त्यामुळे होऊ घातलेले संभाव्य हवामानबदल यांचा सगळ्यात मोठा फटका बसणार आहे तो उष्णकटिबंधातल्या जीवसृष्टीला!

ध्रुवीय प्रदेशात आढळते त्यापेक्षा कितीतरी पटींनी जास्त प्रमाणात जैवविविधता उष्णकटिबंधीय प्रदेशात आढळते. संभाव्य हवामानबदलामुळे या जैवविविधतेला मोठा धोका निर्माण झाला आहे. महत्त्वाचं म्हणजे, ध्रुवीय प्रदेशांपेक्षा उष्णकटिबंधीय प्रदेशात असणाऱ्या लोकांची संख्याही कित्येक पटींनी अधिक आहे. या लोकांच्या दैनंदिन जगण्यावर हवामानबदलाचा मोठा परिणाम होईल.

दरवर्षीच्या जागतिक सरासरी तापमानात थोडे - फार चढउतार दिसून येत असले तरी औद्योगिक क्रांती झाल्यापासून आजपर्यंत जागतिक सरासरी तापमान हळूहळू वाढतच गेल्याचं आपल्याला आढळतं. जागतिक तापमानवाढ रोखण्यासाठी कोणतीही ठोस उपाययोजना राबवली नाही तर साधारणपणे २०४७ साली पृथ्वीच्या हवामानात अमुलाग्र बदल संभवतात. मात्र येत्या काही वर्षांमध्ये जगभरातून तापमानवाढ रोखण्यासाठी पद्धतशीर प्रयत्न केले तर पृथ्वीच्या हवामानात होणारे हे बदल वीस वर्षे पुढे ढकलले जातील, असा अंदाज शास्त्रज्ञ व्यक्त करतात.

जागतिक तापमानवाढ आणि त्यामुळे होणारे हवामानबदल रोखण्याचा मूळ उपाय म्हणजे जे वायू या बाबींना कारणीभूत आहेत अशा वायूंचं उत्सर्जन रोखणं. यामध्ये विकसित राष्ट्रांची भूमिका महत्त्वाची आहे. तापमानवाढीला कारणीभूत ठरणाऱ्या घातक वायूंचं उत्सर्जन कसं थांबवता येईल याकडे गांभीर्यानं लक्ष देण्याची गरज आहे. अर्थात, जागतिक तापमानवाढ आणि हवामानबदल

रोखण्याचा हा दीर्घकालीन उपाय आहे. कारण, आतापासून हवामानबदलाला कारणीभूत ठरणाऱ्या वायूंचं उत्सर्जन पूर्णपणे थांबवलं तरी पूर्वी उत्सर्जित केलेल्या आणि सध्या वातावणात असलेल्या या घातक वायूंचे पुढची काही दशकं हवामानबदलाला चालना मिळतच राहिल, हे नाकारून चालणार नाही.

उष्णकटिबंधीय प्रदेशात असलेले अनेक देश हे विकसनशील किंवा अविकसित आहेत. हवामानबदलावर मात करून जगणं सुसह्य करण्यासाठी त्यांना आरोग्य, पर्यावरणाचा दर्जा, सामाजिक आणि आर्थिक स्थिती अशा अनेक स्तरांवर सुधारणा करण्याची गरज आहे. मात्र, या सुधारणा करताना आर्थिक साहाय्य, तज्ज्ञ मनुष्यबळ, सक्षम नेतृत्व, पुरेसं संशोधन, योग्य प्रकारे पाठपुरावा अशा अनेक घटकांची आवश्यकता आहे. जागतिक स्तरावर याविषयी अनेक व्यासपीठांवरून चर्चा होताना आपल्याला आढळतात. जागतिक तापमानवाढीला रोखणं आणि हवामानात होणाऱ्या प्रतिकूल बदलांवर मात करणं यासाठी अनेक देशांमध्ये सामंजस्यकरण होत आहेत. त्याचबरोबरीनं दैनंदिन जीवनशैलीत योग्य ते बदल करण्यासाठी काही उपाययोजना आखल्या जात आहेत. उदाहरणच द्यायचं झालं तर पेट्रोल, डिझेल यांसारख्या जीवाश्म इंधनांचा वापर शक्य तेवढा कमी करण्यासाठी इलेक्ट्रिक व्हेईकलच्या वापरला चालना दिली जात आहे.

ऊर्जेची सतत वाढणारी मागणी आणि हवामानबदल यांमध्ये संतुलन राखायचं असेल तर पर्यावरणस्नेही ऊर्जा वापराला पर्याय नाही. यासाठी नवनवीन ऊर्जास्रोतांची चाचपणी केली जात आहे. जैविक घटकांपासून इथेनॉलची निर्मिती करणं आणि तयार झालेलं इथेनॉल पेट्रोलमध्ये मिसळून पेट्रोलचा वापर कमी करण्याचा प्रयोग मोठ्या प्रमाणावर राबवण्यात येतो आहे. असं बायोइथेनॉल मिळवण्यासाठी आता बांबूचा वापर केला जात आहे.

संपूर्ण जगात बांबूउत्पादन करण्यात भारताचा दुसरा क्रम ांक लागतो. आपल्या देशात सुमारे १३.९६ दशलक्ष हेक्टर क्षेत्रफळावर बांबूची लागवड केली जाते. १३६ प्रजातींचे बांबू देशातल्या वेगवेगळ्या प्रदेशांत आढळतात. बांबू ही गवतवर्गीय वनस्पती असल्यानं भारतीय वन अधिनियम १९२७ मध्ये दुरुस्ती करून त्यात नमूद केलेल्या झाडांच्या व्याख्येतून आता बांबूला वगळण्यात आलं आहे. त्यामुळे बांबूची कापणी करणं कायदानुसार वैध ठरवण्यात आल्यानं बांबूचा वापर मोठ्या प्रमाणावर करणं शक्य झालं आहे.

सध्या भारतात १० टक्के इथेनॉलमिश्रित पेट्रोलचं उत्पादन

केलं जातं. २०२५ पर्यंत हे प्रमाण २० टक्क्यांपर्यंत नेण्याचं आपलं उद्दिष्ट आहे. हे उद्दिष्ट पूर्ण करण्यासाठी भारतात बांबूपासून इथेनॉलचं उत्पादन करणाऱ्या जगातील पहिल्या रिफायनरीची स्थापना केली जात आहे. या रिफायनरीमधून सुरुवातीला दररोज तीस हजार लिटर इथेनॉल मिळवून जाईल आणि कालांतरानं या क्षमतेमध्ये वाढ करण्यात येईल. हैदराबादचा नागार्जुन समूह आणि लातूर येथील लोदगा बांबू इंडस्ट्रीज यांच्यात याविषयी करार झाला असून बांबूपासून इथेनॉलनिर्मितीचे प्रकल्प उत्तर प्रदेश, बिहार, राजस्थान, त्रिपुरा इथे स्थापन करण्यात येतील.

या संदर्भातील आणखी एक प्रकल्प म्हणजे पूर्व आसामच्या गोलाघाट जिल्ह्यात असलेली 'नुमालीगढ रिफायनरी लिमिटेड' ही कंपनी. १७५० कोटी रुपये खर्च करून उभारण्यात आलेल्या या प्रकल्पाची क्षमता दरवर्षी ५ लाख टन बांबूपासून ५०,००० टन बायोइथेनॉल तयार करण्याची आहे. या प्रकल्पांमुळे मोठ्या प्रमाणावर जैवइंधन उपलब्ध होईल आणि पेट्रोलचा वापर कमी होईल.

वाढत्या तापमानामुळे आणखी एक आव्हान आपल्यापुढे आहे, आणि ते म्हणजे जलाशयांमधील पाण्याचं वेगानं होणारं बाष्पीभवन रोखणं. यासंदर्भात अमेरिकेत केलेला एक प्रयोग लक्षात घेण्यासारखा आहे. कॅलिफोर्नियामध्ये कडक उन्हामुळे पाण्याचं मोठ्या प्रमाणावर बाष्पीभवन होतं. ते रोखण्यासाठी तिथल्या सरकारी यंत्रणेनं एक आगळावेगळा उपाय केल्याचं आढळतं. १७५ एकर क्षेत्रफळ असलेल्या विस्तीर्ण लॉस एंजेल्स

तलावातल्या पाण्याचं बाष्पीभवन कमी करण्यासाठी चार इंच व्यासाचे चकक प्लास्टिकचे चेंडू तयार करण्यात आले. एका चेंडूची किंमत ३६ सेंट! असे एकूण ९६ दशलक्ष चेंडू तयार करून लॉस एंजेल्स तलावातल्या पाण्यात सोडण्यात आले. विशेष म्हणजे, प्रत्येक चेंडूवर अशा प्रकारे रासायनिक प्रकिया केली आहे, की ते तब्बल पंचवीस वर्षं कार्यरत राहतील. हे चेंडू प्लास्टिकचे असल्यानं पाण्याच्या पृष्ठभागावर तरंगतात आणि सूर्यापासून आलेली उष्णता पाण्यापर्यंत पोहोचू देत

नाहीत. त्याशिवाय पाण्यात वाढणाऱ्या शैवालांच्या वाढीला हे चेंडू आळा घालतात. एका वर्षात सुमारे ३०० दशलक्ष गॅलन पाणी या चेंडूमुळे वाचवून जाईल, असा अंदाज संशोधकांनी व्यक्त केला आहे. वर वर पाहता अतिशय साधा वाटणारा पण पाणी वाचवण्यासाठी अत्यंत प्रभावी असा हा उपाय आहे.

जागतिक तापमानवाढीचा भविष्यात येऊ घातलेला सर्वात मोठा धोका म्हणजे अन्नधान्याचं उत्पादन प्रचंड प्रमाणावर घटेल. कारण, वातावरणाचं तापमान सातत्यानं ३२ ते ३५ अंश सेल्सिअसपेक्षा जास्त झालं तर त्या तापमानात पिकांची वाढ होऊ शकत नाही. याचाच अर्थ असा, की तापमानवाढीमुळे भविष्यात अन्नधान्याची भीषण टंचाई निर्माण होऊ शकेल. या संभाव्य धोक्यावर मात करण्यासाठी शास्त्रज्ञ जनुक-अभियांत्रिकी पद्धतीनं जास्त तापमानात तग धरतील आणि वाढू शकतील अशी पिकांची वाणं शोधण्याच्या



टिडेस्ट्रोमिया ऑब्लॉगिफोलिया

प्रयत्नात आहेत.

सर्वात जास्त तापमानात टिकून राहू शकेल अशी एक वनस्पती कॅलिफोर्निया इथल्या डेथ व्हॅलीमध्ये आढळते. टिडेस्ट्रोमिया ऑब्लॉगिफोलिया या नावाचं हे एक सपुष्प झुडूप असून १९७०च्या दशकात या वनस्पतीचा अभ्यास केला गेला. पृथ्वीवरील सर्वात उष्ण प्रदेश म्हणून गणल्या गेलेल्या डेथ व्हॅलीमध्ये ५० अंश सेल्सिअसपेक्षा जास्त तापमान झालं तरी ही वनस्पती वाढते आणि फुलतेसुद्धा!

मिशिगन स्टेट युनिव्हर्सिटीमधील शास्त्रज्ञांनी प्रयोगशाळेत कृत्रिम वातावरण तयार केलेल्या एका कक्षामध्ये टिडेस्ट्रोमिया ऑब्लॉगिफोलिया वनस्पतीचा अभ्यास केला. तुलनात्मक अभ्यास करण्यासाठी त्यांनी या वनस्पतीशी साधर्म्य दाखवणाऱ्या अमरॅन्थस हायपोकॉन्ड्रियाकस या मूळ मेक्सिकन वनस्पतीचीसुद्धा त्याच वातावरणात लागवड केली. जसजसं तापमान वाढवण्यात आले तसतशी अमरॅन्थस हायपोकॉन्ड्रियाकस वनस्पतीची वाढ खुंटली; परंतु टिडेस्ट्रोमिया ऑब्लॉगिफोलिया या वनस्पतीच्या प्रकाशसंश्लेषणाचा वेग मात्र वाढला. इतकंच नव्हे तर या वनस्पतीचे जैव-वस्तुमान तिपटीने वाढलं.

जेव्हा वातावरणाचे तापमान वाढवलं, तेव्हा टिडेस्ट्रोमिया ऑब्लॉगिफोलिया वनस्पतीच्या पानांच्या पेशींचा आकार घटला, हरितलवकांची घनता वाढली आणि पेशींमधील ऊर्जा निर्मिती करणाऱ्या तंतूकणिका हरितलवकांभोवती एकवटल्याचं या संशोधनातून आढळलं. वाढत्या तापमानात टिकून राहण्यासाठी वनस्पतीने केलेलं हे अनुकूलन असून त्यामुळेच या वनस्पतीची प्रकाशसंश्लेषण करण्याची क्षमता वाढल्याचं शास्त्रज्ञांचं मत आहे. वाढत्या तापमानानुसार वेगवेगळी असंख्य जनुकं क्रियाशील झाल्याचं तर काही जनुकांचा प्रभाव कमी झाल्याचंही शास्त्रज्ञांना आढळलं आहे. हवामान बदलाचं आव्हान पेलण्यासाठी अशा प्रकारचं संशोधन नक्कीच उपयुक्त ठरेल, यात शंका नाही. त यातून तापमान सहिष्णू पिकांची वाणं तयार करण्यास चालना मिळेल.

अनेकदा आपल्याला भेडसावणाऱ्या समस्यांवरचा उपाय हा निसर्गातूनच आपल्याला मिळतो, हे अनेकदा दिसून आलं आहे. 'मायकोरायझा' म्हणजे वनस्पतींच्या मुळांच्या साथीने जमिनीखाली वाढणारी कवकं वनस्पतींच्या मुळांभोवती आपल्या तंतुंचं दाट जाळं तयार करतात. हरितलवके नसल्याने कवकं स्वतःचे अन्न स्वतः तयार करू शकत नाहीत. त्यामुळे वनस्पतींनी तयार केलेलं अन्न त्यांच्या मुळांमधून शोषून घेऊन त्यावर ही कवकं वाढतात. याच्या बदल्यात जमिनीतील नायट्रोजन आणि फॉस्फोरसयुक्त संयुगे शोषून वनस्पतींना नायट्रोजन व फॉस्फोरसचा पुरवठा या कवकांमार्फत केला जातो. यामुळे अर्थातच वनस्पतींची वाढ चांगली होते. अनेक शेतकरीसुद्धा पिकांच्या वाढीसाठी आपल्या शेतात मायकोरायझा प्रकारातील कवकांचा वापर करतात.

मायकोरायझा कवकांचा आणखी एक आश्चर्यकारक गुणधर्म संशोधकांना आता समजला आहे. दक्षिण

आफ्रिकेतील केप टाऊन विद्यापीठातील शास्त्रज्ञांनी यासंदर्भात अभ्यास केला आहे. ही कवकं वनस्पतींच्या मुळांमधून कार्बनी संयुगं मोठ्या प्रमाणावर शोषून आपल्या उतींमध्ये आणि आजूबाजूच्या जमिनीत साठवून ठेवतात. संशोधकांच्या मते, वनस्पतींनी प्रकाशसंश्लेषण प्रक्रियेत हवेमधून शोषून घेतलेल्या कार्बन डायऑक्साईड वायूपैकी ३ ते १३ टक्के वायू मायकोरायझा कवकं आपल्या उतींमध्ये साठवून ठेवतात. याचाच अर्थ, जागतिक तापमानवाढीला कारणीभूत ठरणाऱ्या कार्बन डायऑक्साईड वायूचे वातावरणातील प्रमाण कमी करण्यात ही कवके महत्त्वाची भूमिका बजावतात. सुमारे १३.१ गिगाटन म्हणजे जीवाश्म इंधनाच्या वापरातून दरवर्षी उत्सर्जित होणाऱ्या कार्बन डायऑक्साईड वायूपैकी सुमारे ३६ टक्के कार्बन डायऑक्साईड जगभरातील मायकोरायझा कवकं दरवर्षी शोषून घेतात, असा संशोधकांचा अंदाज आहे. जर अशा कवकांची आणि त्यांच्या वाढीसाठी आवश्यक असणाऱ्या वनस्पतींची मोठ्या प्रमाणावर लागवड जर केली गेली तर वातावरणात उत्सर्जित होणारा अतिरिक्त कार्बन डायऑक्साईड वायू रिचवण्याचं काम या कवकांच्या माध्यमातून केलं जाऊ शकतं.

आपलं जीवन हे हवामानावर अवलंबून आहे. याचाच अर्थ, बदलणारं हवामान जसं आपल्या जीवनावर जसा थेट परिणाम करू शकतं त्याप्रमाणे आपण जर आपली जीवनशैली बदलली तर आपण या हवामान बदलाला यशस्वीपणे सामोरं जाऊ शकतो. जागतिक तापमान वाढ आणि त्यामुळे होणाऱ्या हवामान बदलाच्या संकटावर मात करण्यासाठी देशोदेशींचे शास्त्रज्ञ अथकपणे अनेक स्तरांवर संशोधन करत आहेतच; पण त्यांच्या या प्रयत्नांना आपण साथ देणं गरजेचं आहे. दैनंदिन जीवनात पाण्याचा, विजेचा अपव्यय टाळणं, जीवाश्म इंधनांचा कमीतकमी वापर करणं, वाहतुकीसाठी सार्वजनिक वाहनांचा अधिकाधिक वापर करणं, जैव-विघटनशील वस्तूंच्या वापरावर भर देणं, टाकाऊ पदार्थांची योग्य प्रकारे विल्हेवाट लावणं, रासायनिक पदार्थांचा अतिवापर टाळणं यांसारख्या अगदी साध्यासोप्या गोष्टींची अंमलबजावणी आपण जर काटेकोरपणे केली तर हे शक्य होईल. फक्त गरज आहे ती आपल्या इच्छाशक्तीची!

– हेमंत लागवणकर

(विज्ञान प्रसारक आणि शैक्षणिक सल्लागार)

www.hemantlagvankar.com



मेधा लिमये

गणितशिक्षणाचा निसर्गाधार

पावसाळा नुकताच संपला होता. त्या वर्षी पाऊसही चांगला बरसला होता. नद्यातळी पाण्याने भरली होती. पिके कापणीला आली होती. सृष्टी पानाफुलांनी बहरली होती. मंदिराजवळच्या तळ्यात सुंदर कमळे फुलली होती. अशा रम्य काळात काही मुले मंदिराजवळच असलेल्या मठात गणिताचे धडे घेत होती. साध्या धूळपाटीवर म्हणजे लहानशा फळीवर बारीक धूळ किंवा रांगोळीसारखी पावडर पसरून तिच्यावर बोटाने आकडेमोड चालली होती.

आज त्यांना गुरुजी अपूर्णाकांचे गणित शिकवत होते. अपूर्णाकांची संकल्पना समजावून गुरुजी उदाहरणे देऊ लागले. मुलांना हे फार आवडे. कारण एखादे सूत्र नीट समजे ते प्रत्यक्ष गणिती प्रश्न कसा सोडवायचा याचे उदाहरण समोर आल्यावरच! त्यात त्यांचे गुरुजी कविमनाचे! निसर्गावर त्यांचे फार प्रेम! त्यामुळे गणित शिकवतानाही त्यांना निसर्गातील फुले, पक्षी, प्राणी यांची उदाहरणे द्यावीशी वाटत. साहजिकच मुलांना उत्सुकता होती, गुरुजी आता कोणते गणित घालतात याची!

गुरुजींनी कमळांचेच गणित घातले, ते असे- निर्मळ कमळांच्या एका राशीतील $1/3$ कमळांनी शंकराची, $1/5$ कमळांनी विष्णूची, $1/6$ कमळांनी सूर्याची आणि $1/8$ कमळांनी देवीची पूजा केली. शिल्लक राहिलेली 6 कमळे गुरुचरणी अर्पण केली, तर त्या राशीतील सर्व कमळांची संख्या चटकन सांगा पाहू!

मुले बरीचशी आकडेमोड तोंडीच करत होती. केवळ जरूरीपुरती पाटी वापरून हुशार मुलांनी चटकन उत्तर काढले. बाकीच्यांनीही थोडा जास्त वेळ लावून, पाटीचा उपयोग जास्त करून गणित सोडवले. अगदीच जमले नाही त्यांना गुरुजींनी समजावले. सर्वांचे उत्तर 120 कमळे असे आले.

शिकवलेल्या सूत्राची पुन्हा उजळणी झाली. आणखी एक उदाहरण झाले. विशेष म्हणजे, गणित सोडवायचे सूत्र आणि नमुन्याचे गणिती प्रश्न संस्कृत पद्यात रचलेले होते. मग हे सर्व श्लोक छानशा चालीवर कसे म्हणायचे हे गुरुजींनी दाखवले. मुलांनी त्यांच्यापाठोपाठ तीन-चार वेळा सगळे श्लोक म्हटले आणि वर्ग संपला.

कोठे भरला होता हा वर्ग? आणि कधीच्या काळात? टॅब नाही, वही-पेनही नाही, समोर डिजिटल फळा तर सोडाच पण साधा भिंतीवरचा काळा फळाही नाही. तर हा वर्ग आहे बाराव्या शतकातील भास्कराचार्य यांच्या शाळेतला! एवढ्या जुन्या काळातल्या या वर्गाचे हे कल्पनाचित्र आपण कसे रेखाटू शकतो? याचे उत्तर आहे, 'लीलावती' या भास्कराचार्यांच्या नावाइतक्याच प्रसिद्ध पुस्तकात!

त्या काळाच्या प्रथेप्रमाणे संस्कृत भाषेत आणि पद्यात लिहिलेले हे पुस्तक! सर्वसाधारण समजूत अशी असते की गणिताचे पाठ्यपुस्तक म्हणजे केवळ आकडेमोडीच्या जंजाळाने व्यापलेले, नीरस, क्लिष्ट असणार! पण निसर्गाच्या कुशीत वसलेल्या एखाद्या मंदिराजवळच्या मठात जे गणिताचे पुस्तक अभ्यासले जात होते ते रम्य निसर्गचित्रे रेखाटणारे असू शकते, याचा प्रत्यय आणून देणारे पुस्तक म्हणजे लीलावती!

प्राचीन व मध्ययुगीन काळात भारतात दैनंदिन व्यवहारांसाठी महत्त्वाचा विषय म्हणून गणितालाही शिक्षणात अग्रस्थान होते. बरेचसे शिक्षण गुरुशिष्य पद्धतीने मौखिक मार्गदर्शनाने व घोकंपट्टीने होत असले तरी गणित विषयाला पाठ्यपुस्तक आवश्यक असल्याने संस्कृत भाषेत गणिताची व खगोलशास्त्राची पुस्तके लिहिली गेली. यातील नाव घेण्याजोगी पुस्तके म्हणजे आर्यभटीय, ब्राह्मस्फुटसिद्धान्त, पाटीगणित, गणितसारसंग्रह, गणिततिलक,

लीलावती, बीजगणित, गणितकौमुदी इत्यादी. ही सगळीच पुस्तके लीलावतीप्रमाणे निसर्गातील विविध घटकांच्या पार्श्वभूमीवरील वेधक निसर्गवर्णनांनी नटलेली आहेत. त्या काळच्या आर्थिक, सामाजिक व्यवहारांचे प्रतिबिंबही उदाहरणांमध्ये उमटलेले आहे.

भारतीय गणिती परंपरा सिन्धुसंस्कृतीपासूनची आहे. तिथे उत्खननात सापडलेली वजनमापे, मोजपट्टी, बांधकामे, रस्ते हे गणिताच्या प्राथमिक ज्ञानाचे पुरावे आहेत. इसवी सनपूर्व काळात खगोलशास्त्राची आणि पंचांगांची प्रगती झाली. शुल्बसूत्रांमध्ये भूमितीचे प्रगत ज्ञान दिसते. शून्यासहित दशमान संख्यापद्धती भारतात उदयाला आली. पुढे पाचव्या ते सतराव्या शतकापर्यंत भारतात लिहिली गेलेली ही पाठ्यपुस्तके तत्कालीन जनतेच्या पर्यावरणाशी असलेल्या नात्यावर प्रकाश टाकतात.

त्या काळात हाताने लेखन करून पुस्तके तयार केली जात असत. लेखनसाहित्याची कमतरता असे व चांगल्या लेखनिकांचीही. पुस्तकांच्या प्रती काढणे मोठेच कष्टाचे काम होते. त्यामुळे तेव्हाची हस्तलिखित पुस्तके अगदी संक्षिप्त स्वरूपात असत. आवश्यक सूत्रे आणि सरावासाठी काही उदाहरणे पद्यश्लोकांमध्ये दिली जात. प्रत्येक विद्यार्थ्याकडे स्वतःचे पाठ्यपुस्तक ही चैन तेव्हा परवडणारी नव्हती. त्यामुळे विद्यार्थी पद्यातले श्लोक पाठ करून ध्यानात ठेवत. पाठ करण्यास सोपे व रंजक व्हावे म्हणून ही पद्ये निरनिराळ्या चालींवर म्हणता येणाऱ्या वृत्तांमध्ये रचलेली असत.

‘आर्यभटीय’ हे पुस्तक तर गणिताच्या विभागात केवळ ३३ श्लोकांमध्ये आवश्यक सूत्रे देते. सूत्रांच्या सिद्धता समजावणे, सरावासाठी नमुन्याची उदाहरणे देणे व सोडवणे हे सगळे वर्गात तोंडी होत असावे. मात्र रिती समजावणारी व उदाहरणे देणारी आधुनिक काळातील गाइड म्हणावीत अशी पुस्तके पुढील काळात आणखी अनेक गणितज्ञांनी लिहिली. भास्कर नावाचे दोन गणिती होऊन गेले. ‘लीलावती’

लिहिणारे भास्कर दुसरे. पहिले भास्कर सातव्या शतकातील. त्यांनी आर्यभटांच्या केवळ सूत्रे देणाऱ्या पुस्तकातील प्रत्येक सूत्राचे स्पष्टीकरण करून सूत्रांवर आधारित उदाहरणे दिली.

निरनिराळ्या फुलांच्या लहानमोठ्या झाडांचे आणि वेळींचे उल्लेख बहुतेक सर्व संस्कृत गणितग्रंथांमध्ये आहेत. कमळ, केवडा, चाफा इत्यादी फुलांचे उल्लेख देवपूजेसाठी, मंदिरात वाहण्यासाठीही या पुस्तकांमध्ये येतात, जसे लेखाच्या प्रारंभीच्या उदाहरणात आले आहेत. महावीराचार्य त्यांच्या गणितसारसंग्रह ग्रंथात संयोग (combinations) ह्या गणिती संकल्पनेवरील उदाहरण असे देतात-

केतक्यशोकचम्पकनीलोत्पलकुसुमरचितं मालायाः।

कति भेदा युतिभेदात्कथय सखे गणिततत्त्वज्ञ॥

केतकी, अशोक, चाफा आणि नीलकमल अशी चार प्रकारची फुले माळा करण्यासाठी असतील तर त्यांचे निरनिराळे संयोग करून किती विविध प्रकारच्या माळा होतील?

येथे प्रत्येक माळेत एकाच प्रकारची फुले घेतल्यास ४ प्रकार होतील. प्रत्येक माळेत दोन प्रकारची फुले घेतल्यास ६ प्रकार होतील. तसेच प्रत्येक माळेत ३ प्रकारची फुले घेतल्यास ४ प्रकार होतील आणि प्रत्येक माळेत चारही प्रकारची फुले घेतल्यास १ प्रकार होईल. म्हणजेच माळांचे एकूण १५ प्रकार होतील.

फुले आणि कीटक यांचे परस्परसाहचर्य विविध प्रजातींचे रक्षण करते. मोहक रंगगंधाच्या फुलांकडे भुंगे व इतर कीटक मधासाठी आकर्षित होतात व परागवहनाला मदत करतात. ‘लीलावती’त फुलझाडे आणि भुंगे यांबद्दलची दोन उदाहरणे अशी आहेत-

भुंग्यांच्या एका मोठ्या थव्यातील १/६ भुंगे पाटली वृक्षांवर, १/३ कदंब वृक्षावर, १/४ आंब्याच्या झाडांवर, १/५ फुललेल्या चाफ्याच्या झाडावर आणि १/३० भाग भुंगे सूर्यकिरणांनी उमललेल्या कमळांच्या ताटव्यात रमले होते.



आयुका, पुणे येथील आर्यभटांचा पुतळा



गौताळा अभयारण्य, चाळीसगाव येथील भास्कराचार्यांचा पुतळा

एक भुंगा मात्र आकाशात भिरभिरत होता. तर त्या थव्यात एकूण किती भुंगे होते? याचे उत्तर येते, ६० भुंगे.

भुंग्यांच्या एका थव्यातील अर्ध्यांच्या वर्गमुळाइतके तसेच त्या थव्याच्या ८/९ पट इतके भुंगे मालती वृक्षावर गेले. एक भुंगा रात्री सुगंधाने मोहित होऊन कमळात अडकला. ओरडत असलेल्या त्या भुंग्याला त्याची साथीदारीण प्रतिसाद देत होती. तर त्या थव्यातील भुंग्यांची संख्या किती? उत्तर येते, ७२ भुंगे.

काटकोन त्रिकोणाच्या गुणधर्मांचा उपयोग करून सोडवण्याची अनेक उदाहरणे निसर्गातील घटनांवर आधारलेली आहेत. बांबूचे झाड बरेच उंच असते आणि त्याची मुळे तेवढी सशक्त नसतात. त्यामुळे सोसाट्याचा वारा आला की अनेकदा बांबू मध्येच मोडून पडतो. ही घटना निसर्गात नित्याची आहे. म्हणून गणितात यावरची उदाहरणेही येतात. पहिल्या भास्करांनी दिलेले एक उदाहरण असे आहे-

षोडशहस्तो वंशः पवनेन निपातितः स्वमूलात्तत्।

अष्टौ गत्वा पतितः कस्मिन् भग्नो मरुत्वतो वाच्यः॥

अर्थ असा, की १६ हात उंचीचा एक बांबू वाऱ्याने मोडून मुळापासून ८ हात अंतरावर जमिनीला टेकला. तर तो बुंध्यापासून किती उंचीवर मोडला? येथे उत्तर येते, ६ हात.

विविध वस्तूंचा व्यापार हा व्यावहारिक गणिताचा एक महत्त्वाचा विषय असतो. त्या काळात भारतात मसाल्याच्या पदार्थांचा व्यापार मोठा होता. चंदन, कापूर, अगरू, हळद, कुंकू इत्यादी नैसर्गिक पूजासाहित्यालाही व्यापारात महत्त्व होते. त्यामुळे या वस्तूंचा उल्लेख तेव्हाच्या गणिताच्या पुस्तकांमध्ये आढळतो. चलनी नाणी असली तरी त्यांचे

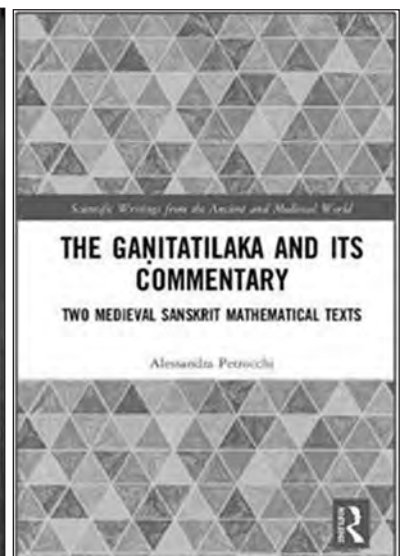
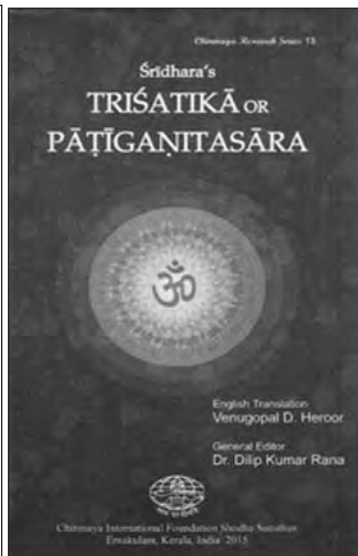
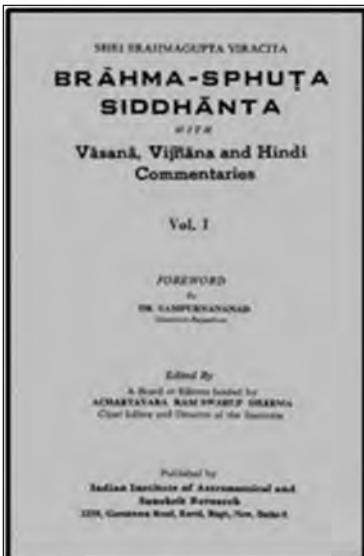
प्रमाण मर्यादित होते. त्यामुळे वस्तुविनिमयाची (बार्टर) पद्धतही होती. विशेषतः नाशवंत वस्तूंची खरेदी-विक्री या रितीने होत असे.

बाजारात १६ पणांस (पैशांस) ३०० आंबे मिळतात तसेच १ पणास चांगली तीस डाळिंबे मिळतात. तर दहा आंब्यांच्या बदल्यात किती डाळिंबे मिळू शकतील? असे एक गणित 'लीलावती'त आहे. याचे उत्तर येते, १६ डाळिंबे.

दुसरे असेच उदाहरण श्रीधराचार्यांच्या 'पाटीगणिता'त आहे. २ पणांस १६ आंबे मिळतात आणि ३ पणांस १०० कवठफळे मिळतात. तर ६ आंब्यांच्या बदल्यात किती कवठफळे मिळतील? याचे उत्तर येते, २५ कवठफळे. दोन्ही उदाहरणांवरून कळते की आंबे तेव्हाही इतर फळांपेक्षा महाग होते.

फणस हे फळ आकाराने मोठे व वजनदार असते. म्हणून त्याची ने-आण करण्याच्या मजुरीसाठी एक वेगळी पद्धत दिसते. मजुरी चलनात न देता त्याबद्दल विशिष्ट संख्या ठरवून फणसच दिले जात. पाटीगणितातील एका उदाहरणात २४ फणस ५ कोस वाहून नेण्याची मजुरी ९ फणस दिली आहे.

सारस, चक्रवाक, क्रौंच, कोकिल, पोपट, मोर इत्यादी पक्ष्यांची वर्णने असलेली गणितेही पुष्कळ आढळतात. याचे कारण म्हणजे अशा पक्ष्यांचेही दर्शन तेव्हा फारसे दुर्लभ नसावे. हंस, सारस, चक्रवाक, क्रौंच ह्या स्थलांतर करणाऱ्या पाणपक्ष्यांचे उल्लेख उदाहरणांमध्ये येतात. सारस शब्दाचा अर्थच सरोवरातील पक्षी असा होतो. सारस पक्षी उंच, करड्या रंगाचे, लाल डोके असलेले असतात. महावीराचार्यांनी 'गणितसारसंग्रहा'त सारस पक्ष्यांबद्दलचे एक



अपूर्णाकांवरील गणित विचारले आहे.

नारायण पंडितांच्या 'गणितकौमुदी' ह्या पंधराव्या शतकातील पुस्तकात पक्ष्यांच्या थव्याबद्दल पुढील प्रश्न येतात.

नवीन पाने व फुलोरा आलेल्या साळीच्या शेतात कोकिळांचा थवा होता. त्यातील कोकिळसंख्येच्या $\frac{1}{3}$ एवढे नवीन पक्षी आंब्याच्या झाडावरून येऊन त्या थव्यात मिसळले. मूळच्या संख्येच्या $\frac{1}{4}$ पक्षी किक्किलवृक्षावरून येऊन आणि या दोहोंच्या फरकाच्या तिप्पट पक्षी फुललेल्या अशोकाच्या झाडावरून तेथे आले. तेव्हा ते सर्व मिळून १०० झाले. तर पूर्वी त्या थव्यात किती कोकिळ होते? उत्तर येते, ४८.

दुसरे एक गणित असे आहे- क्रॉच पक्ष्यांची एक रांग आकाशमार्गाने संचार करत होती. तिच्यात मूळच्या पक्ष्यांच्या $\frac{1}{3}$ भाग पक्षी येऊन मिळाले. पुन्हा या बेरजेच्या $\frac{1}{2}$ भाग पक्षी तसेच आणखी सहा पक्षी येऊन मिळाले तेव्हा एकूण ३० पक्षी दिसू लागले. तर आधी त्या थव्यात किती पक्षी होते? उत्तर येते, १२.

ऋतुबदलांप्रमाणे काही पक्षी स्थलांतर करतात हे तेव्हाही माहीत होते. 'लीलावती'त हंसांबद्दलचे एक उदाहरण असे आहे, हंसांच्या एका थव्यातील पक्ष्यांच्या संख्येच्या वर्गमुळाच्या दहा पट इतके हंस पावसाळ्याच्या आरंभी मानससरोवराकडे गेले. तसेच थव्याचा आठवा हिस्सा इतके हंस सरोवराच्या काठावरून उडून जास्वंदीच्या बागेत गेले आणि हंसांच्या तीन जोड्या लहान कमळे असलेल्या पाण्यात मजेत हिंडताना दिसल्या. तर थव्यात एकूण किती हंस होते? येथे उत्तर येते, १४४ हंस.

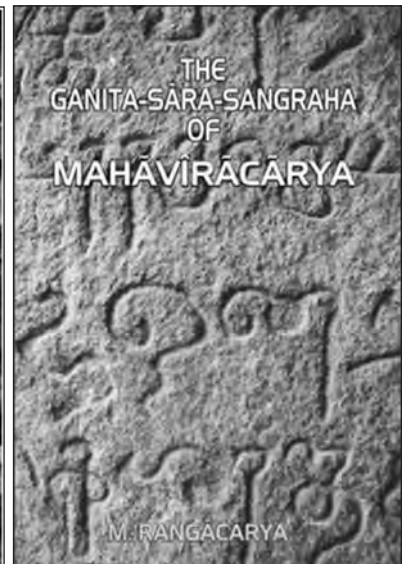
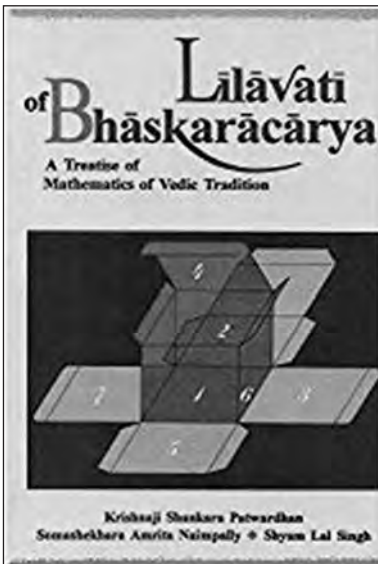
कमळाची वेल पाण्यात असते. थोडासा वारा आला

तरी देठ नाजूक असल्याने वर उमललेले कमळ वाहत जाते. या निरीक्षणावर आधारित 'लीलावती'तील एक उदाहरण आहे- चक्रवाक व क्रॉच पक्ष्यांनी भरलेल्या एका सरोवरात पाण्याच्या वर एक वितस्ति उंच असलेले कमळ मंद मंद अशा वायूमुळे सरकून दोन हस्त अंतरावर जाऊन पाण्यात बुडाले. तर पाण्याची खोली किती होती?

येथे उत्तर येते, पावणेचार हस्त. हस्त (हात), वितस्ति (वीत) ही तेव्हाची लांबीची परिमाणे होती. हाताच्या कोपरापासून मधल्या बोटाच्या टोकापर्यंतची लांबी १ हस्त मानली जात असे. १ वितस्ति म्हणजे अर्धा हस्त. १ हस्त लांबी अंदाजे १८ ते २० इंच भरते. माणसाची उंची साडेतीन हात मानण्याचा प्रघात होता.

निसर्गात जीवो जीवस्य जीवनम् हे तत्त्व नेहमी दिसते. त्यामुळे भक्ष्य आणि भक्षक यांच्या काही जोड्या प्रसिद्ध आहेत. यावरची गणितेही मनोरंजक आहेत. उदाहरणार्थ, बगळा तळ्यातील मासा जिथे पकडतो त्या स्थानाचे अंतर काढणे किंवा खांब्याच्या मुळाशी सापाचे बीळ असताना खांब्यावरून झेप घेऊन मोर बिळाकडे जात असलेल्या सापास वाटेतच पकडतो तर सापाचे बिळापासून अंतर काढणे असे प्रश्न ह्या पुस्तकांमध्ये येतात.

पाळीव आणि वन्य पशूंचे उल्लेख असलेले गणिती प्रश्नही खूप दिसतात. हत्तींचे कळप, त्यांचे अधिवास, मुक्त भ्रमण, खेळ हे अनेक उदाहरणांचे विषय आहेत. तळ्याकाठी, भरपूर झाडे असलेल्या प्रदेशात, डोंगराच्या उतारांवर फिरणारे हत्ती, पाण्यात मनसोक्त क्रीडा करणारे हत्ती, सिंहापासून भय वाटल्याने गुहेत लपून बसलेले हत्ती, अरण्यात कित्येक मैलांचा प्रवास करणारे हत्ती अशी वर्णने असलेली गणिते



आहेत. श्रीपती ह्या गणितज्ञाच्या 'गणिततिलक' ह्या पुस्तकात हरणांच्या कळपाचेही गणित आहे.

भारताच्या सर्व भागांत माकडांच्या टोळ्या आढळतात. झाडांवरून उड्या मारणे, फांद्यांवर झोके घेणे अशा मर्कटलीला गणितग्रंथांमध्ये वर्णन केलेल्या आहेत. ताडाची सरळसोट उंच वाढणारी झाडे भारतात विपुल आहेत. गोड ताडफळे माकडांना आवडतात. 'लीलावती'त काटकोन त्रिकोणावरील एका उदाहरणात दोन माकडे आपल्याला भेटतात. ताडाच्या झाडावर बसलेल्या त्या दोघांपैकी एक माकड झाडापासून काही हात अंतरावर असलेल्या जलाशयाकडे जाण्यासाठी झाडावरून सरळ खाली उतरून चालत जाते तर दुसरे माकड उभी उडी घेऊन तिरप्या कणरिषेने जलाशयावर झेपावते. दोघांनी सारखेच अंतर कापलेले असेल तर दुसऱ्या माकडाच्या उडीची उंची विचारली आहे.

भास्कराचार्यांच्या बीजगणितातही वानरांचे गणित आहे. वानरांच्या एका कळपातील वानरांच्या संख्येच्या पाचव्या हिश्यातून तीन वजा करून आलेल्या संख्येच्या वर्गाइतके वानर गुहेमध्ये गेले आणि एक वानर झाडाच्या फांदीवर चढून गेलेला दिसला, तर त्या कळपात एकूण किती वानर होते? येथे उत्तर येते, ५०.

श्रीपतीच्या 'गणिततिलका'तही वानर आहेतच. तिथे आलेले गणित असे :

कपिकुलनवमांशाः पञ्च मूलेन युक्ताः

पनसविटपिशाखान्दोलनासक्तचित्ताः।

फलमभिलषमाणा वानरा द्वन्द्वयुद्धा

दश च गणक दृष्टा यूथमानं वदाशु।।

वानरांच्या एका कळपातील ५/९ भाग इतके वानर त्या कळपातील वानरसंख्येच्या वर्गमुळाइतक्या वानरांसह फणसाच्या झाडाच्या फांद्यांवर झोके घेण्यात रमलेले दिसले. दहा वानर फळे खाण्याच्या इच्छेने एकमेकांशी मारामारी करताना दिसले. तर हे गणका, त्या कळपातील वानरांची संख्या लवकर सांग. उत्तर येते, ३६ वानर.

'गणितसारसंग्रहा'त उंटांच्या कळपाचेही गणित येते. उंटांच्या एका कळपातील एकचतुर्थांश उंट अरण्यात दिसले. एकूण संख्येच्या वर्गमुळाच्या दुप्पट उंट डोंगराच्या शिखरावर बसले होते. पंधरा उंट नदीतीरावर होते तर त्या कळपातील उंटांची संख्या किती? येथेही ती संख्या ३६ येते.

गार्यांच्या कळपाचे असेच एक उदाहरण श्रीधराचार्यांनी विचारले आहे.

गोयूथतोऽर्धपादौ पूर्वापरगौ तयोर्विशेषो यः।

स द्विगुणः पञ्चहतः सौम्यामगमत् त्रयः शेषाः।।

गार्यांच्या एका कळपातील अर्ध्या गायी पूर्वेकडे तर एकचतुर्थांश गायी पश्चिमेकडे गेल्या. या दोहोंच्या फरकाच्या दोनपंचमांश गायी उत्तरेकडे गेल्या आणि तीन गायी तिथेच उरल्या. तर त्या कळपात एकूण किती गायी होत्या? येथे गार्यांची संख्या २० येते.

भारताला निसर्गाने मुक्तहस्ताने जैवविविधतेचे वरदान दिले आहे. प्राचीन भारतीयांचे जीवन तर आजच्यापेक्षा निसर्गाच्या फारच निकटचे होते. निसर्गातील घटकांचा उपभोग घेण्याबरोबरच त्यांचे रक्षण, संवर्धन करण्याची संस्कृतीही होती. कौटिलीय अर्थशास्त्रात अभयवनांचा पुरस्कार करून म्हटले आहे, की पक्षिमृगाणां जीवत्षड्भागम् अभयवनेषु प्रमुञ्चेत्। जीवित प्राण्यांपैकी एकषष्टांश पशुपक्ष्यांना अभयवनांमध्ये सोडावे. साहित्यात निसर्गाला दिले जाणारे महत्त्व बरेचसे लोकजीवनावर अवलंबून असते. त्यामुळे संस्कृत साहित्यात सृष्टीच्या सौंदर्याचे, भव्यतेचे, वैविध्याचे चित्रण जागोजागी आढळते. वेदवाङ्मय, रामायण, महाभारत व अन्य महाकाव्ये, कालिदासादि कवींची नाटके यांच्यात निसर्गाला, पर्यावरणाला महत्त्वाचे स्थान दिलेले दिसते.

उल्लेखनीय हे, की गणिताची पुस्तकेही याला अपवाद नाहीत. ह्या गणितग्रंथांमध्ये वृक्षवेली, फुलेफळे, प्राणी, पक्षी, कीटक यांचे परस्परपूरक जीवनचक्र, ऋतुमानाप्रमाणे बदलणारे व्यवहार, सजीवांचे नैसर्गिक अधिवास इत्यादींचे संदर्भ उदाहरणांमध्ये विपुल सापडतात. वनस्पती आणि प्राणी (Flora and Fauna) अशा दोन्हीना त्यांत स्थान आहे. अशी काव्यमय निसर्गवर्णने गणित शिकताना आनंद तर देतच असतील, अप्रत्यक्षपणे निसर्गाबद्दल आत्मीयताही निर्माण करित असतील.

— मेधा लिमये

medhalimaye@gmail.com

विज्ञानधाराचा

पुढील अंक

डिसेंबरमध्ये



मानसिंग टाकळे

लेसरकिरणांची अद्भुत दुनिया

सर्वसाधारणपणे कोणताही उत्तेजित अणु मूळ स्थितीला येताना शोषण केलेली ऊर्जा स्वयंस्फूर्त उत्सर्जित करून शांत होतो. परंतु याव्यतिरिक्त आणखी एका वेगळ्या ऊर्जा उत्सर्जित करण्याच्या प्रक्रियेचा शोध महान प्रज्ञाचक्षू आइनस्टाइन यांनी १९१७ सालीच लावला होता. यामध्ये, उत्तेजित अवस्थेतील अणूवर विकिरणांचा (Radiation) मारा केला तर, ऊर्जा उत्सर्जित करण्याच्या प्रक्रियेमध्ये प्रकाशाचे प्रवर्धन होऊ शकते असे पुढे रिचर्ड टॉलमन यांनी १९२४ साली सुचवले होते. आइनस्टाइन आणि रिचर्ड टॉलमन या दोघांच्या सिद्धांताचा सुयोग्य वापर करून, सन १९५४ साली चार्ल्स टोवेन्स यांनी मेसरचा शोध लावला. यानंतर सन १९५८ साली शॉलोव्ह आणि चार्ल्स टोवेन्स वरील शोधाचा दृक्कर्णपंक्तीमध्ये विस्तार करून लेसरचा शोध लावला. या शोधासाठी चार्ल्स टोवेन्स, बेसॉव्ह आणि प्रॉचोरोव या तिघांना सन १९६४ चा भौतिकशास्त्रातील नोबेल पुरस्कार देऊन गौरव करण्यात आला.

ही पार्श्वभूमी एका मोठ्या विस्मयकारी कालखंडाची पहाट झाली होती असे समजण्यास हरकत नाही, कारण सन १९६० साली थिओडोर माईमन यांनी प्रत्यक्ष रुबी स्फटिकाचा योग्य वापर करून पहिलेवहिले लेसर तयार करणाऱ्या उपकरणाची निर्मिती केली आणि लेसर तंत्रज्ञानाचा पाया रोवला. या उपकरणामधून ०.६४९३ मायक्रोमीटर इतकी तरंगलांबी असणाऱ्या, दाट (dense) लाल रंगाच्या लेसरची निर्मिती करण्यात आली. तदनंतर मानवी जीवनातील अनेक कार्यक्षेत्रांना या चमकदार प्रकाशाचा स्पर्श होऊ लागला. आजमितीस लेसरनिर्मितीचे विविध मार्ग उपलब्ध आहेत. उदाहरणार्थ, वायू, फायबर, अर्धवाहक, आयन, रासायनिक डाईज, आणि काही द्रवपदार्थ इत्यादी. पदार्थांचा वापर करून

लेसरनिर्मिती शक्य झाली आहे. लेसर हा बीम आणि पल्स दोन्ही प्रकारांत उपलब्ध असून, सर्वसाधारणपणे $१०^{१५}$ वॉट / चौसर सेंमी इतक्या तीव्रतेचे बीम आणि $१०^{-१८}$ सेकंद इतका अतिसूक्ष्म जीवितकाल असणाऱ्या पल्सेस आजकाल विविध व्यावहारिक उपयोगाकरता उपलब्ध आहेत. या वर्षीचे भौतिकशास्त्रातील नोबेल पारितोषिक हे या $१०^{-१८}$ सेकंद पल्सेस आणि त्याचा वैज्ञानिक उपयोगासाठी दिले आहे.

लेसर हे एक असे वैज्ञानिक क्षेत्र आहे जिथे १९६४ ते २०१८ या अर्धशतकामध्ये एकूण ५ वेळा १४ विविध भौतिकशास्त्रज्ञांना लेसरसंबंधित मूलभूत आणि भरीव कार्याबद्दल नोबेल पुरस्काराने गौरवण्यात आले आहे. शिवाय लिगो या प्रकल्पांतर्गत गुरुत्वीय लहरींच्या शोधासाठी सुद्धा लेसरचा अतिसंवेदनशील विद्युत-चुंबकीय लहरी म्हणून वापर केला गेला आहे हे सर्वश्रुत आहेच. लेसरचा वैज्ञानिक क्षेत्रामध्ये प्रत्यक्ष किंवा अप्रत्यक्ष अतिसूक्ष्म काल आणि रेणूची संरचना, पदार्थांच्या पृष्ठभागाचा सूक्ष्म-स्तरावरील अभ्यासासाठी, त्याचबरोबर सूक्ष्म जगातील एक उत्कृष्ट संवेदनशील साधन म्हणून दिवसेंदिवस वापर वाढतच चालला आहे. या सर्व संक्षिप्त आढाव्यावरून लेसर आणि त्या अनुषंगाने येणारे तंत्रज्ञान याचे महत्त्व मानवास खचितच कळले आहे हे सिद्ध होते. या लेखाचा हेतू आणि विस्तार हा प्रामुख्याने लेसर तंत्रज्ञानाचे मानवी जीवनातील स्थान आणि उपयोजिता यापुरता सीमित केला असल्याने मूलभूत विज्ञानाच्या बाजूने लेखनविस्तार आवश्यकतेनुसारच घेतला आहे. यापुढील लेखनप्रवाहात आपल्याला मानवी जीवनामध्ये लेसरने केलेली अभूतपूर्व क्रांती आणि त्याचबरोबर लेसरव्याप्त विविध जीवनक्षेत्रे यांचा विस्तृत उहापोह केला आहे.

सर्वसाधारणपणे पुढील विविध कार्यक्षेत्रे लेसर प्रकाशाने

चमकलेली दिसतील-

वैद्यकीय आणि आरोग्य सेवा; दळण-वळण; उद्योग आणि उत्पादन; करमणुक; संरक्षण आणि सुरक्षा; पर्यावरण आणि दूरसंवेदन; उपभोक्ता इलेक्ट्रॉनिक्स; खगोलशास्त्र आणि अंतराळ संशोधन; विज्ञान आणि संशोधन; व कला आणि सांस्कृतिक वारसा इत्यादी. या साऱ्या क्षेत्रांचा संबंध विद्युत-चुंबकीय पटलावरील विविध लेसर तरंगलांबीशी आणि आवश्यकतेनुसार कमी-जास्त प्रकाश तीव्रतेशी कसा आहे ते पाहू.

वैद्यकीय आणि आरोग्यसेवा : लेसरचा मानवी उतींशी संबंध आला की सर्वसाधारणपणे ज्या तीन प्रमुख प्रक्रिया होतात त्या अशा - मानवी उतींचं तापमान वाढवण्यासाठी आवश्यक ते लेसर हे कमी तीव्रतेचे म्हणजे १० वॉट/चौरस सेंमीपेक्षा कमी तीव्रतेचे वापरले जातात. फोटोकोआगुलेशन (photocoagulation) या प्रक्रियेमध्ये सर्वसाधारणपणे १०-१०० वॉट/स्केसेंमीच्या दरम्यान तीव्रता असणारे लेसर वापरले जातात. या प्रक्रियेमध्ये उतींवर लेसरचा मारा केल्यास त्यातील प्रोटीन आणि एन्झाइम अस्थिर केली जातात किंवा त्यातील विस्कळीतपणा वाढवला जातो. अशा प्रकारामध्ये ट्युमर किंवा नेत्रपटलावरील दुरुस्त्या केल्या जातात. शिवाय रक्तरहित शत्रक्रियाही केल्या जातात; फोटो व्हेपोरायझेशन (photo-vaporization) या प्रक्रियेमध्ये सर्वसाधारणपणे १०० वॉट/स्केसेंमी च्याहून अधिक तीव्रतेचे लेसर वापरले जातात. या प्रक्रियेमध्ये सर्वसाधारणपणे लेसरच्या वापरामुळे ज्यावेळी मानवी उतींतील तापमान १०० डिग्री सेल्सिअसपेक्षा जास्त होते त्या वेळी मानवी उतींतील ७० टक्के पाण्याचा अंश बाष्पीभूत होऊन रक्तरहित छेद घेतला जातो. शिवाय डोळ्यांच्या शत्रक्रियेमध्ये उतींचा पातळ थर नाहीसा करण्यासाठी, मानवी त्वचेचे पुनर्जीवन करण्यासाठी या प्रक्रियेचा मोठ्या प्रमाणावर वापर केला



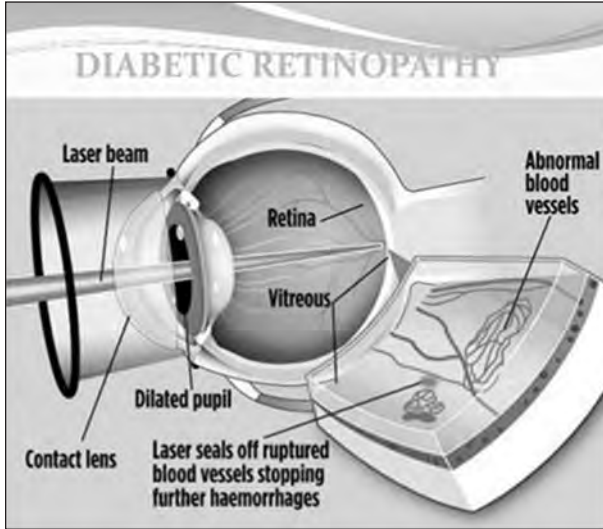
जातो. शेवटी फोटोकेमिकल-अब्लेशन (photochemical ablation) किंवा याला (laser-blasting) लेसर-विस्फोटक्रिया असेही संबोधले जाते. या मध्ये सर्वसाधारणपणे कमी-जास्त दोन्ही तीव्रतेचे लेसर बीम आणि पल्ससुद्धा वापरल्या जातात. त्वचेच्या उपचारासाठी खूप खोल उपचारासाठी (Nd : YG) लेसर (तरंगलांबी १०६४ नॅनोमीटर) किंवा अत्यंत वरच्या स्तरावरील उपचारासाठी ५३२ नॅनोमीटर इतकी तरंगलांबी असणारा लेसर वापरला जातो.

LSIK या नेत्रशत्रक्रियेमध्ये १९३ नॅनोमीटर इतक्या तरंगलांबीचा (KrF Excimer) लेसर वापरला जातो. या शिवाय CO₂ हा १०.६ मायक्रोमीटर तरंग लांबीचा लेसर आणि Er : YG हा २९४० नॅनोमीटर तरंगलांबीचा लेसर शस्त्रक्रिया आणि काही विशिष्ट सूक्ष्म भाग (Tumor) शरीरापासून दूर करण्याकरता वापरले जातात. दातांच्या उपचारासाठी २९४० नॅनोमीटर तरंगलांबीचा Er : YG हा डायोड लेसर वापरला जातो. सौंदर्य उपचारासाठी : चेहऱ्यावरील सुरकुत्या घालवणे, लहासा यासारख्या जन्म खुणा घालवणे, चेहऱ्यावरील अनावश्यक केस घालवणे, डायबेटीसमुळे झालेले नेत्रविकार दुरुस्त करणे, गोंदणखुणा घालवणे इत्यादी अनेक कारणांसाठी १०६४ नॅनोमीटर तरंगलांबीचा आणि कमी तीव्रता असणारा लेसर वापरात येतात. याला Low Level Laser Therapy (LLLT) म्हणतात. सारांश, यामध्ये लेसर बीमची तीव्रता, आणि पल्सचा जीवितकाल यानुसार उपचाराचे विविध प्रकार उपलब्ध आहेत. लेसरची वैद्यकीय आणि आरोग्यसेवा क्षेत्रातली कामगिरी हा विस्तृतपणे लिहिण्याचा विषय होऊ शकतो.

दळणवळण - आपल्या वेगवान, एकमेकांशी जोडलेल्या जगात, संवाद हा मानवी जीवनाचा आत्मा आहे म्हटल्यास नवल वाटू नये. ईमेल पाठवण्यापासून विविध प्रकारचे फोन कॉल करण्यापर्यंत, आम्ही अंतर कापण्यासाठी तंत्रज्ञानावर अवलंबून असतो आणि आपल्या प्रिय व्यक्ती, सहकारी यांना संपूर्ण जगाशी जोडतो. या दळणवळण क्रांतीच्या केंद्रस्थानी आधुनिक विज्ञानाचा चमत्कार आहे आणि तो म्हणजे - लेसर! लेसरने आपल्या संप्रेषणाच्या (Communication) पद्धतीत कसा बदल केला आहे, त्यामुळे आपल्याला संदेश जलद, अधिक सुरक्षित आणि पूर्वीपेक्षा लांब अंतरावर पाठवण्यास सक्षम केले आहे. लेसर संप्रेषणामध्ये ट्रान्स-मीटरवरून रिसिव्हरला मॉड्युलेटेड लेसर सिग्नल पाठवण्याच्या तत्त्वावर संप्रेषण कार्य करते. माहितीची तीव्रता, ही वारंवारता (frequency) किंवा टप्पा (phase) बदलून लेसर बीमवर सांकेतिक स्वरूपात लिहिली जाते. तुम्ही एखादा संदेश

पाठवता किंवा फाइल डाउनलोड करता तेव्हा लेसर ती माहिती अटी जलद गतीने प्रसारित करण्यात मदत करतात. फायबर-ऑप्टिक केबल, म्हणजे लेसर प्रकाशाने भरलेल्या नळकांड्या, डेटा त्वरित लांब अंतरापर्यंत पोहोचवतात. यामुळे तुम्ही कोणत्याही त्रासदायक विरामांशिवाय हाय-डेफिनिशन व्हिडिओ ऑनलाइन पाहू शकता. अशा प्रकारे लेझर आधुनिक दळणवळणप्रणालीचा कणा आहे. लेसर लाइटने भरलेल्या फायबर-ऑप्टिक केबल, व्यत्यरहित इंटरनेट, फोन आणि टेलिव्हिजन सेवांना अनुमती देणाऱ्या, अविश्वसनीय वेगाने प्रचंड प्रमाणात डेटा प्रसारित करतात.

दळणवळणातील लेसरचा सर्वात लक्षणीय अनुप्रयोग म्हणजे फायबर-ऑप्टिक तंत्रज्ञान होय. नाइट लॅम्प म्हणून बाजारात विक्रीस आलेला काचेच्या केसांच्या पातळ स्ट्रॅंडची कल्पना करा. लेसर प्रकाशाच्या किरणांना मोठ्या अंतरावर वाहून नेण्यास हेच काचेचे केस सक्षम बनवतात. हेच फायबर-ऑप्टिक केबलचे सार आहे. लेसर बीम, केबलच्या



कोरद्वारे निर्देशित, लक्षणीय नुकसान किंवा न्हास न करता शेकडो किलोमीटर प्रवास करू शकतो. म्हणूनच फायबर-ऑप्टिक्स आधुनिक दूरसंचार नेटवर्कचा कणा बनले आहेत. लेझरमुळे, संदेश आता वैश्विक उच्चतम गती मर्यादेच्या म्हणजेच - प्रकाशाच्या गतीच्या - अगदी जवळपास वेगाने प्रवास करू शकतात. व्यावहारिक भाषेत, याचा अर्थ असा आहे की तुमचे ईमेल, व्हिडिओ कॉल आणि स्ट्रीमिंग सामग्री त्यांच्या ईप्सित स्थळावर त्वरित पोहोचू शकते. लेसर प्रकाशाची अचूकता खात्री देते की डेटा अचूक आणि विश्वासार्हपणे प्रसारित केला गेला आहे. त्यामुळेच वास्तविक वेळ संप्रेषण (रिअल-टाइम कम्युनिकेशन) ही एक वास्तविकता बनवली आहे.

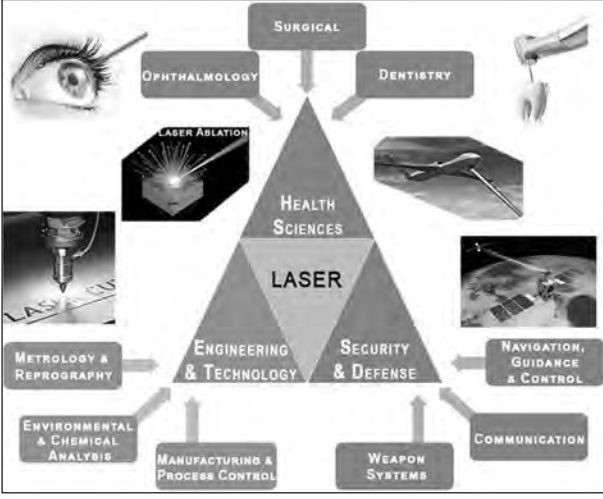
लेसर प्रकाशाच्या किरणात सुरक्षा ही अंतर्भूत आहेच असे म्हटल्यास वावगे ठरू नये, कारण अशा युगात जेथे डेटा गोपनीयता सर्वाधिक महत्त्वाची आहे तिथे लेसर हाच एकमेव भरवशाचा उपाय आहे. लेसरचे फोकस केलेले बीम प्रसारित होत असलेल्या माहितीमध्ये अडथळा आणणे किंवा छेडछाड करणे अगदीच कठीण बनवतात. आर्थिक व्यवहार, सरकारी दळणवळण आणि लष्करी कारवाया यांसारख्या संवेदनशील क्षेत्रांमध्ये हे वैशिष्ट्य विशेषतः महत्त्वाचे आहे, जिथे सुरक्षा ही अत्यंत चिंतेची बाब आहे.

पृथ्वीच्या पलीकडे - अंतराळात लेझर कम्युनिकेशन संप्रेषणामध्ये लेसरचा वापर आपल्या ग्रहाच्या पलीकडे पोहोचला आहे. पृथ्वीभोवती परिभ्रमण करणारे उपग्रह आणि आपल्या सौरमालेच्या दूरपर्यंतचे शोध घेणारे स्पेस प्रोबज, डेटा परत ग्राउंड स्टेशनवर पाठवण्यासाठी लेसर वापरतात. पारंपरिक रेडिओ लहरींपेक्षा वेगळा संप्रेषणप्रकार म्हणजे लेसर संप्रेषण होय. सिग्नल ज्या हस्तक्षेपास संवेदनाक्षम असू शकतात, तिथे लेसर वापरल्यामुळे सिग्नल घट्टपणे केंद्रित करून अधिक सुरक्षित करता येतो, ज्यामुळे लाखो किलोमीटर दूर अंतराळयानाशी अधिक विश्वासार्ह संवाद साधता येतो.

अंतराळातून माहिती पाठवणे - स्पेस कम्युनिकेशनमध्येही लेझरचा वापर होतो! पृथ्वी आणि स्पेस प्रोब दरम्यान डेटा पाठवण्यासाठी उपग्रह लेसर वापरतात. हे आम्हाला दूरच्या ग्रहांबद्दल अधिक जाणून घेण्यास आणि कॉसमॉस एक्स्प्लोर करण्यात मदत करते!

मानवी कर्तृत्वाच्या अफाट जगामध्ये लेझर हा, विसाव्या शतकातील सर्वात परिवर्तनकारी शोधांपैकी एक आहे. प्रकाशाचा वापर आणि नियंत्रण करण्याच्या त्यांच्या क्षमतेने संप्रेषणात क्रांती घडवून आणली आहे, ज्यामुळे जग लहान, वेगवान आणि अधिक सुरक्षित झाले आहे. फायबर-ऑप्टिक नेटवर्कपासून अंतराळ संशोधन आणि वैद्यकीय प्रगतीपर्यंत, लेसर आपल्या जीवनाला अशा प्रकारे प्रकाश देत राहतात ज्याची कल्पनाही आपणास करता येत नाही. आपण पुढे जाऊ, तसतसे हे निश्चित आहे की संपूर्णपणे संप्रेषण आणि तंत्रज्ञानाचे भविष्य घडवण्यात लेझर आणखी मोठी भूमिका निश्चितच बजावतील.

उद्योग आणि उत्पादन - मोठमोठ्या कारखान्यांमध्ये गोष्टी कशा बनवल्या जातात किंवा आम्ही दररोज वापरत असलेली उत्पादने तयार करण्यासाठी किती अचूक पद्धतीने मशीन मदत करतात याचा तुम्ही कधी विचार केला आहे का? या जादूमागील गुप्त घटकांपैकी एक म्हणजे लेसर नावाचे शक्तिशाली तंत्रज्ञान! लेसर, उद्योग आणि उत्पादनात कशी



महत्त्वाची भूमिका बजावतात ते पाहूया.

लेसर अचूकता – एखाद्या यंत्रासाठी धातूचा पातळ तुकडा कापण्याची किंवा नाजूक तुकडा तयार करण्याची आवश्यकता आहे अशी कल्पना करा. लेझर हे अचूकतेचे जादूगार आहेत! ते विलक्षण तंतोतंत सामग्री कापून, जोडू शकतात आणि आकार देऊ शकतात.

धातू बनवणे आणि दुरुस्त करणे – ऑटोमोटिव्ह किंवा एअरोस्पेस यासारख्या उद्योगांमध्ये, जाड धातूच्या शीट कापण्यासाठी लेझर वापरतात. लेसर हे मजबूत, टिकाऊ आणि धातूचे भाग सलग जोडू शकतात. याचा अर्थ मोटारी, विमाने आणि अगदी यंत्रसामग्रीचे भाग अधिक कार्यक्षमतेने आणि कमी चुकांसह बनवले जातात.

खोदकाम आणि चिन्हांकन – उत्पादनांवर लहान संख्या किंवा लोगो कधी लक्षात आले आहेत? ते अनेकदा लेसरद्वारे केले जातात! लेसर हे विविध सामग्रीवर खुणा कोरू शकतात, ज्यामुळे उत्पादन प्रक्रियेदरम्यान उत्पादनांचा मागोवा घेणे आणि ओळखणे सोपे होते.

सुपर स्पीडी 3D प्रिंटिंग – थ्रीडी प्रिंटिंग म्हणजे थरावर थर देऊन काहीतरी तयार करण्यासारखे आहे. लेझर, सामग्री वितळवून किंवा कडक करून या प्रक्रियेत मदत करतात,



ज्यामुळे जटिल वस्तू जलद आणि अचूकपणे तयार होतात. **गुणवत्ता नियंत्रण सुपरहीरो** – औद्योगिक उत्पादने कारखाना सोडण्यापूर्वी, ते उच्च मानकांची पूर्तता करतात याची खात्री करण्यासाठी लेसरगुणवत्ता तपासणी करतात. लेसर इथेदेखील बचावासाठी येतात! ते कोणत्याही लहान त्रुटी किंवा अपूर्णता शोधण्यासाठी उत्पादने स्कॅन करतात, आणि केवळ सर्वोत्कृष्ट वस्तू शेलफमध्ये येतील याची खात्री करून घेतात.

कठीण सामग्रीचे तुकडे करणे – हिरे किंवा कठीण धातूंची भांडी यांसारख्या वस्तू कापण्यासाठीही लेसरचा वापर केला जातो. इलेक्ट्रॉनिक्स किंवा दागिन्यांमधील, गुंतागुंतीचे भाग बनवण्यासाठी हे अचूक कटिंग महत्त्वपूर्ण आहे. तिथे अतिशय स्मूक्ष लेसर बीमचा वापर केला जातो.

स्वच्छता आणि जीर्णोद्धारसाठी – काही वेळा, जुन्या मशीन किंवा पाटर्ना TLC (Thin Layer Chromatography) म्हणजे अतिशय पातळ थर चढवण्याच्या तंत्राचा वापर करणे आवश्यक असते. सर्वसाधारणपणे TLC चा वापर अनेक उद्योग आणि संशोधनाच्या क्षेत्रांद्वारे केला जातो. यात औषधी उत्पादने, वैद्यकीय विश्लेषण, औद्योगिक रसायनशास्त्र, पर्यावरणीय विषशास्त्र, अन्न रसायनशास्त्र, पाणी, अजैविक आणि कीटकनाशक विश्लेषण, रंग शुद्धता, सौंदर्य प्रसाधने, वनस्पती सामग्री आणि हर्बल विश्लेषण यांचा समावेश आहे. लेझर मूळ सामग्रीला इजा न करता गंज किंवा घाणीचे थर हळुवारपणे काढू शकतात. यामुळे जुनी यंत्रसामग्री पुनर्संचयित करण्यात मदत होते आणि ती सुरळीत चालू राहते.

सुरक्षिततेसाठीही लेझरचा वापर होतो! ते सेन्सर तयार करण्यात मदत करतात जे एखाद्या व्यक्तीला किंवा कोणत्यातरी धोकादायक यंत्राच्या अगदी जवळ गेल्यावरही ओळखू शकतात, अपघात टाळतात. म्हणून, पुढच्या वेळी तुम्ही चमकदार कार, एक मजबूत मशीन किंवा अगदी दागिन्यांचा तुकडा पाहाल तेव्हा लक्षात ठेवा की लेसरने त्यांना बनवण्यात महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावली आहे. ते पडद्यामागील मूक नायकांसारखे आहेत, हे सुनिश्चित करतात की आपण दररोज वापरत असलेल्या गोष्टी अचूक आणि काळजीपूर्वक बनवल्या जाताहेत की नाही.

करमणूक आणि लेसर – तुम्ही कधी मंत्रमुग्ध करणाऱ्या मैफलीत गेला आहात किंवा चित्तथरारक लेझर लाइट शो पाहिला आहे का? बरं, त्या सर्व चकचकीत करमणुकीच्या मागे लेसर म्हणून ओळखले जाणारे एक उल्लेखनीय तंत्रज्ञान आहे! लेझर मनोरंजनाच्या जगात जी अतिरिक्त चमक कशी उपयोगात आणतात ते पाहूया.

रंगीबेरंगी लेसर बीम संगीताच्या बरोबरीने नाचत असलेल्या मैफलीत कधी गेलात तर या जादुई प्रकाश प्रदर्शनांमागील कलाकारांसारखे आपले लेसर आहेत. ते क्लिष्ट आकार आणि हिंदोळणारे रंग कार्यक्रमांमध्ये निर्माण करून थेट जोशपूर्ण वातावरणनिर्मिती करतात.

चित्रपटतील जादू – चित्रपट उद्योगात लेझरचा वापर स्पेशल इफेक्टसाठी केला जातो. साय-फाय चित्रपटांमधील भविष्यतील, लेसर-आधारित शस्त्रे लक्षात ठेवा? ती लेसर वापरून तयार केलेली जातात! ते 3D स्कॅनिंग आणि संगणक-व्युत्पन्न प्रतिमेसाठी (CGI) वस्तूंचे डिजिटायझेशन करण्यातदेखील मदत करतात जेणेकरून चित्रपट अधिक जिवंत बनतील.

इमर्सिव्ह गेमिंग – लेझर तंत्रज्ञानाने गेमिंगच्या जगातही प्रवेश केला आहे! काही व्हर्चुअल रिवॉलिटी सेटअपमध्ये, लेझर, इमर्सिव्ह गेमिंग अनुभव तयार करण्यात मदत करतात. ते तुमच्या हालचाली आणि परस्परसंवादाचा मागोवा घेतात, ज्यामुळे तुम्हाला असे वाटते की तुम्हीच प्रत्यक्ष गेममध्येच सहभागी झाला आहात.



कॉन्सर्ट लाइटिंग – लेझर हा स्टेज लायटिंगचा अविभाज्य भाग आहे. ते थेट कार्यप्रदर्शनाचा मूड वाढवण्यासाठी नमुने, लोगो आणि डायनॅमिक व्हिज्युअल प्रक्षेपित करू शकतात. मग तो रॉक कॉन्सर्ट असो किंवा ब्रॉडवे शो, लेसर जणू काही स्टेजला जिवंतच करतात.

नाईट क्लब व्हायब्स – तुम्ही कधीही विलक्षण लाइट शोच्या नाईट क्लबमध्ये गेला असल्यास, दोलायमान करणाऱ्या लेसरमध्ये गुंतले जाण्याची आणि हिंदोळ्यावर स्वार होण्याची शक्यता नाकारता येणार नाही. ते स्पंदन करणारे, उत्साही वातावरण तयार करून तुम्हाला रात्रभर नाचवत राहतात.

तारांगण आश्चर्य – तारांगणातील आश्चर्यकारक खगोलीय प्रदर्शने तयार करण्यासाठी लेसर वापरतात. तुम्ही कॉसमॉसमधून प्रवास करू शकता आणि तारे, ग्रह आणि

आकाशगंगा जवळून पाहू शकता, हे सर्व लेसरमुळे शक्य होते.

लेझर टॅग मजा – लेसर टॅगचा खेळ लेसरशिवाय अस्तित्वात नाही! ते या रोमांचक, हाय-टेक खेळाचे हृदय आहे. खेळाडू विरोधकांना टॅग करण्यासाठी लेझर गन वापरतात, ज्यामुळे ते एक अत्यंत रोमांचकारी आणि सुरक्षित साहस बनते.

होलोग्राफिक भ्रम – तुम्ही जवळजवळ वास्तविक दिसणारे होलोग्राम पाहिले आहेत का? त्यात 3D भ्रम निर्माण करण्यात लेसरची मोठी भूमिका आहे. संग्रहालये, प्रदर्शनांमध्ये आणि प्रसिद्ध कलाकारांच्या होलोग्राफिक प्रदर्शनांसाठीदेखील लेसर वापरले जातात.

म्हणून, पुढच्या वेळी तुम्ही लेझर लाइट शोने प्रभावित व्हाल, लेझरवर्धित मैफलीचा उत्साह अनुभवा किंवा आभासी वास्तविकतेच्या जगात डुबकी मारा. लक्षात ठेवा की लेसर हे जादुई जगाचे निर्माते आहेत. ते त्यांच्या चमकदार, उच्च-तंत्रज्ञानाच्या जादूने जीवन मनोरंजक बनवतात, आपल्या सर्वांसाठी आनंद घेण्यासाठी अविस्मरणीय असा अनुभव देत राहतात.

संरक्षण आणि सुरक्षा – लेझर आमच्या सुरक्षिततेचे कसे रक्षण करतात? आपल्या राष्ट्रांना सुरक्षित ठेवणाऱ्या प्रगत तंत्रज्ञानाबद्दल तुम्ही कधी विचार केला आहे का? असाच एक चमत्कार म्हणजे लेझर, एक शक्तिशाली साधन जे संरक्षण आणि सुरक्षिततेमध्ये महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावते. लेसर आपल्या जगात मूक संरक्षक म्हणून कसे कार्य करतात ते पाहूया.

क्षेपणास्त्र किंवा ड्रोन यासारख्या मोठ्या अंतरावरून लक्ष्यावर मारा करण्याची गरज आहे अशी कल्पना करा. या अचूक शस्त्रांना त्यांच्या ईप्सित स्थळापर्यंत कल्पनापलीकडील अचूकतेने मार्गदर्शन करण्यासाठी लेझरचा वापर केला जातो. ते त्यांच्या ईप्सित स्थळी पोहोचतात याची खात्री करतात.

अति जलद गती – शत्रूच्या क्षेपणास्त्रांप्रमाणे जलद गतीने होणाऱ्या धोक्यांना रोखण्यासाठी वेग हा महत्त्वाचा असतो. लेसर प्रकाशाच्या वेगाने प्रवास करतात, ज्यामुळे ते जलद-प्रतिसाद संरक्षण प्रणालींसाठी एक आदर्श पर्याय बनतात. येणार्या क्षेपणास्त्रांचा किंवा शत्रूच्या विमानांचा मुकाबला करण्यासाठी विमान आणि ड्रोनवर लेसर तैनात केले जातात. आपल्या आकाशाला संभाव्य हानीपासून सुरक्षित ठेवून ते या धोक्यांना निष्प्रभ किंवा नष्ट करू शकतात.

गुप्तता आणि अचूकता – गुप्त ऑपरेशनमध्ये, अचूकता

सर्वाधिक महत्त्वाची असते. लेझरचा वापर सर्जिकल स्ट्राइकसाठी केला जाऊ शकतो. परिसराचे नुकसान न करता विशिष्ट लक्ष्य निर्बल करण्यासाठी ऑपरेशन्स लो-प्रोफाइल, अचूक आणि प्रभावी ठेवण्यास मदत करते.

ड्रोनविरोधी उपाय - सध्या ड्रोन तैनातीसह, हवाई क्षेत्राची सुरक्षा सुनिश्चित करणे महत्त्वपूर्ण बनले आहे. संवेदनशील भागांना किंवा घटनांना धोका निर्माण करणारे अनधिकृत ड्रोन निर्बल करण्यासाठी किंवा नष्ट करण्यासाठी लेझरचा वापर केला जातो.

जॉर्मिंग एनीमी इलेक्ट्रॉनिक्स - या इलेक्ट्रॉनिक युद्धामध्ये लेझरचा वापर शत्रूच्या संप्रेषणप्रणाली आणि सेन्सरमध्ये व्यत्यय आणण्यासाठी, त्यांना निर्बल करण्यासाठी किंवा त्यांचा नाश करण्यासाठी केला जाऊ शकतो. यामुळे युद्धभूमीवर आपल्या सैन्याला महत्त्वपूर्ण फायदा होतो.

लेसर-प्रेरित प्लाझ्मा - एक आकर्षक उपयोगामध्ये वातावरणात प्लाझ्माचा स्फोट तयार करण्यासाठी लेसर वापरणे महत्त्वाचे आहे. हा स्फोट रेडिओलहरी शोषून घेऊ शकतो, शत्रूच्या रडार आणि संप्रेषण सिग्नलपासून संरक्षणात्मक कवच प्रदान करतो. लक्षात ठेवा, लेसर हे आपल्या जगाच्या संरक्षण आणि सुरक्षा प्रयत्नांचा एक भाग असतात. ते आमच्या सशस्त्रदलांना आमच्या राष्ट्रांचे संरक्षण करण्यासाठी आणि आम्हाला सुरक्षित ठेवण्यासाठी आवश्यक साधने आणि तंत्रज्ञान प्रदान करतात. त्यामुळे, पुढच्या वेळी तुम्ही संरक्षणाच्या संदर्भात लेझर तंत्रज्ञानाबद्दल ऐकाल तेव्हा हे जाणून घ्या की ते आमच्या सुरक्षिततेचे कवच आहे आणि आपल्या सर्वांसाठी एक सुरक्षित जग सुनिश्चित करण्यात महत्त्वाची भूमिका बजावत आहे.

पर्यावरण : लेझर कसे पर्यावरणीय बदल समजून घेण्यास मदत करतात? तुम्ही कधी विचार केला आहे, का की शास्त्रज्ञ आपल्या ग्रहाच्या नैसर्गिक चमत्कारांबद्दल अगदी दुरूनही कसे शिकतात? पर्यावरणीय आणि रिमोट सेन्सिंगच्या क्षेत्रातले असलेले नायक, म्हणजेच लेझर! लेझर पृथ्वीच्या लपलेल्या खजिन्यावर प्रकाश टाकतात.

पृथ्वीच्या पृष्ठभागाचे मॅपिंग - एखाद्या पर्वताची उंची किंवा समुद्राची खोली मोजण्याचा प्रयत्न करण्याची कल्पना करा. लेझरचा वापर पृथ्वीच्या पृष्ठभागाचे अविश्वसनीय तपशीलवार नकाशे तयार करण्यासाठी केला जातो. शहरी नियोजन, शेती आणि संवर्धन यासारख्या क्रियाकलापांसाठी मौल्यवान माहिती प्रदान करूनसाठी लेसरचा वापर होतो.

जंगलातून पाहणे - जंगले ही आपल्या ग्रहाच्या फुफ्फुसांसारखी आहेत आणि त्यांचे आरोग्य समजून घेणे महत्त्वाचे

आहे. लेझर दाट झाडांच्या छतांमधून प्रवेश करू शकतात. शास्त्रज्ञांना जंगलाची घनता मोजण्यात मदत करतात. कालांतराने त्यातील बदलांचा मागोवा घेतात आणि एखाद्या क्षेत्रातील झाडांच्या संख्येचा अंदाज लावतात. त्याचा पर्यावरणाशी आणि त्यातील बदलाशी घनिष्ठ संबंध असतो.

जलस्रोतांचे निरीक्षण - पाणी जीवनासाठी आवश्यक आहे आणि या मौल्यवान स्रोताला समजून घेण्यात आणि व्यवस्थापित करण्यात लेसर महत्त्वाची भूमिका बजावतात. ते नदीप्रवाह दर, भूजल पातळी आणि आपल्या महासागरांची गुणवत्ता मोजण्यात मदत करतात.

प्रदूषण आणि दूषितता शोधणे - हवा, पाणी आणि मातीमधील प्रदूषण ओळखण्यासाठी व ते मोजण्यासाठी लेझरचा वापर केला जातो. लेझर माहिती पर्यावरणीय समस्यांचे निराकरण करण्यासाठी आणि समुदायांचे आरोग्य व सुरक्षितता सुनिश्चित करण्यासाठी महत्त्वपूर्ण आहे.

हवामानबदलाचा मागोवा घेणे - आपले हवामान कसे बदलत आहे हे समजून घेणे ही आपल्या काळातील सर्वात महत्त्वाची समस्या आहे. हिमनदी, समुद्रातील बर्फ आणि वातावरणातील हरितगृहवायूंच्या पातळीचे निरीक्षण करण्यासाठी लेझरचा वापर केला जातो. हा डेटा शास्त्रज्ञांना हवामान धोरणे आणि अनुकूल धोरणांबद्दल माहितीपूर्ण निर्णय घेण्यास मदत करतो.

महासागर आणि सागरी जीवनाचा अभ्यास - महासागर त्यांच्या पृष्ठभागाखाली रहस्ये ठेवतात आणि लेसर आम्हाला ते शोधण्यात मदत करतात. ते पाण्याखालील मॅपिंग, समुद्रातील प्रवाहांचा मागोवा घेण्यासाठी आणि त्यांच्या नैसर्गिक अधिवासात सागरी जीवनाचा अभ्यास करण्यासाठी वापरले जातात.

आपत्ती प्रतिसाद आणि व्यवस्थापन : भूकंप किंवा वणव्यासारख्या नैसर्गिक आपत्तींच्या वेळी, लेझरचा वापर जलद मूल्यांकन आणि प्रतिसादासाठी केला जातो. ते नुकसानीचे अचूक मूल्यांकन, मदत प्रयत्नांचे मार्गदर्शन आणि पुनर्प्राप्तीसाठी नियोजन करण्यात मदत करतात.

त्यामुळे, पुढच्या वेळी तुम्ही पर्यावरणीय संशोधनाच्या संदर्भात लेझरबद्दल ऐकाल तेव्हा हे जाणून घ्या, की आम्ही ज्या ग्रहाला घर म्हणतो ते समजून घेण्यात आणि त्यांचे संरक्षण करण्यात ते आघाडीवर आहेत. लेसर हे मार्गदर्शक प्रकाश आहेत जे शास्त्रज्ञांना नवीन शोधांकडे घेऊन जातात आणि आम्हाला आमच्या पर्यावरणाचे चांगले कारभारी होण्याचे सामर्थ्य देतात.

उपभोक्ता इलेक्ट्रॉनिक्स : स्मार्टफोन, डीव्हीडी आणि अगदी

तुमच्या टीव्ही रिमोटसारख्या तुमच्या आवडत्या गॅझेटमागील जादूबद्दल तुम्ही कधी विचार केला आहे का? बरे, मुख्य घटकांपैकी एक म्हणजे लेसर नावाचे एक विलक्षण तंत्रज्ञान! ग्राहक इलेक्ट्रॉनिक्सच्या जगात लेझर त्यांची जादू कशी चालवतात ते पाहूया.

तीक्ष्ण आणि स्पष्ट प्रतिमा – तुमच्या टीव्ही किंवा कम्प्युटर स्क्रीनवरील क्रिस्टल-क्लीअर चित्र पाहून तुम्ही कधी आश्चर्यचकित झाला आहात? ते लेसरचे काम आहे! डीव्हीडी प्लेयर, ब्ल्यू-रे प्लेयर आणि प्रोजेक्टर यासारख्या उपकरणांमध्ये, लेसर, हे डिस्कमधून माहिती वाचतात आणि तुमच्या स्क्रीनवरील स्पष्ट प्रतिमांमध्ये अनुवादित करतात.

वेगवान डेटा ट्रान्सफर – तुम्ही एखादा संदेश पाठवता किंवा फाइल डाउनलोड करता तेव्हा लेसर ती माहिती अती जलद गतीने प्रसारित करण्यात मदत करतात. फायबर-ऑप्टिक केबल, लेसर प्रकाशाने भरलेल्या नळकांड्या (Fibers), जवळजवळ त्वरित डेटा लांब अंतरापर्यंत पोहोचवतात. यामुळे तुम्ही कोणत्याही त्रासदायक विरामांशिवाय हाय-डेफिनिशन व्हिडिओ ऑनलाइन पाहू शकता.

लेझर पॉइंटर – तुम्ही सादरीकरणांमध्ये पाहिलेले ते लाल, हिरवे प्रकाश ठिपके आठवतात का? ते लेसर पॉइंटर आहेत! मीटिंग किंवा लेक्चर दरम्यान महत्त्वाची माहिती हायलाइट करण्यासाठी ते सुलभ साधन आहे. लेसर बीम स्क्रीन किंवा बोर्डवरील विशिष्ट बिंदूंकडे लक्ष वेधण्यास मदत करते.

अत्यंत अचूक मोजमाप – रेंजफाइंडरसारख्या उपकरणांमध्ये लेझरचा वापर केला जातो, ज्यामुळे अविश्वसनीय अचूकतेने अंतर मोजण्यात मदत होते. छिद्र किती दूर आहे हे निर्धारित करण्यासाठी हे तंत्रज्ञान बांधकाम, आर्किटेक्चर क्षेत्रामध्ये मोठ्या प्रमाणावर वापरले जाते!

बारकोड स्कॅनर – चेकआउट काउंटरवर कॅशियर इतक्या लवकर आयटम कसे स्कॅन करू शकतात याचा कधी विचार केला आहे? ते लेसर बारकोड स्कॅनर वापरत आहेत! लेसर

कोड वाचतो, त्याचे माहितीत रूपांतर करतो. त्यावरून संगणकाला कळते की आपण कोणते उत्पादन खरेदी करत आहात!

लेसर प्रिंटर – तुम्ही दस्तऐवज मुद्रित करता तेव्हा, लेसर कामावर असतात! ते ड्रमवर तंतोतंत नमुने तयार करण्यात मदत करतात, जे नंतर कागदावर शाईने हस्तांतरित करतात आणि तुम्हाला ती कुरकुरीत, स्पष्ट पृष्ठे देतात.

ऑप्टिकल माउस – तुम्ही संगणक वापरत असल्यास, तुम्ही ऑप्टिकल माउस हलवत असल्याची शक्यता आहे. तुमच्या हालचालींचा मागोवा घेण्यासाठी हे एक लहान लेसर वापरते, ज्यामुळे तुम्हाला तुमचा स्क्रीन सहजतेने नेव्हिगेट करता येतो.

सीडी आणि डीव्हीडी प्लेयर्स : लक्षात ठेवा जेव्हा सीडी सर्व रागात होत्या? Lasers त्यांच्या मागे नायक होते! ते डिस्कवरील माहिती वाचतात, ज्यामुळे तुम्हाला तुमच्या आवडत्या संगीताचा किंवा चित्रपटांचा आनंद घेता येतो. त्यामुळे, पुढच्या वेळी तुम्ही तुमचा फोन वापरलं, एखादा चित्रपट पाहाल किंवा एखादे सादरीकरणही कराल, तेव्हा हे सर्व शक्य करण्यासाठी लेसर पडद्यामागे काम करत आहेत हे लक्षात ठेवा. ते तंत्रज्ञानाच्या विज्ञानासारखे आहेत, जे आपल्या दैनंदिन जीवनात स्पष्टता आणि अचूकता आणतात! असे ग्राहक इलेक्ट्रॉनिक्सचे अनेक चमत्कार शोधत राहाल .

कला आणि संस्कृती – एखाद्या मैफलीदरम्यान लेसर हे एका भव्य पेंटिंगमधील कलाकारांच्या ब्रशसारखे असतात. ते दोलायमान रंग क्लिष्ट आणि गतिमान आकार तयार करतात आणि संगीताशी सुसंगत असे लयबद्ध नृत्य करतात.

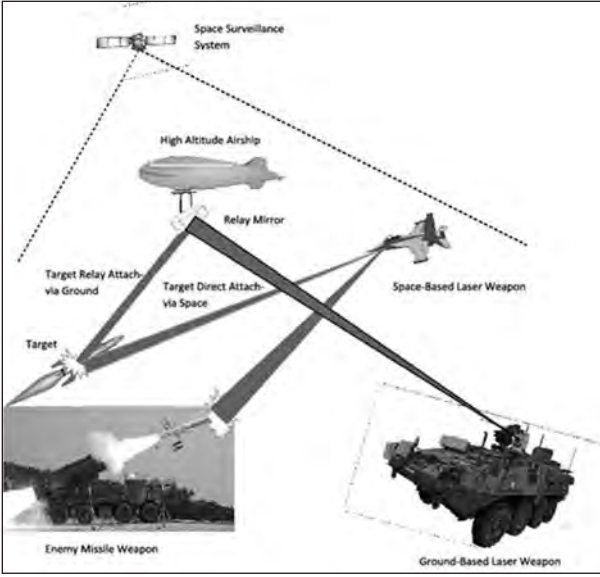
संग्रहालय प्रदर्शन – अभ्यागतांसाठी इमर्सिव्ह अनुभव तयार करण्यासाठी संग्रहालये लेसर वापरतात. ते प्रतिमा, ॲनिमेशन आणि अगदी परस्परसंवादी डिस्प्ले सादर करतात जे इतिहास आणि कलेला संपूर्ण नवीन मार्गाने जिवंत करतात.

सांस्कृतिक वारसा जतन करणे – ऐतिहासिक स्थळे, स्मारके आणि कलाकृतींचे त्रिमितीय मॉडेल तयार करण्यासाठी लेसरचा वापर केला जातो. हे तंत्रज्ञान भावी पिढ्यांसाठी आपला सांस्कृतिक वारसा जतन करण्यात मदत करते.

आर्किटेक्चरल रोषणाई – क्लिष्ट डिझाईन किंवा बदलत्या रंगांनी सुंदरपणे उजळलेली इमारत कधी पाहिली आहे? लेसर ही आकर्षक वास्तुशिल्प प्रदर्शने तयार करण्यासाठी वापरली जाणारी साधने आहेत. ते सामान्य रचनांना चित्तथरारक कलाकृतींमध्ये रूपांतरित करतात.

होलोग्राफिक कला – होलोग्राफी म्हणजे त्रिमितीय परिणाम तयार करण्यासारखे आहे! हवेत तरंगत असलेल्या या आश्चर्यकारक त्रिमितीय प्रतिमा तयार करण्यात लेसर किरणे





मदत करतात. ते कला प्रतिष्ठापनांमध्ये, प्रदर्शनांमध्ये आणि भविष्यातील प्रदर्शने तयार करण्यासाठी वापरले जातात.

थिएटर आणि स्टेज प्रोडक्शन : थिएटर आणि प्रत्यक्ष चित्रीकरण प्रक्षेपित करणाऱ्या आजच्या जगात, प्रसंगानुरूप वातावरण निर्मितीसाठी प्रकाश परिणाम साधण्यासाठी लेसर आवश्यक आहेत. ते प्रतिमा, नमुने प्रक्षेपित करू शकतात आणि पाऊस किंवा आग यासारख्या वैशिष्ट्यपूर्ण घटनांची वातावरणनिर्मिती करू शकतात.

सण आणि उत्सव – नवीन वर्षाची संध्याकाळ, सण आणि विशेष कार्यक्रम यांसारख्या उत्सवांना चमकदार बनवण्यासाठी लेसरचा वापर केला जातो.

प्रोजेक्शन मॅपिंग – तुमच्या डोळ्यांसमोर कधी एखादी इमारत 'परिवर्तन' पाहिली आहे, जी हलत्या प्रतिमांनी जिवंत झालेली दिसते? हे प्रोजेक्शन मॅपिंग आहे आणि लेसरमुळे हे शक्य होते. हे सर्व आकार आणि आकारांच्या पृष्ठभागांवर काल्पनिक रितीने वाकणारे व्हिज्युअल डिस्प्ले तयार करण्यासाठी वापरले जाते.

कलात्मक लेसर खोदकाम – लाकडापासून काचेपर्यंत आणि अगदी धातूपर्यंत विविध प्रकारच्या सामग्रीवर क्लिष्ट डिझाईन तयार करण्यासाठी कलाकार लेसर वापरतात. हे आश्चर्यकारकपणे तपशीलवार आणि अचूक कलाकृतीसाठी वरदानच ठरले आहे. पुढच्या वेळी तुम्ही एखाद्या मैफलीला हजेरी लावाल, एखाद्या संग्रहालयाला भेट द्याल किंवा नेत्रदीपक प्रकाशप्रदर्शनाचे साक्षीदार व्हाल, तेव्हा हे जाणून घ्या की लेसर हे छुपे कलाकार आहेत, जे आपल्या कला आणि संस्कृतीच्या जगात त्यांच्या परीसस्पर्शाने आश्चर्यकारक

बदल घडवून आणतात.

खगोलशास्त्र आणि अंतराळ संशोधन – तुम्ही कधी रात्रीच्या आकाशाकडे टक लावून विश्वाच्या रहस्यांचा विचार केला आहे का? शास्त्रज्ञ आणि खगोलशास्त्रज्ञ या वैश्विक रहस्ये स्पष्ट करण्यासाठी एक शक्तिशाली साधन वापरतात ते म्हणजे – लेसर! खगोलशास्त्र आणि अवकाश विज्ञानाच्या क्षेत्रात लेसर महत्त्वपूर्ण भूमिका कशी बजावतात ते पाहूया.

ताऱ्यांचे अंतर मोजण्यासाठी लेसर झोट – दूर अंतरावर असलेल्या ग्रहताऱ्यांचे अंतर मोजण्याच्या कामात लेसरझोतांचा महत्त्वाचा सहभाग असतो. अंतराळातील परावर्तित पृष्ठभागावर प्रकाश टाकण्यासाठी शक्तिशाली लेसर झोट वापरला जातो. त्याच्या परावर्तनाचा अभ्यास करून वैज्ञानिकांना अविश्वसनीय वाटणाऱ्या अचूकतेने पृथ्वी आणि खगोलीय वस्तूंमधील अंतर मोजता येते.

पथ-मार्गदर्शन – अंतराळयाने अवकाशातून प्रवास करतात तेव्हा ते अवकाशात दिशा शोधण्यासाठी लेसरवर अवलंबून असतात. हे लेझर अंतराळयानाची स्थिती निश्चित करण्यात महत्त्वाची भूमिका बजावतात.

विविध उपयोगांमध्ये लेसर वापरण्याचा विचार येतो तेव्हा संभाव्य धोक्यांबद्दल जागरूक असणे महत्त्वाचे आहे. फोकस झालेले लेझर बीम योग्य रितीने हाताळले नाही तर नुकसान होऊ शकते. लेसर बीमच्या थेट संपर्कामुळे डोळ्यांना दुखापत होऊ शकते, तात्पुरत्या अस्वस्थतेपासून ते कायमचे नुकसान होऊ शकते. शिवाय, काही लेसर उष्णता निर्माण करू शकतात, ज्वलनशील पदार्थाकडे निर्देशित केल्यास संभाव्यतः आग लागू शकते. याव्यतिरिक्त, पृष्ठभागावरील प्रतिबिंब किंवा विखुरलेला प्रकाशदेखील धोका निर्माण करू शकतो. त्यामुळे, व्यवहारात लेसरचा सुरक्षित आणि प्रभावी वापर सुनिश्चित करण्यासाठी योग्य प्रशिक्षण, संरक्षणात्मक चष्मा आणि कठोर सुरक्षा प्रोटोकॉल पाळणे आवश्यक आहे.

* या वर्षी, भौतिकशास्त्रातील नोबेल पारितोषिक २०२३ हे पियरे अगोस्टिनी, फेरेंक क्रॉझ आणि अॅन ल'हुलियर यांना पदार्थातील इलेक्ट्रॉन डायनॅमिक्सच्या अभ्यासासाठी प्रकाशाच्या (10^{-14}) अॅटोसेकंद स्पंदन निर्माण करणाऱ्या प्रायोगिक पद्धतीसाठी देण्यात आले.

– मानसिंग टाकळे

mansingtakale@gmail.com



अनूप केळकर

भारतात नामशेष होणाऱ्या पक्ष्यांची भविष्यातील आव्हाने

जगातील जैवविविधतेच्या संवर्धनस्थितीत सतत घट होत चालली आहे. त्यामुळे आपल्यासमोर एक गंभीर पर्यावरणीय समस्या निर्माण होत आहे. सन १९६९ पासून तुलना केली तर स्तनधारी, पक्षी, सरपटणारे प्राणी व उभयचर प्राण्यांची संख्या ६९ टक्के कमी झाली आहे. मनुष्याद्वारे निसर्गाचे अतिशोषण, हवामानबदल, प्रदूषण, आणि आक्रमक प्रजाती ह्या परिस्थिती प्रमुख्याने जबाबदार आहेत. इंटरनॅशनल युनियन फॉर कॉन्झर्वेशन ऑफ नेचर (IUCN) संस्थेने नामशेष होण्याच्या मार्गावर असलेल्या सजीवांची यादी (लाल यादी) तयार केली आहे. या लाल यादीनुसार जगभरातील पक्षी प्रजातींमध्ये ४९ टक्के घट झाली आहे. फक्त ६ टक्के पक्षीप्रजातीची संख्या वाढते आहे. संख्येत कमी होणाऱ्या प्रजातींपैकी अनेक सामान्य आणि व्यापक आहेत. अद्याप त्यांना नामशेष होण्याचा धोका नसला तरी त्यांच्या संख्येमध्ये होत असलेली घट महत्त्वपूर्ण पर्यावरणीय बदलाचा परिणाम दर्शवते आहे.

भारत नियमितपणे पक्ष्यांच्या स्थितीचे मूल्यांकन करणाऱ्या देशांमध्ये, सन २०१९मध्ये सामील झाला. सन २०२३च्या भारतातील पक्ष्यांच्या स्थितीच्या अहवालात भारतात नियमितपणे आढळणाऱ्या अंदाजे १३५० प्रजातींपैकी ९४२ प्रजातींचे दीर्घकालीन आणि वर्तमान स्थितीवर मूल्यांकन केले गेले. एकूण १७८ पक्षी प्रजाती उच्च प्राधान्य, ३२३ मध्यम प्राधान्य आणि ४४१ कमी प्राधान्य प्रजाती म्हणून ओळखल्या गेल्या आहेत. उच्च प्राधान्याच्या प्रजातींमध्ये अशा प्रजातींचा समावेश आहे की त्यांचे विपुलतेचे निर्देशांक दीर्घकाळात लक्षणीयरीत्या कमी झाले आहेत आणि आजही घसरत आहेत. त्यांच्या सध्याच्या श्रेणी अत्यंत मर्यादित असतील किंवा त्यांच्या विपुलतेचे मूल्यांकन केले जाऊ

शकत नसेल तर भारतातील प्रजातींना उच्च प्राधान्य प्रजाती म्हणून देखील वर्गीकृत केले गेले आहे. ह्या अहवालात असे म्हटले आहे की ६० टक्के प्रजाती दीर्घकालीन घट दर्शवितात आणि ४० टक्के प्रजाती सध्या कमी होत आहेत. गेल्या तीन दशकांत एकूण २०४ पक्ष्यांच्या प्रजातींमध्ये घट झाली आहे. गेल्या आठ वर्षांत केवळ २१७ पक्ष्यांच्या प्रजाती स्थिर किंवा वाढत असल्याचे आढळून आले आहे. यामध्ये अॅशी प्रिनिया, एशियन कोयल, रॉक पिजन आणि भारतीय मोर यांचा समावेश आहे. नॉर्दर्न शोव्हलर, नॉर्दर्न पिनटेल, कॉमन टील, ग्रेटर फ्लेमिंगो, सारस क्रॉच आणि भारतीय कोर्सर ह्या प्रजातींमध्ये लोकसंख्या झपाट्याने कमी होत आहे. भारतीय मोराचा विस्तार उंच हिमालय आणि पश्चिम घाटातील वर्षावनांमध्ये झाला आहे आणि त्यांच्या संख्येच्या घनतेतही वाढ होत आहे. केरळमध्ये एकेकाळी मोर अत्यंत दुर्मिळ होते, आता हे केरळमधील प्रत्येक जिल्ह्यात आढळतात.

विविध प्रजातींची पक्षिसंख्या कमी होण्याचे एकच कारण नाही. पक्षीसंख्येतील घट विविध प्रजातींमध्ये एकसमान नाही. गवताळ प्रदेश, पाणथळ प्रदेश आणि जंगलक्षेत्र कमी होत आहे, त्यामुळे तिथे रहाणाऱ्या पक्ष्यांची संख्या झपाट्याने कमी होत आहे. मांसाहारी, कीटकभक्षक आणि धान्याहारी पक्षी सर्वभक्षक, फळ आणि मधभक्षक पक्ष्यांपेक्षा अधिक वेगाने कमी होत आहेत. स्थलांतरित प्रजाती बिगर स्थलांतरितांपेक्षा अधिक धोक्यात असल्याचे दिसून येते कारण की त्यांना निसर्गाच्या विषम परिस्थितीशी सामना जास्त करावा लागतो. पक्ष्यांच्या काही प्रजाती, उदाहरणार्थ, बस्टर्ड आणि कोर्सर, इंडियन स्किमर (पाणचिरा), काही टर्न, किनारी पक्षी, गवताळ खुल्या मैदानवर किंवा नदीवरील रेंतीच्या बेटावर आपली घरटी बनवतात आणि अंडी

घालतात, ह्या प्रजाती सध्या नामशेष होण्याच्या मार्गावर आहेत.

नामशेष होणाऱ्या पक्ष्यांच्या लाल यादीत भारतात गंभीरपणे धोक्यात आलेले १५ प्रजातींचे पक्षी असे आहेत-

पांढऱ्या पाठीचे गिधाड White-backed Vulture

वन-घुबड Forest Owllet

ग्रेट इंडियन बस्टर्ड Great Indian Bustard

अयथ्या बेरी Aythya Baeri

बंगाल फ्लोरिकन Bengal Florican

लाल डोके असलेले गिधाड Red-headed Vulture

चमचे-बिल्ड सँडपायपर Spoon-billed Sandpiper

सोशियेबल लॅपविंग

जर्डन्स कोर्सर

सायबेरियन क्रेन

हिमालयीन क्रेल

गुलाबी डोके असलेले बदक Pink-headed Duck

पांढऱ्या पोटाचा बगळा White-bellied Heron

सडपातळ गिधाड Slender-billed Vulture

भारतीय गिधाड Indian Vulture

एकेकाळी संपूर्ण भारतात आढळणाऱ्या गिधाडांची संख्या फक्त १८-१९ हजार राहिलेली आहे. भारतात हिमालयीन क्षेत्र, राजस्थान, गंगेचा पठारी प्रदेश आणि उत्तर भागात गिधाडांच्या नऊ प्रकारच्या प्रजाती आहेत. त्यात पांढऱ्या पाठीचे गिधाड White-backed Vulture, लाल डोके असलेले गिधाड Red-headed Vulture आणि सडपातळ चोचीचे गिधाड Slender-billed Vulture ह्या तीन प्रजातींची संख्या गेल्या काही दशकांमध्ये मोठ्या प्रमाणावर कमी झाली आहे. गिधाडे निसर्गात मरणाऱ्या सर्व मृत अनग्युलेटच्या पोषक द्रव्यांपैकी ७० टक्के पुनर्चक्रांकन करतात आणि त्याद्वारे पर्यावरण स्वच्छ ठेवण्यास आणि रोगांचा प्रसार रोखण्यास मदत करतात. पारशी समाजाच्या धार्मिक प्रथांनुसार मृतदेह फेकून दिले जातात. गिधाडे ह्या मृतदेहांची विल्हेवाटपण लावतात. गिधाडे निसर्गाला अत्यावश्यक परिसंस्था सेवा पुरवत असतात. प्राण्यांच्या शवांची विल्हेवाट लावण्याच्या कोणत्याही पर्यायी पद्धतीच्या अनुपस्थितीत, त्यांची उघड्यावर विल्हेवाट लावणे सुरूच आहे, आणि मोकाट कुत्र्यांच्या वाढत्या संख्येमुळे रेबीज पसरण्याचा आणि पशुधनामुळे अँथ्रॅक्ससारख्या आजारांचा धोका वाढतो.

भारतातील गिधाडांच्या संख्येतील घट पहिल्यांदा केओलादेव घाना नॅशनल पार्क, राजस्थान येथे १९८० ते

१९९० च्या मध्यात नोंदवण्यात आली. सुरुवातीला भारतात चार कोटी पांढरा पार्श्वभाग आणि लांब चोच असलेली गिधाडे होती. इंटरनॅशनल युनियन फॉर कॉन्झर्व्हेशन ऑफ नेचर (IUCN) या संस्थेने सन २००० मध्ये घोषित केले की भारतीय गिधाड संपूर्ण नामशेष होण्यापासून फक्त एक पाऊल दूर आहे. भारतातील ९९ टक्के गिधाडांच्या प्रजाती नष्ट झाल्या आहेत आणि त्यात पांढऱ्या रंगाच्या गिधाडांची संख्या तर ९९.९ टक्के कमी झाली आहे. गिधाडांच्या संख्येतील तीव्र घट होण्याचे प्रारंभिक कारण अन्नाची (मृत पशुधन) कमतरता आणि/किंवा अज्ञात विषाणूजन्य साथीचा रोग हे मानले जात होते. परंतु मृत पशुधनाची कमतरता त्यांची संख्या कमी होण्याचे कारण नव्हते. बॉम्बे नॅचरल हिस्ट्री सोसायटी (BHNS), इंडियन व्हेटर्नरी शोध संस्थान (Indian Veterinary Research Institute - IVRI) आणि भारतातील इतर संस्थांनी व या विषयावर परदेशात काम करणाऱ्या संशोधकांच्या सहकार्याने साथीच्या आजाराच्या गृहीतकावर शोध घेतला. ८५ इतर गिधाडांमध्ये व्हिसेरल गाउट, उतकांमध्ये आणि अंतर्गत अवयवांच्या पृष्ठभागावर युरिक अॅसिडचे संचय आढळून आले होते! गिधाडांचा मृत्यू मूत्रपिंडाच्या निकामी होण्यामुळे झाला होता. चयापचयातील अनिष्ट बदल आणि संसर्गजन्य रोगाच्या प्रभावाने मूत्रपिंडे निकामी होतात, पण मायक्रोस्कोपी, सूक्ष्मजीवशास्त्र, बॅक्टेरियोलॉजी आणि सांसांशिक निदान या सर्वांनी नकारात्मक परिणाम दिले. हिस्टोपॅथॉलॉजीने उघड केले की सर्व प्रकरणांमध्ये मूत्रपिंडाच्या नळीचे गंभीर नुकसान झाले होते, जे १-४ दिवसांत तीव्र होते जे मूत्रपिंडाच्या (किडणी) निकामी होण्याचे विषारी कारण दर्शवते. तथापि, ह्या अभ्यासाने हेवी मेटल विषबाधा, ऑर्गॅनोफॉस्फेट्सचे विषारी अवशेष किंवा ऑर्गॅनो क्लोरीन प्रदूषणाकडे अंगुलीनिर्देश केले नाहीत. त्यानुसार, साथीच्या रोगाचा कोणताही निर्णायक पुरावा त्या संशोधनात आढळला नाही.

एका पर्यायी गृहीतकानुसार गिधाडांची संख्या कमी होण्याच्या अगदी आधी, पर्यावरणातील एक नवीन विषारी रसायन डिक्लोफेनाकच्या संपर्कात ही गिधाडे आली होती. डिक्लोफेनाक एक पशुवैद्यकीय वेदनाशामक औषध आहे. भारतीय उपखंडात सन १९८० च्या उत्तरार्धात पशुवैद्यकीय संधिवाताच्या उपचारासाठी ते वापरले जात होते. पशुवैद्यकीय औषधांची तसेच बाजारात असलेली नवीन औषधे गिधाडांच्या मूत्रपिंडाला हानी पोहोचवू शकतील अशी औषधे ओळखण्यासाठी विस्तृत सर्वेक्षण केले गेले. ह्यात सिद्ध झाले की डिक्लोफेनाक गिधाडांच्या मूत्रपिंडांच्या

रोगांकरता जबाबदार आहे. डिक्लोफेनाकने संधिवाताच्या उपचार केलेल्या पशुधनांच्या शवांच्या सेवनाने गिधाडांना विषारी संसर्ग झाला होता. प्रयोगांनी असे सिद्ध झाले की गिधाडे डायक्लोफेनाकला अतिसंवेदनशील असतात आणि ह्याच्या संसर्गामुळे थोड्याच कालावधीत त्यांची मूत्रपिंडे निकामी होऊन त्यांचा मृत्यू होतो.

शास्त्रज्ञ आणि धोरणकर्त्यांमध्ये गिधाडांच्या संख्येवर डायक्लोफेनाकची भूमिका याविषयी जागरूकता वाढवण्यासाठी भारत आणि परदेशात विविध कार्यशाळांच्या मालिका आयोजित करण्यात आल्या. परिणामी भारत सरकारने डायक्लोफेनाकचा पशुवैद्यकीय वापरावर त्वरित बंदी घातली. तसेच, गिधाड संवर्धन कार्यक्रम तातडीने सुरू केले गेले. सन २००१मध्ये पिंजोर इथे हरियाणा वनविभागाच्या सहकार्याने बीएनएचएसने गिधाड संरक्षण आणि प्रजननकेंद्राची स्थापना केली. गिधाड संवर्धन २०२०-२०२५ साठी योजना राबवण्यात आली आणि त्यानुसार उत्तर प्रदेश, त्रिपुरा, महाराष्ट्र, कर्नाटक आणि तामिळनाडू या राज्यांमध्ये एक एक गिधाड संवर्धन आणि प्रजननकेंद्र स्थापित केले जाणार आहे. गंधीरपणे धोक्यात असलेल्या आशियाई पक्ष्यांचा राजा गिधाडांसाठी जगातील पहिले संवर्धन आणि प्रजननकेंद्र जटायू संवर्धन आणि प्रजननकेंद्र (गउइउ) उत्तर प्रदेशातील महाराजगंज जिल्ह्यात सुरू होणार आहे.

संवर्धन आणि प्रजननकेंद्रात पकडलेली गिधाडे ४५ दिवसांच्या क्वारंटाइनमध्ये ठेवली जातात. त्यांना एक विशिष्ट ओळख क्रमांक दिला जातो आणि मायक्रोचिप लावल्या जातात. डायक्लोफेनाक अंशविरहित मृत शेळ्यांची कलेवरे गिधाडांना आठवड्यातून दोनदा दिले जाते. वयाच्या तिसऱ्या वर्षी, नर मादी जोडी जीवनासाठी सोबत करते, घरे तयार करते आणि प्रजनन करते. गिधाडांची पुनरुत्पादनक्षमता वाढवण्यासाठी, त्यांची अंडी तापमान-नियंत्रित खोलीत नेली जातात. तिथे ती कृत्रिम उष्मायनात ठेवली जातात. निरोगी वाढीसाठी आणि सर्व बाजूंनी समान तापमान सुनिश्चित करण्यासाठी अंडी दिवसभर फिरवली जातात. उष्मायनाच्या ५५ दिवसांनंतर, अंड्यांमधून पिल्ले बाहेर पडतात. पिल्लांना मृत प्राण्यांचे विविध अवयव, स्नायू आणि कुटलेली हाडे यांचा समावेश असलेला समतोल आहार दिला जातो. अवघ्या चार महिन्यांत, जवळजवळ पूर्ण वाढलेले गिधाड उडण्याच्या प्रयत्नात पंख फडफडवते आणि अशाच एका प्रयत्नात ते उडून जाते.

आजपर्यंत भारतातील विविध आठ केंद्रांवर ७८२ गिधाडे, अंडी उबवून संवर्धित केली आहेत. त्यापैकी

जटायू संवर्धन आणि प्रजनन केंद्र (JCBC) मध्येच ३७८ गिधाडे संवर्धित केली आहेत. पर्यावरणासाठी गिधाड ही अत्यंत उपयुक्त प्रजाती आहे. त्यांच्या जवळजवळ नामशेष होण्यासाठी मानवच जबाबदार आहे. गिधाडांच्या प्रजाती नामशेष होण्यापासून वाचवण्यासाठी विषारी डायक्लोफेनाक, केटोप्रोफेन, आणि निमुसुलाईड यांसारख्या विषारी परिणाम सिद्ध झालेल्या वेदनाशामकांवर बंदी घालणे आणि गुरांवर उपचार करताना डायक्लोफेनाकचा गैरवापर रोखणे अत्यंत जरूरीचे आहे.

बस्टर्ड हा गवताळ प्रदेशातील आढळणाऱ्या पक्ष्यांचा समूह आहे. भारतात त्याच्या चार प्रजाती- माळढोक (Rdeotis nigriceps) - The Great Indian Bustard (GIB), मॅक्वीन बस्टर्ड, बंगाल फ्लोरिकन Bengal Florican आणि तणमोर (Lesser Florican) आढळतात. ह्यात मॅक्वीन बस्टर्ड एक प्रवासी प्रजाती आहे जे मध्य आशियातून पश्चिम भारतातील वाळवंटात ऑक्टोबर-मार्चच्या दरम्यान स्थलांतर करतात. मॅक्वीन बस्टर्डचे वीणक्षेत्र मध्य आशिया आहे. भारतात वीण करणारा बस्टर्डच्या इतर तीन प्रजाती- ग्रेट इंडियन बस्टर्ड, बंगाल फ्लोरिकन आणि तणमोर IUCN च्या लाल यादीनुसार नामशेष होण्याच्या मार्गावर आहेत.

माळढोक भारत आणि पाकिस्तान या देशांतील कोरड्या गवताळ प्रदेशांमध्ये आढळणारा अत्यंत दुर्मिळ पक्षी आहे. काही काळापूर्वी हा पक्षी पाकिस्तान आणि भारतच्या राजस्थान, गुजरात, मध्यप्रदेश, पंजाब, हरियाणा, उत्तर प्रदेश, उत्तराखंड, ओडिशा, आंध्र प्रदेश, तामिळनाडूच्या मोठ्या भागात आढळत होता. परंतु आज त्या विस्तीर्ण प्रदेशाच्या दहा टक्केपेक्षा कमी जागेवर ते आढळतात. हा राजस्थानचा राज्यपक्षी आहे आणि तिथे हा गोडावणच्या नावाने ओळखला जातो. मांसासाठी त्यांची शिकार झाल्यामुळे आणि त्यांच्या अधिवासावर होत असलेल्या अतिक्रमणामुळे त्यांच्या संख्येत मोठ्या प्रमाणावर घट झालेली आहे. सध्या भारतात त्यांची संख्या सुमारे १००-१२५ पर्यंत उरली आहे. भारतात माळढोक प्रामुख्याने वाळवंट राष्ट्रीय उद्यान (Desert National Park) जेसलमेर मध्ये आढळतात. इथे त्यांची संख्या सुमारे १०० आहे, उर्वरित माळढोकपैकी ६-७ पक्षी गुजरातमध्ये, २-३ महाराष्ट्रात, १० पक्षी कर्नाटकात आणि ३-४ पक्षी आंध्र प्रदेशात आढळतात. सध्याचा ट्रेंड असाच सुरू राहिला तर माळढोक दोन ते तीन दशकांत नामशेष होऊ शकतात.

माळढोक नराचे डोके पांढरे असून त्याच्यावर टोपीसारखा काळा तुरा असतो. मान पांढरी असून मानेच्या

मागील शरीराचा आकार अन्य पक्ष्यांप्रमाणे निमुळता होडीच्या आकारासारखा नसून तो रुंद असतो. पाठीचा रंग गडद अथवा तपकिरी असून त्यावर पांढऱ्या रेषा किंवा ठिपके असतात. पोटाकडचा रंग पांढरा असतो. नराच्या छातीवर आडवा काळा पट्टा असतो. मादीच्या छातीवर हा पट्टा अरुंद किंवा अर्धवट असतो किंवा कधी कधी नसतो. नराच्या मानेवर गळ्यापाशी गलकोष्ठ असून आवाज घुमवून तो मोठा करण्यासाठी त्याचा उपयोग होतो.

माळढोक नराची उंची सुमारे १ मीटर व वजन ८-१४.५ किलो आणि मादीची उंची सुमारे ८० सेंमी व वजन २-६ किलोपर्यंत असते. माळढोक भित्रे आणि कमालीचे सावध असतात. जड असल्यामुळे हा एक मंद पक्षी आहे. एक नर माळढोक, मोराच्या दुप्पट आकारपर्यंत असू शकतात. माळढोकाचे वैशिष्ट्य हे, की तो जमिनीवर वावरत असला, तरी उड्डाणक्षम असा सर्वांत मोठा पक्षी आहे (शहामृग व एमू हे पक्षी उड्डाणक्षम नाहीत). ते वेगाने धावू शकतात आणि दूरवर उड्डाण करू शकतात. त्यांच्या आहारात टोळ, भुंगेरे व इतर कीटक, गोमा, पाली, सरडे यांबरोबरच धान्ये, भुईमुगाच्या व इतर वनस्पतींच्या शेंगा आणि बोरे यांचा समावेश होतो.



फोटो : कमलेश कुमार राजस्थान वनविभाग

भारताचे पश्चिमेकडील वाळवंट राष्ट्रीय उद्यान आणि राजस्थानचा बराचसा भाग थार वाळवंटापासून तयार झाला आहे. थार हे जगातील सर्वाधिक लोकसंख्या असलेले वाळवंट आहे. ह्या वाळवंट राष्ट्रीय उद्यानात जवळजवळ ७० पेक्षा जास्त गावे आहेत. इथे शेती मर्यादित आहे परंतु घरगुती शाकाहारी प्राण्यांमुळे गवताळ प्रदेशाचा नाश होत आहे. वाळवंट राष्ट्रीय उद्यान भारतातील सर्वांत मोठ्या संरक्षित क्षेत्रांपैकी एक आहे. ह्या राष्ट्रीय उद्यानाचा काही भाग गवताळ प्रदेश आणि छोट्या झाडांचा पण आहे जो माळढोक

करता अन्न पुरवठा तसेच त्यांना लपून राहण्यास मदद करतो. ह्या प्रदेशात मिळणारे सेवण गवत अत्यंत पौष्टिक असते, बस्टर्ड्स प्रमाणे इतर घरगुती प्राणी त्यावर अवलंबून असतात आणि गवतासाठी माळढोकचे स्पर्धक असतात. संरक्षित क्षेत्राभोवतीचे कुंपण जाळीदार असल्यामुळे घरघुती प्राणी सहजपणे माळढोकच्या राखीव क्षेत्रात प्रवेश करू शकतात आणि त्यांचाकरता धोका निर्माण करतात.

माळढोक अतिशय मंद प्रजनन करणारे पक्षी आहेत. नर आणि मादी एकमेकांना शोधण्यात यशस्वी झाल्यानंतर मादी दर १-२ वर्षांनी एक अंडे देतात. माळढोकाचे घरटे जमिनीवर एखाद्या झुडपाखाली उथळ खळग्यात गवत टाकून तयार केलेले असते. त्यात मादी एकच अंडे घालते. ते हिरवट-तपकिरी रंगाचे असून त्यावर फिकट-तपकिरी डाग असतात. मादी एकटीच अंडे उबविते आणि पिल्लाचे रक्षण करते. संकटकाळात ती पिल्लांना पंखाखाली घेऊन त्याचे संरक्षण करते. ह्या अंड्यांना जंगली कोल्हा, मुंगोस आणि कुत्रे यांसारख्या भक्षकांचा सतत धोका असतो. सामान्य परिस्थितीत माळढोकच्या अंड्यातून पिल्लू बाहेर येण्याचा यशस्वी दर फक्त ६०-७० टक्के आहे, पण कोल्हे आणि कुत्र्यांसारख्या भक्षकांमुळे हा दर ४०-५० टक्क्यांपर्यंत कमी झाला आहे. त्यामुळे यावेळी प्रत्येक माळढोक मौल्यवान आहे आणि एकाचेही नुकसान या प्रजातीच्या भवितव्यासाठी मोठा धक्का आहे. नाही तर ग्रेट इंडियन बस्टर्ड, मॉरिशसच्या डोडो पक्ष्यासारखे नामशेष होऊ शकतात.

याशिवाय आणखी एक वादाचा मुद्दा आहे. वाळवंट राष्ट्रीय उद्यानाच्या आजूबाजूला राहणारे लोक पावसावर अवलंबून असलेल्या शेतीसाठी मोठ्या प्रमाणावर जमिनीचा वापर करतात आणि माळढोकांकरता राखीव असलेल्या जमिनीवर राष्ट्रीय उद्यानाचे अतिक्रमण करतात. परंतु माळढोक ला सर्वांत मोठा धोका जेसलमेर वाळवंट राष्ट्रीय उद्यान राखीव क्षेत्राच्या पलीकडे आहे. वाळवंट आणि गवताळ प्रदेश मोठ्या प्रमाणावर काही विशिष्ट उपयोगाचे नाही हे गृहीत धरले जाते. ह्या विस्तृत भागाचा उपयोग पवनऊर्जा (wind mill) निर्माणासाठी केला जात आहे. राजस्थानमध्ये जिथे माळढोक वावरतात तिथे जवळजवळ १००० पवनचक्की संयंत्रे आणि ६००० किलोमीटरपेक्षा जास्त पॉवर वितरणासाठी विजेच्या तारा आहेत. माळढोक लहान आणि उंच गवतांच्या मिश्रणाच्या खुल्या गवताळ प्रदेशात विकसित झाले आहे. म्हणून त्यांना भक्ष्य शोधण्यासाठी आणि इतर कामासाठी विस्तृत दृष्टी असणे आवश्यक आहे. त्यामुळे काळाबरोबर दर पिढीमध्ये त्यांच्या विस्तृत दृष्टीचा विकास, त्यांच्या समोर

पाहण्याच्या दृष्टीपेक्षा अधिक प्रमाणात झाला. त्यांची समोर पाहण्याची दृष्टी अरुंद व कमी झाली. ह्यामुळे त्यांना दूरवरून विजेची तार दिसत नाही. ते शेवटी त्यांना पाहतात तेव्हा ते विजेच्या तारांच्या खूप जवळ असतात, खूप जड असल्यामुळे त्यांना उडण्याची दिशापण बदलता येत नाही आणि विजेच्या तारांशी टक्कर झाल्यामुळे त्यांना विजेचा धक्का लागून मृत्यू होतो. कमी दृष्टी असलेल्या माळढोकसाठी हे पॉवर लाईन खरोखर मृत्यूचा सापळा आहे. गेल्या दशकात आपल्याकडे विजेचा धक्क्यांनी ९ माळढोक पक्ष्यांच्या मृत्यूची नोंद आहे. ह्या पक्ष्यांना जिवंतपणी शोधणे फार कठीण असते आणि मृत झाल्यावर शोधणे त्याहूनही कठीण असते. खरे आकडे ह्या रेकॉर्डहून जास्त असू शकतात. सुमारे १५ ते २० टक्के माळढोक संख्या एका वर्षात विजेच्या तारांमुळे कमी झाली आहे.

राजस्थान वनविभाग आणि भारतीय वन्यजीव संस्था माळढोक पक्ष्यांचे अधिवास सुरक्षित करण्याच्या प्रयत्नात आहे. माळढोककरता भारतातील पहिले कॅप्टिव्ह ब्रीडिंग सेंटर आणि हॅचरी सेंटर कोटाजवळ सोरसन आणी जैसलमेरजवळ रामदेवरा भागात भारतीय वन्यजीव संस्था (WII), राजस्थान वनविभाग आणि केंद्रीय पर्यावरण मंत्रालय यांच्या संयुक्त प्रयत्नांनी स्थापन झाले आहे. राजस्थान व गुजरातच्या ज्या भागात माळढोक सर्वात अधिक संख्येने आढळतात त्या ठिकाणी विजेच्या तारांना भूमिगत करण्याची गरज आहे. हा माळढोकच्या मृत्यूचे प्रमाण कमी करण्यासाठी एकमेव यशस्वी उपाय आहे. ज्या भागात माळढोक कमी आहेत त्या भागात या विजेच्या तारांवर पक्षी वळवणाऱ्या (बर्ड डायव्हर्टर) यंत्रांची गरज आहे. बर्ड डायव्हर्टर हे गोलाकार धातूचे पत्रे असतात जे उपल्ब्ध प्रकाश सर्व दिशांना परावर्तित करतात. ह्यांच्या उपयोग केल्याने पॉवरलाइन्ससह पक्ष्यांची टक्कर लक्षणीय प्रमाणात कमी होते. परंतु थारच्या वाळवंटात या डायव्हर्टर्सचा मोठ्या प्रमाणावर वापर होणे अजून बाकी आहे.

भारतात कायदेशीर संरक्षण अस्तित्वात आहे असा जेमतेम एक टक्का गवताळ प्रदेश आहे. ह्या कायद्याच्या कक्षा वाढवण्यासाठी प्रयत्न करावे लागतील. सन १९८०पासून बस्टर्ड लँडस्केपमध्ये बदल झाले आहेत आणि ते कमीही झाले आहेत. कधी गवताळ प्रदेशाचे रूपांतर मोनोकल्चर झुडूप/वृक्षलागवडीमध्ये करण्यात आले जे खुल्या अधिवासासाठी अनुकूल असलेल्या प्रजातींना प्रतिकूल आहेत. आज ही प्रजाती नष्ट होण्याच्या मार्गावर आहे. काही ठोस प्रयत्न केले गेले नाहीत, तर पुढील दोन ते तीन दशकांत

माळढोक (ग्रेट इंडियन बस्टर्ड) नामशेष होऊ शकतात.

लेसर फ्लोरिकन अर्ध-खरखीत आणि गवताळ प्रदेशात राहतात. उत्तर पश्चिम भारतातील त्यांच्या वीण स्थळापासून दख्खनच्या पठारापर्यंत (नॉन-ब्रिडिंग ग्राउंड) ते स्थलांतर करतात. सध्या भारतात त्यांची संख्या ९०० पेक्षा कमी आहे. बंगाल फ्लोरिकनचे वास्तव्य हिमालयीन तराई क्षेत्रापर्यंत मर्यादित आहे आणि दक्षिण आशियासह भारतातील गवताळ प्रदेशात त्यांची संख्या ४०० पेक्षा जास्त उरली नाही.

भारतातील बस्टर्डच्या तिन्ही प्रजातींच्या प्रजननाचा खोलवर अभ्यास करण्यात आला आहे. अगदी अलीकडे, मोठ्या प्रमाणात टेलिमेट्री आणी त्याचे ग्राउंड प्रमाणीकरण केले गेले आहे. त्यामुळे आपली पर्यावरणीय आणि संवर्धन समज नक्कीच वाढली आहे. तरीही त्यांचा संख्येमध्ये वृद्धी होण्यासाठी अधिक संशोधनाची गरज आहे. ग्रेट इंडियन बस्टर्ड आणि लेसर फ्लोरिकनसाठी कॅप्टिव्ह ब्रीडिंग सेंटरमध्ये मिळालेल्या प्रारंभिक यशानंतर बरेच काम बाकी आहे.

शहरीकरण, परिसंस्थेचा ऱ्हास, पायाभूत सुविधांचा अभाव, पर्यावरणीय प्रदूषण आणि हवामानातील बदल अशा अनेक घटकांचा भारतातील पक्ष्यांवर परिणाम होतो. ह्या बदलामुळे अनेक प्रजातींचे नुकसान होत आहे. याउलट, इतर प्रजाती मोनोकल्चरसारख्या अत्यंत बदललेल्या लँडस्केपमध्ये वाढत आहेत ज्यामुळे सर्व प्रदेशांमध्ये पक्ष्यांच्या प्रजातींचे होमोजिनाइजेशन होत आहे. पवन आणि सौर फार्मसारख्या कार्बनउत्सर्जन कमी करण्यासाठी डिझाइन केलेल्या पायाभूत सुविधा व त्यांना ग्रिडशी जोडणाऱ्या पॉवर लाइन्स, पक्षी आणि इतर वन्यजीवांना धोकादायक ठरू पाहात आहेत. ह्या सामान्य धोक्यांसह, बेकायदेशीर शिकार आणि पक्षिव्यापार यांसारखे धोके अधिक आहेत, जे सामान्य तसेच लुप्तप्राय प्रजातींवर परिणाम करतात.

पक्ष्यांचे संवर्धन करणे हा निसर्गसंवर्धनाचा एक महत्त्वाचा भाग आहे आणि मानवजातीसाठीही महत्त्वाचा आहे. आमच्या पुढील पिढ्यांना पक्ष्यांचा आनंद घेता यावा यासाठी आपण सर्वांना अथक प्रयत्न करण्याची गरज आहे.

- डॉ. अनूप केळकर

anoop@barc.gov.in



सुलक्षणा महाजन

शहरे भविष्यातली

एक आटपाट शहर होतं अशी गोष्टीची सुरुवात झाली की लहान मुले कान टवकारतात. अद्भुतरम्य कल्पना ऐकायला मिळणार म्हणून उत्सुकता वाढते. कथा सांगणाऱ्याच्या मनातही अद्भुत कल्पना उमटायला लागतात. शब्दातून त्यांचे वर्णन सुरू होते. आर्किटेक्ट आणि नगररचनाकार हे शहरांचे शिल्पकार मात्र आकर्षक चित्रांमधून आपल्या शहरांच्या संकल्पना सादर करतात. पण मी भविष्यातील शहरसंकल्पना शब्दांमध्ये मांडणार आहे. गायक आणि संगीतकार सात स्वरांच्या आकृतिबंधांतून गाणे तयार करतात तेव्हा त्याचे चित्र त्यांच्या मनात असले तरी श्रोत्यांना ते ऐकल्याशिवाय दिसत नाही. एखाद्या पदार्थाचे सुंदर चित्र बघून तोंडाला पाणी सुटले तरी त्याची चव घेतल्याशिवाय पदार्थ छान आहे का नाही हे ठरवता येत नाही. तसेच शहरांचे आहे. शहरांचे सुरेल-बेसूर गाणे आणि त्यांचीच चांगली-वाईट चव तेथे राहणाऱ्यांनाच समजते.

शहरे कधीही एखाद्या साच्यामधून घडवलेल्या वस्तूप्रमाणे नसतात. त्यांचे दृष्टीला दिसणारे स्वरूप आणि समाजाचे न दिसणारे अंतरंग, संस्कृती बदलत असतात. चांगल्या शहरांत चांगले नागरिक आणि मानवतेची उत्क्रांती होते तर वाईट शहरे माणसांना माणुसकीपासून वंचित ठेवतात. चांगले शहर घडवण्याची प्रक्रिया एखाद्या मोठ्या मेजवानीचे आयोजन करण्यासारखी असते. मेजवानीचे यशापयश खाद्यपदार्थांच्या आकर्षक रचनेबरोबरच उपलब्ध साधनांच्या निवडीवर, प्रमाणावर, गुणांवर अवलंबून असते. त्याहीपेक्षा ते बल्लवाचार्य चमूच्या कौशल्यावर, अनुभवावर आणि खाणाऱ्यांच्या आवडी-निवडीवरही अवलंबून असते. शहरांचे रचनाकार आणि आर्किटेक्ट खरे तर नागरिकच असतात. भविष्यातील चांगल्या शहरांसाठी नागरिकांना जबाबदार व्हावे लागणार आहे.

सर्जकता ही माणूसप्राण्यांची सजीवसृष्टीमधील ओळख. बुद्धी, भावना आणि कौशल्याच्या आधारे हजारो शतकांच्या कालक्रमात उत्क्रांत होत आलेली ही परंपरा. माणसांनी सुरक्षेसाठी, शिकारीसाठी आयुधे बनवली, निसर्गातील परिसराचे निरीक्षण करून उपयुक्त साधने बनवली, पशुपालन केले, त्यांची देवाणघेवाण केली, पुढे शेतीचे तंत्र शोधले, निवारे बांधून लहान-मोठ्या वस्त्या केल्या, कला-कौशल्ये विकसित केली. मानवाची सांस्कृतिक-तांत्रिक-सामाजिक वाटचाल उत्क्रांतीच्या तत्त्वानुसार होत गेली. भटक्या मनुष्याने समूहजीवन स्थिर करण्याचे प्रयत्न केले. वर्तमान घडवताना भविष्याचा विचार सुरू झाला. कथा-संकल्पना घडू लागल्या.

गेल्या पाचशे वर्षांत मानवांच्या धाडसाने, कला-कल्पनांनी, विज्ञानाने, तंत्रज्ञानाने मानवजातीला झपाटून टाकले. विसाव्या शतकात मानवाच्या अनेक संकल्पना वास्तवात आल्या. पक्ष्यांप्रमाणे आकाशात भरारी मारण्याचे, हरणांच्या वेगाने पळण्याचे स्वप्न यंत्रयुगात वास्तवात आले. आकाशात विहरणाऱ्या विमानांचे, अवकाशात झेप घेणाऱ्या रॉकेटचे, पृथ्वीभोवती प्रदक्षिणा घालणाऱ्या उपग्रहांचे युग अवतरले. वेगवान संदेशवहनाने जगातील विखुरलेले मानवसमूह जोडले गेले. त्यांच्यातील संवाद, देवाणघेवाण वाढली. आठ हजार वर्षांपासून सुरू झालेल्या शेती क्षेत्रात क्रान्ती झाली. प्रगत शहरातील उद्योग आणि विद्यापीठे संशोधकांच्या प्रयोगशाळा बनल्या. लाखो वर्षांच्या संथ गतीने उत्क्रांत होत आलेली मानवसंख्या पाचशे वर्षांच्या ज्ञान-विज्ञानाची ऊर्जा मिळाल्यावर झपाट्याने वाढली. मानवी वस्त्यांचे आकार आणि प्रकार बदलू लागले. व्यापारी शहरांत उद्योग आणि सेवाक्षेत्राने हातपाय पसरले. जमीन मिळेल तेथे आडवीतिडवी पसरली. खेड्यांची शहरे झाली, जमीन

पुरेना तेव्हा आकाशाला गवसणी घालू लागली. शहरांमध्ये रात्रींचाही दिवस झाला.

त्याचबरोबर क्षितिजावर संकटे दिसायला लागली. अफाट महत्त्वाकांक्षा उरी धरलेल्या मानवजातीच्या उरात नष्ट होण्याचे भय दाटू लागले. पाऊस-पूर-वादळे ह्यांचे वेळापत्रकच बिघडले. पावसाने शहरांना झोडपायला, पुराच्या पाण्यात बुडवायला सुरुवात केली. मानवजातीच्या वर्तमानाचा, भविष्याचा आणि संकट निवारणाचा विचार विसाव्या शतकात गंभीरपणे सुरू झाला. अवकाशातील उपग्रहांच्या छायाचित्रातून चमचमणारी शहरे आणि उद्ध्वस्त झालेली जंगले दिसायला लागली. प्रदूषणकारी शेतजमिनी, उद्योगधंदे, अस्ताव्यस्त शहरे, महामार्गांचे जाळे, जल-वायूवाहतूक ह्या सर्वांमुळे होणारे निसर्ग विनाशाचे स्वरूप लक्षात येऊ लागले.

सन १८०० मध्ये जगाची लोकसंख्या एक अब्ज होती. त्यापैकी जेमतेम ३ ते ५ टक्के लोक शहरांचे रहिवासी होते. १९००साली जगाची लोकसंख्या १.६ अब्ज झाली असताना भारतामधील नागरी लोकसंख्या १५ टक्के होती. २००८ साली जगाने सात अब्ज लोकसंख्या पार केली तेव्हा साडेतीन अब्ज लोकसंख्या शहरात राहणारी होती. एकविसाव्या शतकाच्या अखेरीस नऊ अब्ज लोकांपैकी ७५ टक्के लोकसंख्या शहरी भागात एकवटेल असा अंदाज असल्यामुळे शहरांमध्येच ती सामावून घेण्यासाठी प्रयत्न सुरू झाले. सर्वांना चांगले जीवनमान देण्यासाठी जगभर विचारमंथन सुरू झाले. शहरांच्या आकारांचा, स्वरूपांचा, सुरक्षेचा तसेच समाज, संस्कृतीचा पुनर्विचार करणे भाग पडले. जोडीने पृथ्वीवरील निसर्गसंवर्धनाची जबाबदारी माणसांवर आली. माणूस आणि सजीव सृष्टीच्या सुरक्षेचा एकात्मिक विचार अपरिहार्य झाला.

पुरातन आणि वर्तमान शहरांचा अभ्यास भविष्यासाठी

जमिनीवरील जीवन सुरक्षित, सुसह्य, सुंदर, समृद्ध करण्यासाठी मानवाने अनेक पिढ्यांपासून केलेली धडपड, त्याचे यश-अपयश विसाव्या शतकात पुरातत्त्व संशोधनातून पुढे येऊ लागले. दहा ते बारा हजार वर्षांपासून मानवाच्या मोठ्या वस्त्या-शहरांचे प्रयोग सुरू झालेले समजले. मोठ्या लोकसंख्येच्या, तटबंदी असलेल्या, भव्य वास्तू असलेल्या, एकमेकांशी देवाण-घेवाण करणाऱ्या, वैविध्यपूर्ण संपत्तीचा साठा करणाऱ्या, मानवी कला-संस्कृतीला घडवणाऱ्या, सामाजिक स्तर असलेल्या वसाहती म्हणजे मानवनिर्मित शहरे अशी प्राथमिक व्याख्या पुरातत्त्व संशोधकांनी विसाव्या शतकाच्या मध्यावर मांडली. त्याचवेळी आधुनिक काळातील

शहरांचे, शहरीकरणाचे अभ्यासही जोमाने सुरू झाले. भूतकाळातील आणि वर्तमानातील आणि भविष्यातील शहरांसाठी अभ्यास, संशोधन करणारी नगर-विज्ञान अशी एक नवीन ज्ञानशाखा उदयाला आली. भौतिकशास्त्रातील कॉम्प्लेक्सिटी आणि केऑस सिद्धांतांची जोड त्याला मिळाली. सजीवसृष्टीच्या उत्क्रांती प्रक्रियेप्रमाणेच शहरांच्या उत्क्रांतिप्रक्रियेचा अभ्यास सुरू झाला. त्यातूनच शहरे, महानगरे आणि त्यातील नागरिक ह्याबद्दलच्या संकल्पना नेमक्या होऊ लागल्या.

यापुढे मानवजातीचे अस्तित्व आणि भविष्य शहरांवर अवलंबून असणार आहे. हा नागरक्रांतीचा काळ आहे यात आता संदेह उरलेला नाही. शेती, व्यापार, औद्योगिक आणि माहितीक्रांतीचे मानवाचे टप्पे एकाच वेळी जगाच्या खेड्या-शहरांत-महानगरांत बघायला मिळत आहेत. नागरी भविष्याला आकार देण्याचे मानवजातीपुढचे सर्वात मोठे आव्हान आहे. चंद्रावर रॉकेट पाठवणे सोपे वाटावे इतके हे आव्हान मोठे, गुंतागुंतीचे आणि व्यापक आहे. शहरे भौतिक रचना म्हणून महत्त्वाची असली तरी त्यामध्ये आजच्या आणि उद्याच्या पिढ्यांना सामील करून घेत नागरसंस्कृतीसाठी मानसिकता घडवणे; त्यांना केवळ मतदार नव्हे तर शहरांचे 'जबाबदार नागरिक' बनवून कृतिप्रवण करणे हे खरे आव्हान आहे.

नागरसृष्टीसाठी जबाबदार नागरिकत्व

आजच्या शहरांचा विचार करतानाही नगरविज्ञानाचे अभ्यासक भविष्यातील शहरांना आणि नागरिकांनाही भेडसावणारे प्रश्न उपस्थित करून आणि त्यांची उत्तरे शोधण्याच्या प्रयत्नात आहेत. त्यातील काही महत्त्वाचे प्रश्न-

भविष्यातील शहरे कशी असावीत? त्यामध्ये कोणकोणते उद्योग असावेत? अर्थव्यवस्था कशी असावी? अर्थव्यवस्थेचे नियमन आणि नियोजन कसे असावे? कोणी करावे, म्हणजे उद्योजकांनी की स्थानिक प्रशासनाने? तेथे कोणकोणत्या पायाभूत सोयी असाव्यात? त्यांचे नियोजन, निर्मिती, देखभाल, दुरुस्ती कोणी करावी? त्यामधील घरे, वस्त्यांचे नियोजन कसे असावे? तेथील समाजव्यवस्था, लोकसंस्कृती ह्यांचे नियमन, नियंत्रण कसे आणि कोणी करावे? शहराच्या आणि नागरिकांच्या अंतर्गत सुरक्षेसाठी व्यवस्था कशी असावी? शहरासाठी स्वतंत्र कायदेमंडळ, प्रशासन आणि न्यायव्यवस्था असावी का? शहरांचे नेतृत्व कसे असावे? शहराचे आजूबाजूच्या प्रादेशिक शहरांशी, गावे-खेड्यांशी नाते कसे असावे? शहरांचे राज्यशासनाशी

तसेच आणि देशाच्या केंद्र शासनाशी असलेल्या नातेसंबंधांचा विचार कसा असावा? शहरहद्दीमधील नैसर्गिक परिसर, पर्यावरण तसेच त्याच्या आजूबाजूच्या प्रदेशांतील, राज्यांतील, देशांतील, आणि जगाच्या पर्यावरणाच्या संदर्भात शहराची जबाबदारी यामध्ये संतुलन कसे साध्य करावे? त्यामध्ये नागरिकांची भूमिका काय असावी?

या प्रश्नावलीतून एक लक्षात येईल की भविष्यातील शहरांचा विचार करताना शहरांचे स्वरूप वैविध्यपूर्ण असते, सतत बदलणारे असते, तेथील उद्योग-समाज-संस्कृती प्रवाही असते; शहरांच्या भोवतीचे आणि दूरचे प्रदेश आणि निसर्ग ह्यांचे स्वरूपही सातत्याने बदलत असते आणि त्यातील माणसेही बदलत असतात हे लक्षात घ्यावे लागते. त्यासाठी शहरांचे 'प्रवाही-स्थैर्य' (dynamic stability) समजून घेणे महत्त्वाचे आहे.

पृथ्वीवरचे कोणतेही प्रदेश एकसमान नाहीत. मानव-प्राण्याला जगण्यासाठी पुरेसे समृद्ध, पोषक, सुरक्षित नाहीत. प्रत्येक ठिकाणी नैसर्गिक परिसरात वस्तीला, वाढीला सोयीचे बदल मेंदूच्या वापरातून त्याने घडवून आणले. अशा वस्त्यांमुळे मानवी वृत्तीमध्येही सुसंगत बदल होत गेले. वेगवेगळे समाज आणि संस्कृती घडल्या. नद्या व समुद्रकिनाऱ्यांवर, उंच पठारांवर, डोंगर-दऱ्यांमध्ये, वाळवंटी प्रदेशात, जंगल भागात शहरे वाढली आहेत. जमीन, मानवाचे उद्योग आणि समाज हे तीन घटक कोणत्याही वसाहतीचे मूलभूत घटक.

शहरी जमीन म्हणजे स्थानाबरोबर विशेष गुणधर्म असलेली निसर्गसृष्टी, त्यावर मनुष्याच्या उद्योजकतेमधून निर्माण झालेली अर्थसृष्टी व संस्कृतीमधून तयार झालेली समाजसृष्टी. हे तीन प्रकारचे सृष्टिवैभव मानवाच्या उत्स्फूर्त प्रयोगशील वृत्ती आणि कृतींमधून हळूहळू एकत्र येत आजच्या शहरांची, महानगरांची उत्क्रांती झाली आहे. शहरे घडवण्याचे, तगवण्याचे आणि मानवी समाजाला पोषक परिसर निर्माण करण्याचे प्रयोग काही हजार वर्षे चालू आहेत. गेल्या पाचशे वर्षांमध्ये मानवाने शहरांच्या परिसरात जे विविध उद्योग, संशोधन आणि संकटनिवारणाचे प्रयोग केले त्यातूनच आज लोकसंख्येचा विस्फोट होऊन नागरसृष्टी निर्माण झाली आहे. परंतु प्रक्रियेत लोकसंख्या वाढीतून विस्तारलेली नागरसृष्टी तर संकटात सापडत आहेच; त्याबरोबरच अर्थसृष्टी आणि निसर्गसृष्टीवरही संकटे घोंगावत येत आहेत. संकटांचे स्वरूप लक्षात घेऊन शहरे आणि नागरिकांना सुरक्षित करण्यासाठी प्रयोग आणि प्रयत्न सुरू आहेत.

वर्तमानातील शहरे सुरक्षित करण्यासाठी आणि

भविष्यातील शहरे घडवण्यासाठी बहुविध ज्ञानशाखा एकत्र आणणारी नगरविज्ञानशाखा उदयाला आली हे वर म्हटले. नगरविज्ञानक्षेत्रामध्ये शहरांचा इतिहास, भूगोल, भूगर्भ, हवामान, भौतिक, रसायन, जीव, आरोग्य, पुरातत्त्व, वास्तू आणि नगर रचना, पर्यावरण, अभियांत्रिकी, अर्थ. समाज, राज्य, माहिती आणि व्यवस्थापन, नागरिकशास्त्र अशा अनेक मूलभूत वैज्ञान, सामाजिक, आणि कलाशास्त्रांचा एकात्मिक अभ्यास करून मार्ग शोधण्याचे प्रयत्न सुरू झाले आहेत. त्यातून भविष्यातील शहरांचे स्वरूप विकसित करण्याचे प्रयत्न चालू आहेत.

भूतकाळातील शहरे

नव्याणव जगतात आणि मरतात

उपेक्षा, भूक आणि गारट्यात

म्हणून एक जण राहतो ऐशोआरामात

मुलायम रेशमी पांघरूणात

नव्याणव राहतात रिकाम्या खोपट्यात

एक राहतो दुर्मिळ, संपन्न राजवाड्यात

तोच मालक शहरांचा, घरांचा धनी आणि जमिनीचा स्वामी

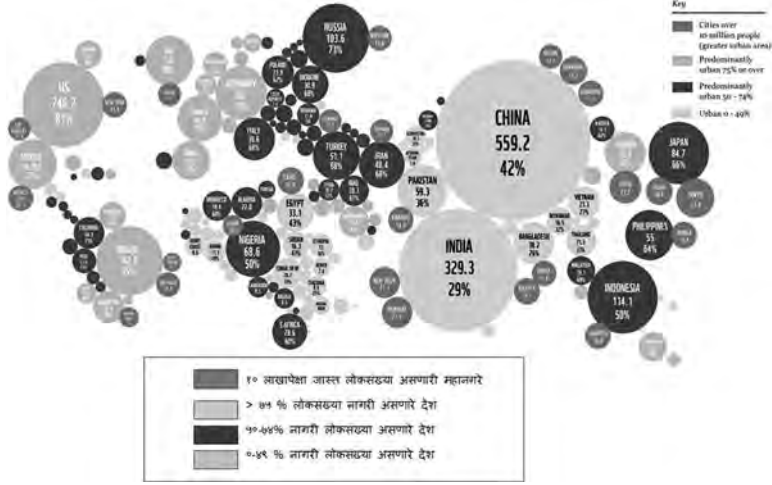
तेव्हा नव्याणवांच्या असतात रिकाम्या ओंजळी

शहरांचे वरील वर्णन डॉ. रघुराम राजन ह्यांच्या 'द थर्ड पिलर' ह्या पुस्तकातल्या, अमेरिकेत १८८९ साली शेतकऱ्यांच्या एका नियतकालिकात प्रसिद्ध झालेल्या इंग्रजी कवितेचे भाषांतर आहे. तेव्हाची सौंदर्याने नटलेली, दुर्मिळ भव्य शहरे राजे, सरंजामदार, व्यापारी आणि धर्मगुरू ह्यांच्यासाठीच असत. तेथील सैनिक, नोकर आणि गुलाम हे केवळ सेवेकरी असत.

गेल्या पाचशे वर्षांमध्ये व्यापार, उद्योग, विज्ञान, तंत्रज्ञान यातील क्रांतीनंतर लोकशाही राज्यव्यवस्था आल्या. त्यानंतर शहरे सर्वांची, समान हक्क असलेल्या नागरिकांची मानली जाऊ लागली आणि शहरांचे परिप्रेक्ष्य बदलू लागले तसे आधुनिक, सार्वजनिक, तांत्रिक पायाभूत सेवा वाढू लागल्या. जमिनीची आणि अर्थव्यवस्थांची, मानवी श्रमांची उत्पादकता वाढली. 'धारणक्षमता' (carrying capacity) वाढत जाऊन शहरांमध्ये मोठी लोकसंख्या सामावून घेणे शक्य झाले. शहरांची संख्या आणि लोकसंख्या वाढली. विविध प्रदेशातील, विविध संस्कृतींमधील लोक एकत्र येऊ लागले. शहरी परिसर नागरिकांच्या गरजांनुसार घडू लागले. त्यासाठी नागरी नियम तयार होऊ लागले. मतदानाच्या हक्काबरोबर नागरिकांच्या अपेक्षा आणि नगरपालिकांच्या जबाबदाऱ्यांमध्ये वाढ झाली. शहरे, नागरीकरण आणि प्रशासन प्रक्रिया क्लिष्ट आणि गुंतागुंतीच्या झाल्या. निसर्गावर काबू मिळवला

नागरी जगाचे एकविसावे शतक

२०१५ जागतिक लोकसंख्या ७.३ अब्ज, नागरी लोकसंख्या > ५०%
२१०० = लोकसंख्या ९ अब्ज आणि ८५ % ?



असे माणसांना वाटत असतानाच शहरांवर पर्यावरण आणि हवामानबदलाच्या संकटांचे सावट येऊ लागले.

भविष्यातील शहरांसाठी अष्टावधाने

वळणावळणाच्या घाटातून, शहरांमधील गल्लीबोळातून किंवा सरळसोट महामार्गावरून बस चालवताना चालकाला अष्टावधानी असावे लागते. भविष्यातील शहरांचा विचार करताना आपण सर्वांना अष्टावधानी नागरी-चालक होण्याचे प्रयत्न करणे आवश्यक आहे. कारण आता शहरे घडवण्याची, कार्यरत आणि सुरक्षित ठेवण्याची जबाबदारी प्रत्यक्ष नागरिकांवर आणि प्रत्यक्षात लोकप्रतिनिधींवर आली आहे. त्यासाठी शहरांचे लोकप्रतिनिधी प्रशासक म्हणून सक्षम असणे आवश्यक आहे. त्यांना चालकांप्रमाणे अष्टावधानी क्षमता असणे महत्त्वाचे आहे. निरीक्षण, माहितीचा साठा, अनेक प्रकारची कौशल्ये, उद्दिष्टांचे प्राधान्य ठरवण्याची, योग्य माहितीचा स्रोत शोधून, तर्कसंगती, सर्जकता यांच्याद्वारे निर्णय घेण्याची क्षमता म्हणजे अष्टावधान. त्यासाठी शिक्षण, अनुभव आणि 'नागरी' जबाबदारीची जाणीव असणारे नागरिक आणि त्यांची सुयोग्य लोकप्रतिनिधी निवडण्याची क्षमता सर्वात महत्त्वाची.

बसचालकांना अष्टावधानी होण्यासाठी जसे विशेष शिक्षण आवश्यक असते त्याप्रमाणे आजच्या आणि भविष्यातील नागरिकांना आणि लोकप्रतिनिधींना नागरी जबाबदाऱ्यांसाठी सक्षम करणे आवश्यक आहे. त्यासाठी नगरविज्ञानाचा प्रसार होण्याची आवश्यकता आहे. एकोणिसाव्या शतकात, औद्योगिक क्रांतीच्या परिणामी

वेगाने वाढलेल्या, गरिबी आणि बकालीने ग्रासलेल्या, प्लेग, टायफॉईड, कॉलरा अशा आजारांची आवर्तने येणाऱ्या लंडन, मॅचेस्टर अशा शहरांची अवस्था मोठा काळजीचा विषय झाला होता. त्याला पर्याय म्हणून इंग्लंडमध्ये एबनेझर हॉवर्ड ह्याने आरोग्यपूर्ण 'गार्डन सिटी' निर्माणाची संकल्पना मांडून प्राथमिक नगरविज्ञानाची सुरुवात केली होती. शहरांमधील लोकसंख्या आणि दाटी कमी करणे, मोकळा श्वास घेण्यासाठी हरित जागा आणि शहराभोवती शेती आणि औद्योगिक क्षेत्राचे विशेष परिसर निर्माण करून शहरे आरोग्यकारक करणे हे उद्देश होते. पाठोपाठ शहरे यांत्रिक आणि तर्काधिष्ठित पद्धतीने रचावीत अशी संकल्पना ली. कार्बुझिए यांनी मांडली. त्या संकल्पनांच्या आधारे आनंदीगढसारखी शहरे निर्माणही झाली. त्यातून नागरीकरणाच्या गुंतागुंतीच्या आर्थिक, सामाजिक समस्या सुटत नाहीत हे लक्षात आले. तेव्हापासून शहरांच्या नियोजनाचे, नियंत्रणाचे आणि सुधारणा करण्याचे अनेक स्वतंत्र प्रयोग जगाच्या विविध शहरांमध्ये सुरू झाले.

विसाव्या शतकाच्या मध्यावर अमेरिका आणि युरोपमध्ये शहरांच्या नियोजन आणि संशोधनासाठी पदव्युत्तर शिक्षण विद्यापीठांमध्ये सुरू झाले. सुरुवातीला त्यात आर्किटेक्चरचे विद्यार्थी असले तरी पुढील काळात त्यामध्ये विविध शाखांचे विद्यार्थी सामील होऊ लागले. सैद्धान्तिक आणि व्यावहारिक अशा दोन्ही पातळ्यांवर संशोधन होत एकविसाव्या शतकामध्ये नगरविज्ञानाची स्वतंत्र शाखा उदयाला आली आहे. भारतात मुंबई आयआयटीमध्ये हा विभाग सुरू झाला. नगरविज्ञानक्षेत्रामध्ये बहुशाखीय पद्धतीने माहितीसंकलन, संशोधन, विश्लेषण करण्याच्या पद्धती

विकसित होऊ लागल्या. अष्टावधानी विशेषज्ञ घडवण्याची प्राथमिक सुरुवात भारतात झाली. पाश्चिमात्य प्रगत देशांमध्ये त्यावर विशेष भर देऊन शहरांच्या समस्यांवर उपाय शोधण्याचे प्रयत्न सुरू आहेत. विशेषतः हवामानबदलाचे संकट उंबरठ्यावर आल्यामुळे त्याला महत्त्व आले आहे.

नगरविज्ञानाचे निसर्ग, अर्थव्यवस्था आणि समाज हे शहरांचे तीन मुख्य स्तंभ आहेत. त्यांचे एकमेकांवर बरे-वाईट, तत्कालीन-दूरगामी परिणाम होत असल्याने त्यांत संतुलन राखणे ही महत्त्वाची जबाबदारी नागरिक आणि शहर व्यवस्थापन संस्थांवर येते. शहरनियोजन आणि प्रशासनात सुधारणा करणे, शहरांमधील संकटग्रस्त वस्त्या सुरक्षित करणे, पर्यावरण संकटापासून शहरांना वाचवण्यासाठी तंत्रे घडवणे, शहरांचे पर्यावरणावर झालेले आणि होत असलेले विपरीत परिणाम कमी करणे, ऊर्जावापर नियंत्रित करणे, शहरांमधील उद्योग-धंद्यांचा अभ्यास करून धोरणे घडवणे, नवीन नागरी उद्योगांसाठी संशोधन करणे, पर्यायी स्वच्छ ऊर्जास्रोत निर्माण करणे, पाण्यासारख्या महत्त्वाच्या नैसर्गिक स्रोतांचे संरक्षण, पुनर्वापर आणि वितरण न्यायपूर्ण पद्धतीने करणे, घनकचरा, सार्वजनिक वाहतूकव्यवस्थांमध्ये सतत सुधारणा करणे ह्यासाठी नगरविज्ञान आवश्यक ठरते. प्रत्येक शहरातील तीन प्रकारच्या सृष्टींचा विचार प्रशासनाला करावा लागतो आणि त्यासाठी नगरविज्ञान मदत करू शकते

१. शहरांच्या भौगोलिक प्रदेशाची स्थिती-गती : निसर्गसृष्टी
२. शहरांतील अर्थव्यवस्थेची स्थिती-गती : अर्थसृष्टी
३. शहरी समाज, संस्कृतीची स्थिती-गती : नागरसृष्टी
४. शहरांचे गतिमान संतुलन राखण्यासाठी धोरणे आखणारे आणि राबवणाऱ्या प्रशासनसंस्था

नगरविज्ञानाची मूलभूत तत्त्वे

सर्व शहरे सारखीच असतात आणि असावीत हे गेल्या शतकातील नगरनियोजनाचे उद्दिष्ट होते. आज भारतामधील प्रचलित शहरांच्या नियोजन, नियंत्रण आणि व्यवहारांमध्ये त्याच तत्त्वानुसार व्यवहार होत आले आहेत. उदाहरण घ्यायचे तर भारतामधील शंभर स्मार्ट सिटी प्रकल्पाच्या रचनेमागे तोच विचार होता. महाराष्ट्रामध्ये सर्व शहरांसाठी समान विकास नियम कारण्यामागेही तीच चुकीची भूमिका दिसते. त्यात नागरिकांच्या हितापेक्षा प्रशासकीय आणि राजकीय सोयीला त्यात महत्त्व दिले आहे.

याउलट प्रत्येक शहर हे भौगोलिक, आर्थिक, ऐतिहासिक, सामाजिक-सांस्कृतिक दृष्टीने विशिष्ट असून त्यांचा विचार आणि नियोजन स्वतंत्रपणे तसेच स्थानिक

प्रदेशाच्या संदर्भात करणे हा नगरविज्ञानाचे मूलभूत तत्त्व आहे. त्यांचे आर्थिक-प्रशासकीय व्यवस्थापन स्थानिक लोकप्रतिनिधींच्या नेतृत्वाखाली असणे आणि त्यात नागरिकांचा सहभाग असणे आवश्यक. असे असूनही आजची आणि भविष्यातील शहरे एकमेकांशी पर्यावरण, अर्थव्यवस्था आणि सामाजिक-सांस्कृतिक पातळीवर जोडलेली असतील, एकमेकांवर परिणाम करणारी, एकमेकांकडून शिकणारी, सहकार्य करणारी असतात हे नगरविज्ञानाचे मूलभूत तत्त्व आहे.

जागतिक शहरीकारणाच्या वैचारिक प्रवासात हरित शहरे, लिव्हेबल शहरे, समावेशक शहरे, पादचारी व सार्वजनिक वाहतूक प्राधान्य शहरे, स्मार्ट शहरे, सुरक्षित शहरे, दाट शहरे (compact cities in US), शहरे लोकांसाठी (वाहनांसाठी नव्हेत!) अशा अनेक संकल्पना पुढे आल्या. जागतिक पर्यावरण संकटाच्या पार्श्वभूमीवर जगातील अनेक देशांनी एकत्र येऊन एकविसाव्या शतकात शाश्वत विकासासाठी सतरा सामायिक उद्दिष्टे ठरवली. त्यामध्ये सस्टेनेबल शहरे आणि वस्त्या हे एक महत्त्वाचे उद्दिष्ट आहे. प्रत्येक देशाच्या प्रगतीचा वार्षिक आढावा घेतला जातो, क्रमवारी दिली जाते.

जागतिक क्रमवारीत पाश्चिमात्य देश आघाडीवर आहेत. १९६५ साली स्वतंत्र देश म्हणून जागतिक मान्यता मिळालेला सिंगापूर देश शाश्वत विकासाचा यशस्वी प्रयोग म्हणून ओळखला जातो. अत्यल्प जमीन, नैसर्गिक साधनसामग्रीचा अभाव, विविध प्रदेशांतून स्थलांतरित झालेल्या लोकसमूहांची मोठी संख्या, अज्ञान, गरिबी, सामाजिक ताण अशा अनेक अडचणींशी सामना करत सिंगापूरने केवळ पाच दशकांत, निसर्गसंवर्धनाला प्राधान्य देत केलेला विकास करून पाश्चिमात्य विकसित देशांच्या बरोबरीने स्थान मिळवले. सिंगापूरने पाश्चिमात्य देशांचे अनुकरण टाळून, डोळसपणे स्वतःची उद्दिष्टे ठरवून आणि मार्ग शोधून केला आहे. आशियामधील विकसनशील शहरांच्या दृष्टीने आवश्यक मनुष्यबळ तयार करण्यासाठी तेथील विद्यापीठांनी पुढाकार घेतला आहे.

अमेरिकेतील विचारवंत आणि अभ्यासक अलेक्झांडर ग्रॅव्हिन ह्यांनी मुख्यतः युरोप आणि अमेरिकेतील शहरांचा तुलनात्मक अभ्यास करून ग्रेट शहरांची लक्षणे कोणती ह्या दृष्टीने संशोधन करून काही उत्तरे शोधली आहेत. अद्वितीय (exquisit) कलाकृतीच्या स्वरूपातील शहरे ग्रेट नसतात तर जी शहरे प्रवाही असून तेथील रहिवासी आणि नेते त्यांच्या गरजांनुसार त्याला आकार देत असतात शकतात, घडवू शकतात अशी शहरे नागरिकांना ग्रेट वाटतात.

नागर-जागर : भविष्यातील शहरांसाठी

राजेशाहीच्या काळात शहरांना आकार देण्याचा मक्ता आणि जबाबदारी सत्ताधीशांकडे असे. पाश्चिम ट्य देशांमध्ये आधुनिक लोकशाही राज्यव्यवस्थांचा उदय झाल्यानंतर ती मक्तेदारी मोडीत निघाली. परंतु बाजारव्यवस्था आणि लोकशाही राज्य ह्या दोन आधारांवर सध्याचे प्रशासन तोलले जात असते. मात्र आधुनिक मानवी समाजाच्या जीवनशैलीच्या विकासासाठी ते आधार पुरेसे नाहीत. त्यासाठी बाजार (market), सरकार (state) आणि समष्टी (community) हे तीन आधारस्तंभ समाजाचा गाडा संतुलितपणे पुढे नेण्यासाठी आवश्यक आहेत अशी मांडणी डॉ. रघुराम राजन ह्यांनी त्यांच्या The Third Pillar ह्या पुस्तकात केली आहे. ('व्यक्तींची सामूहिक जीवनशैली ह्या अर्थाने समष्टी हा शब्द 'कम्युनिटी' ह्या इंग्रजी शब्दासाठी पर्याय म्हणून The Third Pillar पुस्तकाच्या भाषांतरकारांनी योजला आहे.) भविष्यातील शहरांच्या वाटचालीसाठी अशा विविध प्रकारच्या नागरी समष्टी सामावून घेत सशक्त करण्याचे काम नगरविज्ञानाच्या मदतीने होऊ शकेल असे मला वाटते. विकसित देशांमध्ये शहरीकरणाचे प्रमाण ८० ते ९० टक्के आहे. ग्रामीण शेतीसंस्कृतीमधून तेथील नागरिकांचे काही पिढ्यांनंतर नागर संस्कृतीमध्ये संक्रमण झाले आहे. मतदानाच्या हक्काबरोबरच तेथील समष्टी उत्क्रांत होत आहेत. तेथे शहरांच्या नगरपालिका/महापालिका स्वतःचे स्वतंत्र कायदे करून व्यवस्थापन करतात. केंद्र किंवा राज्य शासनाचे सहकार्य असले तरी हस्तक्षेप खपवून घेतला जात नाही. शहरांचे महापौर आणि मंत्रिमंडळ नागरिकांना उत्तरदायी असते. नागरिकांचे स्वयंसेवी गट, नगर-विज्ञान विशेषज्ञ आणि त्यांचे थिंकटँक शहरांमधील धोरणे, प्रकल्प, करप्रणाली ठरवण्यात सहभागी होतात. नागरिक आणि प्रगल्भ नेते शहरांचे स्वरूप, समस्या, पर्यावरण, सुरक्षितता आणि पायाभूत सेवांच्या निर्मितीचे व्यवस्थापन करतात. त्या परिसरात समष्टी स्वतःच्या जीवनशैली घडवू शकतात. लंडन आणि न्यू यॉर्क अशा शहरांचे लोकनियुक्त मेयर हे अनेकदा तेथील राष्ट्रप्रमुखांपेक्षा जास्त प्रबळ असतात.

भारतामध्ये लोकशाही स्थापन होऊन सार्वत्रिक नागरिकांना मतदानाचा हक्क मिळाला असला समष्टी, म्हणजेच शहरांमध्ये व्यक्तींच्या सामूहिक जीवनशैलीची जडणघडण अजून बाल्यावस्थेत आहे. ग्रामीण आणि शहरी जीवनशैलीमधील ताणतणाव व्यक्तींच्या जीवनात तीव्र स्वरूपाचे परिणाम करतात. सामूहिक आंदोलनातून मते मांडली गेली तरी त्यावर घाईघाईने, दबावाखाली

घेतलेले निर्णय शहरांवर विपरीत परिणाम करणारे असतात हे अभ्यासातून लक्षात आले आहे. ग्रामीण भागातून येणाऱ्या स्थलांतरितांना आधुनिक शहरे काही सेवा-सुविधा, आर्थिक आणि स्वातंत्र्याच्या संधी देतात. परंतु त्या पुरेशा नसतात. स्थलांतरित नागरी हक्काबाबत आग्रही नसतात. प्रस्थापित नागरिक अवास्तव हक्क बळकावून बसतात पण जबाबदाऱ्या टाळतात. स्थलांतरितांना सामावून घेण्यात अडथळे आणतात. एकंदरीतच नागरी समाज जबाबदार नागरिकत्वाच्या बाबतीत मागे पडतो.

भारतीय राज्यघटनेत स्थानिक नगरपालिकांना स्वतंत्र आणि जबाबदार करण्यासाठी १९९२ साली ७४ वी घटना दुरुस्ती केली होती. परंतु आजही शहरांना प्रशासकीय, आर्थिक आणि नियोजनस्वातंत्र्य नाही. राज्य सरकारे आणि त्यांचे ग्रामीण नेतृत्व हे मोठे अडथळे आहेत. ७५ वर्षापूर्वीची शासनरचना आणि केवळ समजुतीच्या आधारे राबवलेली धोरणे शहरी विकासाच्या वाटचालीत अडथळे ठरत आहेत. त्याचे विपरीत परिणाम नागरिकांना भोगावे लागत आहेत. नागरी धोरणांमध्ये सुधारणा करण्यात परंपरावादी लोकप्रतिनिधींना त्यांचे राजकीय-आर्थिक हितसंबंध गुंतलेले असल्यामुळे काडीचाही उत्साह नाही. भविष्यातील शहरांसाठी नागरिकांनी नागर-जागर करून समष्टी, नागरी अर्थव्यवस्था आणि नागरी प्रशासन स्वतंत्र होण्यासाठी प्रयत्न केले तर भविष्यातील शहरे सुशासित, समृद्ध आणि सुरक्षित होतील. ग्रेट शहरे घडवल्याशिवाय देश ग्रेट होऊ शकत नाही.

– सुलक्षणा महाजन

sulakshana.mahajan@gmail.com

संदर्भ

- Nature of economies : Jane Jacobs, Vintage publishers 2000
Rational Optimist; How prosperity evolves. Matta Ridley. 2010 Harper collins
Triumph of the city : How Our Greatest Invention Makes Us Richer, Smarter, Greener, Healthier, and Happier. Edward Glaeser, Penguin books 2012
Cities and public policy; and agenda for India, P.K.Mohanty, Sage publication 2014
India's Blind Spot : Understanding and managing our cities. Debashish Dhar. HarperCollins publishers, India. 2023
The Third Pillar : How Markets and the State Leave the Community Behind: Harper Collins, India. 2019



आनंद घारे

शाश्वत ऊर्जा

ऊन, वारा आणि नदीचा प्रवाह या निसर्गातील शक्तींचा उपयोग करून घेऊन आपले जीवन अधिकाधिक चांगले बनवण्याचे प्रयत्न मानव खूप पूर्वीपासून करत आला आहे. पूर्वी वाऱ्यामधील ऊर्जेवर शिडाची जहाजे चालत असत, हॉलंडमधले लोक पवनचक्क्यांचा उपयोग पाणी उपसण्यासाठी करत असत, लाकडाचे ओंडके आणि तराफे यांना पूर्वापारपासून नदीच्या पाण्याच्या साहाय्याने पुढे वहात नेले जात असे, मध्ययुगात काही ठिकाणी पाणचक्क्या बसवून त्यांच्या साहाय्याने यंत्रे चालवली जात होती. निसर्गामधील ऊर्जेच्या या साधनांचा उपयोग करून घेण्यासाठी ऊर्जेचे हे स्रोत जिथे आणि जेव्हा उपलब्ध असतील तेव्हा त्या ठिकाणी जाऊन तिथेच आपले काम करणे शक्य असते. दुसरी गोष्ट म्हणजे या नैसर्गिक स्रोतांवर माणसाचे कणभरही नियंत्रण नसते. जेवढे प्रखर ऊन पडेल, जेवढ्या जोराचा वारा सुटेल आणि ज्या वेगाने पाणी वाहत असेल त्यानुसार त्याला आपली कामे करून घ्यावी लागतात.

अग्नी चेतवणे आणि विझवणे याचे तंत्र मानवाने अवगत करून घेतल्यानंतर ऊर्जेचे हे साधन मात्र त्याला केव्हाही, कोठेही आणि हव्या तेवढ्या प्रमाणात मिळवणे शक्य झाले. अन्न शिजवणे, खनिजापासून धातू तयार करणे आणि त्यांना तापवून आणि ठोकून हवा तसा आकार देणे अशा अनेक कामांसाठी गरजेप्रमाणे चुली, शोगड्या आणि भट्ट्या वगैरे बांधून आपण आपल्याला गरज असेल तेव्हा आणि पाहिजे त्या जागी अग्नीचा उपयोग करून घेऊ शकतो. या उष्णतेचा उपयोग करून यंत्रांची चाके फिरवता येतात आणि ती यंत्रे चालवून अनेक वस्तूंचे उत्पादन केले जाते. पण उष्णता ही ऊर्जासुद्धा जिथे निर्माण केली जाते तिथेच तिचा वापर करावा लागतो.

एका जागी असलेल्या वीजनिर्मितीकेंद्रात मोठ्या

प्रमाणावर तयार झालेली वीज तारांमधून कितीतरी दूरपर्यंत नेता येते आणि तितक्या दूरवर पसरलेल्या शेकडो गावांमधल्या हजारो घरांतले दिवे, पंखे, यंत्रे वगैरेना पुरवता येते. वीज या प्रकारच्या ऊर्जेचे आणखी एक वैशिष्ट्य असे आहे की ध्वनी, प्रकाश, उष्णता, गतिज ऊर्जा (Kinetic Energy) यांच्यासारख्या ऊर्जेच्या इतर रूपांमध्ये तिचे परिवर्तन करणे सुलभ असते. त्यामुळे मानवाच्या जीवनात क्रांतिकारक बदल झाले. दिव्यांच्या उजेडात रात्री अभ्यास किंवा काम करणे शक्य झाले, कारखान्यांमधली अवजड यंत्रे विजेवर चालतात आणि आपल्याला लागणाऱ्या बहुतेक सगळ्या वस्तू तिथे तयार होतात, विजेवर चालणाऱ्या रेल्वेच्या इंजिनांमुळे प्रवास सुखकर झाला आहे. विजेच्या उपयोगामुळेच टेलिफोन, कम्प्युटर, इंटरनेट वगैरे अनंत उपकरणे चालतात. आपले रोजचे जीवन आता जवळजवळ पूर्णपणे विजेवर अवलंबून असते. एखाद्या देशाचा किंवा विभागाचा विकास किती झाला आहे याचे मोजमाप आता तिथे होत असलेल्या विजेच्या वापराशी निगडित झाले आहे.

जगातील विजेच्या उत्पादनातील साठ टक्क्यांहून जास्त वीज आज कोळसा, तेल किंवा नैसर्गिक ज्वलनशील वायू ही इंधने जाळून तयार केली जाते. या वीजनिर्मितीकेंद्रांमध्ये इंधन जाळून निर्माण झालेल्या उष्णतेचा उपयोग करून पाण्याची वाफ तयार करतात आणि त्या वाफेने टर्बाइन नावाच्या यंत्राचे चाक फिरवले जाते. त्या चाकाला जोडलेल्या जनरेटरमध्ये वीज तयार होते. परंतु इंधनाच्या ज्वलनामधून बाहेर पडणाऱ्या विषारी वायूंमुळे वातावरणाचे प्रदूषण होते आणि आता हे प्रदूषण इतके वाढले आहे की पृथ्वीवरचे तापमान वाढून सगळ्या जीवसृष्टीवरच भयानक संकटे येण्याची भीती आहे. शिवाय या भूमिगत इंधनांचा मर्यादित

साठा कधीतरी संपणारही आहे. यावर जागतिक पातळीवर चिंता व्यक्त केली जात आहे आणि औष्णिक वीजकेंद्रांवर कडक बंधने घालण्यात येत आहेत. त्यांची संख्या कमी कमी करत हळूहळू ती शून्यावर आणायचा विचार आहे. परंतु आजचे जीवन सुरळीतपणे चालवण्यासाठी विजेचा वापरही अत्यावश्यक आहे. म्हणून वीजनिर्मितीचे पर्यायी मार्ग शोधले जात आहेत. त्यात पुनर्निर्मितीक्षम स्रोतांपासून (रिन्यूएबल एनर्जी सोर्सेसपासून) तयार केल्या जाणाऱ्या शाश्वत ऊर्जेला विशेष महत्त्वाचे स्थान आहे. या ऊर्जेसाठी लागणारे घटक निसर्गाकडूनच मिळणारे असल्यामुळे ते अनंत काळपर्यंत मिळत राहावेत अशी अपेक्षा आहे.

जलऊर्जा (हायड्रोइलेक्ट्रिक पॉवर) हे शाश्वत ऊर्जेचे सर्वोत्कृष्ट उदाहरण आहे. यात पाण्याच्या प्रवाहामुळे फिरणारे चाक वीज तयार करते. आभाळातून पडणाऱ्या पावसाचे पाणी धरणांमध्ये येत राहते आणि वीजउत्पादनासाठी धरणामधून खाली सोडलेल्या पाण्याची त्यातून भरपाई होत असते. विजेचे उत्पादन करण्याच्या क्रियेत ते पाणी नष्ट होत नाही. तेच पाणी पुढे कृषी आणि इतर उपयुक्त कामांसाठी वापरता येते. या ऊर्जांनिर्मितीत जमीन, पाणी किंवा वातावरणाचे प्रदूषण होत नाही. या प्रकारच्या विजेचे उत्पादन गेली शंभरावर वर्षे होत आले असल्यामुळे त्यामधील तंत्रज्ञान आणि त्यासाठी लागणारी यंत्रसामग्री चांगली परिचयाची आहे. मात्र आतापर्यंत बहुतेक सगळ्या नद्यांवर शक्य असतील तितकी धरणे बांधून झाली आहेत. आणखी नवीन धरणे बांधण्यासाठी जमीन संपादन करणे, त्यामधून विस्थापित होणाऱ्या लोकांचे पुनर्वसन करणे यासाठी होणारा प्रचंड खर्च पाहता या क्षेत्रात अधिक वाढ होण्याला मर्यादा आहेत. सध्या जगातले सुमारे सोळा टक्के वीजउत्पादन पाण्यापासून होते, त्यात किती वाढ करता येईल हे पाहावे लागेल.

अणुऊर्जा या प्रकारातून सध्या सुमारे दहा टक्के वीजनिर्मिती केली जाते. यात युरेनियम धातूच्या अणूच्या विखंडनातून बाहेर पडलेल्या उष्णतेचा उपयोग करून पाण्याची वाफ तयार करतात आणि त्या वाफेवर फिरणारे टर्बोजनरेटर वीज तयार करते. अणुभट्ट्यांमध्ये काही तीव्र किरणोत्सारी द्रव्ये तयार होतात त्यांना सध्या सुरक्षितपणे वेगळे ठेवले जाते, पण त्यांना नष्ट करता येत नाही आणि अपघाताने ती माणसांच्या संपर्कात आली तर त्याचे गंभीर परिणाम होऊ शकतात. या भीतीमुळे अणुऊर्जेचा प्रसार बराच काळ मंदावला होता. परंतु या अणुविद्युतकेंद्रांमधून औष्णिक केंद्रांसारखे विषारी वायू वातावरणात सोडले जात नाहीत त्यामुळे पर्यावरणाचा विचार करता अणुशक्तीवर पुनर्विचार

सुरू झाला आहे आणि कदाचित भविष्यकाळात अशा प्रकारची अधिक केंद्रे बांधली जातील अशी शक्यता आहे. जगामधील युरेनियमचा साठाही मर्यादितच असल्यामुळे तोही कधीतरी संपेलच. त्यामुळे या विजेलाही शाश्वत म्हणता येणार नाही. परंतु पूर्णपणे शाश्वत ऊर्जेकडे वळेपर्यंत मधली काही दशके अणुऊर्जा आपली विजेची गरज भागवू शकेल आणि तिच्यामुळे पर्यावरणाचा न्हासही होणार नाही.

सौरऊर्जा आणि पवनऊर्जा या शाश्वत ऊर्जांच्या दोन प्रकारांवरवर सध्या खूप भर दिला जायला लागला आहे. सूर्याच्या उन्हामधून पृथ्वीवर भरपूर ऊर्जा येत असते, पण त्या ऊर्जेचे विजेत रूपांतर करणे इतके सोपे नसते. आता ते तंत्रज्ञान विकसित होऊ लागले आहे. सोलर पॅनेल नावाच्या तबकड्यांवर बसवलेले सोलर सेल हे रूपांतर करतात. आधी त्यांची किंमत फार जास्त असल्यामुळे ही वीज परवडत नव्हती. आता त्याच्या किंमती आवाक्यात येऊ लागल्या आहेत आणि खूप मोठ्या प्रमाणावर त्यांचा उपयोग करण्याच्या योजना आखल्या जात आहेत. मात्र ही वीज फक्त सूर्यप्रकाशातच तयार होऊ शकते त्यामुळे ती दिवसाच उपलब्ध असते, पण उजेडासाठी तिची रात्री गरज असते. त्यामुळे दिवसा तयार झालेली वीज बॅटऱ्यांमध्ये साठवून ठेवण्याची व्यवस्था करावी लागते. तेसुद्धा खूप खर्चीक असते. हे केंद्र दिवसभरातून फक्त काही तासच विजेचे उत्पादन करत असल्यामुळे या केंद्राची कार्यक्षमता कमी असते.

वाहत्या वाऱ्याने फिरणाऱ्या चक्रांमधून पवनऊर्जा तयार केली जाते. परंतु जोरात वाहणारे वारे काही ठिकाणीच असतात आणि तेही वर्षातल्या काही काळातच वाहतात. तेवढा वेळच ही वीजनिर्मिती होऊ शकते. अशा जागा शोधून काढून तिथे पवनचक्क्या उभ्या करण्याचे काम चालू आहे, पण याला निसर्गाच्याच मर्यादा आहेत. या पवनऊर्जेतसुद्धा मिळेल तेव्हा वीज तयार करून तिचा वापर इतर वेळी करण्यासाठी व्यवस्था करावी लागतेच. या केंद्रांची कार्यक्षमता कमीच असते.

जैवऊर्जा (बायोएनर्जी) नावाचा शाश्वत ऊर्जेचा आणखी एक प्रकार आहे. वनस्पती आणि प्राणिमात्रांची शरीरे ज्या असंख्य सूक्ष्म पेशींपासून बनतात त्यांचे रेणू (मॉलेक्युल) मुख्यतः कार्बन, हायड्रोजन आणि ऑक्सिजन या मूलद्रव्यांनी भरलेले असतात. या सगळ्याला बायोमास असे म्हंटले जाते. झाडांची मुळे, खोडे, फांद्या, पाने, फुले, फळे वगैरे भाग आणि त्यापासून तयार केले जात असलेले कागद व कापड यांसारखे कृत्रिम पदार्थ, तसेच प्राणिमात्रांचे मृतदेह,

मलमूत्र वगैरे सर्वांचा समावेश या बायोमासमध्ये होतो. हे जैवपदार्थ कुजतात तेव्हा काही सूक्ष्म जंतू या पदार्थांच्या अवाढव्य रेणूंचे विघटन करून त्यापासून लहान लहान आणि साधे रेणू वेगळे करतात. त्यातून कार्बन व हायड्रोजन यांची मिथेनसारखी वायुरूप संयुगे (कंपाउंड) निघतात. त्यांना बायोगॅस म्हणतात. या ज्वलनशील वायूला जाळून त्यामधून ऊर्जेची निर्मिती करता येते. हीच जैवऊर्जा झाली. हा बायोगॅस स्वयंपाकघरातला एलपीजी (लिक्विफाइड पेट्रोलियम गॅस) आणि वाहनांमध्ये भरला जाणारा सीएनजी (कॉम्प्रेस्ड नॅचरल गॅस) यांच्यासारखाच असतो. गोबर गॅसच्या स्वरूपात ही ऊर्जा खेड्यापाड्यांमधून उपयोगात आणण्याचे प्रयत्न बऱ्याच वर्षांपासून चाललेले आहेत. अधिक मोठ्या प्रमाणात या गॅसचे उत्पादन करून त्यापासून विजेची निर्मिती केली तर त्यांमुळे भारत विजेच्या बाबतीत स्वयंपूर्ण होऊ शकेल. मात्र जितका बायोमास आपण जाळू तितकाच नवा बायोमास निर्माण करता येणे आवश्यक आहे. त्यासाठी नवीन झाडे लावणे आणि त्यांना वाढवणे यांच्यावर लक्ष द्यावे लागेल. ते जमले तरच ही ऊर्जा शाश्वत होईल. बायोमासच्या ज्वलनामुळेसुद्धा हवेत कार्बन डायॉक्साइड वायू टाकला जाईलच, पण नवीन वृक्षांच्या वाढीत तो शोषला जाईल आणि वातावरणातला समतोल कायम राहील.

शहरामध्ये रोज गोळा होणारा टनावधी कचरा ही नगरवासियांपुढे असलेली एक मोठी समस्या आहे. त्याचे काय करायचे हेच उमजेनासे झाले नसल्यामुळे तो नष्ट करणे हेच महत्त्वाचे आहे. अशा वाया जाणाऱ्या कचऱ्यापासून बायोगॅसची निर्मिती केली तर त्याच्यापासून सुटका होईलच, शिवाय त्यापासून ऊर्जा निर्माण करून तिचा वापर करता येईल. यामुळे शहरांसाठी हा उपाय अत्यंत उपयुक्त आहे. बायोगॅसच्या निर्मितीपर्यंत होणारा खर्च नगरविकासाखाली केला (म्हणजे गॅस फुकट मिळवला) आणि त्यापासून पुढे वीजनिर्मिती करण्याचा खर्च वीजग्राहकाकडून वसूल केला तर ती वीज माफक दरात प्राप्त करता येईल. या कारणाने शहरांमध्ये अशा प्रकारे ऊर्जेची निर्मिती करणे गरजेचे आहे. शहरातला नागरिक टाकाऊ जैववस्तूंचे काहीही करू शकत नाही किंवा त्या साठवूनही ठेवू शकत नाही, त्यामुळे त्यांचा योग्य प्रकारे निचरा करण्याची जबाबदारी स्थानिक स्वराज्य संस्थांवर येते.

परंतु खेड्यांमधली परिस्थिती वेगळी आहे. भाजीची साले, फोलपटे, देठ, पालापाचोळा, उरलेले अन्न, गवत वगैरे गोष्टी तिथे जनावरांना खाऊ घातल्या जातात, त्यांचे शोण आणि उरलेला चुरा, भुसा वगैरेंचासुद्धा खत म्हणून

किंवा ज्वलनासाठी उपयोग केला जातो. त्यामुळे जैव कचऱ्यापासून मुक्ती मिळवणे हा तिथे इतका मोठा प्रश्न नाही. वीजउत्पादन करण्यासाठी भरपूर बायोमासचा सतत पुरवठा करावा लागेल आणि तो उत्पन्न करण्यासाठी एलेफंट ग्रास, जट्रोपा यांसारखी लवकर वाढणारी खास झाडे मुद्दाम लावून वाढवली, अन्नधान्ये, तेलबिया, ऊस, कापूस, पालेभाज्या, फळफळावळ यासारख्या उपयुक्त पिकांऐवजी शेतात ही झाडे लावली आणि त्यांच्यापासून तेवढेच किंवा जास्त उत्पन्न मिळवण्याची अपेक्षा बाळगली तर त्याला लागणारा खर्चसुद्धा विजेच्या उत्पादनखर्चात धरावा लागेल आणि ते केले तर ही वीज केवढ्याला पडेल हे पाहावे लागेल.

वीज निर्माण न करताही जैवऊर्जेचा उपयोग पूर्वीपासून रोजच्या जीवनात केला जात आहेच तेही थोडे पाहू. सूर्यप्रकाशात झाडांची पाने हवेमधील कर्बद्विप्रणिल (कार्बन डायॉक्साइड) वायू ग्रहण करतात आणि त्यामधील कार्बन अणूचा पाणी व इतर क्षारांसोबत संयोग घडवून त्यातून निरनिराळ्या सेंद्रिय (ऑर्गॅनिक) पदार्थांचे अणू तयार करतात. या प्रक्रियेत कर्बद्विप्रणिल वायूमधील प्राणवायूचे (ऑक्सिजनचे) हवेत उत्सर्जन केले जाते आणि सूर्यप्रकाशामधील ऊर्जा सेंद्रिय पदार्थांमध्ये सुप्त रासायनिक ऊर्जेच्या (केमिकल पोटेंशियल एनर्जी) स्वरूपात साठवून ठेवली जाते. हे सेंद्रिय पदार्थ झाडांच्या निरनिराळ्या भागांमध्ये पाठवून देऊन तिकडे ते साठवले जातात. त्यांच्यावरच जगातील इतर सर्व पशुपक्षी, कृमीकीटक, मासे वगैरे सजीवांचे प्रत्यक्ष किंवा परोक्ष रितीने पोषण होते. या सेंद्रिय पदार्थांचे ज्वलन होत असताना त्यांच्यामध्ये सुप्त असलेली ऊर्जा पुन्हा प्रकट होते. ही जैवऊर्जा दोन प्रकारांनी उपयोगात आणली जाते.

वर दिल्याप्रमाणे सेंद्रिय पदार्थ कुजवून त्यातून जैववायू (बायोगॅस) बाहेर काढून तो जाळणे हा अलीकडील काळातला उपाय आहे. लाकडाच्या किंवा सुकलेल्या पालापाचोळ्याच्या स्वरूपातील त्या पदार्थांनाच जाळून उष्णता निर्माण करणे हे माणसाला अग्नीचा शोध लागल्यापासून आजतागायत चालत राहिले आहे. भूगर्भांमधील दगडी कोळसा आणि खनिजतेल हेसुद्धा लक्षावधी किंवा कोट्यवधी वर्षांपूर्वी पृथ्वीवर जगत असलेल्या वनस्पतींपासूनच निर्माण झाले आहेत. त्यामुळे त्यांच्या ज्वलनातून मिळणारी ऊर्जासुद्धा मुळात सौर-ऊर्जेपासून तयार झालेली आहे असेही म्हणता येईल. जैव-ऊर्जेचा माणसाच्या कामासाठी उपयोग करण्यात तसे काहीच नवीन नसले तरी हा उपयोग अधिकाधिक कार्यक्षम रितीने करण्याचे प्रयत्न चाललेले आहेत.

खेडी आणि लहान नगरे या भागात मुख्यतः स्वयंपाकात वापरल्या जाणाऱ्या चुली, शोगड्या वगैरेंमध्ये सुधारणा करून त्या जास्त कार्यक्षम कशा करता येतात यासाठी प्रयत्न होत आहेत. काही नव्या सुधारणांमुळे इंधनाची बचत होईल, तसेच धुराचा त्रास होणार नाही आणि त्यामुळे होणारे हवेचे प्रदूषण कमी करता येईल असा तिहेरी लाभ होतो. खेड्यांमधील काही महिला जळणासाठी लाकूडफाटा गोळा करणे, शेणाच्या गोवऱ्या थापणे, त्या वाळवणे आणि ते जाळून त्यावर स्वयंपाक करणे यावरच दररोज निदान तीन-चार तास घालवतात. आधुनिक बायोगॅस शोगडीवर त्यांचा सगळा स्वयंपाक एका तासात तयार होऊ शकतो. अर्थातच उरलेल्या वेळात त्या कुक्कुटपालन, दूधदुभते यासारखे कोणतेही दुसरे उत्पादक काम करू शकतात. शिवाय स्वयंपाकासाठी लागणाऱ्या इंधनाची बचत होते. परंपरागत पद्धतीच्या चुलीशोगड्यांमध्ये लाकूडफाटा, पालापाचोळा वगैरे जाळल्याने त्यामधील फक्त दहा-वीस टक्के ऊर्जेचा उपयोग होतो आणि उरलेली बरीचशी ऊर्जा वाया जाते, पण तिच्या लहान लहान चपट्या गोळ्या (पेलेट) किंवा कांड्या बनवून त्या खास प्रकारच्या भट्ट्यांमध्ये जाळल्या तर त्यापासून मिळणाऱ्या ऊर्जेचा अधिक चांगल्या प्रकारे उपयोग करून घेता येतो. जैववस्तुमानाचा भुगा करून, त्यांना यंत्रात घालून चेपून त्याच्या गोळ्या किंवा कांड्या बनवल्यास त्यांची साठवणूक आणि वाहतूक करणे, तसेच त्यांना शोगडी किंवा भट्टीमध्ये भरणे सोपे जाते आणि ते काम स्वयंचलित यंत्रांद्वारे करता येते.

रसायने, रंग, औषधे वगैरे तयार करणाऱ्या अनेक प्रकारच्या कारखान्यांमध्ये चालणाऱ्या प्रक्रियांसाठी लागणारी उष्णता बाँयलरमध्ये खनिज तेल जाळून मिळवली जाते. त्यामधील कमी तपमानावरील उष्णता निर्माण करण्यासाठी सौर ऊर्जेचा उपयोग करता येईल. उन्हात ठेवलेल्या विशिष्ट प्रकारच्या नळ्यांमध्ये पाणी तापवून ते तप्त पाणी पुरेशा आकारांच्या पात्रांमध्ये (ड्रम्समध्ये) साठवायचे आणि उष्णता विनिमयस्कांद्वारे (हीट एक्स्चेंजरमार्गे) त्यामधील उष्णता संयंत्राला पुरवायची, असे करता येते. आजकाल काही वसाहतींमध्ये गच्चीवर असे संयंत्र बसवून रहिवाशांना अंधोळीसाठी गरम पाणी नळातून पुरवले जाते.

आता काही खाजगी कंपन्या आणि सेवाभावी संस्था अपारंपरिक ऊर्जेकडे गंभीरपणे लक्ष देऊ लागल्या आहेत. यातून नफा मिळवणे हा खाजगी कंपन्यांचा उद्देश असतो आणि निदान 'ना नफा ना तोटा' या तत्त्वावर सेवाभावी संस्था चालवणे आवश्यक असते. त्यामुळे त्यांचे प्रयत्न व्यावहारिक (प्रॅक्टिकल) असण्याची अधिक शक्यता

असते. परंतु अपारंपरिक ऊर्जेसंबंधीच्या प्रत्येक बाबतीत आज तरी 'अनुदान', 'साहाय्य' किंवा 'कायद्यानुसार करावी लागणारी गोष्ट' अशा प्रकारचे उल्लेख येतात. या अपारंपरिक ऊर्जा असल्या कुबड्यांवर अधिक काळ किंवा मोठ्या प्रमाणात उभ्या राहू शकणार नाहीत. सौरऊर्जेपासून वीज तयार करण्यासाठी लागणारे सोलर पॅनेल किंवा पवनचक्कीमधील यंत्रसामुग्री यांचे उत्पादन करण्यासाठी आधी खूप ऊर्जा खर्च करावी लागते. ती ऊर्जा अन्य स्वस्त मार्गाने तयार करूनसुद्धा आपण स्वस्त दरात सौर किंवा वायुऊर्जा निर्माण करू शकत नसू तर त्याला फारसा अर्थ उरत नाही. फक्त सौर किंवा वातऊर्जेचाच वापर करून आपण त्यासाठी लागणारी यंत्रसामुग्री तयार करू शकलो आणि तिचा उपयोग करून मिळणारी वीज वाजवी भावात मिळाली तरच हा पर्याय खऱ्या अर्थाने स्वावलंबी म्हणता येईल आणि शाश्वत ठरेल. औष्णिक ऊर्जेला ठाम नकार दिला तर भविष्यकाळात हे होऊ शकेल.

जैवऊर्जा (बायोएनर्जी) या बाबतीत बरीच आशादायी वाटते. स्वयंपाकघरात होत असलेल्या ज्वलनाच्या पारंपरिक पद्धतींमध्ये सुधारणा करून त्यातून ऊर्जेची बचत करणे आणि प्रदूषण कमी करणे हे तर उपयुक्तच नव्हे तर अत्यंत आवश्यक आहे आणि ते शक्य होत आहे असे दिसते. युक्लिप्टस किंवा सुबाभूळ ही जलद वाढणारी झाडे मोठ्या प्रमाणावर लावून आणि योजनाबद्ध पद्धतीने त्यांची कापणी करून त्यापासून संततऊर्जा निर्माण करण्याची स्वप्ने काही दशकांपूर्वी पाहिली गेली होती, पण त्याबाबतीत निराशाच पदरी आली हा ताजा इतिहास आहे. त्यामुळे सुपीक जमिनीवर वृक्षांची लागवड करून त्यामधून ऊर्जा मिळवत राहण्याची कल्पना आजच्या घटकेला तितकीशी व्यवहार्य वाटत नाही. परंतु खनिजतेलाची उपलब्धता कमी होत गेली आणि त्याच्या किमती अशाच वाढत गेल्या तर मात्र लवकरच जैवऊर्जा तुलनेने वाजवी भावात मिळू लागेल. टाकाऊ कचऱ्याची विल्हेवाट लावण्याबरोबर त्यातून ऊर्जा निर्माण करणे तर नक्कीच लाभदायक आहे. त्याच्या मार्गात येणारे गैरतांत्रिक (नॉनटेक्निकल) अडथळे दूर करण्याची आवश्यकता आहे. यासाठी समाजाच्या प्रबोधनाची गरज आहे.

या सगळ्यांच्या सोबतीला किंवा अधिक अग्रक्रम देऊन, रोजच्या जीवनात ऊर्जेचा वापरच कमी करून तिची शक्य तितकी बचत करणे महत्त्वाचे आहे. त्यासाठी सर्व अनावश्यक वापरावर अंकुश ठेवणे गरजेचे आहे.

– आनंद घारे

abghare@yahoo.com



नरेंद्र गोळे

मला भावलेले होर्मसजी जहांगीर भाभा

होमी भाभा^१ यांना आपण सर्वच भारताच्या अणुऊर्जेचे जनक म्हणून ओळखतो. याव्यतिरिक्त होमी भाभा कसे एक उत्तम नेते होते, एक उत्तम कलाकार होते, उत्कृष्ट पर्यावरणवादी होते, द्रष्टे होते, देशभक्त होते, याचे काही पुरावेच मी इथे सादर करणार आहे.

शास्त्राभ्यास करे, कलेत विहरे, नेतृत्व देई पुरे
बांधे संघटना, जनांत विचरे, चित्रांत व्यक्ती भरे।
ठेवी देश पुढे, नवे घडवि जो, शास्त्रज्ञ देशातले
भाभा होर्मसजी, महान जगती, आदर्श ठेवीतसे।

होमी भाभा एक उत्तम नेते

भारतातील अवकाशविज्ञानसंशोधनाचे जनक विक्रम साराभाई म्हणाले^२, “या अणुऊर्जा विभागातच नाही तर असंख्य शास्त्रज्ञांत आणि विद्यापीठांतून अणुऊर्जा प्रशालेत येणाऱ्या तरुणांत, जो आत्मविश्वास आणि प्रेरणा भाभा निर्माण करू शकत, ज्या प्रकारे त्यांना निरंतर आधार देत असत, तोच खरा त्यांनी आपल्याकरता मागे ठेवलेला वारसा आहे.”

होमी भाभांनी केंब्रिज विद्यापीठाच्या कॅस महाविद्यालयातून १९२७ साली यांत्रिकी अभियंत्रज्ञ पदवी प्राप्त केली होती. व्यावसायिक म्हणून ते प्रशिक्षित अभियंते होते. आंतरराष्ट्रीय स्तरावरील भौतिकशास्त्रज्ञ होते. टाटा मूलभूत संशोधन संस्थेचे संस्थापक संचालक होते. भारतीय आण्विक कार्यक्रमाचे जनक म्हणवले जात असत. ‘अॅटोमिक एनर्जी एस्टॅब्लिशमेंट ट्रॉम्बे’चे संस्थापक संचालक होते. या संस्थेसच त्यांच्या पश्चात त्यांचे नाव देण्यात आले. ती ‘भाभा अणुसंशोधन संस्था झाली. या दोन संस्था म्हणजे भारतीय अण्वस्त्रविकासाच्या कोनशिलाच आहेत.



(जन्म : ३० ऑक्टोबर १९०९, मुंबई,
मृत्यू : २४ जानेवारी १९६६, माऊंट ब्लांक)

होमी भाभा उत्तम कलाकार होते

केंब्रिजमध्ये असताना होमी भाभांनी काल्ड्वॉन ह्यांच्या ‘लाइफ इज अ ड्रीम’, हँडेल ह्यांच्या ‘सुस्सान्ह’ आणि मोझार्ट ह्यांच्या ‘ईडोमेनो’ या ऑपेरांचे नेपथ्य केले होते^३.

ते तेवढ्याच वकुबाचे चित्रकारही होते. संगीतरसिक होते. कलाप्रेमी होते. कलेला आश्रय देणारे थोर व्यक्ती होते. अभिजात कलांप्रती त्यांना लहानपणापासून प्रेम होते. संगीत आणि संस्कृतीच्या वातावरणात ते वाढले. त्यांच्या कुटुंबाचा पुस्तकसंग्रह वैभवशाली होता. त्यात कला आणि संगीतावरील खूप पुस्तके होती. पाश्चात्य अभिजात संगीताच्या तबकड्यांचाही त्यांच्याकडे संग्रह होता. त्यांना चित्रकला आणि रेखाकलेत रुची व गतीही होती. शाळेत असताना

विख्यात पारशी कलाकार जहांगीर लालकाका ह्यांचेकडे ते चित्रकलेचे धडे गिरवत असत. 'बॉम्बे आर्ट सोसायटी'च्या अनेक वार्षिकोत्सवांतून त्यांनी कलेकरताची पारितोषिके प्राप्त केली होती.

होमी भाभा उत्तम रेखाचित्रे काढत असत. आम्ही आमच्या उमेदवारीच्या काळात ज्या प्रशिक्षणशाळेच्या वसतिगृहात राहत होतो, त्याच्या चौदाव्या मजल्यावरील उपाहारगृहातील चारही भिंतींवर त्यांच्या रेखाचित्रांच्या चौकटी विद्यमान आहेत. भारतातील उत्तम चित्रकार मकबूल फिदा हुसेन ह्यांचेही एक उत्तम रेखाचित्र भाभा ह्यांनी काढलेले आहे.

होमी भाभा उत्कृष्ट पर्यावरणवादी ^४ होते

भाभांना झाडे आणि फुले ह्यांबाबत एक विशेषच आकर्षण होते. दिखाऊ वृक्षारोपण समारोहांपासून ते स्वतःला वेगळेच ठेवत असत. टाटा मूलभूत विज्ञान संस्थेची उभारणी होत असताना, सुमारे २५ प्रचंड असे वड आणि पिंपळाचे वृक्ष कापावे लागणार होते. ते त्यांनी उचलून इतरत्र लावले होते. याच संस्थेत नेपिअन सी रोडवरून उचलून आणलेले दोन वृक्षही आहेत. एक आहे ३० फुटी पांढरा चाफा आणि एक आहे ३५ फुटी बुचाचे झाड. असेच एकदा त्यांनी पेडररोडच्या पदपथावर महापालिकेच्या लोकांना पर्जन्यवृक्ष तोडण्याच्या तयारीत असलेले पाहिले. त्यांना फार दुःख झाले. ट्रॉम्बेला परतताच त्यांनी तो वृक्ष तोडण्यापूर्वीच तीस रुपये देऊन विकत घेतला आणि केनिलवर्थ इमारतीच्या आवारात लावला. ट्रॉम्बेमध्ये अशाचप्रकारे त्यांनी वाचवलेले सुमारे शंभर वृक्ष आहेत.

मला आठवते, भाभा अणुसंशोधन केंद्रात 'मॉड्युलर लॅबोरेटरी' नावाची पाऊण किलोमीटर लांबीची लांबलचक इमारत आहे, तिच्या पाठीमागे स्टेट बँकेपाशी पिंपळ आहे, नंतर ओळीने दहा प्रचंड वटवृक्ष आहेत, शेवटास एक उंबरही आहे. या वटवृक्षातील एक वृक्ष कृष्णवट आहे. असे ऐकून आहे, की हे सारे वृक्ष असेच मरणाच्या दारातून परत आणलेले आहेत. आज त्यांचे वय संस्थेच्या वयाहूनही अधिक आहे आणि त्यांच्या आशीर्वादानेच संस्था विकास साधत आहे. येथील शास्त्रज्ञांच्या, सर्व भारतीयांना अभिमानास्पद वाटेल अशा कामगिरीचे, ते मूक साक्षीदार आहेत.

होमी भाभा द्रष्टे ^५ होते

भारतीय अणुऊर्जा आयोगाची १९४८ साली स्थापना

झाली आणि भाभा त्या आयोगाचे संस्थापक अध्यक्ष झाले तेव्हा भाभा म्हणाले होते, की पुढील दोन दशकांत अणुऊर्जा देशातील अर्थव्यवस्थेत आणि उद्योगांत महत्त्वाची भूमिका पार पाडणार आहे. औद्योगिकदृष्ट्या आधीच विकसित असलेल्या राष्ट्रांहून भारतास मागे राहायचे नसेल तर अणुऊर्जेचा विकास अधिक ऊर्जस्वलतेने करावा लागेल.

तसा तो विकास आपण घडवलाही. त्यामुळेच १९७४ व १९९८ च्या अणुचाचण्या यशस्वी करून आपण अण्वस्त्रसज्ज देश होऊ शकलो. याबाबतीत सर्व जगात आपण घेतलेली आघाडी हा त्यांच्या दूरदृष्टीचाच परिपाक आहे. अणुऊर्जा आणि अवकाशसंशोधन या दोन्हींतही भारताने आज जी नेत्रदीपक प्रगती केलेली ते त्यांच्या दूरदृष्टीचेच फलित आहे.

होमी भाभा देशभक्त होते

होमी भाभांनी विश्वकिरणांच्या वर्षावांवर मोलाचे संशोधन केले होते. ते ब्रिटनमध्ये राहूही शकले असते. तिथे त्यांना सन्मानही मिळाला असता. मात्र, पुरेसा सन्मान आणि आर्थिक पाठबळ मिळत असेल तर देशातच राहून, इतर सुदैवी देशांत असलेल्या शैक्षणिक संस्थांच्या तुल्यबळ संस्था, आपल्या देशातच उभ्या करणे हे आपले कर्तव्य आहे असे त्यांचे मत होते ^६. टाटा मूलभूत विज्ञान संस्था, अॅटॉमिक एनर्जी एस्टॅब्लिशमेंट ट्रॉम्बे (ए.ई.ई.टी.), भाभांच्या अपघाती मृत्यूनंतर याच संस्थेचे नामकरण भाभा अणुसंशोधन केंद्र असे करण्यात आले.) आणि त्याची प्रशिक्षणशाळा, या भारताच्या संशोधनक्षेत्रावर चिरकाल राहणारा ठसा उमटवणाऱ्या संस्था त्यांनीच स्थापन केल्या. १९५४ साली पद्मभूषण हा नागरी सन्मान देऊन त्यांच्या या कार्याचा गौरवही करण्यात आला.

अणुऊर्जेच्या क्षेत्रात भारतास भाभांनी आजवर अग्रेसर ठेवले आहे. शिक्षणाकरता परदेशात गेल्यावर, परदेशातच न राहता जाणीवपूर्वक देशात परतून, देशाकरता एवढी देदीप्यमान कामगिरी करणारे होमी भाभा, कोणत्याही मोजपट्टीने निस्सीम देशभक्तच म्हणावे लागतील!

थोर स्फूर्तिदात्याची अनपेक्षित अखेर

१९६६ मध्ये भाभा असे म्हणाले होते की ^७ भारत येत्या १८ महिन्यांतच अणुस्फोटके तयार करेल. त्यानंतर सुमारे तीन महिन्यांनी, ते २४ जानेवारी १९६६ रोजी सकाळी ७ वाजून २ मिनिटांनी, आंतरराष्ट्रीय अणुऊर्जा अडतीच्या (इंटरनॅशनल अॅटॉमिक एनर्जी एजन्सीच्या) शास्त्रीय सल्लागार समितीच्या बैठकीसाठी ऑस्ट्रियातील व्हिएन्ना येथे एअर इंडियाच्या



भाभांचे एक अमूर्त चित्र
(अॅब्सट्रॅक्ट पेंटिंग)



'अॅटोमिक एनर्जी एस्टॅब्लिशमेंट'
याच संस्थेचे नाव भाभांच्या निधनानंतर त्यांच्या स्मरणार्थ,
'भाभा अणुसंशोधनकेंद्र' असे ठेवण्यात आले.
तशाच व्ही-आकारांच्या स्तंभांवर उभी असलेली
मॉड्युलर लॅबोरेटरी



प्रसिद्ध चित्रकार मकबूल फिदा हुसेन



विख्यात शास्त्रज्ञ चंद्रशेखर व्यंकट रमण



भाभा १७ वर्षांचे असतानाचे स्वतःचे रेखाचित्र



विख्यात शास्त्रज्ञ नील्स बोहर

१०१ क्रमांकाच्या मुंबई ते न्यू यॉर्क उड्डाणातून, कांचनगंगा नावाच्या बोईंग-७०७ विमानाने जात होते. तेव्हा आल्प्स पर्वतातील मॉंट ब्लांक शिखरानजीक, त्या विमानाचा चालक आणि जिनेव्हा विमानतळ यांच्यात विमानाच्या स्थितीबाबत गैरसमज निर्माण झाला. त्यामुळे अपघात होऊन विमानातील सर्वच्या सर्व ११७ लोक मारले गेले. दुदैवाने त्यातच होमी भाभांचा मृत्यू झाला.

आज होमी भाभांना ओळखत नाही असा भारतीय विरळाच असेल. उण्यापुऱ्या ५७ वर्षांच्या आयुष्यात देशास अण्वस्त्रसज्जतेप्रत नेणाऱ्या, अनेक संघटना व व्यक्ती उभ्या करणाऱ्या या द्रष्ट्या नेत्यास सादर प्रणाम.

थोर महात्मे होऊन गेले चरित्र त्यांचे पहा जरा।
आपण त्यांच्या समान व्हावे हाच सापडे बोध खरा।।

संदर्भ :

१ होमी जहांगीर भाभा

http://nvgole.blogspot.com/2011/10/blog-post_30.html

२ द व्हिजन अँड द व्हिजनरी

[https://www.icts.res.in/sites/default/files/The-Vision-and-](https://www.icts.res.in/sites/default/files/The-Vision-and-the-Visionary.pdf)

[the-Visionary.pdf](http://www.icts.res.in/sites/default/files/The-Visionary.pdf)

३ जहांगीर निकल्सन आर्ट फौंडेशनचे संकेतस्थळ

<http://jnaf.org/artist/homi-bhabha/>

४ होमी भाभा- फादर ऑफ न्यूक्लियर सायन्स इन इंडिया, आर.पी.कुलकर्णी अँड व्ही.शर्मा, बॉम्बे पॉप्युलर प्रकाशन, १९६९.

५ सागा ऑफ अॅटोमिक एनर्जी इन इंडिया कॉमेमोरेटिव्ह व्हॉल्यूम्स या संग्रहातील भाभा ह्यांचे उद्धृत. हे संग्रह भाभा अणुसंशोधन केंद्राच्या संकेतस्थळावर उपलब्ध आहेत.

६ होर्मसजी जहांगीर भाभा

https://anuvad-ranjan.blogspot.com/2012/04/blog-post_13.html

७ घातपात की अपघात? नीरा मुजूमदार, द प्रिंट, २४ जानेवारी २०१८

<https://theprint.in/report/the-theories-india-nuclear-energy-pioneer-homi-bhabha/31233/>

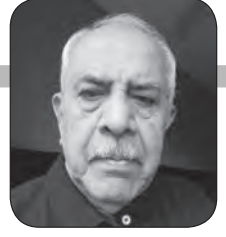
- नरेंद्र गोळे

narendra.v.gole@gmail.com

अंतरिक्षात इतरत्र सजीवसृष्टी असू शकते!

खगोलशास्त्रज्ञांना असे आढळून आले आहे, की आपल्या आकाशगंगेसारख्या अधिक आकाशगंगा आहेत आणि या आकाशगंगामध्ये जीवन विकसित होऊ शकते. इंग्लंडमधील मॅचेस्टर विद्यापीठातील संशोधकांना ब्रह्मांडाच्या सुरुवातीच्या काळात निर्माण झालेल्या आकाशगंगा मोठ्या प्रमाणात आढळल्या आहेत. जेम्स वेब स्पेस टेलिस्कोपचा (JWST) वापर करून, मॅचेस्टर विद्यापीठ आणि कॅनडातील व्हिक्टोरिया विद्यापीठातील संशोधकांच्या एका आंतरराष्ट्रीय संघाने शोधून काढले, की आपल्या आकाशगंगेसारख्या हजारोंच्या संख्येने आकाशगंगा संपूर्ण विश्वात आहेत. इंग्लंड आणि कॅनडातील तज्ज्ञांना वाटते की आपल्या आकाशगंगेसारख्या दिसणाऱ्या या हजारो आकाशगंगा पूर्वी वाटले होते त्यापेक्षा दहा पट अधिक आहेत. मिल्की वेव्ह ही दीर्घिका जिला आपण आकाशगंगा म्हणतो, ती एक मोठी सर्पिल आकाशगंगा आहे, ती तारे, धूळ आणि वायूचा प्रचंड संग्रह आहे. हे नाव हेरादेवीच्या ग्रीक दंतकथेवरून मिळाले. या देवीने आकाशात दूध फवारले आणि त्यातून आकाशगंगांची निर्मिती झाली. या आकाशगंगा जवळच्या विश्वात सर्वात सामान्य मानल्या जातात आणि त्यांच्या निर्मितीच्या इतिहासाच्या स्वरूपामुळे, जीवन विकसित होऊ शकणाऱ्या आकाशगंगांचे प्रकार असू शकतात.

शास्त्रज्ञांनी पूर्वी विचार केला की या आकाशगंगा सुरुवातीच्या विश्वात अस्तित्वात राहण्यासाठी खूप नाजूक आहेत. मॅचेस्टर विद्यापीठातील एक्स्ट्रागॅलेक्टिक खगोलशास्त्राचे प्राध्यापक क्रिस्टोफर कॉन्सेलिस म्हणाले, हबल स्पेस टेलिस्कोपचा वापर करून आम्हाला असे वाटले होते की ब्रह्मांड सुमारे सहा अब्ज वर्षे जुने होईपर्यंत या डिस्क स्वरूपाच्या आकाशगंगा जवळजवळ अस्तित्वातच नव्हत्या. पण, हे नवीन JWST या आकाशगंगांची निर्मिती विश्वनिर्मितीबरोबरच झाली असावी असा निष्कर्ष काढतात. तसे असेल तर मग या आकाशगंगांमध्ये कुठेतरी पृथ्वीसारखे अनेक ग्रह असू शकतात, व त्यावर सजीवसृष्टी असू शकते.



श्याम तारे

आपला मेंदू आला तरी कुदून ?

मेंदू हा आपल्या शरीरातला एक सर्वात महत्त्वाचा भाग मानला जातो. हाच भाग शरीरात सर्वात गुंतागुंतीचादेखील असतो. शरीराच्या वजनाच्या मानाने त्याने नगण्य असे केवळ १३६०.७७६ ग्रॅम वजन असले तरी कामगिरी मात्र अफाट आहे. तो बुद्धिमत्तेच्या सिंहासनावर असतो, तोच आपल्या पाच इंद्रियांसाठी दुभाषा म्हणून काम करतो आणि शरीराची हालचाल त्याच्या आज्ञेशिवाय सुरू होत नसते. एवढे करून त्याची कामे संपत नाहीत तर तो आपल्या वागणुकीवर नुसता लक्ष देत नाही तर नियंत्रणसुद्धा ठेवतो. आता इतके सगळे करायचे म्हणजे त्याचे घरदेखील सुरक्षित हवे ना? तो अस्थीपासून तयार घरात आणि संरक्षक द्रवात बुडालेला असतो.

थोडक्यात सांगायचे तर मेंदू हा मानवी जीवनाचे सर्व गुण दाखवणारा आपल्या शरीराचा अवयव असतो. हा जणू काही तज्ज्ञ मंडळींचा समूह असतो. सगळे तज्ज्ञ एकमेकांच्या सोबतीनेच काम करत असले तरी प्रत्येक तज्ज्ञाकडे त्याची खास जबाबदारी दिलेली असतेच. मेंदू हा भाषा, विचार करणे आणि माहितीवार प्रक्रिया करणे अशा उच्च आकलन आवश्यक असणाऱ्या बाबींसाठी कार्य करतो.

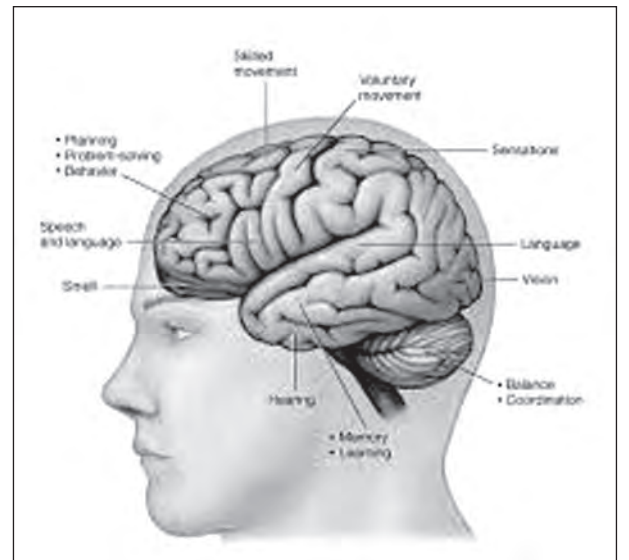
मेंदू असणारा पहिला सजीव प्लॅनेरिअन प्रजातीचा मानला जातो आणि हाच पाठीचा मणका असलेल्या सर्व प्राण्यांच्या मेंदूचा अग्रदूत मानला गेला. प्लॅनेरिअन प्रजातींमध्ये लक्षणीय पुनर्निर्मिती क्षमता होती आणि या जिवाच्या मुख्य भागापासून वेगळ्या झालेल्या अगदी छोट्या तुकड्यापासूनही या जिवाची पूर्ण निर्मिती शक्य होती. डोके तुटले तर त्या भागाला नवी शेपटी येईल किंवा शेपटी तुटली असेल तर डोक्यासह पूर्ण जीव तयार होऊ शकेल.

मानवी मेंदूचे तीन भाग आहेत आणि प्रत्येक भागाची

कामगिरी वेगवेगळी आहे. समोरचा भाग (फोअर ब्रेन), मधला भाग (मिड ब्रेन) आणि पाठीमागचा भाग (हिंड ब्रेन) या नावांनी ते ओळखले जातात. मानवाच्या उत्क्रांतीमध्ये यापैकी केवळ समोरचा भाग बदलत गेला इतर दोन भागात मात्र फारसे बदल झाले नाहीत.

उत्क्रांतीच्या काळात आपल्या पूर्वजांमध्ये मेंदू अवतरण्यापूर्वी किंवा अगदी त्यांना कोणतेही अवयव निर्माण होण्याअगोदर वेगवेगळ्या १८ पेशींच्या प्रजाती एकत्र आल्या आणि त्यांनी पाणी शोषून घेणारा एक जलचर 'स्पंज' तयार केला. या पेशींच्या पैकी काही पेशींमध्ये आनुवंशितावाही असे मेंदू निर्माण करण्यासाठी उपयुक्त जनुक होते. मात्र दुसरीकडे या जलचर 'स्पंज'मध्ये मज्जातंतूही नव्हते आणि मेंदूसुद्धा नव्हता.

अमेरिकेतील सांता बार्बारा येथील कॅलिफोर्निया विद्यापीठाच्या मेंदूविज्ञान प्रयोगशाळेत संशोधन करत असताना



असे आढळले की या 'स्पंज'मध्ये बऱ्याच मोठ्या प्रमाणात मेंदूजनुकांचा साठा होता. आणि मग मनात प्रश्न निर्माण झाला तो असा की जर या प्राचीन 'स्पंज'मध्ये मज्जासंस्था नसूनही मज्जातंतूजनुकांचा एक साठा असेल तर यात उत्क्रांतीचा हेतू कोणता असावा? उत्क्रांती कोणत्या नेमक्या विचारात असावी?

सागरामधील हे जलचर 'स्पंज' प्रथम ६० कोटी वर्षांपूर्वी आढळले असे अवशेषांवरून दिसते. हे प्राणी सागराच्या तळाशी निश्चल आणि निष्क्रिय अवस्थेत असतात. आद्य जीवशास्त्रज्ञांनी तर त्या वनस्पती आहेत असे मानले होते. परंतु हे जलचर कठीण अशा आवरणात होते आणि जलमग्न अशा मध्यभागाभोवती त्यात पेशींची एक रांग होती. प्रत्येक पेशीमध्ये एक सूक्ष्म पण हळुवारपणे फिरणाऱ्या पापणीसारखी एक यंत्रणा होती आणि ती आहारासाठी अतिसूक्ष्म जीवांचा पुरवठा करत असे. यावर ही प्रजाती निश्चल आणि निष्क्रिय अवस्थेत देखील जगत होती.

आता तसे हे वरकरणी सोपे असलेले संघटनकौशल्य ही उत्क्रांतीमधील एक महान झेप ठरली यावर विश्वास बसत नाही. याचे कारण असे की अब्जावधी वर्षांपूर्वी या पृथ्वीवर केवळ एकपेशीय जीवांची वस्ती होती. परंतु याच वेळी उत्क्रांतीमधील एक महनीय निर्निती होत होती. एकमेकांपासून स्वतंत्र अशा पेशी एकमेकांशी जुळत होत्या. इतकेच नव्हे तर त्यांनी आपली एक वसाहत निर्माण केली होती आणि त्यानंतर स्वतःचे रूपांतर त्यांनी खरोखर अविभाज्य अशा बहुपेशीय जिवात करून घेतले होते. सच्छिद्र 'स्पंज'चा तुकडा अनेक पेशींनी बनलेला होता, पण त्यात मज्जाजनुक कसे आले असतील हा खरा प्रश्न होता. उत्क्रांतीला नेमके काय अपेक्षित होते?

थोडा विचार केला तर लक्षात येईल की एकपेशीयांची ही वसाहत असल्यामुळे या वसाहतीत प्रत्येक पेशी एकाच प्रजातीची असण्याची शक्यता नव्हती. याचा अर्थ आतल्या बाजूच्या पेशी बाहेरील बाजूच्या पेशींपेक्षा वेगळ्या असू शकतील. बाहेरच्या पेशींचे वेगळेपण पर्यावरणाच्या लहरीनुसार बदलले गेले असेल. ही वसाहत असल्यामुळे एकाच प्रजातीच्या पेशींमध्ये साहजिकच सहकारतत्त्वाचा फायदा होत असावा.

उत्क्रांतीचे आणखी एक नावीन्य

या उत्क्रांतीमध्ये आता बहुपेशीयता आली. यामुळे पेशी आता अधिक सजग झाल्या आणि त्यांनी (तयार होत असलेल्या) नव्या जीवाच्या उत्तम भविष्यासाठी आपल्या

वैयक्तिक ओळखीचा आणि स्वातंत्र्याचा त्याग केला. उत्क्रांतीमध्ये आणले गेलेले हे नावीन्य म्हणजे पृथ्वीवरील जीवनामधील सर्वात महान अशी परोपकाराची घटना मानावी लागेल.

आता वसाहतीमधील पेशी या वैयक्तिक पातळीवर जगू शकल्या नाहीत तरी वेगवेगळ्या प्रकारच्या पेशींच्या एकत्रित सहयोगामुळे जीव मात्र जगला. इतर जीवांनी आपापल्या खास पेशी त्यात मिसळल्या आणि बघता बघता या नव्या जीवाचे एकेक परंतु स्वयंपूर्ण भाग तयार होऊ लागले. त्यांना अवयव म्हटले गेले आणि त्यांची नावीन्यपूर्ण कामे आणि क्षमता ठरवून दिल्या गेल्या.

कोणत्याही जीवामधील खास पेशी मज्जासंस्थेमधील त्यांच्या विविधतेमुळे इतरांपेक्षा महत्त्वाच्या ठरल्या. जीवनाच्या अत्यंत यशस्वी राजवटीत प्राण्यांच्या मज्जासंस्थे-मधील उत्क्रांती ही सर्वात गंभीर बाब होती. परंतु हे काही एकाएकी झाले नव्हते. यासाठी प्राचीन जीवांना एकपेशीय जीव ते प्राणी ही मर्यादा पार करावी लागली होती. त्यानंतर गुंतागुंतीची अशी मज्जासंस्था तयार झालेली दिसते.

प्राणिजीवांची सुरुवातीला उत्क्रांती कोड्यांची एक मालिकाच होती आणि या चक्रव्यूहाच्या केंद्रस्थानी मज्जासंस्थेची संकल्पना होती. आज कोणताही पुरावा मिळत नसलेला हा आमचा सामान्य पूर्वज आजही अस्तित्वात आहे आणि तो तेव्हा बहिणीसमूह म्हाणून ओळखल्या जाणाऱ्या दोन वंश यामधून पुढे आला. त्याचा अलीकडच्या बहिणीचा अवतार म्हणजे 'स्पंज'. मोठी बहीण कोंब जेली, ती एक तर काही मिलीमीटर आकाराची नाहीतर चकक पाच फूट लांब अशी होती. यामध्ये वर आणि खाली पेशींचे थर होते आणि मध्ये पोकळी होती.

मज्जासंस्थेची व्याख्या करण्यासाठी हजारो जनुकांची आवश्यकता असते आणि या प्रत्येकात अनेक हजार न्युक्लिओटाइड, म्हणजे डीएनए संदेशाची अक्षरेच होती. इतक्या सूचनांचे ओझे बाळगून टिकून राहण्याची काळजी घेणे हे काम कठीण होते. कोट्यवधी वर्षांनंतर एकपेशीय जीवांनी पृथ्वीच्या बदलत्या हवामानाशी जुळवून घेतले होते आणि सुरुवातीचे प्राणी समुद्राच्या तळाशी आकार घेऊ लागले होते. नव्या विश्वात ते एक नावीन्य म्हणून प्रवेश करते झाले होते.

याच 'स्पंज'मधून आपल्यासकट पृथ्वीवरील संपूर्ण प्राणिजीवांची उत्क्रांती झाली. लक्षात ठेवण्यासारखी बाब अशी की 'कोंब जेली'ला मज्जासंस्था होती तर 'स्पंज'ला केवळ मज्जासंस्था तयार करण्यासाठी आवश्यक काही जनुकांची नैसर्गिक देणगी होती.

या निष्कर्षाचा सखोल अभ्यास केला तर ती काही सुकाणू ठरतील अशा सूचना देतात. हे निष्कर्ष आपल्या मज्जासंस्थेची महत्त्वाची वैशिष्ट्ये आहेत. ही गुंतागुंतीची जडणघडण दोन मज्जातंतूंमध्ये किंवा एक मज्जातंतू आणि एक स्नायू यांच्यामधील संवादासाठी उपयोगात आणली जाते. त्याचे दोन भाग- एक, संदेह पाठवणारा आणि दुसरा, संदेश ग्रहण करणारा असतो. या संदेशाचे उत्तर 'होय' अथवा 'नाही' इतका साधा निर्णय असतो. आणि या सूचनासंदेश पाठवणाऱ्याकडून योग्य त्या रसायनाद्वारे पाठवला जाऊन ग्रहण करणाऱ्याकडून तो वाचला जाऊन कार्य केले जाते.

इतिहास हा विजेत्याकडून लिहिला जातो आणि उत्क्रांती आपल्याला जो इतिहास सांगते तो जे वाचले त्यांचा असतो. मग ते कुणीही असोत. आणि याच इतिहासामधून सांगितला गेलेला आपल्या मेंदूच्या जन्माचा इतिहास यासाठीच महत्त्वाचा आहे. शेकडो नव्हे तर हजारो पिढ्यांचा हा इतिहास बघताना आजच्या आपल्या मेंदूने केलेली प्रगती अद्वितीय आहे असे म्हणावे लागेल.

- श्याम तारे

shyamtare@gmail.com

बाभूळ

मध्यम उंची, छोटी पाने,
बाहु पसरून उभा परी,
तव खांद्यावर, कोणी ना येई,
पर्ण तयाचा काटेरी

ग्रीष्म येता येशी बहरून
नाजूक पीत पीत फुलावर,
बहर पसरे तुझ्या अंगावर,
रान तुझे हे रुक्ष मरुस्थळी

सर्वा उमजे तुला पाहुनी
पाण्याचे दुर्भिक्ष वनी,
सेवनास धजे ना कुणी,
बाभूळ तव हे नामकरी

सुरेखा पंडित-दोंडे

सातारा

मेंदूवरील नवीन संशोधन

अमेरिकेतील जोला-साल्क इन्स्टिट्यूटच्या संशोधकांनी, जगभरातील संशोधनगटांसोबत सहकार्य करत, मानवी मेंदूला अभूतपूर्व असे सूक्ष्म तपशील पुरवणाऱ्या शेकडो पेशीप्रकारांचा अॅटलास बनवण्यासाठी तीन मानवी मेंदूंमधील ५ लाखांहून अधिक पेशींचे विश्लेषण केले आहे. १३ ऑक्टोबर २०२३ रोजी 'सायन्स' या प्रतिष्ठित नियतकालिकाच्या विशेष अंकात हे संशोधन प्रकाशित झाले आहे. मूलतः उंदरांमध्ये विकसित आणि लागू केलेले मेंदूच्या पेशींचे उपप्रकार ओळखण्याचे तंत्र या संशोधनात मानवी मेंदूवर प्रथमच लागू केले गेले आहे. ह्या संशोधनात मानवी मेंदूच्या नमुन्यांमध्ये तसेच परिणाम प्रतिबिंबित होतात. सॅल्कच्या जीनोमि क विश्लेषण प्रयोगशाळेच्या संचालकांच्या मते ही खरोखरच मेंदूविज्ञानातील एका नवीन युगाची सुरुवात आहे. मेंदूचा विकास कसा होतो, त्याचे वय आणि विविध रोगांचा परिणाम त्याच्यावर कसा होतो हे आपण या संशोधनामुळे चांगल्या प्रकारे समजून घेऊ शकू असे त्यांना वाटते. मानवी मेंदूतील प्रत्येक पेशीमध्ये डीएनएचा समान क्रम असतो, परंतु वेगवेगळ्या पेशीप्रकारांमध्ये प्रथिने ब्लूप्रिंट म्हणून वापरण्यासाठी वेगवेगळ्या जीन्सची आरएनएच्या धाग्यावर प्रतिमा तयार केली जाते. प्रथिने कोणत्या पेशीमध्ये आणि कोणत्या स्तरावर आढळतात, त्यावर अवलंबून मेंदूच्या पेशींच्या प्रकारांमध्ये आणि मेंदूच्या जटिलतेमध्ये मोठ्या प्रमाणात विविधता येऊ देते. कोणत्या पेशी कोणत्या डीएनए अनुक्रमांवर कार्य करतात हे जाणून घेणे केवळ मेंदू कसे कार्य करतो हे समजून घेणेच फक्त महत्त्वाचे नाही, तर डीएनएमधील उत्परिवर्तन मेंदूचे विकार कसे निर्माण करू शकतात आणि संबंधित विकारांवर उपचार कसे करावे हे समजण्यासाठीदेखील महत्त्वाचे आहे. निसर्गाने जो मानवी मेंदू निर्माण केला आहे, तेच एक फार मोठे कोडे आहे. संपूर्ण आयुष्यभर मेंदू नेमके कसे कार्य करतो याची संपूर्ण माहिती आपल्याला हवी आहे, त्यावरून नेमके केव्हा, कसे आणि कोणत्या पेशीप्रकारांमध्ये किंवा रोगांमध्ये मेंदूत चूक होते हे समजू शकेल. त्यावरून संभाव्यतः ते हानिकारक बदल रोखण्याचा प्रयत्न करता येईल.



डॉ. संगीता गोडबोले

संक्रमणाच्या उंबरठ्यावर

धड लहान नाही धड मोठी नाही, अशी वयाची अर्धवट अवस्था म्हणजे किशोरावस्था किंवा पौगंडावस्था. बालपण आणि प्रौढपण यातील संक्रमणाचा काळ. अळीचं फुलपाखरू होतं. फुलपंखी दिवस येतात. त्याबरोबरच अनेक स्थित्यंतरं घडत असतात आयुष्यात. शारीरिक, मानसिक, बौद्धिक आणि सामाजिक परिवर्तनाचा हा काळ असतो. यावेळी येणारी आव्हानं अनेक पातळ्यांवर असतात. ती झेलण्याची, पेलण्याची आणि यशस्वीपणे हाताळण्याची मानसिक तयारी मुलांकडून करून घेणं हे खरे तर आईवडिलांसमोरचं मोठं आव्हान असतं. कधी कधी यामुळे निर्माण होणारे मानसिक ताण अस्वस्थ करणारे असतात. पौगंडावस्थेच्या अभ्यासाचे जनक, जी. स्टॅनले हॉल यांनी सन १९०४मध्ये पौगंडावस्थेचे वर्णन करण्यासाठी 'वादळ आणि तणाव' ही संज्ञा आणली. त्यांनी किशोरवयीन मुलांची कमी झालेल्या आत्मनियंत्रण पातळीला 'वादळ' आणि त्यांच्या वाढलेल्या संवेदनशीलतेला 'ताण' असे म्हटले आहे.

साधारणपणे दहा-अकरा वर्षांच्या वयात मुलींच्या शारीरिक बदलास सुरुवात होते. मुलींमध्ये हे बदल मुलांच्या तुलनेत थोडे लवकर सुरू होतात. उंचीमध्ये अचानक वाढीचे प्रमाण वाढतं. कपडे अचानक लवकर लवकर लहान होऊ लागतात. एका प्रोटीनच्या जाहिरातीत हात वर केलेला मुलगा नि त्याचा आपरा होणारा टी शर्ट, त्यातून दिसणारे पोट सगळ्यांना आठवत असेल. जिराफाचे चित्रही आठवत असेल. कल्पकतेनं चितारलेली ही चित्रं मुलांच्या वाढीबद्दल आणि त्यांना यावेळी आवश्यक असणाऱ्या प्रथिनांच्या गरजेच्या वाढीबद्दल पुरेशी बोलकी आहेत.

मुलींमधील शारीरिक बदल म्हणजे स्तनांचा विकास सुरू होतो. छातीवर येणाऱ्या या फुगवट्यामुळे अनेकदा मुली

तो लपवण्यासाठी खांदे पाडून किंवा कुबड काढून चालू लागतात. त्यांना स्तनांमध्ये दुखू लागण्याचीही शक्यता असते. त्याचप्रमाणे दोन्ही बाजूंना एकसारखी वाढ न होता कमी जास्तही होऊ शकते. शरीरातील सम्प्रेरकं (हार्मोन) कमी जास्त प्रमाणात स्रवू लागतात. कधी कधी उंची विचित्रपणे वाढते आणि मग आपण अजिबात चांगले दिसत नाही हा न्यूनगंड मनात निर्माण होऊन मुली चिडचिड्या होतात. काखेमध्ये आणि पोटाच्या खालच्या भागावर अर्थात जांघेत (pubic area) केस वाढू लागतात. चेहऱ्यावर येणारी मुरुमं आपण कसं दिसतो याबाबतीत न्यूनगंड निर्माण करू शकतात. या साऱ्या लक्षणांनंतर सुमारे सहा ते आठ महिन्यांत मासिक पाळी सुरू होते. आजकाल पाळी येणं याविषयी शाळांमधूनही मुलींना माहिती दिली जाते. शाळेत चुकून पहिल्यांदा रक्तस्राव होऊ लागला तर सॅनिटरी पॅडची उपलब्धता असते. ही खरोखरच एक चांगली सुधारणा आहे, आणि त्यामुळे विद्यार्थिनींच्या आत्मविश्वासाला बळ मिळू शकतं.

मुलांच्यात होणारे शारीरिक बदल मुलींच्या मानानं थोडे उशिरा सुरू होतात. सुरुवातीला मिसरूड फुटू लागते. दाढी नंतर येते. साधारण चौदा-पंधराव्या वर्षी काखेत आणि जांघेत केस येणं, आवाज घोगरा होणं (ज्याला आवाज फुटणं असंही म्हणतात), शिस्नाचा (पेनिसचा) आकार, लांबी वाढणं असे बदल होतात. मुलींकडे पाहून किंवा त्यांच्याबद्दलच्या विचारांनी लिंग ताठर होणं, हस्तमैथुनाची इच्छा होणं हे मानसिक बदलही होऊ लागतात. या किशोरवयीन मुलामुलींचे प्रश्न आणि त्यावर काही उपाययोजना या लेखात मांडण्याचा प्रयत्न करत आहे.

आपण साधारणपणे सन १९२० ते सन १९७० पर्यंतचा पन्नास वर्षांचा काळ, त्यापुढील ५० वर्षांचा म्हणजे २०२०

पर्यंतचा काळ आणि त्यानंतर भविष्यातला त्यापुढील पन्नास वर्षांचा काळ या पद्धतीनं पौगंडावस्थेतील मुलांच्या प्रश्नांचा विचार केला तर मुळात प्रश्नांच्या स्वरूपातच बदल होत असलेला दिसून येईल. काळानुसार आणि होणाऱ्या भौतिक प्रगतीमुळे असे बदल अपेक्षितही आहेत आणि नैसर्गिकही आहेत. रूढीपरंपरा, विज्ञानाचा सर्वक्षेत्रीय वावर, संतसज्जनांपासून समाजसेवकांनी समाजमनात क्रांती घडवून आणण्याचे केलेले प्रयत्न या सर्वांचाच परिणाम इतर क्षेत्रांप्रमाणे किशोरवयीन मुलांवर आणि त्यांच्या प्रश्नांवर, तसंच वागणुकीवर झालेला दिसतो.

तंत्रज्ञानाचं मुलांवरचं अतिक्रमण हा फक्त चर्चेचा विषय न उरता काळजीचा विषय होत चाललाय. कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या (आर्टिफिशिअल इंटेलिजन्सच्या) वापराबरोबरच गैरवापराचे मार्ग शोधण्यात मुलांची बुद्धी खर्च होतेय आणि वाममार्गाचा अवलंब होण्याचं प्रमाण वाढत चाललंय या अतिशय महत्त्वाच्या प्रश्नावरही उत्तर शोधायला हवं आहे. कंप्युटर गेमच्या आहारी जाऊन काही मुलांनी प्राणही गमवल्याची उदाहरणं ताजी आहेत. अनावर होणाऱ्या रागामुळे साधा मोबाइल काढून घेतला किंवा नवी बाईक घेऊन दिली नाही, म्हटलं अशा नगण्य कारणांमुळे मुलांनी आत्महत्या केल्याच्या बातम्या चिंताजनकच आहेत. व्हॉट्सअॅप ग्रूपवर होणारे वाद, विवाद, भांडणतंटे विकोपास जाऊन मनं कायमची दुरावणं हे प्रकार तर होत आहेतच, पण काही ठिकाणी त्यांचं पर्यवसान दुसऱ्याच्या खुनापर्यंत जात आहे. किशोरावस्थेतही हे प्रश्न मोठ्या प्रमाणावर प्रकर्षानं दिसू लागले आहेत.

मध्यंतरी कोरोनाच्या जागतिक महामारीच्या विळख्यात सारं जग आलं आणि शिक्षणाचा मार्ग म्हणून अगदी तीन-चार वर्षांच्या मुलांच्या हातात मोबाइल आले. मोठ्या मुलांकडे टॅब, लॅपटॉप किंवा आय पॅड आले. त्यावर अभ्यास कमी आणि इतर अनावश्यक ज्ञान मिळवण्यातच ह्या पिढीमध्ये कल वाढू लागला. आईवडील घरी नसताना किंवा अभ्यास झाल्यावर त्या तंत्रज्ञानाचा काय उपयोग केला जातोय यावरचं नियंत्रण कमीच झालं. संगती संग दोषेणु। या उक्तीनुसार मित्रपरिवारतील चर्चेमुळे पोर्न फिल्म पाहणं किंवा तत्सम त्या त्या वयात गरज नसलेल्या गोष्टी मुलांच्या समोर येऊ लागल्या. खरं तर या किशोरावस्थेत तसेही विविध विषयांचं, त्यात सेक्ससुद्धा अपवाद नाही, कुतूहल आणि आकर्षणही असतंच. हा निसर्गनियम आहे. त्या नियमांचं नियमन करायला हवं हे मात्र आपण विसरलो की काय याची शंका आजूबाजूच्या वातावरणावर नजर टाकली तर येतेच.

अशावेळी हे असे गुगलज्ञान एका क्लिकवर उपलब्ध

झाल्यावर प्रश्न अधिक गुंतागुंतीचे होणंही सहाजिकच आहे. या वयात व्यायाम करणं, शरीर थकेपर्यंत क्रीडांगणावर खेळणं गरजेचं असतं. सकस वाचन महत्त्वाचं असते. रिकामा वेळ आणि रिकामं डोकं नको त्या विचारांना चालना देतं. चांगल्या लेखकांची चांगली पुस्तकं अवांतर वाचनासाठी मुलांना उपलब्ध करून देणं, नियमितपणे वृत्तपत्र वाचनाची सवय लावणं, एखादा तरी छंद जोपासण्यास उद्युक्त करणं यासारख्या उपायांनी मुलांना वैचारिक चालना देता यायला हवी. चांगल्या विचारांची बैठक उत्तम माणूस बनण्यास नक्कीच मदत करेल, ह्या सिद्धांतावर नव्यानं चर्चा करण्याची गरज नसली तरी वास्तवात तो अमलात येताना दिसत नाही.



विरुद्ध लिंगाच्या समवयस्क व्यक्तीशी निखळ मैत्री असण्यासाठी मैत्रीतील पारदर्शकता आवश्यक असते. विरुद्ध लिंगी व्यक्तीबद्दल आकर्षण वाटणं हे जरी या वयात नैसर्गिक असलं, तरीही त्या आकर्षणाचा अतिरेक अथवा समोरच्या व्यक्तीकडून काहीच प्रतिसाद नसताना एकतर्फी प्रेमातून निर्माण होणारे गुन्हे कमी करण्यासाठी मुळात मुलांना 'नकार पचवायला' शिकवणं गरजेचं असतं. चौदा-पंधरा वर्षांचा मुलगा छोट्या मुलीवर बलात्कार करतो हे किती भयावह आहे! पूर्वी मुलगा-मुलगी एकत्र पाहून भुवया उंचावायच्या, पण आता तर समलिंगी संबंधांचा इतका गाजावाजा आणि त्याचे इतके पुरस्कर्ते दिसू लागले आहेत की दोन खेटून चालणारे मुलगे किंवा गळ्यात गळे घालून चालणाऱ्या मैत्रीणी पाहिल्या की मनात भलभलते विचार येऊ लागतात! नैसर्गिक आणि अनैसर्गिक, नैतिक आणि अनैतिक यातल्या सीमारेषा पुसट होत चालल्या आहेत. त्यात लिव्ह इन रिलेशनशिपचे नवनवे प्रयोग होत आहेत!

आधी सगळंच टेस्ट करून पाहायचं. पटलं तर ठीक, नाहीतर द्या सोडून! ही प्रवृत्ती नुसती भयानकच नाही तर समाजातील संस्कृतिमूल्यांच्या मुळावरच हल्ला चढवणारी आहे. कुटुंबव्यवस्थेचा पायाच डळमळीत होत चाललाय. किशोरवयात यांची बीजं पेरली जात आहेत का? करियरमधल्या स्पर्धेमुळे किशोरांवरचं मानसिक ताणतणाव वाढण्यात भर पडली ती वेगळीच. आपण शाळेत कमी मार्क पडले तर या स्पर्धेतून बाद होऊ ही भीती एकीकडे आणि त्यात आईवडिलांकडून येणारा दबाव भर घालत असतो. मानसिक आरोग्याचे खच्चीकरण करणारं खात्रीशीर रसायन यापेक्षा वेगळं काय असणार?

तारुण्य कोमेजून जात आहे याची क्षितीच नाही. फक्त गणितशास्त्र म्हणजे सर्वस्व नव्हे. त्यातले अपयश अथवा कमतरता म्हणजे जीवनाचा अंत नव्हे किंवा जीवनाचा अंत करण्याचं कारणही नव्हे, हे आधी आईवडिलांना आणि त्याचबरोबर मुलांना समजावण्याची वेळ येऊन ठेपलेलीच आहे. अतिरेकी धाडस करणारं हे वय असतं. परिणामांचा फारसा विचार न करता अतिप्रचंड वेगानं वाहनं चालवणं, स्टंट्स करणं या वयात करावंसं वाटतं. असंयमित वागण्याचे आणि धाडसाचे दुष्परिणाम भोगावे लागतात. कित्येकदा बरोबरीची मुलं भरीला पाडतात. सिगरेटचा एक झुरका घेऊन बघ ना, काय होतंय; एक पेग दारू पी ना, तेवढ्याचं काही लगेच सवय नाही लागत! अशा पद्धतीनं व्यसनांना जवळ करण्यास सुरुवात होते. त्या आडनिड्या किशोरवयात त्यांचं अप्रूप वाटतं आणि मग ते पुढे सवयीचा भाग होऊन सगळं बिघडत जातं!

पूर्वी शरीरसंबंध म्हणजे काय हेदेखील न कळण्याचं वय असतानाच लग्नं व्हायची. आईवडील, भाऊ-बहीण जसे आपले तसेच सासरची माणसं आपलीच ही भावना उपजतच निर्माण होण्याची शक्यता तेव्हा अधिक असायची. मुलगी लवकर रुळायची हा सकारात्मक मुद्दा धरला तरी आताच्या वयाच्या मानानं मुलं लवकर व्हायची. मुलीच्या शरीराची मूल जन्माला घालण्याची तयारी पूर्ण होण्याआधीच मुलं होणं आणि शिवाय आतासारखी वैद्यकीय मदतही मोठ्या प्रमाणात न मिळणं या कारणानी माता आणि नवजात अर्भकांचं मृत्यूचं



प्रमाण साठ-सत्तर वर्षापूर्वी नक्कीच अधिक होतं. मधल्या काळात किशोरवय म्हणजे लग्नाचं वय नव्हे हे लक्षात घेऊन कायद्यानंही त्यावर बंदी आणली. त्यामुळे हा प्रश्न पुष्कळसा निकालात निघाला. आता पुढील पंचवीस-तीस वर्षात आणखीच निराळ्या प्रश्नांना तोंड द्यावं लागेल असं वाटतं. मोबाइल, सततच हेडफोन वापरल्यानं पुढे ऐकू येण्याचं प्रमाण कमी होत जाईल. सतत स्क्रीनकडे पाहून डोळ्यांचे आजार वाढतील, दृष्टी क्षीण होत जाईल. हे शारीरिक नुकसानही लक्षात घेणं जरूरीचं आहे, हे या नवीन मुलांना सांगायलाच हवं आहे. या काळात उंची अचानक वाढल्यानं त्या प्रमाणात डोळ्याच्या लेन्सची वक्रता वाढण्याच्या प्रमाणात

आवश्यक ती वाढ न झाल्याने चष्मा वापरण्याची गरज भासू शकते. त्यामुळे मुलांना फळ्यावरचं लिहिलेलं मागील बाकांवरून न दिसल्यानं लिहिण्या-वाचण्यात चुका होऊ लागतात. संध्याकाळपर्यंत डोळ्यांवर आलेल्या ताणांमुळे डोकं दुखू लागतं. तेव्हा आईवडिलांनी तो उगाचच तक्रारी करतो असा दृष्टिकोन न ठेवता मुलाला खरंच डोळ्यांचा प्रश्न असेल असा विचार करून डोळ्यांच्या डॉक्टरांना दाखवून आणावं. आणि न लाजता गरज असेल तर चष्मा वापरण्यास भाग पाडावं. चांगला दिसत नाही म्हणून बऱ्याचदा मुलं चष्मा घालणं टाळतात. मुलांना त्याबद्दलही चष्मा वापरणे कसे

योग्य आहे हे पटवून द्यावं लागतं.

पाळी सुरू होण्याचं वय पूर्वी साधारण तेरा-चौदा असायचं; कधी कधी पंधरा वर्षांपर्यंतही ते जायचं. पण आजकाल नऊ वर्षांच्या मुलींनाही पाळी सुरू होते. त्यामुळे त्यांना त्या काळात शरीराची स्वच्छता कशी ठेवावी हे शिकवलं पाहिजे. पाळी सुरू झाल्यानंतर बऱ्याचदा ती बरोबर महिन्याची महिन्याला येत नाही, कधी कधी खूप रक्तस्राव होतो, अधिक काळासाठी होतो किंवा अगदी कमीही होतो. ओटीपोटात दुखतं. असं झाल्यास डॉक्टरां सल्ला आवश्यक ठरतो. मुलीला विश्वासात घेऊन तिला डॉक्टरांकडे नेलं तर त्याचा योग्य तो परिणाम मुलींच्या मानसिकतेवर होतो. मुलींचे खाणपिणं, व्यायाम, चौरस आहार यावर भर देण्यासाठी त्यांच्याशी संवाद साधणं गरजेचं असतं. जंक फूडचे तोटे त्यांना समजावून सांगितले पाहिजेत. अन्यथा

असलं अन्न खाऊन वजन वाढून जाड होण्याच्या शक्यतेबरोबरच PCOD सारखा प्रकार त्रासदायक ठरू शकतो आणि हार्मोनल असमतोलामुळे पाळीच्या तक्रारीही चालू होतात.

चौदा-पंधराव्या वर्षीही पाळी सुरू झाली नाही तर डॉक्टरी सल्ल्यानुसार तिची सोनोग्राफी करून तिचं गर्भाशय, अंडाशय तसंच योनीमार्ग व्यवस्थित आहे ना याची तपासणी करून घ्यावी. शिवाय पाळीचं रक्त बाहेर पडण्यासाठी योनीमार्गाच्या पडद्याला (हायमेनला) छिद्र आहे ना हेही तपासून घ्यावं. कधी कधी ते नसेल तर पाळी होत राहते आणि ते रक्त बाहेर येऊ शकत नाही. आणि मग ते आत साठत राहून पोटात वेदना होऊ लागतात. एका अगदी छोट्याशा सर्जरीनं हा मार्ग खुला करता येतो. त्याची भीती बाळगण्याचं कारण नसतं.

संवेदनशील मनाला आणि स्पंजसारखं पटकन शोषून घेऊ शकणाऱ्या बुद्धीला नवीन सुयोग्य असं खाद्य दिलं तर बुद्धीविकासही होतो. नवी स्वप्नं, उत्तम आदर्श या काळात समोर आले तर मनाला पटकन रुचतात, भावतात. करियर निवडीचं बीज त्यांच्या मनात रुजवावं आणि त्यांची आवड, त्यांचा कल कुठल्या बाजूला आहे याचाही अंदाज घ्यावा. फक्त आवडनिवड आणि छंदावर पोट भरत नाही तेव्हा शिक्षणही उत्तम प्रकारे घ्यायला हवं याचीही जाणीव मुलांना या वयातच करून देण्याची आवश्यकता असते. व्यसनांपासून मुलांना दूर ठेवायचं तर संगत चांगली आहे ना याचाही माग ठेवला पाहिजे. मुलांवर सतत पाळत ठेवली पाहिजे असं नाही, पण त्यांचे मित्रमैत्रिणी कोण आहेत, ती आपल्या घरी सहजपणे येऊ शकतात का, वावरू शकतात का, की आपल्याला चोरून त्यांना काही करावेसं वाटतं यावरही विचार करण्याची निकड असते.

घरातील घडामोडींवर किंवा छोट्यामोठ्या प्रश्नांवर तोडगा काढताना या मुलांनाही त्यात सामील करून घ्यावं. म्हणजे आपल्यालाही घरात मत आहे किंवा आता आपण मोठे होऊ लागलो आहोत याची त्यांना नकळत जाणीव होऊ लागते. त्यांचा आत्मविश्वास त्यामुळे नक्कीच वाढीस लागतो. आर्थिक प्रश्न असतील तरी ते चौदा पंधरा वर्षांच्या मुलाला कळू शकतात. आपल्या आईवडिलांची आर्थिक परिस्थिती नक्की काय आहे आणि आपल्या श्रीमंत मित्रांकडे जे आहे ते सगळे आपल्याला हवंसं वाटलं तरी मिळणं शक्य नाही, याची जाणीव मुलांनाही झाली की ती अवास्तव मागणीही करणार नाहीत. तसंच, ते सगळं आपण त्यांना देऊ शकत नाही

म्हणून आईवडिलांनाही खंत वाटणार नाही किंवा चिडचिड होणार नाही. घरातल्या माणसांची समाधानी वृत्तीच कुटुंबात आनंद निर्माण करते.

मुलांना पॉकेटमनीपण द्यावा, पण आवश्यकतेपेक्षा अधिक पैसा हातात खुळखुळता राहू नये याकडे आवर्जून लक्ष द्यावं. आहे तो पैसा योग्य कारणासाठी वापरता येणं, जमेल तशी त्याची बचत करणं यासारख्या गोष्टीही यातून कळू लागतात, जमू लागतात आणि त्यातूनच मुलांची जडणघडण होत राहते. याचा अर्थ त्यांना हौसमौज यापासून कायमच दूर ठेवावं असं नाही, पण पैशांचा योग्य विनिमय करता येणं हाही एक धडा असतो हे त्यांना कळावं हा उद्देश असायला हरकत नाही. शेवटी मुलांच्या आयुष्यातला हा काळ जितका महत्त्वाचा तितकाच आईवडिलांच्याही असतो. या काळात आता आपलं मूल मोठं होण्याच्या उंबरठ्यावर आहे. तेव्हा त्याला अगदी बाळ समजूनही चालणार नाही हे लक्षात घेतलं पाहिजे. सगळं समजण्याचंही वय नाही. तेव्हा काही गोष्टी करवून घ्याव्या लागणार, सल्ला द्यावा लागणार हे उघडच आहे. तरीही हळूहळू त्याला छोट्या छोट्या गोष्टीत निर्णयस्वातंत्र्य द्यायला हवं. तू कर मी आहे असा धीर द्यायला हवा. कधी कधी चुकांमधून माणूस शिकत जातो हेही लक्षात ठेवायला हवं. मुलांच्यात आणि आईवडिलांच्यातला संवाद सुसंवाद होत जावा म्हणजे गरज भासेल तेव्हा माझे आईवडील माझ्याबरोबर असतील हा विश्वास मुलांच्यात निर्माण होईल.

मुलांशी मैत्र निर्माण होणं ही अत्यंत गरजेची गोष्ट आहे. या वयात दोन पिढ्यांमध्ये दरी निर्माण होत गेली तर ते नुकसान भरून येणं पुढे कठीण होऊन बसते. तुटलेली मनं पुन्हा जोडणं ही अशक्यप्राय गोष्ट असते, म्हणून ती तुटणारच नाही याची काळजी घेणं अतिशय आवश्यक असतं. आमच्या वेळी असं होतं म्हणून तेच सगळं निकष मुलांना लावणं किंवा मला हे करता आलं नाही म्हणून मुलांना हवं ते करू देणं, या दोन्हीचाही सुवर्णमध्य साधून आयुष्यातील संक्रमणाचा काळ हा संक्रांत न समजता गोड बोलून आयुष्य गोड करण्याचा आहे हे लक्षात ठेवावं. आयुष्य सुंदरच असतं ते आपण सुंदर करायला हवं. ते सुसंवादानं होतं हे नक्की!

– संगीता गोडबोले

sgodbolejoshi@gmail.com



डॉ. नीरजा कुलकर्णी

आयुर्वेद आणि भविष्यातील आव्हाने

‘आयुर्वेद’ म्हटले की मनात भूतकाळाचेच चित्र उभे राहते. प्राचीन भारतीय संस्कृतीत जन्माला आलेले; चरक, वाग्भट, शस्त्रक्रियाजनक सुश्रूत आदि ऋषींनी परिपूर्ण केलेले; अखंड भारताचे आरोग्य राखणारे;

‘स्वस्थस्य स्वास्थ्य रक्षणं, आतुरस्य विकारप्रशमनं च’ असे म्हणत सर्वांगीण आरोग्याचे रहस्य सांगणारे शास्त्र! इतके परिपूर्ण शास्त्र असूनही, आयुर्वेद आज भारताची प्रमुख Health Care System का नाही, असा प्रश्न पडतो. म्हणूनच आयुर्वेदाच्या व्यवसायाला (Practice) मुख्य प्रवाहात आणण्यासाठी; गतकाळाच्या वैभवात न अडकता, भविष्यातील आव्हानांचा विचार करायला हवा.

कुठल्याही मानवी समूहाच्या आरोग्यावर त्या समूहाच्या राजकीय धोरणांचा, सामाजिक उतरंडीचा परिणाम होत असतो. आयुर्वेद निर्माण झाला तो काळ आणि आताचा काळ यातील समाजरचना, राजकीय स्थिती यांमध्ये खूप फरक आहे. एवढेच नव्हे तर नैसर्गिक स्थितीही बदललेली आहे. त्यामुळे आयुर्वेदाची कास धरणाऱ्यांना बदललेल्या काळाचे संदर्भ लक्षात घ्यावे लागणार आहेत.

आयुर्वेदासमोरील आव्हानांचा विचार करताना पहिला मुद्दा येतो शिक्षणाचा. योग्य शिक्षण हेच नवीन समाजाला भक्कम करते व नीट दिशा देते. आयुर्वेदाच्या संदर्भात शिक्षणाचा विचार तीन टप्प्यांवर करता येईल. सर्वप्रथम बालशिक्षण! आधुनिक वैद्यकशास्त्राचा पाया असणारे जैवशास्त्र, भौतिकशास्त्र, रसायनशास्त्र हे विषय जसे शाळेपासून शिकवले जातात; तद्वतच आयुर्वेदाचा पाया असणारे दर्शनशास्त्र, पदार्थविज्ञान, शरीरशास्त्र, क्रियाशरीर हे विषयदेखील लहानपणापासून ओळखीचे करून घ्यायला हवेत. तसा आयुर्वेद भारतीय संस्कृतीमध्ये खोलवर रुजलेला आहे.

परंतु लहानपणापासून त्यातील विषयांची ओळख झाल्यास आयुर्वेदाची समज असणारी व त्याबद्दल विश्वास असणारी पुढील पिढी तयार होईल. अशी प्रणाली दुर्दैवाने भारतात कुठेही आढळत नाही. यावर मंथन होणे गरजेचे आहे. आपण हे मूलभूत विषय काही निवडक शाळांमध्ये सुरू करायला हवेत. त्यासाठी आयुर्वेदाच्या जाणकारांनी याबाबत मार्गदर्शन करून सोप्या भाषेत पुस्तकेही उपलब्ध करून घ्यायला हवीत.

दुसरा टप्पा हा औपचारिक शिक्षणाचा (Degree courses). कुठलेही वैद्यकीय शास्त्र शिकण्यासाठी दोन गोष्टी गरजेच्या असतात. एक - शास्त्रज्ञान किंवा Theory व दुसरे - कर्मकुशलता किंवा Practical Work. आयुर्वेद शिकण्यासाठी सध्या उपलब्ध अभ्यासक्रमातून शास्त्रज्ञान मिळत असले; तरीही कर्मकुशलता शिकण्यासाठी पुरेसा वाव नाही. रुग्णांसाठी आयुर्वेदातील उपचाराचे नियोजन कसे करावे हे विद्यार्थ्यांना शिकवण्यासाठी; रुग्णालयामध्ये वैद्यांद्वारा ते दाखवले गेले पाहिजे. पुरेसे कर्म विद्यार्थ्यांना स्वतः करायला दिले गेले पाहिजे. यामुळे, आयुर्वेद वापरून आपण रुग्ण बरे करू शकतो व आयुर्वेद हा आपल्या उपजीविकेचे साधन होऊ शकतो; असा विश्वास विद्यार्थ्यांमध्ये निर्माण होईल. यामुळे आजच्या घडीला जे बहुतांश विद्यार्थी Allopathy कडे वळतात व फार कमी जण आयुर्वेद व्यवसाय करतात, हे चित्र बदलेल. डिग्री घेतल्यानंतरही आयुर्वेदावर ठाम असणारे विद्यार्थी, कर्म शिकण्यासाठी अनेकदा विविध वैद्यांच्या हाताखाली काम करतात. या वैद्यांमध्येही अनेक पंथ व विचारधारा आहेत (जशा- एकलद्रव्य चिकित्सा, पंचकर्म चिकित्सा, रसकल्पयुक्त चिकित्सा इत्यादी). विचारांच्या अनेकतेमुळे, विविध अंगांनी शास्त्राचा विकास संभवत असला; तरीही यातील एकाच विचारधारेचा दुराग्रह बाजूला

ठेवता यायला हवा. विद्यार्थ्यांना स्वतः निर्णय करायची ताकद घायला हवी.

शिक्षणामध्ये तिसरा टप्पा हा परिचारकाचा! उत्तम परिचारक हा कुठल्याही रुग्णालयाचाच नव्हे, तर प्रत्येक रुग्णाच्या यथायोग्य चिकित्सेचा कणा असतो. आधुनिक वैद्यकशास्त्रातील परिचारकाच्या कामापेक्षा आयुर्वेदातील परिचारकाचे काम काही अंशी वेगळे आहे. सध्याच्या नर्सिंग कोर्समध्ये याचा अंतर्भाव झाल्यास, आयुर्वेदाचा चांगला वापर करता येईल.

शिक्षणानंतर महत्त्वाचा मुद्दा म्हणजे प्रत्यक्ष व्यवसायात येणारी आव्हाने. शहरापेक्षा गावात आयुर्वेदाचा व्यवसाय करणे हे जास्त आव्हानात्मक आहे. औषधांची अल्प उपलब्धता, शिक्षित परिचारकांचा अभाव, लोकांचे आयुर्वेदाबद्दलचे गैरसमज हे अडथळे इथे पार करावे लागतात.

आयुर्वेदाच्या चिकित्सांमध्ये वापरलेली औषधी द्रव्ये, वनस्पती, खनिजे व इतर प्राणीज पदार्थ यांच्या संस्कृत नावांची व आधुनिक काळातील शास्त्रीय नावांची सांगड घालून त्यांचे योग्य Identification काही वेळा अवघड जाते. तसेच अनेक द्रव्यांचे प्रमाणीकरण म्हणजेच Standardization करणेही गरजेचे आहे. आताच्या काळात यातील काही द्रव्ये उपलब्ध नाहीत (उदाहरणार्थ, सोम, जिवंती या वनस्पती), तर काही द्रव्ये वापरणे नियमबाह्य झाले आहे (उदाहरणार्थ, प्रवाळ, गोरोचन). काही द्रव्ये ही पुरेशी लागवड नसल्याने, अत्यल्प प्रमाणात उपलब्ध असतात व त्यामुळेच महाग असतात (उदाहरणार्थ, वंशलोचन). एकूणच उपलब्धता, नियम, Identification व Standardization या अडथळ्यातूनच भेसळीला वाव मिळतो. योग्य औषधी मिळण्यासाठी वनस्पतींबद्दल ज्ञान वाढवणे, त्यांची यथायोग्य लागवड करणे, त्यावर केल्या जाणाऱ्या प्रक्रियांचे प्रमाणीकरण करणे व भेसळीविरुद्ध कडक नियम करणे आवश्यक आहे.

आयुर्वेदात चिकित्सेसाठी जशी द्रव्ये आहेत, तसेच विविध उपक्रम किंवा प्रक्रियादेखील आहेत, जसे की पंचकर्म (वमन, विरेचन, बस्ती, नस्य, रक्तमोक्षण) उपकर्म (शिरोधारा, सूचीवेध, पोटलीस्वेद, अग्निकर्म). यातील काही उपक्रम किंवा औषधी योजना अजूनही त्यांच्या पूर्ण क्षमतेने वापरून बघितल्या गेलेल्या नाहीत. याकरता आयुर्वेदावर विश्वास असणारे, त्याबद्दल तळमळ असणारे व सोबतच प्रयोगाची हिंमत असणारे धडाडीचे वैद्य हवेत. प्रयोगशीलता नष्ट झाल्यास कुठल्याच शास्त्राची प्रगती होऊ शकत नाही. आधुनिक वैद्यकशास्त्राची प्रगतीदेखील धडाडीच्या व काही अंशी जोखमीच्या प्रयोगातूनच झाली आहे. परंतु आज याच

आधुनिक शास्त्राचा पर्याय उपलब्ध असल्याने आयुर्वेदाच्या बाबतीत प्रयोग करायला फार कमी वैद्य धजावतात. खरे तर आधुनिक शास्त्राची मदत घेऊन आजपर्यंत अस्पृश्य किंवा न अभ्यासलेला आयुर्वेदातील भाग उजेडात आणता येईल. याकरता गरजेचे आहे ते संशोधन!

Research किंवा संशोधन हा गहन विषय, आयुर्वेदाच्या बाबतीत जरा जास्तच जटील आहे. मुद्दलात भारतातील सर्व शास्त्रे (आयुर्वेद, संगीतशास्त्र, नृत्यशास्त्र, ज्योतिषशास्त्र, वनस्पतिशास्त्र, अर्थशास्त्र इत्यादी) ज्या तत्त्वप्रणालीवर आधारित आहेत, ती म्हणजे भारतीय दर्शनशास्त्रे. यातील सांख्यदर्शन व योगदर्शनावर आयुर्वेद बेतलेला आहे. दर्शन म्हणजेच ज्ञान मिळवण्याचे साधन. या सर्व तत्त्वप्रणालीची स्वतःची शास्त्रीय बैठक, संशोधन पद्धती, सृष्टी-उत्पत्तीचा सिद्धांत व ज्ञान प्राप्त करण्याची प्रक्रिया (गृहीत सिद्धांत, प्रयोग, विश्लेषण, निष्कर्ष, म्हणजे थोडक्यात संशोधन प्रणाली) आहे. या प्रकारच्या संशोधनाच्या आधारावरच खरे तर आयुर्वेदाची निर्मिती झालेली आहे. परंतु सध्या आधुनिक शास्त्रातील संशोधन प्रणालीच्या निकषांवर आयुर्वेद तपासून पाहिला जातो. आणि मग यात बऱ्याचदा गफलत होते. आयुर्वेदातील शरीररचनाशास्त्र व क्रियाशास्त्र आणि आधुनिक वैद्यकातील शरीररचनाशास्त्र (anatomy), आणि शरीरक्रियाशास्त्र (physiology); आयुर्वेदातील संप्राप्ती व निदान आणि आधुनिक वैद्यकातील विकृतीविज्ञान (Pathogenesis) व रोगनिदान (Diagnosis) यात योग्य रितीने साधर्म्य आणि तुलना (Correlations or Parallels) साधता येत नाही. हेच चिकित्सेच्या बाबतीत होते. सध्याच्या घडीला, आधुनिक वैद्यकात विशेष नैपुण्य म्हणजे Super Specialization झाल्याने; बऱ्याच दुर्धर आजारांवर सखोल अभ्यास करता आलाय. तरीही एकाचवेळी एकाच शरीरात दोन वेगळ्या ठिकाणी वेगळी लक्षणे दिसल्यावर; रुग्ण दोन वेगवेगळ्या तज्ज्ञांची वेगवेगळी औषधे घेताना दिसतो. एकाच शरीरातील दोन आजारांचा संबंध जोडला जात नाही. औषधांचे दुष्परिणाम (side effect) हे चिकित्सेचेच एक अंग समजले जाते. तसेच, बऱ्याचदा आहार, व्यायाम, आरोग्यदायी जीवनशैली यांचे विवेचन औषधामध्ये समाविष्ट केलेले नसते. आयुर्वेदाचा चिकित्सेकडे पाहायचा दृष्टिकोन याहून फार भिन्न आहे. कितीही वेगवेगळी लक्षणे असली, तरीही त्यातील एकसूत्रता लक्षात घेऊन उपचार ठरवले जातात. रोगनिर्मिती करणाऱ्या दोषांना नियंत्रणात आणणे, आजाराला कारणीभूत ठरणाऱ्या गोष्टींचा त्याग करणे व त्याविरुद्ध असणाऱ्या औषधींनी नवीन

निरोगी धातू निर्माण होण्यास साहाय्य करणे, हे कुठल्याही चिकित्सेचे सूत्र असते. आयुर्वेदातल्या औषधांचेही साईड इफेक्ट शरीरावर होऊ शकतात. त्यातील, रुग्णाला साईड इफेक्ट न होता बरे करणारी द्रव्ये निवडून, औषधी योजना केल्यासच ती खरी चिकित्सा समजली जाते. तसेच, पथ्य पाळल्यास औषधाची गरज काय, व पथ्य न पाळल्यास औषध देऊन उपयोग काय, या विचारामुळे पथ्यापथ्य आणि निरोगी जीवनशैलीचा सल्ला हा औषधाचाच महत्त्वाचा भाग असतो. तसेच, आधुनिक वैद्यकामध्ये निदान झाल्यावर फक्त रुग्णाचे वय, वजन, रोगावस्था या काहीच मुद्यांवर चिकित्सेत थोडाफार बदल होतो; परंतु आयुर्वेदात या जोडीला दोषबल, शरीरबल, अग्निबल, ऋतु, स्थानसंश्रित धातू असे अनेक मुद्दे विचारात घ्यावे लागतात. यामुळे चिकित्सेचे वैयक्तिकीकरण (Personalization) अधिक होते. असे असल्याने, रोगनिदान एकच असूनही सरसकट सर्वांना एकच चिकित्सा द्रव्य वापरणे अवघड होते. परिणामी प्रयोगाची रचना करणे कठीण बनते. यातून द्रव्य ठरवल्यावर, आधुनिक शास्त्रानुसार बऱ्याचदा त्यातील क्रियाशील घटकावर (Active Ingredient) फक्त संशोधन होते. परंतु आयुर्वेदानुसार फक्त क्रियाशील घटक न बघता, द्रव्याचे कुठले अंग (पान, फळ, फूल, मूळ, खोड, निर्यास), कुठल्या औषधी कल्पनेने (गुटीवटी, चूर्ण, काढा, लेह, भस्म), कुठल्या मार्गाने (मुख, नस्य, बस्ती, लेपन), कुठल्या काळी (निशा, प्रातः, भोजनपूर्व/मध्य/अंती, वारंवार), कुठल्या अनुपानासह (जल, घृत, मधु, काढा, तेल) द्यायला हव्या, हे ठरवल्यावरच संपूर्ण योग्य चिकित्सा होते.

आयुर्वेद व आधुनिक वैद्यकशास्त्रामध्ये अशा अनेक तफावती असल्यामुळे संशोधन अवघड होते. आयुर्वेदाचा स्वतंत्र शास्त्र म्हणून विचार करून, रोगनिदानापासून चिकित्सा योजनेपर्यंत आयुर्वेदाच्या तत्त्वानुसार एकसूत्रता ठेवून, संशोधनाची रचना केल्यास हे अडथळे दूर होऊ शकतील. यासाठी वैद्यांनी आपापल्या बाह्यरुग्ण विभागात नीट नोंदणी (Documentation) करण्यापासून सुरुवात करायला हवी. आयुर्वेदाचे ज्ञान असणारे, संशोधक वृत्तीचे वैद्य हवेत. संशोधनासाठी जागा व सामग्री पुरवणाऱ्या संस्था हव्यात; आणि सर्वात महत्त्वाचे म्हणजे आर्थिक बळ देणारे सरकार हवे. अशा सर्व स्तरांवर विचार आवश्यक आहे.

या सर्व पसऱ्यात सगळ्यात महत्त्वाचे असतात ते रुग्ण. ज्यांना आयुर्वेदिक चिकित्सेने रोगापासून दूर ठेवायचे, अशा जनतेलाच आधी आयुर्वेदाबद्दल विश्वास हवा. परंतु अंधविश्वास नको. पूर्वी म्हणजे फार जुन्या काळी, आयुर्वेद

दाच्याच नव्हे तर आधुनिक वैद्यकशास्त्राच्या वैद्यांवरही लोकांचा विश्वास असायचा. परंतु इंटरनेटवर मिळणाऱ्या, सारासारबुद्धीची चौकट नसलेल्या, अगाध ज्ञानाच्या साठ्यामुळे व समाज माध्यमातील (बऱ्याचदा खोट्या असणाऱ्या) संदेशांमुळे वैद्यांवरचा विश्वास कमी झाला आहे. याचा फटका आयुर्वेदालाही बसला आहे. तसे पाहता आयुर्वेदातील अनेक विषय आपल्या संस्कृतीत भिनलेले आहेत; परंतु ते न ओळखता, आयुर्वेदावर अजिबात विश्वास नसणारा एक वर्ग आहे; व 'अतिपरिचयात अवज्ञा' असा अंधविश्वास ठेवणारा दुसरा वर्ग आहे. आयुर्वेदाच्या पुष्टीसाठी खरे तर यातला मधला, डोळस विश्वास ठेवणारा वर्ग वाढीस लागायला हवा. हे होण्याकरता, सर्वप्रथम आयुर्वेदाबद्दलचे गैरसमज दूर व्हायला हवेत. उदाहरणार्थ, आयुर्वेदाला साईड इफेक्ट नाहीत किंवा आयुर्वेदाने उशीरा गुण येतो इत्यादी. दुसरे म्हणजे कशाला 'आयुर्वेदिक' संज्ञा वापरावी, याचे कडक नियम करायला हवेत. सध्या जो तो कुठल्याही गोष्टीला, खास करून वनस्पतीजन्य (Herbal) गोष्टीला 'आयुर्वेदिक' असे नाव देऊन मोकळा होतो. उदाहरणार्थ टूथपेस्ट, साबण, सौंदर्यप्रसाधने, चहापत्तीपासून अगदी आयुर्वेदिक कॉंबडी आणि अंडेसुद्धा! टीव्हीवरच्या जाहिराती व व्हॉट्सअप युनिव्हर्सिटीचे अगाध ज्ञान, यामुळे शहानिशा न करता काहीही आयुर्वेदाच्या नावाखाली खपवले जाते. मग गैरसमज पसरतात. लोकांचे नुकसान होते; व परिणामी बदनाम होतो आयुर्वेद! हे थांबलेच पाहिजे. याकरता कडक नियम आवश्यक आहेतच; त्या जोडीला आयुर्वेदातील दिनचर्या, ऋतुचर्या, आहारज्ञान, व्यायाम, दोषादिविज्ञानाच्या मूलभूत संकल्पना याबाबत लोकशिक्षण दिले गेले पाहिजे.

जे जे आपणासी ठावे । ते इतरांसी सांगावे ।

शहाणे करूनी सोडावे । सकलजन ॥

याला पर्याय नाही. वरील सर्व आव्हानांचा विचार करता; शिक्षण, व्यवसाय, संशोधन व लोकशिक्षण या सर्व स्तरांवर राजकीय पाठबळ अत्यंत आवश्यक आहे. निष्ठावान वैद्य व संशोधक, डोळस व श्रद्धावान जनता आणि प्रोत्साहक सरकार यांच्या साथीने, आयुर्वेदासाठी भविष्यकाळ उज्वलच असेल.

खरे तर आयुर्वेद हा स्वतः परिपूर्ण आहे. मर्यादा या शास्त्राच्या नसून; त्याचा वापर करणाऱ्यांच्या आहेत. या मर्यादांवर मात केल्यास; आयुर्वेदातल्या शाश्वत ज्ञानाचा मुक्त झरा सर्वांसाठी केव्हाही उपलब्ध आहे.

– डॉ. नीरजा जीत कुलकर्णी

neerjabapat@gmail.com



सुरेश वांदिले

टाइम मशीन!

गोष्ट ऐकायला कुणाला नाही आवडत? हो ना! मग, आज मी तुम्हाला आमची गोष्ट सांगतो. फारच भारी बॉ, असं तुम्ही ही गोष्ट संपेल तेव्हा नक्कीच म्हणाल, हे मी माझ्या टोकदार नाकाची शपथ घेऊन सांगतो.

तर, तुम्ही आणि आम्ही ज्या पृथ्वीवर राहतो, त्या पृथ्वीचा जन्म कधी झालाय, हे बहुतेकांना माहीत नसतं. १५० (मिलियन) दशलक्ष वर्षांपूर्वी आपल्या वसुंधरेचा जन्म झाला. तुम्हा मानवाचा जन्म साधारणतः सहा दशलक्ष वर्षांपूर्वी झाल्याचं, तुमच्याच वेगवेगळ्या संशोधनात तुम्हाला आढळलं. आता आमच्या जन्माकडे वळतो. माझ्या पहिल्या पूर्वजाचं पहिलं पाऊल १२० दशलक्ष वर्षांपूर्वी या वसुंधरेवर पडलं. अबाबा! असे आश्चर्योद्गार तुमच्या मुखातून बाहेर पडलेत ना!

आम्ही तुमच्यापेक्षा ११४ दशलक्ष वर्षं सीनियर म्हणजे तुमच्या शेकडोच काय हजारो वडीलधाऱ्यांपेक्षाही वडीलधारी! त्यातही तुमच्या बाबतीतली गंमत म्हणजे तुमचा जन्म सहा दशलक्ष वर्षांपूर्वी झाला असला तरी तुम्ही तेव्हा जसे होतात तसे आता राहिला नाहीत. ती काय, उत्क्रांती की बित्क्रांती म्हणतात ना ती तुमच्या बाबतीत सतत घडत राहिली आणि आजचं स्मार्ट आणि देखणं स्वरूप तुम्हाला मिळालं. पण आमच्या बाबतीतली जम्मत म्हणजे, आमचे पूर्वज १२० दशलक्ष वर्षांपूर्वी जसे एंगडेबेंगडे होते तसेच आम्ही आतासुद्धा राहिलो. आता हे चांगलं का वाईट, हे बुवा, आपणास काही सांगता यायचं नाही. पण आहे ते स्वीकारायचं नि त्याची खंत करत बसायचं नाही हा आमचा स्वभाव. काहीही लपवायचं नाही, हे आमचं वैशिष्ट्य ! म्हणूनच मी तुम्हास आमची गोष्ट सांगायची असं ठरवलय ना!

आम्ही तुमच्यापेक्षा लाखो वर्षांनी वडीलधारे असल्याने

पृथ्वीवर लाखो वर्षांत ज्या ज्या घटना आणि घडामोडी घडल्या त्या सगळ्यांचे साक्षीदार आम्ही आपोआपच ठरलो. आमच्या डोळ्यांत आणि मेंदूत हा सगळा इतिहास बंदिस्त झालाय.

हे सगळं तुमच्या नजरेखालून गेल्यावर आम्ही कोण, आणि नेमके कुठले, हे जाणून घेण्याची तुमची उत्सुकता नक्कीच शिगेला पोहचली असणार. तुमची ही उत्सुकता फार काळ काही मी ताणून धरणार नाही. तर, आम्ही सिचेलस देशात प्रामुख्याने राहत असू. तेव्हा आमचं नाव सुग्लोसिड्डेई असं काहीसं तुम्हीच ठेवलं होतं. शंभर दशलक्ष वर्षांपूर्वी आम्ही जरा इकडेतिकडे भटकत-फिरत-मौजमजा करत करत भारतात आलो. इकडे येताना आम्ही आमचा जाण्याचा रस्ताच विसरून गेलो. मग काय? आता रडून-भेकून काही उपयोग नसल्याचं आमच्या लक्षात आलं. कोणत्याही संकटाशी दटून सामना करण्याचा धडा आमच्या आईबाबांनी दिला असल्यानं, आम्ही इथेच राहण्याचं ठरवलं. इथे आम्हाला नासिकाबॅट्रूस सद्द्याट्रेनसीस असं मालगाडीसारखं भलंमोटं नाव तुम्ही दिलं. खरं तर नासिका हे किती शॉर्ट आणि स्वीट नाव नाही का? पण जाऊ दे, तुम्ही आम्हाला कोणत्या का नावानं होईना ओळख दिली हे महत्त्वाचं.

आता आमच्या दोन शाखा झाल्या. एक तिकडे सिचेलसमध्ये आणि दुसरी भारतात. या शंभर दशलक्ष वर्षांत आमच्या दोन्ही शाखांमध्ये फार काही फरक पडला नाही. त्यामुळेच आमची गणना लिव्हिंग फॉसिल किंवा जिवंत जीवाश्म अशी होऊ लागली. फॉसिल किंवा जीवाश्म हे मृत गोष्टींचे बनतात. म्हणजे एखाद्या जिवंत प्राण्याचा, पक्ष्यांचा किंवा सूक्ष्मजीवांचा सांगाडा, हाडं, दात किंवा अंगावरचा सूक्ष्म केससुद्धा! दहा हजार वर्षांपूर्वी कोणत्या

का कारणामुळे जमिनीत, बर्फात गाडल्या गेलेल्या पशु-पक्षी-प्राण्यांच्या, उत्खनन किंवा खोदकामात सापडलेल्या अवशेषांना, फॉसिल म्हटलं जातं. फॉसिल हा शब्द लॅटिन भाषेतला. त्याचा अर्थ खोदून काढणं. म्हणजेच ज्या प्राण्यांचे अथवा पक्ष्यांचे अवशेष दहा हजार वर्षांपूर्वीची असतात ते सगळे जीवाश्म, अशी तुम्ही व्याख्या केली. या अशा जीवाश्मांचा उपयोग वेगवेगळ्या अभ्यासासाठी केला जातो. त्यातून मग पृथ्वीवरच्या अनेक गोष्टींचा उलगडा होतो. आम्ही इतके पुरातन असूनही अद्याप जिवंतच असल्यानं आमच्या अभ्यासातूनही अनेक नव्या नव्या गोष्टी आणि रहस्यं सुद्धा कळू शकतं. या अर्थानं आम्ही जिवंत फॉसिल!

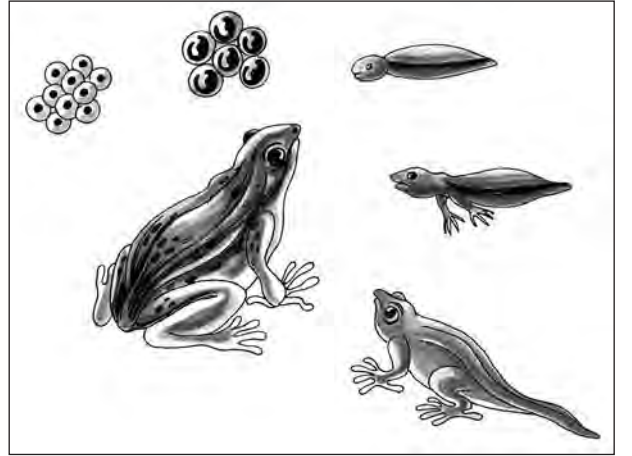
अरे बापरे! गोष्ट जरा गंभीर झाली ना. मात्र कधी कधी गोष्टीत काय चाललय हे नेमकं कळण्यासाठी असं थोडंसं गंभीर व्हावं लागतं!

तर, या शंभर दशलक्ष वर्षांत वसुंधरेवर अनेक घटना आणि घडामोडी घडल्या. त्यात काही खूप चांगल्या होत्या तर काही अत्यंत वाईट. ते सगळं आम्हाला याचि डोळा याचि देही बघता आलं. लाखो वर्षांपूर्वी एकसंघ असणारी पृथ्वी वेगवेगळ्या खंडांत विभाजित होताना आम्ही बघू शकलो. आमच्या डोळ्यांदेखत हिमालयाचा जन्म झाला. ज्याचं नाव कानी पडताच तुमच्या शरीरावर काटे उभे राहतात, अशा डायनोसॉरचं कधीकाळी राज्य होतं या पृथ्वीवर. मात्र, त्याच्या नष्ट होण्याचा क्षण नि क्षण आमच्या डोळ्यांनी टिपून ठेवलाय. तुमच्यासारख्या सस्तन प्राण्यांच्या जन्माचे आम्हीच साक्षिदार! आमच्या डीएनए (डिऑक्सिरायबो न्युक्लिक अॅसिड) सूत्रात हे सारं काही सामावलं गेलय. या डीएनएमध्ये सगळ्या आनुवंशिक बाबी टिपल्या जातात आणि एका पिढीकडून दुसऱ्या पिढीकडे पाठवल्या जातात. पृथ्वीवरच्या सगळ्या घडामोडींबद्दल बरंच काही आमच्या डीएनएमध्ये सामावलं असू शकल्याचं तुमच्यापैकी काही जणांचा ठाम विश्वास आहे. त्यामुळेच ते आमचं वर्णन टाइम मशीन असं करतात.

टाइम मशीन म्हणजे ठाऊकाय ना तुम्हास? अहो, या मशीनमध्ये बसलं की तुम्ही भूतकाळात कितीही मागे आणि भविष्यकाळात कितीही पुढे जाऊन, काय काय घडलं किंवा काय घडेल हे बघू शकता. अशी तुमचीच एक रम्य कल्पना! पण आमच्या डीएनएमुळे म्हणा किंवा डोळ्यांमुळे म्हणा ही रम्य कल्पना प्रत्यक्षात साकारू शकते. आमच्या डीएनएत शिरा नि जा लाखो वर्षं मागे नि बघा या पृथ्वीवर काय काय घडलं नि काय काय बिघडलं ते!

सध्या आमचं वास्तव्य पश्चिमघाटात असतं, पण

सगळ्या ठिकाणी नाही बरं का? फक्त केरळ आणि तामीळनाडूच्या काही भागांतच. आम्ही वर्षभर जमिनीखाली असतो. फक्त पावसाळ्यापूर्वी एकदा बाहेर येतो. जमिनीखाली राहण्याचं तंत्र म्हणा किंवा आमची गरज म्हणा, ते आम्ही शिकून घेतलं. आमचे पाठीमागचे पाय हे खूप बळकट असतात. त्यामुळे आम्हाला जमीन खोलवर खोदता येते. आमचं तोंड किंवा समोरचा भाग टोकदार आणि अतिशय संवदेनशील असतो. त्यामुळे आम्हाला पुढं जायला आणि अन्नसेवनासाठी मदत होते. मान्सूनपूर्व पावसाचं आगमन झालं की आमच्याकडे नर-मादीच्या मिलनाचा काळ सुरू होतो. पुढच्या पिढीच्या जननासाठी हे आवश्यक असल्याचं तुम्ही जीवशास्त्राच्या पुस्तकात वाचलंच असणार. आमच्यातले नर विशिष्ट प्रकारचा आवाज देऊन मादीला बोलावत. हा आवाज १०० मीटरपर्यंत जाऊ शकतो. मात्र त्यात काही अडथळा



आला तर मग आमची पंचाईत. तेव्हा नाइलाजानं मग पुन्हा आम्हाला जमिनीखाली जावं लागतं.

आम्हाला नैसर्गिक रितीनं काही अफलातून शक्ती प्राप्त झालीय. आम्ही प्रचंड वाहत्या प्रवाहात, आखूड जागेत किंवा फटीत आणि दगडाखाली अंडी घालू शकतो. आमचं बाळसुद्धा वैशिष्ट्यपूर्ण असतं. तो ज्या दगडाखाली जन्म घेतो, त्याचाच रंग त्याला मिळतो. या दगडांना घट्ट पकडून ठेवू शकेल अशा पद्धतीनं त्याच्या तोंडाचा आकार बदलू शकतो. त्यामुळे कितीही वेगानं या दगडावरून पाणी पडत असलं तरी आमचं बाळं काही पाण्यात वाहून जात नाही. याचा अर्थ आम्ही (तुमच्याएवढे बुद्धिमान नसलो तरी) किंचित किंचित बुद्धिमान आहोतच की.

असो, आम्ही इतक्या लाखो वर्षांचे रहिवाशी, पण आता यापुढे आम्ही शिल्लक राहू की नाही अशी परिस्थिती निर्माण झालीय. आम्ही कुणालाही त्रास न देता जमिनीखाली

राहतो. पण आता त्या जमिनीवरच कधी शेतीसाठी तर कधी रस्त्यासाठी तर कधी इतर बांधकामासाठी अतिक्रमणावर अतिक्रमण होत चाललय. अतिप्रचंड बंधान्यामुळे आमची राहती ठिकाण उद्ध्वस्त व्हायला लागली आहेत. आता यात भर पडलीय ती पर्यावरणातील बदलानं. म्हणजे असं की पाऊस पडायला हवा तेव्हा पडत नाही. त्यामुळे मान्सूनपूर्व पावसाच्या सरी वेळेवर पडत नाहीत. त्या पडत नाहीत म्हणून मग आमच्यातले नर, मादीच्या शोधात बाहेर पडू शकत नाहीत. मग पुढचं सारं गणितच कोसळतं. अंडी उबण्यासाठी त्यावेळी पुरेसं पाणी उपलब्ध नसतं. अशी एक ना दोन कारणं आमच्या मुळावर आली आहेत. किती दिवस आम्ही टिकून राहू याची शंका वाटते. परंतु आमचा डीएनए खूप पक्का असल्याचं सुद्धा आम्हास ठाऊक आहे. त्यामुळे पृथ्वी असेपर्यंत नक्कीच आम्ही स्वतःला टिकवून ठेवू. परंतु यासाठी ही पृथ्वीच वाचायला हवी की राव.... ते मात्र तुमच्या हाती

आहे बरं का?

आम्ही कुठले हे तुम्हाला कळलय मघा. मात्र आम्ही कोण हे मात्र कथा संपायला आली तरी अजून सांगितलंच नाही की...तसं आमचं शास्त्रीय नाव ओघाओघात माझ्या तोंडून निघून गेलंच म्हणा. पण ते लक्षात ठेवायला अवघडच! आमची सोपी ओळख म्हणजे परपल फ्रॉग अशी किंवा जांभळ्या रंगाचा बेडूक... डराँव डराँव बेडूक... इटुकला नि पिटुकला बेडूक...

या पिटुकल्या बेडकात, टाइम मशीनची शक्ती असल्याचं समजून, फारच भारी बाँ, असं तुम्ही, आम्हास म्हटल्याचं ऐकलय की राव.

डराँव डराँव डराँव!

– सुरेश वांदिले

ekank@hotmail.com

तरंगती आण्विक भट्टी

जुल्स व्हर्नची काल्पनिक पाणबुडी नॉटिलस सन १९५८मध्ये प्रत्यक्षात आली. अमेरिकेच्या व जगाच्याच ह्या पहिल्या आण्विक शक्तीवर चालणाऱ्या पाणबुडीने उत्तर ध्रुवाखालून प्रवास करून इतिहास घडवला होता. त्यानंतर आण्विक पाणबुड्या महासत्तांच्या नाविक दलात सामील होणे स्वाभाविक होते. भारताकडेही आण्विक पाणबुड्यांचे तंत्रज्ञान विकसित झाले आहे. आण्विक शक्तीवर चालणारी जहाजे का असू नयेत, हा विचार संशोधकांच्या डोक्यात पाणबुडीच्या यशानंतर येणे स्वाभाविक होते.

आता अमेरिकेत यावर चाचण्या सुरू आहेत. डिकार्बोनायझेशन किंवा कार्बन डायऑक्साइड कमी करण्यासाठी जहाजउद्योगात तरंगत्या अणुभट्ट्या हे दीर्घकालीन उत्तर असू शकते. सर्दर्न कंपनी, टेरापॉवर आणि कोर पॉवर यांनी टेरापॉवरच्या पहिल्या प्रकारच्या वितळलेल्या क्लोराईड जलद अणुभट्टीच्या (Molten Chloride Fast Reactor MCFR) एकात्मिक प्रभाव चाचणीमध्ये (IET) पंपाने वितळलेले मीठ भरण्यास सुरुवात केली आहे. एव्हरेट, वॉशिंग्टन येथील टेरापॉवरच्या प्रयोगशाळेत IET ची स्थापना झाल्यापासून, प्रकल्प कार्यसंघाने यांत्रिक, विद्युत आणि नियंत्रणे पडताळणी पूर्ण केली आहे आणि सर्व यंत्रणा कार्यान्वित केल्या आहेत. ड्रेन टाक्या भरणे आणि फ्लश करणे आणि फ्रीझ व्हॉल्व्हच्या ऑपरेशनची पडताळणी करणे यासह तत्परतेची पुष्टी करण्यासाठी गरम आगाँन आणि क्लोराइड क्षारांचा वापर करणे. क्लोराइड मीठ आता प्राथमिक कूलंट सॉल्ट लूपमध्ये लोड केले गेले आहे आणि पंपाने वितळलेले मीठ भरण्यास सुरुवात झाली आहे. एकात्मिक प्रभाव चाचणी आम्हाला वितळलेल्या क्लोराइड जलद अणुभट्टीच्या डिझाईन आणि बांधणीसाठी हा शेवटचा महत्त्वपूर्ण टप्पा माहिती संकलित करण्यास मदत करत आहे. व्यावसायिक सागरी वातावरणासाठी योग्य बनवण्याच्या दृष्टीने प्रयत्न चालू आहेत. ही एकात्मिक प्रभाव चाचणी IET २०३० च्या दशकाच्या सुरुवातीच्या कालावधीसाठी नियोजित अंदाजे १८० मेगावॉट या तरंगत्या अणुभट्टीची प्रात्यक्षिक रचना आणि कार्याची माहिती देईल.

समुद्री वाहतूकउद्योगासाठी ही नवीन तरंगती अणुभट्टी हा आता एकमात्र उपाय आहे जो आपल्याला प्रत्यक्ष शून्य कार्बनचे स्वप्न प्रत्यक्षात आणण्यास मदत करू शकतो. आपल्या ऊर्जासंक्रमणाचा हा महत्त्वाचा टप्पा आहे. क्लास सोसायटी BS ने गेल्या गुरुवारी वॉशिंग्टन डीसीमध्ये न्यू न्यूक्लियर फॉर मेरिटाइम या विषयावर पहिला जागतिक मंच आयोजित केला होता, ज्यामध्ये यूएस, कोरिया आणि युरोपमधील १५० उद्योग आणि सरकारी अधिकारी उपस्थित होते. अमेरिका, चीन, डेन्मार्क, रशिया, इटली आणि दक्षिण कोरियामध्ये तरंगत्या अणुऊर्जा प्रकल्पाचे काम सुरू आहे. इंटरनॅशनल चेंबर ऑफ शिपिंगने केलेल्या अलीकडील सर्वेक्षणात असे दिसून आले आहे की ९ टक्के सी-सूट सदस्यांना एका दशकात आण्विक जहाजांची अपेक्षा आहे.



ज्योति म्हापसेकर

कचरास्रोताच्या योग्य नियोजनाने मिथेनचा धोका कमी होतो

जागतिक तापमानवृद्धी आणि हवामानबदल हे शब्द सर्वसामान्य लोकांपर्यंत गेल्या काही वर्षांत पोहोचले आहेत. हे बदल का होतात आणि हे तापमान का वाढते यांचा साधारण अंदाज आपल्याला आलेला आहे. या प्रश्नाचे गांभीर्य सर्वांना समजले नसले आणि या घटकेला ते अपेक्षितही नसले, तरी प्रश्न गंभीर आहे हे मात्र नक्की. या प्रश्नाची उकल करण्यासाठी आंतरराष्ट्रीय पातळीवर अनेक प्रयत्न सुरू आहेत. काही बाबतीत या प्रश्नाच्या मुळाशी जाण्यात संशोधकांना यश आले आहे. काही बाबतीत आपण अजूनही अंधारातच चाचपडत आहोत.

महाराष्ट्रासाठी गेल्या १२० वर्षांतील सगळ्यात उष्ण महिना फेब्रुवारी २०२३ होता. त्याआधीही गेल्या डिसेंबर महिन्यात मुंबईवर मिथेनचे ढग पसरले आहेत अशी बातमी आली होती. अर्थात वर्तमानपत्रात ज्या बातम्या येतात, त्या सर्वच शब्दशः खऱ्या धरायच्या नसतात. काही अतिरिजित स्वरूपाच्या असतात. पर्यावरणात मिथेनचे ढग पसरले आहेत, यावर कुठल्याही प्रकारचा शास्त्रीय पुरावा नव्हता. वातावरणात मिथेनचे प्रमाण वाढले आहे हे नक्की, पण कुठलीही बातमी अधिक आकर्षक करण्यासाठी आपापल्या परीने त्या बातम्या देणारे लोक त्यांच्या कल्पनाशक्तीचा वापर करत असतात, त्यातलाच एक प्रकार! जगात सगळीकडेच पूर, दुष्काळ, अतिबर्फवृष्टी, चक्रीवादळे, ढगफुटी, पिकांचे नुकसान अशा बातम्या येत आहेत. याचे महत्त्वाचे कारण म्हणजे पृथ्वीचे तापमान वाढत आहे. यासाठी कारणीभूत असलेले जे हरितगृहवायू आहेत त्यांचे प्रमाण वाढत आहे आणि ते असेच वाढत राहिले तर पुढील ५० वर्षांत हे तापमान आणखी ३ अंश सेल्शियसने वाढेल असा शास्त्रज्ञांचा अंदाज आहे. परिणामी दोन्ही ध्रुवांवरचा बर्फ वितळून

समुद्राची पातळी वाढण्याची शक्यता आहे. जगाच्या सखल भागातील अनेक शहरे पाण्याखाली जातील. हवामानात प्रचंड उलथापालथी होतील आणि त्याही अगदी थोडक्या कालावधीत! या बदलांचा वेग आणि त्या अनुषंगाने होणारे नुकसान कमी करायचे असेल, थांबवायचे असेल तर आपल्याला, कोळसा, पेट्रोल, गॅस या जीवाश्म इंधनाच्या वापरावर कडक नियंत्रण आणावे लागेल. पर्यायी इंधनांचा वापर होत आहे, त्यात वाढ करावी लागेल. आण्विक शक्तीच्या वापराचे नियमन करावे लागेल. भूजलाचा उपसा कमी करावा लागेल. सामान्य माणसाने आपल्या जीवनशैलीत बदल करणेही अपेक्षित आहे.

हवामानबदलविषयक संयुक्त राष्ट्रसंघाची परिषद शर्म-अल शेख-वैअरो (इजिप्त) इथे नोव्हेंबर २०२२मध्ये पार पडली. एका बाजूला हवामानबदलाने ज्यांचे नुकसान होते पण ते टाळण्यासाठी लागणारा निधी उपलब्ध नसणारे असे देश, तर दुसऱ्या बाजूला आपल्या संपत्तीचा उपभोग घेऊन जास्तीत जास्त प्रदूषण करणारे देश या दोहोंमधील शीतयुद्ध इथेही चालूच होते. जीवाश्मइंधने म्हणजे कोळसा, नैसर्गिक वायू, पेट्रोल आणि अणुऊर्जा यावरील अवलंबित्व कमीत कमी करण्यासाठी जास्तीत जास्त प्रयत्न करून तापमानवाढ १.५ डिग्रीपर्यंतच रोखण्याची गरज आहे हे तत्त्वतः मान्य झाले आहे. तरी ते कसे आणि कुणी करायचे याबद्दल वाद चालू आहे. मुख्य प्रश्न निधी उपलब्ध करून देण्याचा आहे. डोनाल्ड ट्रम्प अध्यक्ष असण्याच्या काळात अमेरिकेने हवामानबदल हे सत्यच नाकारले होते. आज अध्यक्ष बायडेन हे पर्यावरणाच्या बाजूने असले तरी निधी देण्यास सर्व प्रगत देशांचा हात आखडताच आहे.

प्लास्टिकच्या भस्मासुराखेरीज या परिषदेत आणखी

एका महत्त्वाच्या प्रदूषकाकडे, म्हणजे मिथेन वायूच्या धोक्याकडे, पर्यायाने घनकचरा व्यवस्थापनाकडे परिषदेत ऊहापोह करण्यात आला. गेल्या वर्षीच्या परिषदेत मिथेनचे प्रमाण कमी करण्यासाठी सर्व देशांनी वचन दिले होते, प्रतिज्ञा घेतली होती, पण त्यात शंभर देशांनीसुद्धा भाग घेतला नव्हता. यावर्षी मात्र दीडशे देशांनी या प्रतिज्ञेला पाठिंबा दिला. इजिप्तने तर २०५० पर्यंत ५० टक्के घनकचऱ्याचे सुयोग्य व्यवस्थापन केले जाईल असे जाहीर केले. सर्व देशांनी मिळून २०३०पर्यंत किमान ३० टक्के मिथेन कमी करावा असा निर्णय झाला. भारतात कचरास्रोत व्यवस्थापन अतिशय दुर्लक्षित आहे. त्यामुळे डम्पिंग क्षेत्र वाढत आहे. ते कमी करण्यासाठी शास्त्रीय पद्धती अस्तित्वात असल्या तरी त्या प्रत्यक्षात आणण्यासाठी जी प्रशासकीय आणि राजकीय इच्छाशक्ती हवी, तिचा मात्र अभाव सर्वत्र जाणवतो.

मिथेनची निर्मिती

मिथेनला आताच एवढे महत्त्व का आले हे आपण प्रथम समजून घ्यायला हवे. हरितगृहवायूंमधील एक अत्यंत घातक वायू म्हणजे मिथेन! मिथेननिर्मिती हा शेतीतील कचरा, गाईगुरांची-प्राण्यांची विष्टा आणि शहरांमध्ये निर्माण होणारा बेसुमार घनकचरा याचा एकत्रित परिणाम आहे. हा मिथेन कुजत पडलेल्या ओल्या जैविक कचऱ्यातून तयार होतो. मिथेन रंगहीन आणि गंधहीन असा ज्वलनशील वायू आहे. एखाद्या कचराकुंडीजवळून जाताना आपण नाकाला रुमाल लावतो, त्याचे कारण कचऱ्यातील जैविक पदार्थांच्या कुजण्याच्या प्रक्रियेतून बाहेर पडणारे काही सेंद्रिय घटक असतात. त्यातच मिथेनही असतोच! तो स्वतः जळतो आणि ऊर्जा निर्माण करतो. कार्बन डायऑक्साइडपेक्षा मिथेन एकवीस पट घातक आहे. १ टन जैविक कचऱ्याच्या विघटनातून साधारण पन्नास किलो मिथेन हवेत मुक्त होतो. मुंबईत साधारणतः ३००० टन ओला कचरा रोज निर्माण होत असेल तर जेमतेम दहा टक्के कचऱ्यावर प्रक्रिया होऊन उरलेला बहुतांश कचरा डम्पिंगला जातो. त्यातून निर्माण होणारा मिथेन वायू पर्यावरणातच जातो. त्यामुळे जागतिक तापमान वाढत राहते.

मिथेननिर्मिती मर्यादित ठेवून, तो गोळा करून जाळायला हवा. मिथेन वातावरणात मिसळू दिला नाही तर अनेक प्रश्न सुटतील. कृत्तिकार्यक्रमाद्वारे मिथेन बंदिस्त करणे किंवा त्याची तीव्रता कमी करणे या गोष्टी शक्य आहेत असे पर्यावरण तज्ज्ञांना वाटते. खरे तर त्यात नवीन काही नाही. भारतात गोबर गॅस ही संकल्पना साठच्या दशकातच प्रत्यक्षात

आली होती. त्यानंतर शास्त्रज्ञांनी त्यावर संशोधन करून त्याची व्याप्ती ओल्या कचरास्रोताच्या विघटनाने वाढवली आहे. मिथेन हा तसा बहुगुणी गॅस आहे. म्हणजे त्याच्यावर स्वयंपाक करता येतो, त्याच्यावर वाहन चालवता येते, त्याच्यापासून वीज निर्माण करता येते. मिथेन वातावरणात मिसळू घायचा नाही म्हणजे नेमके काय करायचे? तर मिथेनला बंदिस्त करायचे. मिथेनच्या ज्वलनशीलता या गुणाचा वापर करून त्याचा इंधन म्हणून उपयोग करायचा. किंवा वायुजीवी- अरोबिक वातावरणात (विकेंद्रित पद्धतीने) ओल्या कचऱ्यापासून खत तयार करायचे. पण, त्यासाठी वेगळा केलेला ओला कचरा लागतो. निर्माण होणाऱ्या मिथेनचे प्रमाण कमी करण्यात सर्वांनी लक्ष घालायला हवे. ही केवळ स्थानिक स्वराज्य संस्था किंवा नगरपालिकांची जबाबदारी आहे असे म्हणून चालणार नाही. त्यासाठी राजकीय इच्छाशक्तीची गरज आहे तितकीच लोकसहभागाची आवश्यकता आहे. निधीची सोय करावीच लागणार आहे. जागतिक कृत्तिकार्यक्रमाची आवश्यकता आहे. यासाठी एक जागतिक निधी उपलब्ध करावा अशी मागणी गेली काही वर्षे चालू होती. यंदा पहिल्यांदाच या निधीची स्थापना झाली, पण कुठल्याही प्रकारचे पैसे अजून मिळालेले नाहीत.

हा निधी कशासाठी हवा ?

पंजाब आणि हरयाणातील शेतजमिनीवर कचरा जाळला की दिल्लीतील प्रदूषण वाढते हे आपण गेली कित्येक वर्षे वाचतो आहोत. शेतकऱ्यांचे खत करणे, जनावरांच्या विष्टेसाठी गोबर गॅसतंत्रात थोडी सुधारणा करून त्याचा उपयोग करणे, शहरांमध्ये, निमशहरांमध्ये कचरा वेगवेगळा गोळा करून त्यावर प्रक्रिया करणे, अशा मार्गांनी त्यावर उपाय करता येईल.

जागतिक पातळीवर या दृष्टीने पाच धोरणे ठरवण्यात आली आहेत. त्यातील सगळ्यात महत्त्वाचे म्हणजे मिथेन



कुठे जास्त उत्पन्न होतो ते शोधून काढायचे. त्यासाठी आता आकाशात उपग्रह सोडण्यात आले आहेत. मिथेनचे प्रमाण कमी करण्यासाठी शहरांना आणि राज्यांना कशी मदत करता येईल याबद्दल काही योजना तयार करण्यात आल्या आहेत, ज्या जागतिक महापौर परिषदेत मांडण्यात आल्या. मिथेन निर्माण होण्याचे आणखी एक कारण म्हणजे वाया जाणारे अन्न. यासाठीही अनेक प्रयत्न करण्यात येत आहेत. युरोपमधील दहा देशांमध्ये शिल्लक अन्नाचे काय करायचे याबद्दल गंभीर विचार चालू आहे. लॅटिन अमेरिका आणि इतर देशांमध्ये अन्न वाया जाऊ नये म्हणून प्रकल्प आखले जात आहेत.

मिथेनचे प्रमाण कमी करण्यासाठी केवळ तो कुठे उत्पन्न होतो हे शोधून चालणार नाही. तर तो मोजताही आला पाहिजे. कोरड्या आणि ओल्या अशा दोन्ही प्रकारच्या कचऱ्यातून किती मिथेन निर्माण होतो हे मोजण्यासाठी आता साधने उपलब्ध आहेत. मिथेन जास्त तयार होतो तो क्षेपणभूमीत. यासाठी तयार केलेल्या सध्याच्या नकाशात मुंबईसहित दिल्ली, अहमदाबाद, ढाका, जकार्ता आणि आफ्रिकेतील काही शहरांच्या क्षेपणभूमी आहेत. मिथेन ज्वालामुखी असल्यामुळे इथे आगीही लागतात. याबद्दल प्रगत देश या देशांवर खूपच टीका करतात, पण स्वतःच्या कचऱ्याबद्दल काहीच बोलत नाहीत.

प्रगत देशांच्या कचऱ्याचे काय ?

प्रगत देश वस्तूंचा प्रचंड वापर करतात, मात्र त्यांची वृत्ती 'वापरा आणि फेका' हीच असते. कचरा गोळा करण्यासाठी ते उत्तम व्यवस्थापन करतात, पण गोळा केलेल्या कचऱ्याचे सुयोग्य व्यवस्थापन करण्यासाठी ते पैसे खर्च करत नाहीत. विकला न जाणारा असा अत्यंत कमी गुणवत्तेचा कोरडा कचरा ते आशिया-आफ्रिकेतील देशांमध्ये बोटीने पाठवून त्या देशातील प्रदूषण वाढवतात. आशियातील बऱ्याच देशांनी हा कचरा घ्यायला स्पष्टपणे नकार दिल्यामुळे आता सगळा कचरा आफ्रिकेतील किनाऱ्यांवर जातो. प्रगत देशांमधील ओला कचरा अनेकदा स्वयंपाकघरातील सिंकवर एक छोटासा मिक्सर लावून तिथून गटारांमध्ये जाऊन गाळात पडून राहतो. त्यामुळे त्याचे खत होत नाही. म्हणजे निसर्गाने त्यांनाही फळे, फुले, भाज्या, अन्नधान्य हे सर्व दिले आहे, ते सर्व खतरूपाने निसर्गाला परत न करता ते गाळात टाकतात. अशा या प्रगत देशातील कचऱ्याचे प्रमाण आपल्या दहापट आहे. तेथील किमान वेतन जास्त असल्याने बहुतेक नगरपालिका आम्हाला विल्हेवाटीची प्रक्रिया परवडणार नाही

असेच म्हणतात. त्यामुळे हलक्या प्रतीचा आणि घातक कचरा हा प्रदूषणासकट अनारोग्याची भर घालून गरीब देशांकडे पाठवला जातो. वर या देशांना 'तुम्हीच जास्त प्रदूषण करता आणि त्यामुळेच जगाचे तापमान कसे वाढले आहे' असे सांगितले जाते. आम्ही हा कचरा तुमच्याकडे पाठवतो म्हणून तुमच्या कामगारांना काम मिळते, असेही ऐकवले जाते! कचरा जाळणे हाच विल्हेवाटीचा एकमेव उपाय आहे असे सांगून ज्वलनभट्टीसारखी महागडी तंत्रज्ञाने गरीब देशांच्या गळ्यात बांधली जातात. या ज्वलनभट्ट्यांतून कॅन्सर वाढवणारे डायॉक्सिनसारखे गॅस तयार होतात. ही तंत्रे विकणाऱ्या बहुराष्ट्रीय कंपन्यांचे प्रतिनिधी गरीब देशांना ज्वलनभट्ट्या उभारण्याची आवश्यकता पटवत असतात.

हे कोणी आणि का करायचे ?

कचरानियोजन म्हणजे फक्त डम्पिंग नाही. अर्थात केवळ प्रगत राष्ट्रांनाच दोष देऊन कचऱ्याचा प्रश्न सुटणार नाही. त्याला स्थानिक प्रयत्नांची जोड देणे आवश्यक आहे. विकसनशील देशांमध्येही श्रीमंत आणि मध्यमवर्गीयांकडे उत्पन्नांबरोबर कचराही वाढला आहे. त्याबद्दलची तुच्छताही! स्वच्छतेची पहिली पायरी म्हणजे कोरडा, ओला आणि घातक कचरा वेगळा ठेवणे.

बहुतेक देशांत कचरा डम्पिंगवरच पडून राहतो हे सत्य आहे. परंतु त्यामागचे महत्त्वाचे कारण म्हणजे हा प्रश्न पर्यावरणाशी कसा निगडित आहे हे समजून घेण्याविषयीची अनास्था. त्याचबरोबर कचरा का वेगळा केला पाहिजे आणि विकेंद्रित पद्धतीने त्याची विल्हेवाट कशी लावली पाहिजे याबद्दल नागरिकांचे अज्ञान. बहुतेक नागरिकांना ही महानगरपालिकेची जबाबदारी आहे असे वाटते. कारण आम्ही त्यासाठी कर देतो. प्रत्यक्षात आपला कचरा गेल्या दहा वर्षांत उत्पन्नाबरोबर दसपट वाढलेला आहे हे त्यांच्या लक्षात येत नाही. हवामानबदलाशी 'माझा काय संबंध?' किंवा 'मला काय त्याचे?' अशी वृत्ती न ठेवता कचरा म्हणजे केवळ साफसफाई हे मनातून दूर करायला हवे.

घनकचरा २०१६च्या नियमांप्रमाणे स्थानिक स्वराज्य संस्थेइतकीच कचरा निर्माण करणाऱ्या नागरिकांवरही कचऱ्याची जबाबदारी आहे. किंबहुना कचऱ्याची सुयोग्य विल्हेवाट लावणे नागरिक आणि नगरपालिका/ महानगरपालिका यांची संयुक्त जबाबदारी आहे. मात्र राजकीय इच्छाशक्ती पाठीशी नसल्याने लोकांना शिस्त लावण्यास किंवा जबाबदारीने वागणे शिकवण्यास अधिकारीही घाबरतात. त्यात कोरड्या कचऱ्यात, त्याच्या वाहतुकीत असलेला



बायोगॅस संयंत्र

फायदा हितसंबंधांना खतपाणी घालतो.

घरात स्वयंपाक होतो तिथे ओला कचरा जास्त असतो. जिथे बाहेरून जेवण आणले जाते तिथे वेष्टनांचा कचरा जास्त असतो. आपण आपल्या घरातला जेमतेम एक किलो कचरा वेगळा केला (ठेवला) तर स्थानिक स्वराज्य संस्थांचा खर्च वाचेलच आणि जगाचे तापमान कमी करण्यात आपलाही हातभार लागेल.

यासाठी सर्व महानगरपालिका/स्थानिक स्वराज्य संस्थांनी कचरा वेगळा करण्याला प्राधान्य दिले पाहिजे आणि त्यातील ५० टक्के प्रमाण असलेल्या ओल्या कचरास्रोतापासून खत बनवण्यासाठी वेगवेगळ्या प्रकारच्या विकेंद्रित पद्धती वापरल्या पाहिजेत. उदाहरणार्थ- घरगुती खतटोपली, इमरतीमध्ये खतकुंड्या आणि विभाग पातळीवर बायोगॅस प्रकल्प बांधले पाहिजेत. तरच २०३० पर्यंत मिथेनचे प्रमाण कमी होऊ शकेल. खताचे काय करायचे असा प्रश्न नागरिकांना पडतो. त्यासाठी शेतकऱ्यांशी संपर्क साधून एक साखळी तयार करून ते जैविक खत त्यांच्यापर्यंत कसे पोहोचेल याबद्दल शासनाला विशेष प्रयत्न करावे लागतील. त्यामुळे जमिनीचा कस वाढेल. या प्रक्रियेत अक्षरशः हजारो हरित नोकऱ्या (ग्रीन जॉब्स) तयार होणार आहेत. त्यासाठी आज कचऱ्यात काम करणाऱ्या कामगारांना प्रशिक्षण दिले पाहिजे. त्याबरोबरच कचरावेचकांबद्दल आदर बाळगून त्यांना त्यांच्या श्रमाचे योग्य उत्पन्न कसे मिळेल, त्यांचे अधिकार कसे मिळतील याकडे लक्ष द्यायला हवे. त्यांच्या कामात आधुनिक आणि पर्यावरणस्नेही तंत्रज्ञानाचा कसा उपयोग करायचा

याचाही विचार केला पाहिजे.

प्रश्नांची उकल करण्यासाठी मानसिक इच्छा असणे गरजेचे असते. त्यासाठी लागणारे शास्त्रीय उपाय एक तर उपलब्ध असतात किंवा शोधता येतात. परंतु प्रश्नाचे गांभीर्य समजून घेऊन, भविष्यात होणाऱ्या संभाव्य परिणामांची दखल घेऊन, ही उपाययोजना करावी लागते. ती करण्याची प्रशासकीय आणि राजकीय इच्छाशक्ती देशात कशी वाढीस लावता येईल हा जसा महत्त्वाचा मुद्दा आहे, तसाच माझ्या अस्तित्वाने पर्यावरणात जे प्रदूषित घटक जात आहे ते कमी करण्याची जबाबदारी ही माझीच आहे हे समजून घेऊन त्यावर वेळीच विकेंद्रित उपाययोजना आवश्यक आहे. ती मानसिकता बदलणे गरजेचे आहे. तसे झाले तर मुळातच विकेंद्रित स्वरूपातील या प्रश्नाची उकल करणे शक्य आहे हे लक्षात येईल.

सुदैवाने मुंबई महानगरपालिकेने महानगर गॅस लिमिटेड यांच्याबरोबर नुकताच रोज एक हजार टन ओल्या कचऱ्यावर प्रक्रिया करून बायोगॅस बनवण्याचा करार केला आहे. मात्र कुठल्याही बायोगॅस प्लांटसाठी ओला कचरा वेगळा मिळणे ही पूर्वअट आहे. यासाठी मुंबई महानगरपालिका कडक नियम करेल आणि नागरिकही आपली जबाबदारी ओळखून या बायोगॅस प्रकल्पासाठी ओला कचरा वेगळा करून देतील अशी आशा करूया.

- ज्योति म्हापसेकर
smsmum@gmail.com



सुहास नांदे

बदलते वाहतूकविश्व

एअर क्वालिटी लाइफ इंडेक्सनुसार भारत हा जागतिक स्तरावर दुसऱ्या क्रमांकाचा सर्वात प्रदूषित देश आहे आणि हवेच्या गुणवत्तेमुळे सरासरी आयुर्मान सरासरी सहा वर्षांनी कमी झाले आहे. या हवेच्या गुणवत्तेवर प्रामुख्याने जीवाश्म इंधनांच्या वापराचा प्रमुख दुष्परिणाम होतो. एकट्या भारतात, एकूण वायुप्रदूषणात वाहनांची वाहतुकीचा वाटा २७ टक्के आहे. दरवर्षी बारा लाख मृत्यू या प्रदूषणामुळे होत असावेत असा एक वैद्यकीय निष्कर्ष आहे. अचूक नसले तरी हे निष्कर्ष वैज्ञानिकदृष्ट्या ग्राह्य धरले जातात, कारण प्रदूषण आणि आरोग्य यांच्यात परस्परसंबंध आहे, हे सांगायला ज्योतिषाची गरज नसते. भारत हा जगातील तिसरा सर्वात मोठा तेलआयातदार देश आहे जीवाश्मइंधनाचा (डिझेल/पेट्रोल) मोठा भाग माल आणि प्रवाशांच्या वाहतुकीसाठी वापरला जातो. भारताच्या वाहतूकक्षेत्राचा देशाच्या एकूण ऊर्जा वापरपैकी वीस टक्के वाटा आहे. हे अजिबात दुर्लक्षित करता येण्यासारखे आकडे नाहीत, आणि दिवसेंदिवस त्यात भरच पडत चाललेली आहे. या समस्येवर मात करण्यासाठी सार्वजनिक वाहतुकीचा वापर आवश्यक आहे. परंतु सार्वजनिक वाहतूक शंभर टक्के वापरणे शक्य नसल्याने हा प्रश्न सुटणार नाही. त्यामुळे जीवाश्मइंधनांना पर्याय शोधण्याचे प्रयत्न सातत्याने सुरू आहेत.

या भीतीदायक संख्येच्या पार्श्वभूमीवर, विद्युत वाहनांचा भारताच्या पर्यावरणावर मोठा प्रभाव पडू शकतो. विद्युत वाहनांमध्ये जीवाश्मइंधनाऐवजी रासायनिक घटांचा (बॅटरीचा) वापर केला जातो. पारंपरिक डिझेल/पेट्रोल वाहनांपेक्षा विद्युतशक्तीवर चालणाऱ्या वाहनांचे मुख्य फायदे असे आहेत—

१. कार्बनउत्सर्जन होत नाही. कोणतेही वायुप्रदूषण होत नाही.
२. ध्वनिप्रदूषण मोठ्या प्रमाणावर कमी होते.

३. चालकावर गाडी चालवताना फारसा ताण येत नाही.
४. वाहनांना धक्के बसण्याचे प्रमाण नगण्य असते, त्यामुळे आरामदायी प्रवासाचा अनुभव मिळतो. रोजच्या धकाधकीच्या जीवनात हा एक मोठाच दिलासा म्हणावा लागेल.
५. वाहनाचेही आयुष्य वाढते.
६. दैनंदिन देखभालीचा खर्च निश्चितपणे कमी होतो.
७. इंधनाचा खर्च बराच कमी होतो. एका चार्जमध्ये वाहन २००-२२० किलोमीटर जात असेल तर खर्च साधारण १५० रुपये येतो.
८. ऊर्जेचा फारसा अपव्यय होत नाही, त्यामुळे इंधन अधिक परिणामकारक रितीने वापरले जाते.
९. या वाहनांची व्याप्ती देशभर झाली तर कच्चे तेल कमी लागेल. त्याचा सकारात्मक परिणाम देशाच्या अर्थव्यवस्थेवर होईल.
१०. वाहनांसाठी आज एकूणच जो खर्च होत आहे, त्यात नक्कीच मोठी बचत होऊ शकते.

ह्यातील काही मुद्यांवर थोडा अधिक विचार केला तर असे दिसून येईल, की या वाहनांमुळे वायुप्रदूषण कमी होईल. त्यामुळे भारतासारख्या खंडप्राय देशात सरसकट विद्युतवाहने वापरली तर अंतर्गत ज्वलन इंजिन (ICE) वाहनांपासून होणारे नकारात्मक जागतिक पर्यावरणीय परिणाम लक्षणीय कमी होतील. तसेच, ध्वनिप्रदूषण कमी होईल. अर्थात आपल्या देशात वाहने म्हणजे मुक्तपणे हॉर्न वाजवण्याचे लायसन्स असते. याला कदाचित कोणतेही कायदे नियंत्रण घालू शकत नाहीत! वाहनात बसल्याबरोबर हॉर्न वाजवायला सुरुवात होते आणि वाहन बंद करेपर्यंत हॉर्न सुरुच असतो. कोणत्याही बाहेरच्या देशात गेल्यानंतर तिथली शांतता मनाला स्पर्श करून जाते. हे लोक हॉर्न न वाजवता वाहन चालवू शकतात,

तर आपले लोक का चालवू शकत नाहीत? हॉर्नचा परिणाम लहान मुले, वृद्ध माणसे, रोगी आणि खरे तर सर्वांवरच नकारात्मक होत असतो. तरीही हॉर्न कमी होत नाहीत! त्यासाठी सामाजिक प्रबोधनाची अतिशय गरज आहे. या ठिकाणी एवढेच म्हणता येईल की जिवाश्मइंधन वापरणाऱ्या वाहनांमध्ये होणारे आवाज, विद्युत वाहनांमध्ये निश्चितच कमी होतील आणि त्यामुळे ध्वनिप्रदूषणात नक्कीच घट होईल.

वेगाने होणाऱ्या शहरीकरणामुळे वाहनांची गरज वाढत असल्याने ध्वनिप्रदूषण हेही भारतातील एक मोठे आव्हान आहे. एका अहवालानुसार, जगातील सर्वात गोंगाट करणाऱ्या शहरांमध्ये पाच भारतीय शहरे आहेत. अहवालात नमूद केलेली वाहने ही एकूण ध्वनिप्रदूषण करणारे एकमेव स्रोत नसले तरी, विद्युत वाहने आवाजाची पातळी कमी करू शकतात कारण त्यांच्याकडे ICE (अंतर्गत ज्वलन इंजिन) वाहनांप्रमाणे सामान्य यांत्रिक झडप, गीअर किंवा पंखे नसतात.

विद्युत वाहने ही निश्चितच ऊर्जाकार्यक्षम वाहने आहेत. इंधन कार्यक्षमतेच्या दृष्टिकोनातून, पेट्रोल किंवा डिझेल वाहने केवळ १७ ते २१ टक्के संचयित ऊर्जेमध्ये रूपांतरित करतात, बाकीची ऊर्जा वायाच जाते. विद्युत साखळीमधून ६० टक्के विद्युत ऊर्जा प्रत्यक्षात वापरली जाते. म्हणजेच, विद्युत वाहनांमध्ये इंजिनाची कार्यक्षमता सुधारू शकते. ह्याचा प्रत्यक्ष आर्थिक फायदा वाहनचालकाला होणार असतो. त्यामुळे येत्या काही वर्षांमध्ये विद्युत वाहनांची मागणी वाढेल असा अंदाज व्यक्त होत आहे. एका सर्वेक्षणानुसार, नवी दिल्लीत पेट्रोलवर दुचाकी चालवण्याची किंमत २ रुपये/किमी आहे. विद्युतशक्तीवर चालणाऱ्या दुचाकींचा खर्च ५२ पैसे/किमी एवढा कमी होऊ शकतो. वाहनांचे ताफे वापरणाऱ्या कंपन्यांच्या रोजच्या वाहने चालवण्याच्या खर्चात विद्युत वाहनांमुळे निश्चितच ५० टक्के घट होईल. वाहनदेखभालीचा खर्चही कमी होईल. अर्थात हे बदल एका दिवसात होणारे नाहीत, पण आर्थिक फायदा होतो म्हटल्यानंतर येत्या काही वर्षांमध्ये जीवाश्मइंधनाऐवजी विद्युतशक्तीवर चालणारी वाहने मोठ्या प्रमाणावर रस्त्यावर येतील असा आज तरी अंदाज व्यक्त होत आहे. या वाहनांचा परिचालनखर्चही कमी आहे. विद्युतशक्तीवर चालणाऱ्या बसमध्ये कमी घटक असल्याने त्यांचे व्यवस्थापन करण्यासाठी पारंपरिक डिझेल बसच्या तुलनेत ३५ टक्के इतका खर्च येतो. या विद्युत बसच्या बॅटरी रिचार्ज करणे सोपे आहे. बॅटरी रिचार्ज करण्यासाठी ब्रेकिंगमुळे निर्माण होणारी उष्णता विजेमध्ये रूपांतरित करता येते. त्याचाही चांगला फायदा होणार आहे.

आर्थिक फायदे : बॅटरीज विद्युतभारित करण्यासाठी

पायाभूत सुविधा लागतील. त्या तयार करण्यासाठी आवश्यक असलेल्या खर्चामुळे विद्युत वाहन ताफ्यांवरील सुरुवातीचा भांडवली प्रारंभिक खर्च जास्त असू शकतो. याची तुलना पेट्रोल किंवा डिझेल पंप आणि इंधन वाहतूकही बरोबर केली तर फारसा फरक आढळणार नाही. ही गुंतवणूक इतर क्षेत्रांमध्ये ७० टक्क्यांपर्यंत बचत करून ऑफसेट केली जाऊ शकते. विद्युत बसमध्ये कमी इंधन खर्च, कमी घटक, कमी देखभालीची आवश्यकता असते आणि दीर्घआयुष्य चक्र असते. त्या सुरुवातीला अधिक महाग असू शकतात, परंतु मध्यम आणि दीर्घकालीन विचार केला तर त्या स्वस्त आहेत. शिवाय प्रदूषणमुक्तीचा मोठाच फायदा त्यात आहे. स्मार्ट चार्जिंग तंत्रज्ञानामुळे विजेचा वापर ४० टक्क्यांपर्यंत आपण कमी करू शकतो.

स्वच्छ शहरे आणि कमी दैनंदिन खर्च हे फायदे ही विद्युत वाहने वापरण्यात आहेतच. त्याशिवाय विद्युत बस आणि पारंपरिक डिझेल बस यांच्यातील कार्यक्षमतेतही महत्त्वाचे फरक आहेत. ई-बसची चालवण्यायोग्यता, देखभाल आणि वापर या दोन्ही बाबतीत चांगली कामगिरी देते. पर्यावरणीय फायद्यांव्यतिरिक्त भारतात विद्युत वाहनांचा अवलंब केल्याने देशासाठी अनेक आर्थिक संधीही उपलब्ध होतील. नवीन पिढीला स्वच्छ आणि हरित भविष्यकाल आपण देऊ शकू. स्थानिक पातळीवर, भारताच्या संपूर्ण विद्युतीकरणाचा व्यवसाय, गुंतवणूकदार आणि ग्राहकांना फायदा देईल. विद्युत वाहनउद्योग OEMसाठी भारत आणि उर्वरित जगासाठी स्पर्धात्मक किमतीत स्वयंचलित उत्पादने तयार करण्यासाठी मोठ्या संधी मिळणार आहेत. संशोधनातून असे दिसते की सन २०३९पर्यंत मूळ उत्पादकास (Original Equipment Manufacturer) प्रत्येक विद्युत वाहनामध्ये ५.७ टक्के अधिक मूल्यवर्धन करू शकतात. परिणामी, भारत सरकार विद्युत परिसंस्था विकसित करण्यासाठी मूळ उत्पादकाला आकर्षित करण्यासाठी आत्मनिर्भर योजनेअंतर्गत पुरवठा साखळीच्या स्वदेशीकरणावर जोर देत आहे. शिवाय, विविध विकाससाधने वापरून मूळ उत्पादकांना चार्जिंग अॅप तयार करण्यात मार्गदर्शन करण्यासाठी वाहन निदान आणि प्राधान्याने या वाहनांच्या गतीविधीवरील नियंत्रण (कीलेस कंट्रोल) यासारख्या वैशिष्ट्यांमध्ये पारंगत होण्याच्या दृष्टीने भारतातील कंपन्यांकडून प्रयत्न सुरू आहेत. हे सर्व उपाय मूळ उत्पादकांना त्यांच्या या उपायांमुळे विद्युत वाहन उत्पादक ठिकठिकाणी त्यांच्या चालकांसाठी विद्युत प्रभार स्थानके देऊ शकतात, तसेच वाहनांची अदलाबदलही शक्य होते.

गुंतवणूकदार आणि मालमत्ता निर्मात्यांसाठी अनेक

संधी या विद्युत वाहनांमुळे उपलब्ध होण्याची शक्यता आहे, कारण या उद्योगाला विद्युत वाहन उत्पादन युनिटे, औद्योगिक क्षेत्रे आणि चार्जिंग स्टेशन बांधण्याची आवश्यकता आहे. आणखी एक महत्त्वाचा पैलू म्हणजे विद्युत वाहनांसाठी चार्जिंग स्टेशनच्या आसपास किरकोळ पायाभूत सुविधांचा विकास आवश्यक राहणार आहे. बदलत्या जगात या सर्वांची आवश्यकता आहेच. पूर्वी अशा पायाभूत सुविधांचा विचारसुद्धा सरकारच्या मनात येत नसेल किंवा लोकांनाही त्या असाव्यात असे अभावानेच वाटत होते. आता जमाना बदललेला आहे आणि लोक या सुविधांकडे कटाक्षाने लक्ष देतात.

एका अहवालात असे दिसून आले आहे की विद्युत वाहन उद्योगाला सन २०३० पर्यंत ११० GWh बॅटरी उत्पादन क्षमता स्थापित करण्यासाठी १३०० एकरची आवश्यकता असेल. देशाला सन २०२५ पर्यंत चार्जिंग स्टेशनसाठी १.३५. कोटी चौरस फुटांचीदेखील आवश्यकता असेल. ही संख्या ह्या उद्योगातील प्रत्येक भागधारकासाठी भरपूर संधी उपलब्ध आहेत असेच दर्शवत आहे. अगदी गृहनिर्माण संस्थांसारख्या भागधारकांनाही रात्रीच्या वेळी वाहने पार्क करण्यासाठी चार्जिंग पॉइंट उपलब्ध करून देण्याची संधी उपलब्ध होणार आहे.

भारतातील तरुण आणि गतिमान लोकसंख्या नवीन तंत्रज्ञान आत्मसात करण्यास उत्सुक आहे कारण देशामध्ये गतिशीलतेचा कल वाढत आहे. संपन्नता वाढत जाते, तसतशी सामाजिक-आर्थिक स्थिती सुधारत राहते आणि विद्युत वाहने खरेदी करण्यासाठी सर्वसामान्य जनता अधिक चांगल्या स्थिती येते. वाढत्या मागणीची पूर्तता करण्यासाठी, सरकार आणि भारतातील विद्युतवाहन क्षेत्रातील इतर नवीन भागीदार विद्युत वाहन चार्जिंग नेटवर्कमध्ये अधिक चार्जिंग पॉइंट जोडण्यासाठी प्रयत्न करत आहेत. यामध्ये समस्यांचे निराकरण करण्यासाठी सॉफ्टवेअर निर्माण करणाऱ्यांनाही भरपूर संधी आहे.

अनेक उद्योजक व्यवसाय आणि सरकारी संस्थांसोबत भागीदारी करून नावीन्यपूर्ण कार्यक्रम तयार करत आहेत त्यांचा विद्युतवाहन उद्योगावर चांगला परिणाम अपेक्षित आहे. केंद्रीय रस्ते वाहतूक आणि महामार्ग मंत्र्यांच्या मते, विद्युत वाहन उद्योग पाच कोटी नवीन नोकऱ्या निर्माण करण्याची शक्यता आहे आणि भारतातील तरुण बुद्धिमान वर्ग यासाठी सज्ज आहे. या अनेक संधी असूनही, विद्युत वाहनांचा पूर्ण अवलंब करण्याआधी देशाला महत्त्वाच्या आव्हानांना सामोरे जावे लागेल.

भारताची विद्युत वाहन बाजारपेठ वेगवान वाढीच्या मार्गावर आहे यात शंका नाही. दोन आणि तीन चाकी

वाहनांसाठी जगातील सर्वात मोठ्या बाजारपेठांपैकी एक आपला देश आहे, खाजगी कार आणि व्यावसायिक वाहनांसाठी जागतिक पहिल्या पाचांच आपले स्थान आहे. संशोधनानुसार, २०२२ च्या आर्थिक वर्षामध्ये तब्बल ४५५७३३ विद्युत वाहने विकली गेली. भारताच्या रस्ते वाहतूक आणि महामार्ग मंत्रालयाच्या माहितीनुसार जुलै २०२२ पर्यंत १३,३४,३८५ विद्युत वाहने रस्त्यावर आली होती. केंद्र आणि राज्य सरकारे तसेच खाजगी क्षेत्रातील उद्योजक, भारतीय रस्त्यांवर अधिकाधिक विद्युतीकरणासाठी सक्रियपणे प्रयत्न करत असल्याने ही संख्या निश्चित वाढतच जाणार आहे. तसे प्रत्ययालाही येत आहे.



आपल्या देशाची तुलना ब्राझील किंवा अमेरिकेच्या विद्युत वाहनांच्या वाढीच्या वेगाशी केली तर आपण खूपच मागे आहोत असे लक्षात येते. भारतातील विद्युत वाहने अद्यापही आकर्षक वाटत नाहीत कारण सुरुवातीच्या किमती खूप जास्त आहेत, पुनर्विक्रीमूल्य किती असेल याची शाश्वती नाही आणि नवीन तंत्रज्ञानावरील विश्वासाचा जनतेत अभाव आहे. या समस्यांचे निराकरण करण्यासाठी, सरकार सुरुवातीच्या किमती कमी करण्यासाठी करसवलती देत आहे. दरम्यान, फर्स्ट मूव्हर कंपन्या मजबूत आणि विश्वासाह चार्जिंग सोल्युशन प्रदान करत आहेत ज्यामुळे या नवीन तंत्रज्ञानावरील जनतेचा विश्वास वाढेल.

विद्युतशक्तीवर चालणारी बस काम कसं करते?

विद्युत बस चार्ज होण्यासाठी विजेच्या ग्रीडमध्ये प्लग इन करते आणि वीज बॅटरीमध्ये साठवली जाते. बॅटरी विद्युत इंजिनला ऊर्जा देतात. विद्युत इंजिनमध्ये अंतर्गत ज्वलन इंजिनापेक्षा कमी सुटे भाग असल्याने, त्याला कमी देखभालीची आवश्यकता असते. बॅटऱ्या संपतात, तेव्हा बस

चार्लिंग स्टेशनवर रिचार्ज केली जाते. ज्याला १५० किलोवॉट चार्जरसह सरासरी ४ तास लागतात. बस नियमित मार्गावर धावत असल्याने, बॅटरी रिचार्ज करण्यासाठी वेळापत्रक आखणे हे अगदी सरळ नियोजन आहे. बसच्या आकारावर आणि रहदारीच्या परिस्थितीसारख्या घटकांवर अवलंबून, बस तिच्या सेवेच्या पहिल्या वर्षात एका चार्जवर सरासरी २०० किलोमीटर प्रवास करू शकते. साहजिकच वर्षानुवर्षे बॅटरी तंत्रज्ञान सुधारत असताना, विद्युत बसच्या प्रवासाची मजल इतर प्रकारच्या विद्युत वाहतुकीप्रमाणेच वाढेल आणि त्या आणखी कार्यक्षम बनतील अशी अपेक्षा आहे.

विद्युत बस चार्ज कशा करतात?

विद्युत बस चार्ज करण्यात कोणतीही जादू नाही, इलेक्ट्रिक बस चार्जिंग मोबाइल फोनप्रमाणेच कार्य करते. त्यास पॉवर आउटलेटमध्ये प्लग केले की ती चार्ज होते. सार्वजनिक वाहतुकीसाठी विद्युत बससाठी आगारातच चार्जिंग स्टेशन असतात. आणि चार्जच्या मार्गिकेत प्रवेश करू शकतात. उदाहरणार्थ, साधारण १५० KWh चा चार्जर सुमारे चार तासांत विद्युत बस पूर्णपणे रिचार्ज करू शकतो. त्यांच्या बॅटच्या मोठ्या आहेत हे लक्षात घेता, बसना कारपेक्षा पूर्ण रिचार्ज होण्यासाठी जास्त वेळ लागू शकतो, त्यामुळे त्यांचे वेळापत्रक बहुतेक वेळा त्यांना बस डेपोमध्ये रात्रभर रिचार्ज करण्याची परवानगी देण्यासाठी आरेखित केलेले असते. ज्या बसचा मार्ग एक तर लांब मार्ग किंवा ज्याची वारंवारता अधिक आहे, त्यांच्यासाठी आगार आणि संक्रमणकेंद्रांवर असलेल्या जलद चार्जिंग प्रणालींचा वापर होऊ शकतो. त्यामुळे त्यांना काही तासांमध्ये पूर्णपणे रिचार्ज केले जाऊ शकते.

पॅन्टोग्राफ - काही विद्युत बस (जुन्या ट्राम बस) पॅन्टोग्राफसारख्या विशाल हातांनी सुसज्ज असतात. हे हात आकाशाच्या दिशेने पसरतात आणि ओव्हरहेड पॉवर लाइनला जोडतात. पॅन्टोग्राफने सुसज्ज असलेल्या बस बसच्या मार्गाचा मागोवा घेणाऱ्या ओव्हरहेड पॉवर लाइनशी त्यांचे पॅन्टोग्राफ जोडून प्रवासात चार्ज करू शकतात.

वायरलेस रिचार्जिंग - वायरलेस रिचार्ज करणाऱ्या बस इंडक्टिव्ह चार्जिंग तंत्रज्ञानाने सुसज्ज असतात. मोबाइल फोन, पॉवर टूल, वैद्यकीय उपकरणे आणि अगदी विद्युत दूधब्रश यासारख्या ग्राहक उत्पादनांमध्ये जसे चार्जिंग होते, तोच प्रकार बसेससाठी उपलब्ध आहे. बसला सॉकेटमध्ये जोडण्याऐवजी,

बस एका विशेष पॅडवर उभी केली जाते. तिथे चुंबकीय क्षेत्र वापरून विद्युतप्रवाह निर्माण केला जातो आणि नंतर चार्जर आणि बस यांच्यात थेट जोडणी नसतानाही बस चार्ज होऊ शकते.

भारत हा जगातील तिसरा सर्वात मोठा तेलआयातदार देश आहे, परंतु विद्युत वाहनांमध्ये संक्रमण केल्याने त्याचे तेलपरावलंबित्व लक्षणीयरित्या कमी होईल, भारत आपले महत्त्वाकांक्षी लक्ष्य पूर्ण करू शकला, तर देश एक मॉडेल तयार करेल आणि इतर उदयोन्मुख अर्थव्यवस्थांसाठी तो आदर्श ठरेल.

याव्यतिरिक्त, भारताची १४० कोटी लोकसंख्या आणि तिची झपाट्याने वाढणारी अर्थव्यवस्था, हा देश आज जागतिक विद्युत वाहन बाजारपेठेतील एक प्रभावशाली शक्ती असेल हे निश्चित आहे. भारतात विद्युत वाहनांचा पूर्ण अवलंब करणे हे एक मोठे पाऊल असेल.

या व्यतिरिक्त, या क्षेत्रातील खाजगी संस्था विद्युत वाहन स्टेशने आणि चार्जिंग पॉइंट स्थापित करण्यात मदत करण्यासाठी नगरपालिका, राज्य आणि केंद्रीय संस्थांसोबत काम करत आहेत. या स्टेशनांच्या ऑपरेशनांवर लक्ष ठेवण्यासाठी आणि संपूर्ण चार्जिंग प्रक्रिया सुव्यवस्थित करण्यासाठी चार्जर व्यवस्थापन प्रणाली (CMS) तयार करण्यासाठी ते ऑपरेटरसोबत सहयोग करत आहेत.

भारतासाठी आव्हाने

भारताची विद्युत वाहन क्षमता ओळखणे हे मोठेच आव्हान आहे. भारतात मोठ्या प्रमाणावर विद्युत वाहन स्वीकारण्याची गती जगाच्या तुलनेत मंद आहे आणि त्यावर मात करण्यासाठी अनेक अडथळे येत आहेत. देशव्यापी विद्युत वाहनांचा जलद, अधिक कार्यक्षम अवलंब सक्षम करण्यासाठी या अडथळ्यांवर मात करण्यासाठी देशाला मदत करू शकतील असे संभाव्य उपायदेखील आपण शोधत आहोत.

स्वच्छ ऊर्जेचा अभाव - भारतातील बहुतांश वीज कोळशाच्या जाळण्यापासून निर्माण होते. असे म्हटले जाते, की सर्व विद्युत वाहनांसाठी ऊर्जा निर्माण करण्यासाठी कोळशावर अवलंबून राहिल्यास विद्युत वाहन अवलंबनातून कार्बनउत्सर्जन कमी करण्याचा उद्देश नष्ट होईल. म्हणूनच ETuto EV कॉन्क्लेव्हच्या सातव्या आवृत्तीत नितीन गडकरींच्या भाषणात नमूद केल्याप्रमाणे भारत सौर, पवन आणि अणुऊर्जा यांसारख्या ऊर्जा निर्मितीच्या इतर स्रोतांचा शोध घेत आहे. जैवइंधन ते ऊर्जा विद्युत वाहनउत्पादन

युनिटांच्या क्षेत्रातही सरकार सक्रियपणे संशोधन आणि विकास करत आहे. भारत सरकारचे हे उपाय खाजगी उद्योजकांना विद्युत वाहने जलद आणि कमी खर्चात तयार करण्यासाठी नवकल्पना आणि तंत्रज्ञानाचा लाभ घेण्यासाठी विश्वास आणि संधी देण्याच्या प्रयत्नात आहेत. या बदल्यात अंतिम वापरकर्त्यांसाठी भांडवली खर्च कमी होण्याची अपेक्षा आहे, ज्यामुळे भारतात विद्युत वाहनांचा मोठ्या प्रमाणावर अवलंब होईल.

वाहनांपेक्षा वेगळ्या चार्जिंग आणि देखभालीच्या पायाभूत सुविधांची आवश्यकता असते कारण इंजिन आणि इतर कार्यरत भागांमध्ये फरक असतो. पण भारतातील सध्याची चार्जिंग इन्फ्रास्ट्रक्चर EVs ची वाढती मागणी हाताळण्यासाठी सध्यातरी पुरेशी नाहीत. अर्थात राजकीय इच्छाशक्ती असेल तर हे प्रश्न सोडवणे अवघड नाही. भविष्यात हे प्रश्न सुटतात की नाही हे समजेलच. विद्युत वाहने प्रदूषण कमी करण्याच्या दृष्टीने अतिशय महत्त्वाची आहेत हे मात्र नक्की म्हणता येईल.

अविकसित चार्जिंग पायाभूत सुविधा – पायाभूत सुविधांच्या समस्या भारताच्या पूर्ण विद्युत वाहननिर्मिती स्वीकारण्याच्या प्रयत्नाच्या विरोधात आहेत. विद्युत वाहनांना पारंपरिक ICE

– सुहास नांदे

spnande2002@yahoo.co.in

तुम्ही बदल करू शकता

सन २०२३चे फिजिओलॉजी किंवा मेडिसीनचे नोबेल पारितोषिक मिळवणाऱ्या डॉ. कॅटालिन कॅरिको यांनी त्यांच्या हा दैदिप्यमान पुरस्कार जिंकण्यापर्यंतच्या प्रवासाची रूपरेषा एका मुलाखतीत सांगितली. पेनसिल्व्हेनिया विद्यापीठातून त्यांना दहा वर्षांपूर्वी बाहेर काढण्यात आले होते! आणि परिणामी त्यांना सक्तीने निवृत्त होण्यास भाग पाडले गेले. हंगेरीमध्ये जन्मलेल्या कॅटालिन कॅरिको सन १९८५ मध्ये अमेरिकेत स्थलांतरित झाल्या. सन १९८९ पासून सन २०१३ मध्ये त्यांनी त्या विद्यापीठात सहायक प्राध्यापक म्हणून काम केले होते. तिथून सक्तीची निवृत्ती लादण्यात आल्यानंतर लवकरच त्या बायोटेक या जर्मन बायोटेक्नॉलॉजी कंपनीत सामील झाल्या. त्यांनी सन २०१३मध्ये बायोटेकसाठी उपाध्यक्ष म्हणून काम करण्यास सुरुवात केली आणि सन २०१९ मध्ये त्यांना वरिष्ठ उपाध्यक्ष म्हणून पदोन्नती देण्यात आली होती. या कंपनीने सन २०२० मध्ये कोविड-१९ विरुद्ध एम.आर.एन.ए.) लस तयार करण्यासाठी फायझर या कंपनीसोबत करार केला होता. डॉ. कॅरिको आणि डॉ. झ्यू वार्डजमन यांनी त्यांच्या न्यूक्लियोसाइड बेस बदलांवर संशोधन करून कोविड-१९ एम.आर.एन.ए. लशीची निर्मिती केली. डॉ. कॅरिको यांनी त्यांना नोबेल पारितोषिक मिळाले आहे हे कळल्यावर सुरुवातीला कोणीतरी विनोद करत आहे अशी प्रतिक्रिया दिली होती! एम.आर.एन.ए. संशोधनावरील आपल्या कामावर चर्चा करताना, ६८ वर्षांच्या कॅटालिन कॅरिको यांनी सांगितले की त्यांचे या संबंधातील सर्व प्रयोग वयाच्या ५८व्या वर्षी स्वतः करण्यास सुरुवात केली. वयाच्या ५८व्या वर्षी प्रयोगशाळेत त्या प्लाझमिड्स आणि पेशींचे पोषण करत होत्या. प्रथितयश प्रयोगशाळेतील भारतातील बरेच शास्त्रज्ञ वयाच्या ३०-३२ व्या वर्षी मदतनीस मागतात, कारण त्यांना स्वतः प्रयोग करणे कमीपणाचे वाटते! त्यांच्या डोळ्यात कॅरिकोबाईंनी हे झणझणीत अंजनच घातले आहे. त्यानंतर सतत नऊ वर्षे त्या वारंवार अमेरिकेहून जर्मनीला जात होत्या. सन २०१८ मध्ये निधन झालेल्या आपल्या आईचे स्मरण करताना कॅरिको म्हणाल्या, माझ्या आईने दरवर्षी नोबेल पारितोषिकाची घोषणा ऐकली की ती मला सांगायची, पुढच्या वर्षी तुला ते मिळेल! आपल्या मुलीच्या कर्तृत्वावर असलेला विश्वास सार्थ ठरल्यामुळे त्यांच्या आईच्या आत्म्याला नक्कीच शांती मिळाली असेल!

डॉ. कॅटालिन कॅरिको यांनी इतर महिला शास्त्रज्ञांसाठी मोलाचे मार्गदर्शन केले आहे. कुटुंब किंवा संशोधन ह्या दोन्हीत एकाच वेळी लक्ष घालता येऊ शकते. एक स्त्री आणि एक आई म्हणून, मी सहकारी महिला शास्त्रज्ञांना सांगण्याचा प्रयत्न करते की कुटुंबाकडे लक्ष देत देत तुम्हीही नोबेल पारितोषिक मिळवू शकता. तुमची मुले तुमचे बारकाईने निरीक्षण करीत असतात, आणि त्यातून स्फूर्ती घेत असतात. तुम्ही हताश झालात, तर त्यांना कशी स्फूर्ती मिळेल? नोबेल पारितोषिक विजेत्या डॉ. कॅटालिन कॅरिको यांना एक मुलगी आहे सुसान फ्रान्सिया ही त्यांची कन्या रोझमध्ये दोन वेळा ऑलिम्पिक सुवर्णपदक विजेती आणि पाच वेळा विश्वविजेती आहे. डॉ. कॅरिको आपल्या यशाचे स्फूर्तीस्थान हंगेरियन-कॅनेडियन शास्त्रज्ञ हॅन्स सेली असल्याचे सांगतात, त्यांचे पुस्तक त्यांनी १६ वर्षांची असताना वाचले होते. डॉ. कॅटालिन कॅरिको यांनी सांगितले की हॅन्स सेलीचा मंत्र तुम्ही बदल करू शकता त्यावर त्यांनी लक्ष केंद्रित केले. आपलेच काही मित्र किंवा सहकारी यशस्वी होत आहेत या वस्तुस्थितीमुळे बरेच तरुण हार मानतात. जेव्हा असे दिसून येते की कमी काम करत असूनही, काहीजण प्रगती करतात आणि भरपूर पैसे कमावतात, तेव्हा नैराश्य वाढते. पण तिकडे लक्ष देण्याची गरज नसते. त्यांनी पुढे सांगितले, की पेनसिल्व्हेनिया विद्यापीठातून त्यांना काढून टाकण्यात आले, तेव्हा मलाच का? असा प्रश्न विचारून त्या खंत करत बसल्या नाहीत. डॉ. कॅटालिन कॅरिको म्हणतात, ते करण्याऐवजी आता यापुढे मी काय करू शकते यावर माझी सर्व शक्ती मी केंद्रित केली त्यांनी त्यांच्या संशोधन सहकारी झ्यू वार्डजमनबद्दल बोलताना सांगितले की प्रयोगशाळेच्या बाहेर खूप भिन्न व्यक्तिमत्त्व असूनही, ते चांगले मित्र आहेत. एकदा झूने त्यांना सांगितले होते, कटी, एखादी गोष्ट करताना सरळ मार्ग न पत्करता तू वळणावळणाने जातेस! आणि मी मात्र सरळ जातो! डॉ. कॅटालिन कॅरिको ह्यांच्यासारख्या सुसंस्कृत आणि प्रगल्भ स्त्री शास्त्रज्ञाला सलाम!

कालांतराने अनेक संस्कृती मोठ्या नद्यांच्या किनाऱ्यावर विकसित झाल्या. सिंधू नदीकाठी भारतीय संस्कृती, नाईल नदीकाठी इजिप्शियन संस्कृती आणि युफ्रेटीसकाठी मेसोपोटीयन संस्कृती, अशी काही त्याची उदाहरणे देता येतील. मागील दोन शतकांमध्ये झालेल्या मानवी विकासामुळे आणि लोकसंख्येमुळे अधिक पाण्याची गरज भासू लागली. नदी अडवून पाणी मोठ्या प्रमाणावर शेती आणि उद्योगांसाठी वळवण्यात आले. शहरे वाढली, गरज वाढली आणि धरणे बांधावी लागली. एका अभ्यासानुसार मागील ६ दशकात १५ मीटरपेक्षा उंच जवळपास ६० हजार धरणे बांधली गेली. ह्यांनी समुद्रात जाणारे १/६ पाणी अडवले आहे. हे सर्व प्रयोग माणसाने नदीवर फक्त स्वतःसाठी केले.

हे पाणी अन्न-ऊर्जा-पाण्याच्या सुरक्षेसाठी आवश्यक असले तरी ह्या पाण्यावर फक्त माणसाचा अधिकार नाही. निसर्गातील इतर घटकांचे काय? यांचा विचार करून ऑस्ट्रेलियात मुरे नदीसाठी नागरिक आणि सरकारने एक चळवळ हाती घेतली. ही चळवळ होती नदी वाचवण्याची, नदीला नदीचा अधिकार परत मिळवून देण्याची. आज त्याबद्दल आपण माहिती घेणार आहोत.

ही मुरे नदी आणि तिच्या उपनद्या ऑस्ट्रेलियातील सर्वात मोठी नदीप्रणाली आहे. अगदी महाराष्ट्रातील गोदावरी-कृष्णप्रमाणे हीदेखील २५४० किलोमीटर अंतर पार करून दक्षिण ऑस्ट्रेलियात येऊन समुद्राला मिळते.

महाराष्ट्रातील सह्याद्रीप्रमाणे पाण्याचे विभाजन करणारा पर्वत, मराठवाड्यासारखे सेमी एरिड वाळवंट, सुपीक गाळाची मैदाने, दलदलीचे प्रदेश आणि शेती सगळे काही आहे हिच्या बेसिनमध्ये. उत्तरेकडील क्वीन्सलँड राज्यापासून दक्षिण ऑस्ट्रेलियापर्यंत, चार राज्यांमधून वाहणारे आणि दोन टाइम झोनमध्ये असलेले हे अफाट नदीचे बेसिन. या भागात ऑस्ट्रेलियातील अबेरोजिनल लोक ४५००० हजार वर्षांपासून राहत आहेत. आज या बेसिनमध्ये २३ लाख लोक राहतात. पर्यावरणीय दृष्ट्या सर्वात महत्त्वाचे असणारी दलदलीचे अनेक प्रदेश या बेसिनमध्ये आहेत. ३५ दुर्मिळ प्रजाती आणि १२० वेगवेगळ्या पक्ष्यांच्या प्रजाती इथे आढळतात.

इतर नद्यांप्रमाणे या नदीलादेखील अनेकदा पूर येतो. पूर आला की पाणी सपाट भागातील दलदलीच्या प्रदेशात जाते आणि ओसरला की जमिनीवरील आवश्यक जीवनसत्त्व म्हणजेच न्यूट्रियंट्स घेऊन पुन्हा नदीत येते. दुष्काळ-पूर हे सर्व काही नैसर्गिक आहे. यामध्ये येथील स्थानिक मासे, पक्षी ब्रीडिंग करतात. त्याचबरोबर अनेक स्थलांतरित पक्षीदेखील



येथे मोठ्या प्रमाणावर येतात. इथे फक्त निसर्गसौंदर्य नाही, तर शेतीदेखील मोठ्या प्रमाणावर केली जाते. मोठ्या प्रमाणावर कापूस, भात आणि अनेक पिके घेतली जातात, म्हणूनच या भागाला ऑस्ट्रेलियातील अन्नाचे कोठार म्हणतात. त्याचबरोबर मोठ्या प्रमाणात पशुपालन-डेअरी सर्व काही इथे आहे. तुम्हाला माहित आहे यातील समान गोष्ट काय आहे ती. ती म्हणजे पाणी म्हणजेच नदी.

याच नदीतून मोठ्या प्रमाणावर शेतीसाठी सिंचन करण्यात येते. त्यासाठी कालवे, धरणे आणि सिंचनयोजना राबवल्या गेल्या आहेत. म्हणूनच कदाचित इथे विक्रमी उत्पादन घेतले जाते. याचा नदीवर काही परिणाम झाला आहे का? बर्फाच्छादित डोंगर, वाळवंट, शेतीचे प्रदेश आणि नदीमुखाजवळील गाळाचे प्रदेश असा प्रवास करून येणारी ही नदी शेवटी समुद्राला मिळते. तिथेदेखील सरकारने समुद्रातील पाणी आत येऊ नये म्हणून धरण बांधले आहे, जेणेकरून फ्रेशवॉटर समुद्रात वाहून न जाता, स्थानिक लोक या पाण्याचा जास्तीत जास्त वापर करू शकतील. नक्कीच हे पाणी पिण्यासाठी, शेतीसाठी आणि मासेमारीसाठी म्हणजे लोकांच्या उद्धारासाठी आहे, पण निसर्गाच्या संतुलनाचे काय? या पाण्यावर फक्त माणसाचा अधिकार नाही ना! यावर झाडे, प्राणी पक्षी, कीटक सगळ्यांचा अधिकार आहे. मग हे नदीशिवाय कसे शक्य आहे?

नदीचा प्रवाह बदलल्याने पाण्याच्या पातळीवर आणि वाहून येणाऱ्या गाळावर परिणाम होतो. पाण्याच्या पातळीतील बदलामुळे जीवसृष्टीवर परिणाम होऊन मासे, कीटक, बेडूक, अपृष्ठवंशीय प्राणी जसे खेकडे, जेली फिश आणि नदीतल्या अनेक वनस्पती यांवर त्याचे वाईट परिणाम होतात. पक्षी तो प्रदेश सोडून जातात. एकूण नदीवर अवलंबून असलेल्या जीवांचे पूर्ण जीवनचक्र धोक्यात येते. अनेक वेळा किनारी भागातील मासे प्रजननाच्या काळात नदीमध्ये प्रवास करून अंडी देण्यासाठी येतात. असेच काहीसे खेकड्यांचे असते. माणूस धरण बांधून पाणी अडवतो तेव्हा तो ह्या गोष्टींचा

फारसा विचार करत नाही.

महाराष्ट्राप्रमाणे ऑस्ट्रेलियातदेखील मुरे नदीवर अतिक्रमण झाले होते. पाणी अडवून शेती व उद्योगांसाठी वापरण्यात आले. पाणी कमी झाल्याने, प्रदूषणाने नदीत युट्रोफिकेशन होऊन विषारी शेवाळाचे प्रमाण वाढले. पाणी मग कोणासाठीच कामाचे राहिले नाही. जवळपास २० प्रकारच्या प्राण्यांच्या, पक्ष्यांच्या प्रजाती या भागातून नामशेष झाल्या.

अनेक तज्ज्ञ आणि सरकारी संस्थेच्या अभ्यासानंतर २००७ साली नदीच्या स्वास्थ्याकरता पर्यावरणीय पाणी सोडण्याचे ठरवले गेले. हे पाणी धरणातून सोडताना किती सोडावे, ते किती वेळ सोडावे, शेती उद्योगाने त्यातील किती प्रमाणात पाणी वापरावे ह्यावर अनेक वर्षे अभ्यास करण्यात आला. या पाण्यामुळे नदीच्या किनाऱ्यांची धूप तर होणार नाही ना याची विशेष काळजी घेण्यात आली. हे पाणी कधी सोडायचे म्हणजे ते परिसंस्थेतील जीवांसाठी जास्त उपयोगी पडेल किंवा नदी आणि त्यातील परिसंस्था यांसाठी किती किमान पाणी सोडावे लागेल यावर संशोधन करण्यात आले. ह्यावर येथील संसदेमध्ये वॉटर अॅक्ट नावाचा कायदा आणण्यात आला. बेसिनमधील प्रत्येक भागाला नदीत किती पाणी सोडावे आणि असावे याचे बंधन लादण्यात आले. यामध्ये नदीतील प्रदूषण आणि भूजल यांचे निरीक्षण नोंदवण्याची जबाबदारी अनेक संस्थांना वाटून देण्यात आली आणि नदीचे सतत निरीक्षण केले जाऊ लागले.



जसे की ह्या मुरे नदीमध्ये अनेक स्थानिक मासे नदीतून प्रजनन करण्यासाठी एप्रिल महिन्यात प्रवास करतात. ह्याचा विचार करून मुद्दाम ह्या एप्रिल महिन्यात नदीत पर्यावरणीय पाणी सोडले जाते. त्यासाठी आधी नदीमध्ये किती पाणी आहे ह्याचे वर्षभर निरीक्षण केले जाते आणि नदीमध्ये किमान पाणी नसेल तेव्हाच हे पाणी सोडले जाते.

ह्या पर्यावरणीय पाण्यामुळे मुरे नदी बेसिनमधील अनेक

दलदलीचे स्वास्थ सुधारले आहे. अनेक दुर्मिळ मासे, पक्षी आणि प्राणी या भागात पुन्हा दिसू लागले आहेत. आज या नदीतील दुर्मिळ झालेले ग्रेलिंग आणि माकोरी मासे यांची संख्या लक्षणीय रित्या वाढली आहे. त्याचबरोबर या भागात अनेक लोक कॅम्पिंग आणि मासेमारीसाठी जात आहेत म्हणजेच पर्यटन वाढण्यासदेखील याची मदत झाली आहे.



खरेच ह्या महाराष्ट्रातील नद्या १००-२०० वर्षांपूर्वी अशाच कोरड्या असतील का? नसतील तर त्या काय होत असेल त्या नदीतील जीवांचं? मन विषण्ण होतं विचार करून. पण ऑस्ट्रेलियातील सरकारने हा विचार करून पर्यावरणासाठी म्हणजे सगळ्यांसाठी नदीच्या हक्काचे पर्यावरणीय पाणी सोडून एक उत्तम उदाहरण प्रस्तुत केले आहे. नदीच्या पुनरुज्जीवनाचे अनेक प्रकल्प येतीलही. नदीच्या आजूबाजूला सुशोभीकरण करून तुमच्या आमच्यासाठी फेसबुक वर फोटो टाकायला जागाही निर्माण केल्या जातील. ह्याने नदीला तिच्या हक्काचे माणसाने हडपलेले पाणी परत मिळणार नाही आहे किंवा आजूबाजूच्या परिसंस्था-जीवांचा अधिवास परत नाही येणार आहे. चला तर मग नदीसाठी पर्यावरणीय पाणी मागूया आणि खरी नदी अनुभवूया.

- डॉ. प्राक्तन वडनेरकर
w.praktan@gmail.com



डॉ. य.बा. सोनटके

पर्यावरणसंरक्षण व जनजागृती

पर्यावरणच्या संरक्षणासाठी जनजागृती अत्यंत आवश्यक आहे. भारत सरकारने पर्यावरणविषयक कायदे स्वातंत्र्यानंतर २७ वर्षांनी पारित केले. त्यापूर्वी १९६९ चा कायदा सर्वप्रथम महाराष्ट्रामध्ये जलप्रदूषणाच्या संदर्भात सार्वजनिक आरोग्य विभागामार्फत लागू करण्यात आला. जलप्रदूषणाच्या संदर्भात कायदा बनवणारे व अंमलबजावणी करणारे महाराष्ट्र हे देशातील पहिले राज्य होते. १९७४ यावर्षी जल (प्रतिबंध व प्रदूषण नियंत्रण) कायदा १९७४, संसदेमार्फत पारित करण्यात आला व सर्व राज्यांना या कायद्याची अंमलबजावणी करण्याचे निर्देश देण्यात आले. सदर कायद्याची अंमलबजावणी विविध राज्यांनी विविध वेळेस केली. दरम्यान सर्वसामान्य माणसांचा विचार केला तर त्यांना धुरांडीतून निघणारा धूर, घाण, सांडपाण्याचा विसर्ग व गाडीतून निघणारा धूर, विटाभट्ट्यांचा धूर एवढं दृश्य स्वरूपात दिसतो त्यामध्ये किती विषारी घटक असतात याबद्दल कुठलीही माहिती नसते. गाडीतून निघणाऱ्या धुराबद्दल तक्रार करायची तर नेमकी कोणाकडे करायची त्याची माहिती नसते. सर्वसंमत एकच मानसिकता लागू होते, कुठल्याही कटकटीत आपण पडायचे नाही, त्यामुळे मुख्यत्वे अनेक दृश्य व अदृश्य प्रश्न निर्माण होतात.

आजच्या समस्यांचा विचार केला तर कुठे अतिवृष्टी तर कुठे पाऊसच नाही. काही ठिकाणी डोंगर कोसळतात. वित्त व जीवित हानी होते. कारण कोणालाही माहित नसते सुशिक्षित असूनही आम्ही पर्यावरणाच्या दृष्टीने निरक्षर आहोत हे मान्य करण्यासाठी मन मोठे करावे लागेल. आम्ही किती उच्चशिक्षाविभूषित असलो तरी मला पर्यावरणाचे ज्ञान अत्यंत तोकडे आहे हे मान्य करावेच लागेल.

भारतामधील समाजव्यवस्था व शासकीय यंत्रणा या

स्वतंत्रपणे काम करत असतात. त्याच्यामध्ये कुठलाही दुवा आज तरी काम करताना आढळत नाही. शेतीचा ७/१२, दवाखाने, शाळा, दुकाने, नोकरी, लग्न, संसार, अशा सामाजिक समस्यांच्या दबावापुढे कुठेही पर्यावरणविषयक प्रश्न सर्वसामान्यांना जाणून घेता आले नाहीत, हे भारतीय यंत्रणांचे अपयश म्हणायला हवे.

१९७४ यावर्षी जल कायदा केंद्रशासनाकडून पारित करण्यात आला. महाराष्ट्रामध्ये हा कायदा १९८३ मध्ये अंमलबजावणीत आणला गेला. त्याच दरम्यान १९८१ साली हवा (प्रतिबंध व प्रदूषण नियंत्रण) कायदा १९८१ देखील अमलात आला.

वनसंरक्षण, जातीप्रजातींचे रक्षण हा विषय उपरोक्त जल व हवा प्रदूषण नियंत्रण कायद्याच्या कार्यक्षेत्रात अनुत्तरित होता, जरी पाणी प्रदूषणाच्या संदर्भात कायदे करण्यात आले व त्याची अंमलबजावणी करण्याचे काम विविध राज्ये व केंद्रसरकारच्या प्रदूषण नियंत्रण मंडळामार्फत व पर्यावरण विभागामार्फत करणे सुरू झाले. पण इतर विषय जसे जैवविविधता, घनकचरा, औद्योगिक विषारी कचरा, जैववैद्यकीय कचरा इत्यादी विषय अजूनही पर्यावरणविषयक कायद्याच्या कार्यक्षेत्रात नव्हते.

त्याचदरम्यान भोपाळ इथे मे. युनियन कार्बाइड या कारखान्यातून २-३ डिसेंबर १९८४ रोजी मिथिल आयसोसायनाईड हा विषारी वायू उत्सर्जित होऊन हवेत मिसळल्यामुळे अंदाजे पाच लाख लोकांना बाधा होऊन २२५९ लोक मृत्युमुखी पडले. यानंतर भारतामध्ये प्रदूषण ही एक समस्या असली विविध स्रोतांमधून होणारे प्रदूषण, ज्यामध्ये कारखाने, वाहनातील उत्सर्जन, अर्धवट घनकचरा व्यवस्थापन, परिणामी मानवी आरोग्यावर होणारे परिणाम या

सर्व गोष्टींचा दुष्परिणाम तर ग्रामीण भागातदेखील दिसत आहे. लोकांमध्ये जनजागृती करणे व त्यासोबतच औद्योगिक व सर्वसाधारण विकाससाधने ही एक समस्या आहे. शहरातील लोकांना समजावून सांगणे व खेड्यातील लोकांना समजावून सांगणे हे आव्हानात्मक आहे व यामध्ये खूप फरक आहे. प्रदूषणाबाबतचा व त्यांचा होणारा निसर्गावरील परिणाम तसेच मानवावरील परिणाम यावर शैक्षणिक कार्यक्रमातून जनजागृती केली तरच येणाऱ्या कालावधीत सर्व जनतेपर्यंत आपण पर्यावरणसंरक्षणाचा विषय घेऊन जाऊ शकतो. फक्त कायदे करून त्याची अंमलबजावणी होत नसेल तर अशा कुठल्याही कायद्याचा काही उपयोग नाही.



कचऱ्याचे प्रदूषण

आज जागोजाग कचऱ्याचे ढीग पडलेले आहेत त्यांचे नेमके काय करायचे याबाबतदेखील शासकीय यंत्रणांना प्रश्न पडलेला आहे. त्यासाठी नियमावली आहे पण अंमलबजावणीची उदासीनता दिसून येते. हा कचरा एक-दोन महिन्यांत, एक-दोन दिवसांत, नव्हे तर स्वातंत्र्यानंतर आपण हा कचरा वाहून नेऊन जमा करून बसलेलो आहोत आणि त्याचे ढीग आज आपल्याला दिसत आहेत. या ढिगांमध्ये आग लागते या ढिगांमधून धूर, विषारी घटक, धूळ उत्सर्जित होते, मानवी आरोग्यावर त्याचा परिणाम होतो, यासारखे अनंत प्रश्न आपल्यासमोर उभे आहेत. हवेमधील धूळ हा एक मोठा प्रश्न आहे. बांधकाम, शेती, वाहने, यासारख्या अनेक स्रोतांमधून प्रदूषण वाढत आहे. या समस्येची शिकार जनता होत असेल तरी समस्येच्या मुळापर्यंत जाऊन त्या

समस्येचे उच्चाटन करण्याची मानसिकता अजून तरी भारतीय व्यवस्थेमध्ये येणे बाकी आहे. प्रत्येक समस्येवर उपाय तसेच या समस्येच्या निराकरणासाठी शासकीय स्तरावर उपाययोजना आखण्याचे व त्यांची अंमलबजावणी कालबद्ध पद्धतीने करण्याची आवश्यकता आहे.

जलप्रदूषण - जलप्रदूषण ही एक महत्त्वाची समस्या आहे जी जगभरातील अनेक देशांना अवस्थ करत आहे. जलप्रदूषणाशी संबंधित काही प्रमुख कारणे येथे आहेत. औद्योगिक सांडपाणीविसर्जन, शेतीतून वाहून जाणारे पाणी, घरगुती सांडपाणी आणि निसर्गनिर्मित सांडपाणी आणि अतिवृष्टीचा समावेश असलेल्या विविध स्रोतांमधून जलप्रदूषण

होऊ शकते. हे स्रोत विविध प्रकारचे प्रदूषक, जसे की रसायने, पोषक घटक, रोगजन्य जीवजंतु आणि गाळ, यामुळे जलप्रदूषण होते. जलप्रदूषणामुळे दूषित पाणी पिणाऱ्या किंवा वापरणाऱ्या लोकांच्या आरोग्यावर गंभीर परिणाम होऊ शकतात. जिवणू, विषणू आणि विषारी रसायने यांसारख्या प्रदूषकांच्या संपर्कामुळे आजार आणि रोग होऊ शकतात, विशेषतः मुले आणि वृद्धांच्या आरोग्यावर परिणाम करतात. जलप्रदूषणाचा मासे, उभयचर प्राणी आणि अपृष्ठवंशी प्राण्यांसह जलीय परिसंस्थेवर आणि त्यांच्या घटकांवर लक्षणीय परिणाम होऊ

शकतो. पोषक आणि इतर प्रदूषकांच्या उच्च पातळीमुळे अलगत ब्लूमस आणि ऑक्सिजनची कमतरता होऊ शकते, ज्यामुळे जलचरांना हानी पोहोचू शकते. जलप्रदूषणाचे महत्त्वपूर्ण आर्थिक परिणामदेखील होऊ शकतात. विशेषतः स्वच्छ पाण्यावर अवलंबून असलेल्या उद्योगांसाठी, शेती, मत्सेमारी आणि पर्यटन. जलस्रोतांच्या प्रदूषणामुळे जल प्रक्रिया आणि पायाभूत सुविधांच्या देखभालीसाठी खर्च वाढू शकतो. हवामान-बदलामुळे पूर आणि दुष्काळ यांसारख्या घटनांची वारंवारता आणि तीव्रता वाढून जलप्रदूषण समस्या गंभीर होत आहे, ज्यामुळे जलस्रोतांचे प्रवाह आणि प्रदूषण वाढू शकते.

जलप्रदूषण ही एक जटिल गुंतागुंतीची समस्या आहे ज्याला नियंत्रित करण्यासाठी आणि कमी करण्यासाठी सर्वसमावेशक धोरणांची आवश्यकता आहे. या धोरणांमध्ये

सांडपाणीप्रक्रिया आणि पाण्याचे व्यवस्थापन सुधारणे, औद्योगिक आणि कृषी क्षेत्रातील विसर्जन कमी करणे आणि पाण्याच्या गुणवत्तेचे संरक्षण करण्यासाठी नियम आणि धोरणे लागू करणे व अंमलबजावणी याचा समावेश करणे गरजेचे आहे .

हवाप्रदूषण – अश्मयुगापासून ते आता आधुनिक युगापर्यंत मानवाने खूप मोठी प्रगती व विकास केला आहे, आणि या विकासाच्या मार्गावर असताना मानवाने स्वतःच्या स्वार्थासाठी मोठ्या प्रमाणावर निसर्गाचा न्हास केला. अनेक कारखाने उभारले, रहदारीसाठी वाहनांचा मोठ्या प्रमाणात वापर सुरू झाला, आणि यातूनच वायुप्रदूषण वाढू लागले. रस्त्यांवरील बहुतांश वाहनांमधून कार्बन डायऑक्साइड, नायट्रोजन ऑक्साईड, सल्फर डाय ऑक्साइड असे घातक पदार्थ हवेत सोडले जातात, आणि हवाप्रदूषणाचे मुख्य कारण आहे वाहनांचा अतिवापर. भारतात या समस्येने थैमान घातले आहे. त्यामुळेच तर जगभरातील सर्वात जास्त हवा प्रदूषित असणाऱ्या शहरांमध्ये दिल्लीचा समावेश होतो. सद्यःस्थितीत माणसांना श्वास घेताना अडचणी येत आहेत, आणि वेळेच्या अगोदर या गोष्टीवर लक्ष नाही केंद्रित केले तर मानवाचे भविष्य धोक्यात येणार हे निश्चित आहे. हवाप्रदूषणाला आणखी एक मोठे कारण म्हणजे सणसमारंभाच्या वेळेस आतषबाजी, थंडीच्या दिवसांत गाडीचे टायर, प्लास्टिकच्या पिशव्या जाळणे असे कृत्य करणे अतिशय घातक आहे.

सूर्याकडून पृथ्वीकडे काही हानिकारक किरणे येत असतात. पृथ्वीच्या वातावरणात पसरलेल्या ओझोन वायूच्या (जेपश श्रृंखला) थरामुळे अल्ट्राव्हायोलेट किरणे तेथेच अडवून ठेवली जातात. परंतु वाढलेल्या प्रदूषणामुळे या ओझोनच्या थराला काही ठिकाणी छिद्रे पडण्यास सुरुवात झाली आहे. हे सर्वच संजीवांसाठी हानिकारक आहे.

कार्बन डाय ऑक्साइड आणि इतर विषारी हवा यांमुळे मुळे हरितगृह परिणाम वाढत आहे. याचे दुष्परिणामामुळे पृथ्वीच्या तापमानात हळूहळू वाढ होत आहे. या तापमान वाढीमुळे ध्रुवावरील बर्फ वितळण्यास सुरुवात झाली आहे, आणि शास्त्रज्ञांच्या मते येत्या काही वर्षात काही शहरे पूर्णपणे पाण्याखाली जातील. हवा प्रदूषणा मुळे मानवाला काही घातक रोगांची बाधा होऊ शकते, जसे की श्वास घेताना त्रास, खोकला, डोळ्यांचे रोग, त्वचेचे रोग, इत्यादी. काही वेळेस हवेतील विषारी पदार्थ पावसाच्या पाण्याबरोबर मिसळून आम्लपर्जन्य होण्याची शक्यता असते, यामुळे वनस्पतींचे खूप मोठे नुकसान होते. त्यांची वाढ खुंटते, पाने गळतात इत्यादी, हे चित्र कुठेतरी बदलले गेले पाहिजे, नाहीतर आपल्या

येणाऱ्या पिढीला याची खूप मोठी किंमत द्यावी लागेल.

शासनाने हवाप्रदूषणाच्या नियंत्रणासाठी युद्धपातळीवर उपाययोजना आखल्या पाहिजेत. जास्त धूर सोडणारी व वयोमर्यादा ओलांडलेली वाहने जप्त केली पाहिजेत. प्रक्रिया न करता हवेत विषारी वायू सोडणाऱ्या कारखान्यांवर निर्बंध लादले पाहिजेत, आणि आण्विक चाचण्या व रासायनिक शस्त्रांच्या वापरावर आंतरराष्ट्रीय बंदी आणावी.

तसेच, एक जबाबदार नागरिक म्हणून आपलीही काही कर्तव्ये आहेत जी पार पाडून आपणही वायुप्रदूषण कमी करण्यासाठी हातभार लावावा. जसे की शक्य असेल तेवढा खाजगी वाहनांचा वापर न करता रहदारीसाठी शासकीय वाहनांचा वापर करावा. सणांमध्ये फटाक्यांचा वापर टाळावा. टायर, रबर, प्लास्टिक जाळणे थांबवावे. आज वायुप्रदूषण मर्यादिबाहेर गेले आहे. एका संशोधनातून सिद्ध झाले आहे की भारतातील आठ मृत्युपैकी एक मृत्यू वायुप्रदूषणामुळे होतो, ही एक मोठी भयावह गोष्ट आहे. हवाप्रदूषण यावर लवकरात लवकर उपाययोजना करणे गरजेचे आहे. उद्यासाठी आपण आजच सुधारणा करायला.

नागरी घनकचरा – घनकचऱ्याची निर्मिती घराघरातून होत असल्याने गोळा होणाऱ्या घनकचऱ्याचे प्रमाण व त्याचा दर्जा यावर नियंत्रण ठेवता येत नाही. परिणामी त्याची साठवण, वाहतूकव्यवस्था वा त्यावरील प्रक्रिया यांचे डिझाईन करण्यासाठी सांख्यिकी पद्धतींचा वापर करावा लागतो. साहजिकच ही व्यवस्था सर्व परिस्थितीत कार्यक्षम राहण्यासाठी अधिक पूरक व सुसज्ज ठेवणे आवश्यक ठरते. यासाठी लागणारी साधनसामग्री, मनुष्यबळ व आर्थिक तरतूद बहुतेक नगरपालिकांच्या आवाक्याबाहेरची असते. त्यामुळे कचरा पेटीतून भरून वाहणे, तेथेच कुजून दुर्गंधी पसरणे, पाण्यात मिसळल्याने पाणी दूषित होणे व शहरी परिसर अस्वच्छ दिसणे या बाबी सर्वसामान्य झाल्या आहेत. गोळा केलेला कचराही शहराबाहेर उघड्यावर टाकून दिल्याने तेथेही मोठ्या प्रमाणावर प्रदूषण होत असलेले बहुतेक ठिकाणी दिसून येते.

घनकचरा स्वतः वाहून जात नाही. तो उचलून न्यावा लागतो. यामुळे प्रदूषण त्या जागीच मर्यादित राहत असले तरी न वापरातील सर्व जागा हळुहळू कचऱ्याने व्यापल्या जातात आणि प्रत्यक्ष कृतीशिवाय स्वच्छता होत नाही. केवळ कायदे करून वा नगरपालिकेची कार्यक्षमता वाढवून या समस्येचे निराकरण करता येणार नाही. याउलट लोकांची मानसिकता बदलली आणि त्यांनी जाणीवपूर्वक यात सहभाग

घेतला तर अशक्य व खर्चीक वाटणारी ही योजना अत्यंत कमी खर्चात प्रभावीपणे यशस्वीपणे राबवता येईल. घनकचरा व्यवस्थापनासाठी नवीन तंत्रज्ञान वापरणे ही काळाची गरज बनलेली आहे. यासाठी मोठ्या प्रमाणावर जनजागृती आवश्यक आहे.

प्रदूषण कमी करण्यासाठीच्या उपाययोजना -

- मानवी प्रगतीचा विकास करावा, पण पर्यावरणावर नकारात्मक प्रभाव पडणार नाही याचा विचार करावा. जीवाश्म इंधनांचा कमीत कमी वापर करावा.
- जंगलांचे संरक्षण करावे व जंगलक्षेत्र वाढवण्यासाठी प्रयत्न व्हावेत.
- कृषिविकासात रसायने व कीटकनाशकांचा वापर कमी करावा.
- औद्योगिक व घरगुती कचरा व्यवस्थापनावर प्राधान्यक्रमाने सुधारित कालबद्ध कार्यक्रम आखावा.
- प्लास्टिक कचरा व्यवस्थापन योग्य रितीने व्हावे.
- पर्यावरणाच्या समस्यांमुळे आजाराचे प्रमाण वाढून जास्तीत जास्त खर्च आरोग्य व्यवस्थापनावर करावा लागतो.
- आपल्या इकोसिस्टिमचे रक्षण करण्यासाठी सूची करून

उपाययोजनांची अंमलबजावणी करावी.

आज आपण पाहतो की विमानात सिगारेट ओढणे एकेकाळी श्रीमंतीचे व सधनतेचे प्रतीक मानले जात होते. तथापि लोकांना धूम्रपानाचे परिणाम एका बाजूला तर शासकीय व इतर यंत्रणांनी जनजागृतीचे काम दुसऱ्या बाजूला केले. सर्वसामान्य माणसाचे मन जनजागृतीमुळे वळवल्याने आज सार्वजनिक ठिकाणीदेखील सिगारेट पिणे शरमेचे झाले आहे. लोकांमध्ये पर्यावरणविषयक कायदे व प्रदूषणाचे मानवावरील व निसर्गावरील परिणाम तसेच प्रदूषणाबाबतचे शासकीय निष्कर्ष जनतेसमोर ठेवल्यास व शासकीय यंत्रणांनी सकारात्मकता दर्शवल्यास निश्चितच पर्यावरणाच्या ऱ्हासाची समस्या हद्दपार होऊ शकते व शाश्वत विकासाची कास धरून आज चा निसर्ग पहिल्यापेक्षा सुधारलेला व प्रगत पुढच्या पिढीला जशाचा तसा देऊ शकू हा मला विश्वास आहे, चला तर मग कामाला लागूया व शाश्वत विकासाकडे वळूया. धन्यवाद.

- डॉ. य.बा. सोनटक्के
माजी. सहसंचालक (जप्रनि)
म.प्र.नि.मंडळ, मुंबई.
sontakkeyb@gmail.com

॥ गंधर्वा ॥ ✨ ॥

विज्ञानविचार आणि जीवन यांची सांगड घालणारी पुस्तके



मूल्य ६०० रु.
सवलतीत ३५० रु.



मूल्य ७५० रु.
सवलतीत ४५० रु.



मूल्य ७५० रु.
सवलतीत ४५० रु.



मूल्य ४०० रु.
सवलतीत २५० रु.



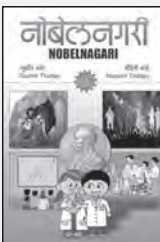
मूल्य ३५० रु.
सवलतीत २१० रु.



मूल्य १५० रु.
सवलतीत ९० रु.



मूल्य २०० रु.
सवलतीत १२० रु.



मूल्य १०० रु.
सवलतीत ६० रु.



मूल्य २५० रु.
सवलतीत १५० रु.



मूल्य ३५० रु.
सवलतीत २१० रु.



मूल्य ३०० रु.
सवलतीत १८० रु.



मूल्य ३५० रु.
सवलतीत २१० रु.



मूल्य ३५० रु.
सवलतीत २१० रु.



मूल्य ७५० रु.
सवलतीत ५०० रु.



प्रज्ञा काशीकर

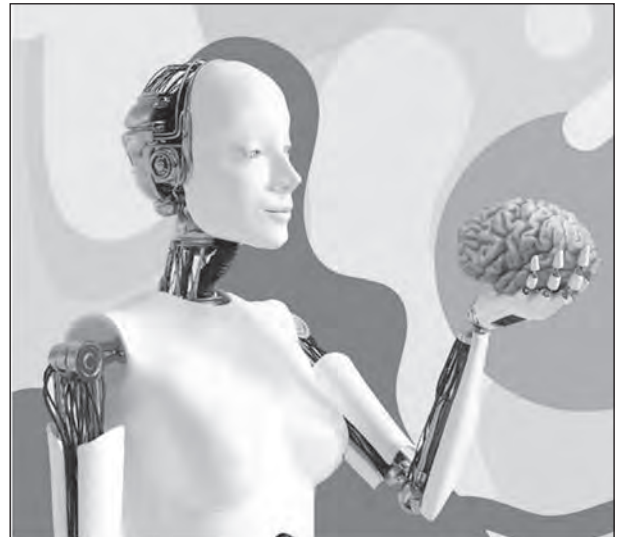
तंत्रज्ञानासाठी आपण नव्हे!

माहितीतंत्रज्ञान व इतर अत्याधुनिक डिजिटल माध्यमे यांतील भौतिक आणि वैज्ञानिक शोध; त्याचबरोबर संगणक व इंटरनेट यांच्या साहाय्याने मानवी जीवन अतिशय सोयीस्कर आणि विकसित होत चालले आहे. आज एकविसाव्या शतकात तंत्रज्ञान जेवढे विकसित झाले आहे तेवढीच किंबहुना त्याहून कितीतरी पटींनी जास्त विचारांची देवाणघेवाण व प्रगती झाली आहे. वैश्विक समस्या एकत्र येऊन सोडवल्या जाऊ लागल्या आहेत. मोबाइल उपकरणे आणि इंटरनेटच्या वापरामुळे जग जणू एका मंचावर आले आहे. व्यवसाय, मार्केटिंग, शिक्षण, शेती, पर्यटन, दळणवळण, प्रवास, अवकाशतंत्रज्ञान, व्यवस्थापन, अन्ननिर्मिती यापासून अन्नप्रक्रिया, वाहन व वस्तूनिर्मिती, वैद्यकीय तसेच बांधकाम क्षेत्र, अर्थ विभाग, या सर्व आणि इतर अनेक महत्त्वाच्या क्षेत्रांत भारताने उत्तुंग भरारी मारलेली आहे.

प्रत्येकाच्या दैनंदिन जीवनास टेक्नॉलॉजीने स्पर्श केलेला आहे. भविष्यात कृत्रिम बुद्धिमत्ता आणि रोबोटिक्सच्या मदतीने विकासाला प्रचंड वेग येऊन भारत देश आर्थिक व तांत्रिक बाबतीत जागतिक महासत्ता बनणार हे निश्चित!

एखादा रोबो कुत्रा अंध, पंगू अथवा शारीरिक दृष्ट्या निर्बल, वयस्कर लोकांना रस्त्यावर चालताना, वाहने चालवताना मदत करताना दिसेल; कमी रहदारीचा रस्ता दाखवेल; फ्रिजमधील दूध, अंडी, भाज्या-फळे संपल्यास तसा संदेश आपल्या मोबाइल फोनवर पाठवेल आणि आपल्या एका क्लिकवर हवे असलेले समान ऑनलाइन मागवेलसुद्धा; घर साफ करणारा, कपड्यांच्या घड्या घालणारा, वस्तू जागेवर ठेवणारा रोबो घरात सगळ्यांना हवाहवासा वाटेल; कदाचित दिवाळीत फराळ बनवायलासुद्धा मदत करेल.

नावीन्यपूर्ण 'सजीव' उपकरणे' आपल्या आयुष्याचे अविभाज्य घटक होतील. ड्रोन टेक्नॉलॉजी सर्वच क्षेत्रांत मोलाचे सहकार्य करेल. आवश्यक असेल तिथे कृत्रिम पाऊस पाडेल; देशाच्या दुर्गम भागात तसेच सीमेवर सुरक्षाव्यवस्थेत ड्रोन वापरले जातील. तसेच, एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी सामान पोचवत ड्रोन आकाशात संचार करताना दिसतील. भविष्यातील दळणवळणासाठीची सोय आणि प्लॅन तंत्रज्ञानयुक्त असेल. कार आकाशात धावताना म्हणजेच उडताना दिसतील. Flying taxi बुकिंग करून वेगात पोचता येईल. भविष्यातील दळणवळण एकंदरच रहस्यमय व खूप नवल वाटेल इतके वेगवान असेल. कदाचित कागदी नोटा नगण्य प्रमाणात वापरल्या जातील; ऑनलाइन मनी ट्रान्स्फर, बिटकॉइन, ब्लॉक चेन, वेब कॉमर्स यांचा सुळसुळाट असेल; दोन मिनिटांत बनणारी मॅंगी आता दहा सेकंदात तयार होईल आणि मुलांच्या अभ्यासातून वह्या-पुस्तके गायब होतील!



नवनवीन योजना व प्रस्ताव निर्माण करण्यात येत आहेत.

थोडक्यात काय; माहितीतंत्रज्ञानामुळे आपले आयुष्य प्रगत झाले आहे. डीप लर्निंग, इंटरनेट ऑफ थिंग्ज (IoT), मशीन लर्निंग (ML), माहितीविज्ञान, माहितीयुग या सर्व क्षेत्रांमध्ये प्रगती आपल्याला पाहायला मिळते. परंतु आयुष्य सुकर व सगळे अत्याधुनिक सोयीयुक्त बनवण्याच्या नादात मानव मनाने दूर गेला एकमेकांपासून. सामाजिक माध्यमांचा अतिरिक्त वापर, नकारात्मक गोष्टी, दहशतवाद पसरवण्यासाठी सोशल प्लॅटफॉर्म आणि वेबसाइट यांचा चुकीचा वापर सुरू झाला आहे. सायबर सुरक्षा हा दैनंदिन कामात भेडसावणारा महत्त्वाचा प्रश्न झाला आहे. जातीय दंगली वाढणे, इंटरनेट बँकिंगचे पासवर्ड चोरून पैसे लुटणे, लोकांची गोपनीय माहिती अनधिकृतपणे मिळवून उघड करणे, कंपन्यांचा अतिमहत्त्वाचा डाटा चोरून कंपनी अधिकाऱ्यांना धमकावून पैशांची मागणी करणे (Ransomware), हॅकिंग, एखाद्या व्यक्तीची बदनामी, फिशिंग अ‍ॅटॅक, सायबर stalking यामुळे येणारे तणाव व नैराश्य यांचे प्रमाण वाढत चालले आहे. संगणक व मोबाइलवर तासन्तास बसल्यामुळे लठ्ठपणा (ओबेसिटी), स्ट्रेस, डिप्रेशन यांसारख्या समस्या तरुण तसेच लहान मुलांमध्ये भेडसावत आहेत. सुस्तपणा, कमकुवत स्मरणशक्ती व निर्णयक्षमता, बिघडलेले आरोग्य असे दुष्परिणाम होत आहेत.

एकीकडे चंद्रावर आणि मंगळावर पाऊल टाकून भारताला प्रगतिपथावर नेणारे माहितीतंत्रज्ञान व अत्याधुनिक टेक्नॉलॉजी आणि दुसरीकडे मानवाने मर्यादा ओलांडल्या तर

हेच तंत्रज्ञान आपल्यासाठी हानिकारक ठरू शकते. अन्न, वस्त्र, निवारा यांबरोबर आता मोबाइल व इंटरनेट हे जीवनाचे अविभाज्य घटक बनले आहेत. याशिवाय आपण जगू शकत नाही अशी परिस्थिती निर्माण झाली आहे. वेग प्रचंड वाढत आहे प्रगतीचा, वस्तुनिर्मितीप्रक्रियेचा, उद्योगक्षेत्राचा, वाहन व औषधनिर्मितीचा; पण त्याचबरोबर अपघात वाढत आहेत, रुग्णाची व रोगांची संख्या वाढते आहे, प्रचंड लोकसंख्येमुळे आणि ऑटोमेशनमुळे रोजगार उपलब्धतेवर नकारात्मक परिणाम होत आहे. एका क्लिकवर सेकंदात कामे होत असताना निसर्ग व पर्यावरणाला धक्का लागून नैसर्गिक जीवन आणि वन्य-प्राणिजीवनाला धोका पोहोचत आहे. तंत्रज्ञानाचा योग्य तो आणि योग्य तेवढाच वापर करण्यासाठी विचार करून भविष्यात योग्य ती पावले उचलावी लागतील. तंत्रज्ञानाची किमया मानवी विनाशाकडे खूप सहज जाऊ शकते याचा आपण निश्चितच विचार केला पाहिजे.

"I fear the day that Technology will surpass our Human interaction and the world will have a generation of idiots."

महान शास्त्रज्ञ अल्बर्ट आइनस्टाइन यांनी केव्हाच म्हणून ठेवलेले वरील वाक्य मला आवर्जून आठवले आणि मनापासून पटलेसुद्धा...

— प्रज्ञा काशीकर

Researcher Adjunct Faculty

बिर्ला इन्स्टिट्यूट ऑफ टेक्नॉलॉजी अँड सायन्स,
पिलानी, भारत.

pradnyakashikar@gmail.com

सामाजिक माध्यमांचे दुष्परिणाम

अनेक मानसोपचार तज्ज्ञांचे असे मत आहे, की विविध सामाजिक माध्यमांमधून आनंद मिळण्याऐवजी लोकांच्या मनात नैराश्यच अधिक पसरते. बरेचसे मानसिक आजार हे या माध्यमांशी संबंधित आहेत. ज्या माध्यमांमुळे लोकांना एकमेकांशी संपर्क साधता येतो आणि सहजपणे एकमेकांचे विचार एकमेकांशी सहजपणे आदानप्रदान करता येतात, तीच माध्यमे चुकीच्या माहिती प्रसारणासाठी अधिक प्रमाणात वापरली जातात ही वस्तुस्थिती आहे. त्यासाठी वेगळ्या पुराव्याची गरज नाही. तुमच्या हातातल्या मोबाइलमध्ये व्हाट्सअॅपच्या किंवा फेसबुकच्या किती संदेशांवर तुम्ही विश्वास ठेवू शकता, याचा जर तुम्ही प्रयत्न त्रयस्थपणे विचार केला तर असे लक्षात येईल, की त्यातील बराचसा भाग हा चुकीचा असतो किंवा विचार न करता लिहिलेला असतो. तरीही आपण या माहितीयुगात, खातरजमा न करता, त्यावर सहज विश्वास ठेवतो आणि त्यातूनच समस्या उद्भवतात. एखाद्या सामाजिक माध्यमाचे मूल्यमापन तुम्ही कसे कराल? अर्थात त्याचा वापर कोण आणि कसा करतो यावर ते अवलंबून असते. काही दिवस अभ्यास करून पाहा. रोज आपण किती वेळ सामाजिक माध्यमांवर व्यतीत केला आणि त्यातून आपल्याला काय मिळाले हा हिशेब मांडून पाहा. यातील किती वेळ वाया गेला याचा अंदाज घ्या. तो वेळ वाचविला आणि त्या अनुषंगाने उद्भवणारे नैराश्य टाळले तर जीवनातील आनंद कदाचित आणखी चांगल्या पद्धतीने मिळवता येईल!



अकल्पिता परांजपे

आपला डायनासोर होणार!

मानवासमोर भविष्यात अनेक आव्हाने आहेत. पर्यावरण, अन्नसुरक्षा, जगात चाललेली युद्धे, आणि भविष्यात त्याच्याकरता वापरता येऊ शकणारी अशी आण्विक शस्त्रे, जगाची वाढती लोकसंख्या आणि त्याच्यामुळे पृथ्वीवरील साधनसंपत्तीवर येणारी संकटे, असे अनेक महत्त्वाचे प्रश्न पुढील काळात मानवासमोर आहेत. परंतु या सगळ्यांमध्ये एका महत्त्वाच्या गंभीर प्रश्नाकडे लोकांचे लक्ष नाही. किंबहुना या प्रश्नाबद्दल ०.१ टक्का म्हणजेच हजारात किंवा दहा हजारांतसुद्धा एखाद्या व्यक्तीला हा प्रश्न पडलेला नसेल. तो आहे मानवाच्या अस्तित्वाचा. आज आपण जो विषय मांडणार आहोत- आपला डायनोसॉर होणार. याचा अर्थ डायनोसॉर हा प्राणी जसा पृथ्वीतलावरून नाहीसा झालेला आहे तीच परिस्थिती आज मानव या प्राण्याचीसुद्धा होऊ घातली आहे. कितीही प्रयत्न केले तरी आपल्यापैकी कोणीही या घटनेला थांबवू शकणार नाही. निसर्ग हा फार प्रभावी आहे त्याच्यापुढे कुणाचेही चालत नाही. Nature has the last word.

निसर्गात काहीही नित्य नाही. प्रत्येक गोष्टीला उदय आहे तसाच अंतही आहे, हे आपण कधीही विसरून चालणार नाही. आता अस जाणवत आहे की मानवाचा अंत आता जवळ आलेला आहे. किती जवळ १०० वर्ष? २०० वर्ष? किंवा त्यापेक्षा थोडी जास्त किंवा कमी वर्ष असू शकतात.

काय आहे हा धोका?

मनुष्यप्राणी जगातील अगणित जैविक विश्वांमध्ये सर्वात वेगळा आहे तो त्याच्या मेंदूमुळे, ज्यात बुद्धी ही अतिशय उन्नत आहे. मानवाने आपल्या बुद्धीच्या बळावर अनेक बाबींची निर्मिती केलेली आहे. त्यातील अनेक निसर्गासाठी विध्वंसक आहेत. परंतु त्याचबरोबर मानव स्वतःचापण नाश

करण्याच्या मार्गावर आहे. म्हणजेच जो मेंदू आपल्याकरता या जीवसृष्टीमध्ये सर्वात उत्क्रांत म्हणवतो तोच मेंदू आणि तीच बुद्धी यांचे आजचे आधुनिकीकरण घात करणार आहे.

ही परिस्थिती कशामुळे निर्माण होणार आणि का?

मानसिक आणि मेंदूचे आजार अनेक आहेत, परंतु ज्या आजारांमुळे ही परिस्थिती उद्भवेल त्या आजारांसंदर्भात आपण बोलणार आहोत. हे सर्व आजार आपणास सर्वांना ज्ञात आहेत. परंतु त्यांच्या रुग्णांच्या वाढत्या संख्येबद्दल आपण अनभिज्ञ आहोत. मेंदूशी संबंधित अनेक व्याधी आहेत पण त्यात ज्या व्याधींमुळे परावलंबित्व येते अशा रुग्णांची संख्या वाढली आणि ती संभाळणाऱ्यांच्या संख्येपेक्षा जास्त झाली तर हळूहळू मानव प्राणी न्हासाकडे जाईल. कारण जीवसृष्टीतील एखाद्या प्राण्याला मोठा होण्याकरता किंवा जगण्याकरता इतर कोणाची आवश्यकता नसते. परंतु मानवाचा मेंदू काम करत नसेल तर त्याची काळजी घेण्याकरता दुसऱ्या मानवाची गरज असते. अशा परावलंबी मानवांची संख्या वाढली आणि ती पन्नास टक्क्यांपेक्षा जास्त झाली तर हळूहळू मानवजात नष्ट होणार हे त्रिकालाबाधित सत्य आहे.

अशा परावलंबित्व निर्माण करणाऱ्या ज्या व्याधी आहेत त्यांच्यापैकी काही व्याधींचा आपण येथे विचार करणार आहोत. त्याच्यात वृद्धांमध्ये होणाऱ्या कंपवात किंवा पार्किंसन्स आणि स्मृतिभ्रंश म्हणजे अलझायमर यांची नावे घेता येतात. आपली निसर्गाशी फारकत वाढते तसतसे अशा व्याधी होण्याचे वयसुद्धा हळू कमी होत जाते. आजकाल डिप्रेशन म्हणजेच नैराश्य यांनी तरुणसुद्धा ग्रासलेले असतात आणि त्यातच त्यांना छिन्न मानसिकता (schizophrenia) यासारख्या व्याधीची लागण झाली तर त्यांच्या मनात

आत्महत्येचे विचार बळावू लागतात. सगळ्यात जास्त प्रमाणात लहान वयात होणारा त्यांच्या पालकांना अत्यंत क्लेशदायक रोग म्हणजे स्वमग्नता, म्हणजेच ऑटिझम. या व्याधीची उत्तरोत्तर वाढ कशी होत आहे हे आपण बघूया

या संबंधित माहितीच्या संकलनाकरता मुख्यत्वे करून सरकारी संस्थांनी प्रसारित संख्याशास्त्राप्रमाणे दिलेले आकडे आणि जागतिक आरोग्यसंस्था अर्थात वर्ल्ड हेल्थ ऑर्गनायझेशन यांनी या विषयात प्रसारित केलेले आकडे आपण बघणार आहोत. तत्पूर्वी काही मेंदूच्या व मानसिक रोगांची तोंडओळख करून घेऊ.

१. पक्षाघात

पक्षाघात किंवा स्ट्रोक किंवा लकवा हा सर्वांत परिचित मज्जासंस्थेचा आजार आहे. वय वाढते तसे पक्षाघात होण्याचे प्रमाण वाढत जातं.

पक्षाघात दोन प्रकारचे असतात. पहिला प्रकार रक्तवाहिनी गोठवून टाकणारा असतो. त्याला Ischemic Stroke असे म्हणतात. दुसरा प्रकार हा रक्तस्रावामुळे होतो. त्याला haemorrhagic Stroke असे म्हणतात.

पक्षाघात हा आजार प्रामुख्याने रक्तवाहिन्यांशी निगडित आहे. रक्तवाहिनी गोठल्यामुळे किंवा अतीव रक्तदाबामुळे तिचे आतले आवरण फुटल्यामुळे रक्तस्राव होऊन तिथे रक्त गोठते. त्यामुळे मेंदूतून शरीरातील इतर अवयवांना हालचाली करण्यासंदर्भात पाठवलेल्या संदेशवहनाचे मार्ग अवरुद्ध होतात. मज्जासंस्था काम करत नाही. एका बाजूच्या स्नायूंची हालचाल करता येत नाही. याला आपण पक्षाघाताचा झटका असे संबोधतो.

वय, उच्च रक्तदाब, मेदाचे (Cholesterol) वाढते प्रमाण, मद्य, तंबाखू, बिडी-सिगारेट यांचे व्यसन आणि अनुवंशिकता ही पक्षाघात होण्याची मुख्य कारणे आहेत. याच कारणांमुळे हृदयविकाराचा झटका येऊ शकतो.

पक्षाघातात सामान्यतः चेहरा तिरपा होणे, अर्धांगवायू होणे, वाचा जाणे, अचानक दृष्टी अंधू होणे, चालण्याचे संतुलन बिघडणे, गोष्टी डबल दिसणे, तीव्र डोकेदुखी, उलटी होणे ही लक्षणे आहेत.

पक्षाघाताचा झटका आल्यावर वेळीच उपचार केले तर आयुष्यभराचे अपंगत्व येण्यापासून बचाव करता येतो. तसेच प्राणही वाचवता येऊ शकतात. प्राथमिक उपचारानंतर हाता पायात राहिलेली क्षीणता, नियमित उपचाराद्वारे घालवता येते.

२. स्मृतिभ्रंश (Alzheimer's disease)

स्मृतिभ्रंश हा मज्जातंतूशी (Neurons) निगडित आजार आहे. मेंदूचे मज्जातंतू बाधित झाल्यावर त्यांची क्षमता कमी

होते आणि स्मृतिभ्रंश होतो. स्मृतिभ्रंशात केवळ विस्मरणच होत नाही तर मेंदूचा प्रत्येक भाग काम कमी करायला लागतो. मानवी मेंदूचे Frontal, Temporal, Occipital, and Parietal lobe असे चार भाग पडतात. या चार भागांपैकी Frontal Lobe हा सर्वांत जास्त उत्क्रांत झालेला भाग आहे. भावनांचे नियंत्रण, समाजभावनेचे नियंत्रण, एकाग्रता, काम करण्याची पद्धत आणि इतर महत्त्वाची कार्ये हा भाग करतो. वाचा, संगीत, स्वची ओळख Frontal lobe मुळे होते. विस्मृतीच्या आजारात मेंदूचा एक एक भाग त्याचे कार्य करणे थांबवतो. रोग्याचा प्रवास, 'थोडंफार विसरतो'पासून 'मी न माझा राहिलो' इथपर्यंत होतो. माणसाची ओळखच पुसून टाकणारा हा आजार कुटुंबीयांसाठी अत्यंत कष्टप्रद असतो. स्मृतिभ्रंशाचे निदान करण्यासाठी MRI हे तंत्रज्ञान वापरतात. एकदा निदान झाल्यावर मेंदूची क्षमता वाढवणारी औषधे दिली जातात. दुर्दैवाने सध्या जगन्मान्य असणाऱ्या औषधोपचार पद्धतीत ह्या रोगावर समूळ नष्ट करणारे उपचार नाहीत. त्यामुळे हा रोग उत्तरोत्तर वाढणारा व कधीही बरा न होणारा समजला जातो. अर्थात प्रवर्लंबित्व वाढवणारा सगळ्या कुटुंबाला नैराश्येत ढकलणारी ही व्याधी आहे.

३. कंपवात (पार्किन्सन्स डिजिज)

मज्जासंस्थेबरोबर शरीरातले विविध संदेशवहन करणारे रेणू आपल्या मेंदूला प्रभावी करतात. आपल्या मेंदूत मृतपेशींची वाढ झाल्याने दोन दुष्परिणाम आढळतात. (१) संदेशवहन करणाऱ्या मार्गात अडथळे निर्माण होतात. (२) संदेशवहन करणाऱ्या रेणूंची निर्मिती करणाऱ्या पेशींचापण मृत्यू होतो (nerve calls). त्यामुळे या रेणूंची (Neurons) उत्पत्ती योग्य प्रमाणात होत नाही. आपल्या मोठ्या आतड्यातील असंख्य जिवाणू या न्यूरॉनची निर्मिती करत असतात. उदाहरणादाखल डोपामाईन नावाचे जे न्यूरॉ ट्रान्समीटर आहेत त्यांची निर्मिती आपल्या मेंदूतील नर्व्ह सेल्स करत असतात. कारण डोपामाईन हे द्रव्य ब्लड ब्रेन बॅरियरमुळे रक्तातून मेंदूत जाऊ शकत नाही. त्यामुळे त्याचा प्रिकरसर एल डोपा (ज्याच्यापासून मेंदूत dopamine तयार होत तो रेणू) आपल्या आतड्यातील जिवाणू तयार करतात. हा रेणू रक्तातून मेंदूत प्रवेश करू शकतो आणि तेथील पेशी म्हणजेच नर्व्ह सेल या त्यांच्यापासून डोपामाईनची निर्मिती करतात. हे कळल्यापासून एलडोपा हे रसायन कृत्रिम रितीने तयार करून औषध म्हणून दिले जाते. याची शोकांतिका अशी आहे की हे औषध सुरू केल्यानंतर काही दिवस डोपामाईन मेंदूत जाऊन पोहोचते. परंतु आपल्या इम्युन सिस्टीमला आणि जिवाणूंना हे आपण तयार केलेले नाही

असे लक्षात आल्यावर आपल्या आतड्यांमध्येच त्याचे विघटन केले जाते. आणि डोपामाईन रक्तामध्ये जाते. परंतु ते मेंदूपर्यंत ब्लड ब्रेन बॅरियरमुळे पोहोचू शकत नाही. आणि रक्तात ते टॉक्सिक असते. त्यामुळे त्याचा फायदा होण्याऐवजी नुकसान होते. एका गोळीने काम होत नाही म्हटल्यानंतर गोळ्यांची संख्या वाढवत वाढवत पाचपर्यंतपण नेली जाते. परंतु रुग्णाची परिस्थिती मात्र हळूहळू हाताबाहेर जाते आणि तरीही रुग्णाची देखभाल करणारे घरचे आम डॉक्टरने सांगितलेले आहे म्हणजेच देवाने सांगितले आहे असे समजून ही औषधे चालू राहू देतात. याचे सर्वात मुख्य कारण आधुनिक विज्ञान जरी हे जाणत असले तरी ते आधुनिक वैद्यांपर्यंत पोहोचत नाही. आणि पोहोचले तरी जोपर्यंत त्यांच्याकडे दुसरे पर्याय नाहीत तोपर्यंत त्यांना हेच औषधोपचार चालू ठेवावे लागतात. ही फार दुर्दैवाची बाब आहे.

मात्र डोपामाईनच्या कमतरतेमुळे कंपवात होतो. डोपामाईनच्या अभावामुळे चेहऱ्यावरचा आनंद आणि इतर भाव नाहीसे होतात. शरीरावरचे नियंत्रण सुटत जाते हातात कंप जाणवू लागतो. आवाजाचा जोर वाढतो मात्र शब्द अस्पष्ट होतात. चालताना बाक येणे, तोल जाणे, पाय घासून चालणे, शरीरात ताठरपणा येणे ही लक्षणे दिसू लागतात. चालण्यातली स्फूर्ती पूर्णपणे जाते. ही व्याधी कधीही बरी न होणारी अर्थात असाध्य आहे. रुग्णाची आणि त्यांची देखभाल करणाऱ्या आमांची अवस्था दयनीय होते.

४. नसांचे आजार (Neurological disorders)

नसांचे आजार हा एक आणखी त्रासदायक प्रकार मध्यम वयात सुरू होतो. हातापायांना मुंग्या येणे, आग होणे, 'विचित्र वाटणे' इत्यादी अनेक लक्षणे निर्माण होतात..

हे सर्व आजार योग्य उपचारपद्धती आणि योग्य आहारविहार, व्यायाम, योगासने यांनी टाळता येऊ शकतात..

५. छिन्न मानसिकता (Schizophrenia)

हा एक मानसिक आजार आहे. हा आजार प्रामुख्याने लहान वयापासून पौगंडावस्थेपर्यंत उद्भवतो. काही वेळेस हा आजार तरुणपणीदेखील होऊ शकतो. कोणतातरी मानसिक धक्का बसून तोल सावरत आला नाही तर मेंदूवर परिणाम होऊन हा रोग होऊ शकतो. स्किझोफ्रेनियाच्या रुग्णांना नेहमी भ्रम होतात, अस्तित्वामध्ये नसलेल्या गोष्टी दिसतात. घरच्या माणसांवरसुद्धा संशय येत राहतो. भयावह सावल्या, अंधार या अशापासून त्यांना नेहमी भीती वाटत असते. या बरोबरीला अन्य वेगळ्या मानसिक आणि शारीरिक समस्यांनाही स्किझोफ्रेनियाच्या रुग्णांना सामोरे जावे लागते. स्किझोफ्रेनिया

असणारे रुग्ण नेहमी खरे काय आणि खोटे काय या संभ्रमामध्ये पाहायला मिळतात.

आयुष्यभर स्किझोफ्रेनियाच्या रुग्णांना या मानसिक आजाराशी संघर्ष करावा लागू शकतो. उपचार न केल्यास तो जास्त त्रास देऊ शकतो. या रुग्णांमध्ये इतक्या प्रचंड प्रमाणात नैराश्य असते, की त्यातून पुढे ते आत्महत्यासुद्धा करायला प्रवृत्त होतात.

या आजाराने ग्रस्त रुग्णांची संख्या ही जगातील लोकसंख्येच्या हिशोबाने सुमारे एक टक्काएवढी आहे. भारतामध्ये ४० लाख लोक स्किझोफ्रेनियाने त्रस्त आहेत, असा अंदाज आहे.

६. स्वमग्रता

स्वमग्रता हा एक मेंदू, मज्जासंस्था, बिघडलेले जिवाणू आणि आपल्या पचनसंस्थेत झालेले बिघाड यामुळे निर्माण झालेला रोग आहे. इंग्रजीत त्याला 'ऑटिझम' म्हणतात. आधुनिक विज्ञान आता आपल्या आयुर्वेदात सांगितलेल्या महास्रोतस या संस्थेला ओळखायला लागले आहे. इंग्रजीत त्याला vagus nerve असे ओळखले जाते. याला एक स्वतंत्र मेंदू म्हणून ओळखले जाते. ही आपल्या कंठापासून गुदद्वारापर्यंत सर्वव्यापी अशी संदेशवाहिनी आहे, जी आपले पचनसंस्थेचे काम स्वतंत्रपणे करत असते. स्वमग्र रुग्णांची अनेक लक्षणे त्यांची पचनसंस्था बिघडल्यामुळे उत्पन्न होतात.

मेंदूत मृत पेशींमुळे निर्माण झालेले रोग एकवेळ बरे करता येऊ शकतात. परंतु स्वमग्रता या आजारात रुग्णांच्या अनेक नव्वई सेलमध्ये बिघाड झाला असतो. Vaccine injury मुळे हा रोग झाला असेल तर अनेक रेणूंमध्ये काही मोठे धातू जाऊन बसलेले असतात. जोपर्यंत या सर्व गोष्टींचा संपूर्ण विचार केला जात नाही तोपर्यंत अशा प्रकारचे रोग वाढतच जाणार आहेत.

स्वमग्रता वा ऑटिझम ही जन्मस्थ अवस्था असू शकते, पण अनेक बालकांमध्ये ती अचानक उद्भवते. काही मुले जन्मजात निरोगी असतात. आणि वयाच्या तीन-चार वर्षांनंतर त्यांच्यात अचानक हळूहळू याची लक्षणे निर्माण झालेली आढळतात. अशा व्यक्ती आपल्याच विश्वात आणि विचारांत रममाण असतात. अशा व्यक्ती संवेदनांचे अर्थ लावू शकत नाहीत. त्यामुळे त्यांना त्यावर प्रतिक्रिया देता येत नाही. स्वमग्रता हे विकाराचे एक लक्षण आहे. परंतु हे एक लक्षण म्हणजे पूर्ण विकार असे म्हणता येणार नाही, म्हणून ही गुंतागुंतीची सर्व संवेदन आणि ज्ञान संस्थांची विकृती आहे. स्वमग्र व्यक्ती स्वतःमध्येच रमलेल्या दिसतात. संवादासाठी शब्द उच्चारण्याऐवजी बोट दाखवतात. खाणाखुणांचा वापर

करतात. मान हलवूनच होकार किंवा नकार देतात. कोणत्याच प्रकारच्या भावना त्यांच्या चेहऱ्यावर दिसत नाहीत. तुम्ही संवाद साधण्याचा प्रयत्न केल्यास प्रतिसाद विलंबाने मिळतो, तोही संकेतानेच. यामध्ये प्रामुख्याने काही लक्षणे आढळतात. अर्थात दोनचार लक्षणांवरून त्याला स्वमग्रतेचा विकार आहे असेही म्हणता येणार नाही. मात्र, यातील अनेक लक्षणे त्यात आढळतील.

कंपवात पार्किन्सन्स schizoprania (छिन्न मानसिकता) आणि स्मृतिभ्रंश, कंपवात, नैराश्य स्वमग्रता हे सर्वच रोग वाढत आहेत याच्यामध्ये सर्वात जास्त काळजी करण्यासारखे रोग म्हणजे नैराश्य आणि स्वमग्रता. कारण हे दोन्ही लहान मुले आणि तरुण यांना होणारे आहेत. त्यात आपण स्वमग्रतेचा विचार केला तर अशा मुलांची संख्या फार वेगाने वाढते आहे आणि हेच फार चिंताजनक आहे या Stephanie Seneff बाईनी जरी सांगितलं असलं की येत्या काही वर्षांतच ही संख्या ५० टक्केच्या पुढे जाईल आणि हे अनुमान चुकीचे असेल असं आपण म्हंटले तरीही आपल्या डोळ्यांसमोर जे आकडे आहेत त्यावरून ही संख्या पन्नास टक्क्यांच्या पुढे जायला फार काळ लागणार नाही. ही मुले ५० टक्क्यांच्या वर असतील त्याच्या पुढील पन्नास वर्षांत त्याच मुलांचे वय पन्नास वर्षांच्या वर असेल. या सर्व काळात त्यांच्याकडे बघणाऱ्या आप्तजनांचा मृत्यू झालेला असेल. तर मग ही लोकसंख्या किती झपाट्याने वाढते याचा विचार करा आणि त्याच्यामुळे जर या लोकांना स्वतःची काळजी घेता आली नाही तर त्यांचा विनाश अटळ आहे. आता आपण या सर्व आकडेवारीचा विचार करूया. हे सर्व रोग का वाढत आहेत आणि त्या वाढीवर प्रतिबंध करण्याकरता काय करायला पाहिजे याचा विचार करूया

सर्वप्रथम रासायनिक औषधे म्हणजेच केमिकल वापरल्यामुळे शरीरातील सूक्ष्मजीवांवर दुष्परिणाम होतात. आणि ते बिघडलेले असतील तर या रोगांचा प्रादुर्भाव होतो हे आता वैज्ञानिक तथ्य आहे. त्यामुळे आपल्याला ज्या अनेक दृष्टिकोनांतून याचा विचार करायला हवा त्यातील एक म्हणजे आपल्या जिवाणूंचे आणि विषाणूंचे संवर्धन करणे म्हणजेच त्यांना घातक असलेली औषधे, फवारण्या, कीटकनाशके आणि खते यांचा वापर ताबडतोब बंद करणे. अर्थात ज्यांना याचा आर्थिक लाभ आहे अशा व्यक्ती, संस्था, फॅक्टरीज यांची उपजीविकेची ही साधने आहेत ते तेच याला प्रचंड विरोध करतील. आपणच आपला करून या वाढीला रोखणे शक्य होणार नाही. सर्व मानवजातीने याचा विचार केला तरच त्यात बदल होऊ शकतो.

सामान्य लोक कोणताही रोग झाला की लगेच आधुनिक औषधोपचार पद्धतींची औषधे घेतात त्याला कारण ही औषधे पटकन मिळतात ते देणारे वैद्य या शाखेमध्ये भरपूर प्रमाणावर उपलब्ध आहेत आणि त्यांचा खर्च फारच कमी येतो. शिवाय मृत्यूचे भय असते. त्यामुळे हे पर्याय निवडले जातात. दुसरे पर्याय उपलब्ध असले तरी त्यांची निवड करणे आणि त्यांचा परिणाम लवकर होणे याकरता फार जास्त खोलात जाऊन व्याधीची मूळ कारणे शोधून काढून आणि त्यावर औषधोपचार करणे सध्यातरी दृष्टिपथात नाही. अशी माहिती असलेले तज्ञ सध्या तर बोटावर मोजण्याइतके असतील. त्यामुळे ते सर्व समाजापर्यंत पोहोचू शकत नाहीत. बुद्धिजीवी माणसे कोणत्याही गोष्टींमध्ये किंवा औषधोपचारांमध्ये वैज्ञानिक तथ्य काय हे विचारतात. आणि याबाबतीत सगळ्यांचेच ब्रेनवॉश झालेले असते. त्यामुळे आधुनिक विज्ञान हेच फक्त विज्ञान किंवा आधुनिक विज्ञानाच्या विज्ञाननिष्ठ पुराव्यांचे मार्ग आहेत तेच फक्त योग्य असे मानले जाते. त्यामुळे इतर औषधोपचारपद्धती जास्त सुयोग्य असतील आणि प्राणिमात्रांकरता उपकारक असतील- विशेषता: मानवाकरता उपकारक असतील - तरीसुद्धा त्यांचा वापर केला जात नाही. याच्यावर उपाय म्हणून आम्ही त्यांचे पुनरुज्जीवन करावे, स्वाध्याय समूह स्थापन करून असे औषधोपचार पूर्वी जसे घरोघरी होत असत अशी व्यवस्था किमान भारतात उभी करावी, त्याच्याकरता मार्गदर्शन करण्यास सुरुवात केलेली आहे. अशा अनेक व्यक्ती आपल्याला या भूतलावर आणि विशेष करून भारतात नक्की सापडतात.

माझ्या मते जीवनावश्यक गोष्टींकरता कोणताही पैसा खर्च करायला लागू नये. यात ज्या पाच प्रमुख आहेत त्या म्हणजे आपल्याला लागणारा प्राणवायू, आपल्याला पिण्याकरता किंवा अन्न शिजवण्याकरता लागणारे पाणी, अन्नधान्य भाजीपाला जे पोट भरण्याकरता लागतात ते पदार्थ, न्याय आणि आरोग्य हे सर्व प्राणिमात्रांचे जन्मसिद्ध अधिकार आहेत. यांच्याकरता आपल्याला पैशांची आवश्यकता नसेल, अगदी कमीत कमी पैशांत जगता येत असेल तर अर्थातच सुदृढ मानव व्यवस्थित जगू शकेल. ज्यांना पैसे कमावायचे त्यांच्याकरता इतर अनेक वाटा उपलब्ध आहेत.

आज उपचारपद्धतींमध्ये लसी देण्याचे प्रमाण खूप वाढलेले आहे. त्यांचा फायदा किंवा तोटा यावर भरपूर चर्चा चालते आणि दोन्ही बाजू घेणाऱ्या आणि कळकळीने मांडणाऱ्या अनेक व्यक्ती आहेत. परंतु एक गोष्ट निश्चित आहे, आपल्या शरीरात बाहेरून गेलेले कोणतेही द्रव्य हे

निसर्गनिर्मित नसल्यास त्यामुळे निसर्गाचा न्हास होणार. फक्त स्वमग्रता याचा आपण विचार केला तर मी अशी मुले बघितलेली आहेत जी जन्मतः चांगली असतात तीन-चार वर्षांपर्यंत अगदी सर्वसाधारण मुलांसारखी वाढत असतात आणि अचानक त्यांना स्वमग्रता हा विकार जडतो. हा विकार कसा जडतो त्याचे विश्लेषण केलेले आहे. बरे एकदा स्वमग्रता हा विकार जडलेला आहे असे ठरले की त्याच्या पुढची पायवाट असते ती स्वमग्रतेचे मूळ कारण शोधून न काढता वरवर दिसणाऱ्या लक्षणांवर औषधोपचार हीच असते. मग त्याच्यावर मनोविकारांवरची औषधे दिली जातात. ज्यात फक्त मेंदूला झोपवणे किंवा काम करू न देणे याच्यावर जास्त भर असतो. नंतर पोटाचे विकार सुरू होतात त्याच्यावर मग परत जंतुनाशक जिवाणू-विषाणू व इतर अनेक औषधांचे प्रयोग केले जातात. परंतु मूळ कारण तसेच राहते आणि बालकाची मानसिक प्रकृती आणखीच बिघडत जाते डॉ. स्टेफेनी सेनेफ (Stephanie Seneff) यांचा असा आरोप आहे की स्वमग्रतेच्या वाढीला अनेक तणनाशके कारणीभूत असतात.

हीच गोष्ट विस्मृती आणि कंपवात या रोगांमध्येसुद्धा आढळते. सुरुवातीच्या काळात त्यांना रोग समूळ नष्ट करणारी औषधे दिली गेली तर असे रुग्ण बरे होतात, परंतु त्यांना एल डोपासारखी औषधे दिली गेली तर थोडा काळपर्यंत डोपामाइन त्यांच्या मेंदूपर्यंत पोहोचते, परंतु आपल्या शरीरातील आणि आपल्या आतड्यांमधील, गटमधील जिवाणू एलडोपा नावाच्या औषधाला हे आपण तयार केलेले नाही हे समजल्यामुळे नष्ट करतात आणि डोपामाइन हे द्रव्य गट मध्येच तयार होते आणि रक्तात जाते आणि ज्याला आपण ब्लड ब्रेन बॅरियर म्हणतो म्हणजेच रक्तातून मेंदूत जाणाऱ्या सर्वच पदार्थांना आपला मेंदू आत जाऊ देत नाही अशी व्यवस्था असते. त्यामुळे डोपामाइन हे द्रव्य ब्लड ब्रेन बॅरियर क्रॉस करू शकत नाही, ओलांडून जाऊ शकत नाही. म्हणून ही औषधे दिली तरीसुद्धा ते रोग्याच्या मेंदूपर्यंत पोहोचू शकत नाहीत. आणखीन एक गोष्ट ह्या सर्व आजार मेंदूमध्ये ज्या मृतपेशी जमलेल्या असतात त्यांच्यामुळे सुरुवात होते. पेशी शरीराबाहेर फेकण्याकरता जिवाणूंची रचना केलेली असते. तीसुद्धा अँटिबायोटिक्समुळे कमकुवत होते आणि म्हणून मेंदूमध्ये निर्माण झालेल्या मृत पेशींची संख्या वाढत जाते आणि त्यामुळे हे आजार हळूहळू वाढत जातात. परंतु या समस्येकडे लक्ष देऊन उपचार केले जात नाहीत. केले गेले तर पक्षाघात, स्मृतिभ्रंश, कंपवात किंवा अशा समस्यांमधून मुक्तता मिळते. हे लक्षात घ्या, २०१७ पर्यंत मेंदूमध्ये

कोणतेही जिवाणू नाहीत आणि तो स्टराईल आहे अशी समजूत होती. ज्या वैज्ञानिक स्त्रीने मेंदूमध्ये जिवाणू बघितले- नवीन आणि आधुनिक तंत्रज्ञानाने अशा प्रकारचे इलेक्ट्रॉन मायक्रोस्कोप आल्यामुळे तिला ते दिसले - तिचा प्रबंध सात वेळा नाकारला गेला. आता या विषयावर खूप प्रबंधांचा ओघ सुरू झालेला आहे. परंतु आधुनिक औषधोपचारपद्धती ज्या मार्गाने जाते त्यात त्यांना याच्यावर मुळापासून उपचार करण्याकरता काहीही उपाय माहिती नसतात. मग विविध प्रकारचे प्रयोग केले जातात. जसे मेंदूला रक्तपुरवठा वाढवणे किंवा मेंदूमध्ये काही औषधांचा शिरकाव करणे. थोड्या दिवसाकरता बरे वाटते आणि मग रोगाचे प्रमाण परत वाढते. अजूनही वैद्यकशास्त्र ठामपणे असे सांगू शकत नाही की आम्ही हा रोग बरा करतो. किंबहुना सर्वच रोगांच्या बाबतीत त्यांचे एकच उत्तर असते की हे रोग हळूहळू वाढणारे आहेत आणि त्यामुळे अशा रोगांची संख्या वाढल्यानंतर काय होणार हे सुज्ञांस सांगणे न लगे.

आता आपण स्पष्टपणे शुद्ध विचार करून एकेका प्रश्नाचे उत्तर देऊया.

प्रश्न क्रमांक - एक विस्मृती अर्थात अल्झामर आणि कंपवात म्हणजेच पार्किन्सन्स अशा रोगांची लागण झाल्यानंतर उपचार घ्यावेत का?

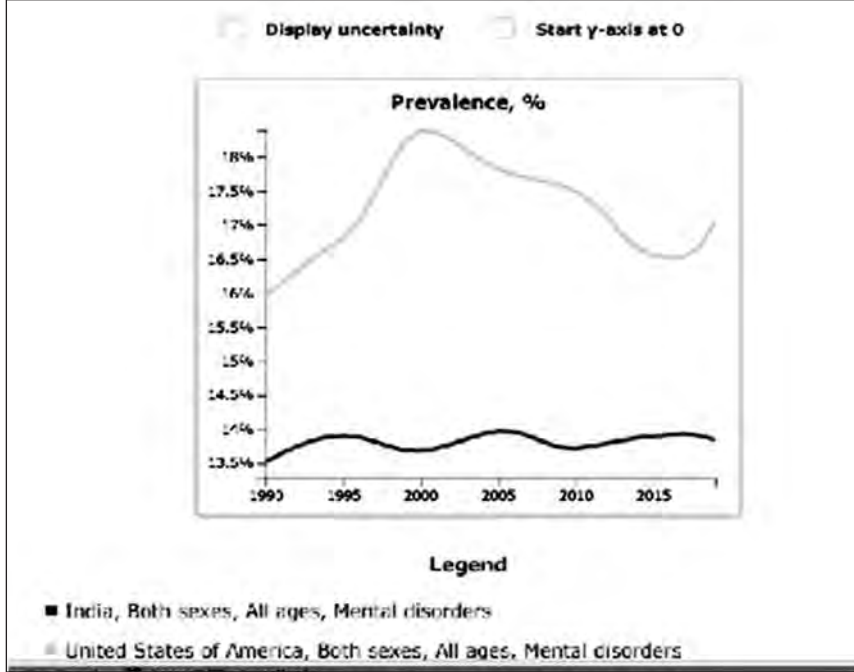
उपचार न घेतल्यास रोग झपाट्याने वाढत नाही. उपचार घेतल्यानंतर रोग्याची अवस्था दयनीय होते आणि त्यांची काळजी घेणारे फक्त आणि फक्त तेवढेच एक काम करू शकतात. त्यामुळे दोन व्यक्ती या रोगामुळे खूप त्रस्त असतात. याच्यावर एक प्रश्न फक्त अशा दुर्धर अवस्थेत असलेल्या रुग्णाला विचारावा- तुला अशा परिस्थितीत जगावेसे वाटते की अशी परिस्थिती येऊ नये त्याआधी मृत्यू आला तर चालेल? यापैकी कोणताही एक पर्याय निवडा. हा प्रश्न जे या रोगांनी ग्रस्त आहेत आणि आता आपण बरे होणार नाही हे ज्यांना कळलेले आहे अशाच रुग्णांना विचारावा. सर्व समाजाला याच्याबद्दल कोणतेही मत मांडण्याचा अधिकार नाही

स्वमग्न मुलांत पूर्णपणे स्वमग्र असतात त्यांचे भान त्यांच्या आजूबाजूला असलेल्या कोणत्याही गोष्टीकडे नसते तरीही त्यांच्या खाण्यापिण्याच्या वेळा, त्यांचे मलमूत्रविसर्जन आणि त्यांना होणाऱ्या इतर शारीरिक व्याधी यांच्यावर घरातल्यांना विशेष करून आईला सतत लक्ष द्यावे लागते. तिला दुसरे कोणतेही जीवन उरत नाही. त्यामुळे लहान मुलांना व्याधी लसीकरणामुळे झालेल्या असतील अशा मुलांच्या आईला हा प्रश्न विचारावा, की तुला असे मूल असले तर चालेल पण माझे मूल जगले पाहिजे असे

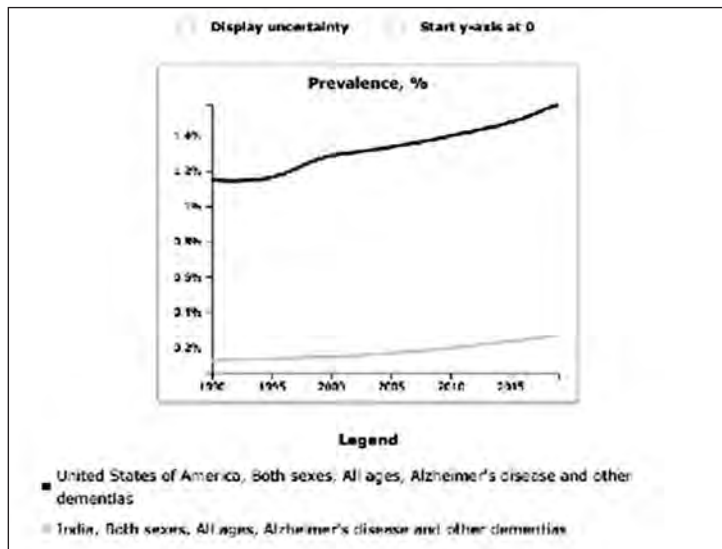
वाटते की लस न दिल्यामुळे! जसे माझे मूल असेल तसे मी वाढवीन. परंतु लसीमुळे अशा मुलांना आपण निर्माण करत असलो तर लस अजिबात देऊ नये असे मी कळकळीने सांगेन असा एका आईने इंग्रजीत लिहून दिलेला अभिप्राय माझ्याकडे आहे. मुलाला सांभाळून किंवा मुलाचा मृत्यू

दोन्हीही गोष्टी अशा आईला फार मोठ्या निराशेच्या गर्तेत ढकलतात.

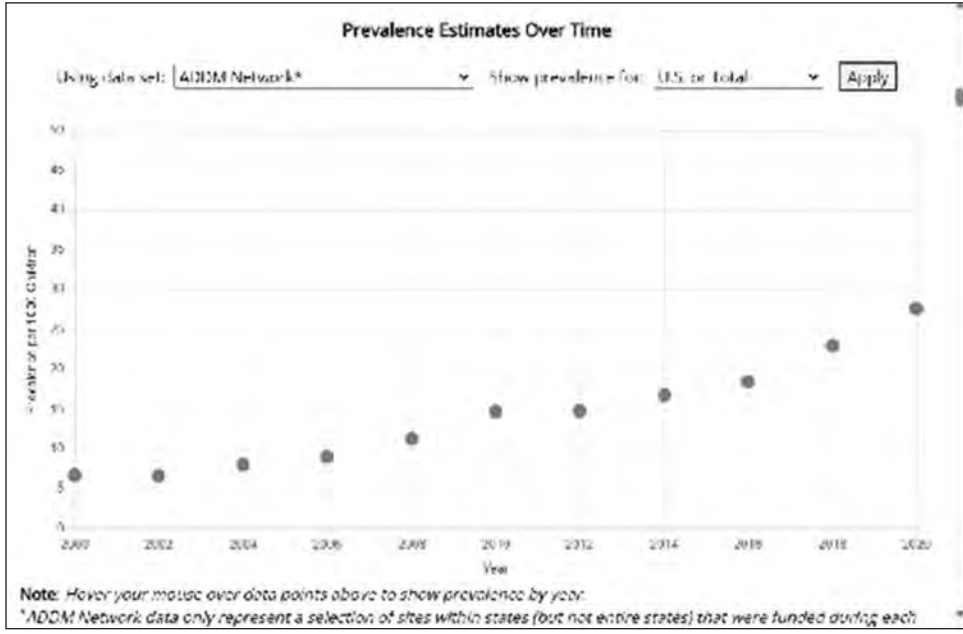
आता आपण 'आपला डायनॉसोर होणार' यावर प्रकाश टाकणाऱ्या संख्याशास्त्राच्या काही आकृत्यांकडे वळूया.



आकृती १ - मेंदूच्या आजारांचे प्रमाण १९९० पासून २०१९ पर्यंत. वरचा ग्राफ अमेरिकेचा आहे व खालचा भारताचा



आकृती २ - स्मृतिभ्रंश आजारांचे प्रमाण १९९० पासून २०१९ पर्यंत. वरचा ग्राफ अमेरिकेचा आहे व खालचा भारताचा



आकृती ३ – स्वमग्न रुग्णांचे वाढते प्रमाण दाखवणारा आहे.

टेबल १ – जगातील स्वमग्न मुलांची संख्या कमी असलेले दहा देश

गुणवत्ता क्र.	देशाचे नाव	मुलांची संख्या दहा हजारत	सोप्या पद्धतीत
१	फ्रान्स	६९.३	1 in 144
२	पोर्तुगाल	७०.५	1 in 142
३	आईसलँड	७१.९	1 in 139
४	नॉर्वे	७२.०	1 in 139
५	इटली	७२.०	1 in 139
६	जर्मनी	७२.२	1 in 139
७	ग्रीस	७२.४	1 in 138
८	ऑस्ट्रिया	७२.६	1 in 138
९	बेल्जियम	७३	1 in 137
१०	स्पेन	७३	1 in 137

टेबल २ जगातील स्वमग्न मुलांची संख्या जास्त असलेले पाच देश

- कतार – 151.2 per 10,000 (1 in 66)
- युनाइटेड अरब अमिरातीत – 112.4 per 10,000 (1 in 89)
- ओमन – 107.2 per 10,000 (1 in 93)
- बहारीन – 103.3 per 10,000 (1 in 97)
- सौदी अरेबिया – 100.7 per 10,000 (1 in 99)

टेबल ३ – ही आकडेवारी अमेरिकेतील स्वमग्न मुलांची आहे.

२०२०	२७.६ (२३.१-४४.९)	२७.६ (२३.१-४४.९)	३७ मुलांमध्ये १
२०१८	२३.० (१६.५-३८.९)	२३.० (१६.५-३८.९)	४३
२०१६	१८.५ (१८.०-१९.१)	१८.५ (१८.०-१९.१)	५४
२०१४	१६.८ (१३.१-२९.३)	१६.८ (१३.१-२९.३)	५९.५
२०१२	१४.५ (८.२-२४.६)	१४.५ (८.२-२४.६)	६९.५
२०१०	१४.७ (५.७-२१.९)	१४.७ (५.७-२१.९)	६८
२००८	११.३ (४.८-२१.२)	११.३ (४.८-२१.२)	८८.५
२००६	९.० (४.२-१२.१)	९.० (४.२-१२.१)	१११
२००४	८.० (४.६-९.८)	८.० (४.६-९.८)	१२५

विवेचन

या आकडेवारीवरून आपल्याला असे लक्षात येते की सोळा वर्षांमध्ये स्वमग्न मुलांची संख्या तिपटीपेक्षा जास्त वाढलेली आहे. याच प्रमाणात संख्या वाढत राहिली तर आता जे ३६ मुलांमध्ये एक मुलगा स्वमग्न असे प्रमाण आहे त्याऐवजी आणखी १४ वर्षांनी म्हणजे २०३४ च्या सुमारास ११ मुलांमध्ये १ मूल स्वमग्न जन्माला येईल. त्यानंतर आणखी १४ वर्षांनी म्हणजे २०४८ च्या सुमारास दर तीन मुलांमध्ये एक मूल स्वमग्न असेल. याचाच अर्थ, अशा प्रकारे मुलांची संख्या वाढत असेल तर साधारण २०६५पर्यंत जन्माला येणारे प्रत्येक मूल स्वमग्न असू शकते. त्या पुढील पन्नास वर्षांत त्यांना संभाळणारे पालकही उरणार नाहीत. तर या मानवजातीला कोण सांभाळणार? मुळात आ मेंदूचा न्हास झालेल्या प्राण्याला आपण बुद्धिवान मानव म्हणू का? नाही. हे मी एक सरळ गणित मांडलेले आहे. आपला डायनोसॉर व्हायला आता फार काळ राहिलेला नाही. परंतु स्वमग्न मुलांची संख्या वाढली की पुढील काळामध्ये लिनियर म्हणतात असे लिनियर गणित मांडून चालणार नाही.

आपण फक्त स्वमग्न या एकाच व्याधीचे विश्लेषण केले. वरील आकडे बघितले तर असे इतर अनेक देश आहेत त्यामध्ये ही संख्या याहीपेक्षा झपाट्याने वाढत आहे. ही परिस्थिती फारच भयावह आहे.

ही मानवजातीवर आलेल्या संकटाची चाहूल नसून आपली झोप उडवणारा हा घंटानाद आहे.

हे लक्षात घ्या! जागे व्हा!

बाकी माझ्या वयात मला ही चिंता नाही. कारण हे दृश्य बघण्याकरता मी या पृथ्वीतलावर नसणार. कदाचित दुसऱ्या एखाद्या सूर्यमालेतील ग्रहावर पुढचा जन्म मिळेल.

आणि असाच विचार आपण सर्वांनी केला तर असेच अधुनिक आयुष्य जगत राहावे.

मला काय त्याचे!

या लेखातील काही संदर्भ बीबीसी मराठीसाठी डॉ. केदार टाकळकर आणि 'महाराष्ट्र टाइम्स' Maharashtra Times डॉ. उदय बोधनकर यांच्या लेखावरून घेतलेले आहेत.

सर्व आकडेवारी

<https://www.healthdata.org/research-analysis/gbd-research-library> The institute of health metrics and evaluation या स्थळावरून घेतले आहेत.

स्वमग्नवरील data Autism Data Visualization Tool ABOUT 1 IN 36 CHILDREN

WERE IDENTIFIED WITH AUTISM SPECTRUM DISORDERMONG A 2020 SAMPLE OF 8 YEAR OLDS FROM 11 US COMMUNITIESIN CDC'S ADDM NETWORK या स्थळावरून घेतली आहे.

– अकल्पिता परांजपे

भ्रमणध्वनी : ९३२२२६४८१५

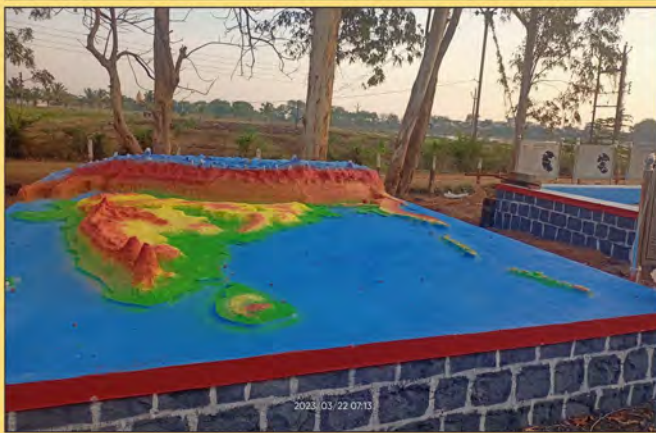
akalpitaparanjpe@gmail.com

सगरोळी संस्कृती संवर्धन केंद्रात २५ मार्च २०२३ रोजी भूगोल उद्यानाचे उदघाटन करण्यात आले.

ग्रामीण भागात हाती घेतलेले हा उपक्रम विज्ञानप्रसाराच्या दृष्टीने अतिशय महत्त्वाचा आहे.

ह्या उपक्रमामुळे भूगोलाचे अचूक ज्ञान मिळवणे सोपे जाणार आहे.

अध्ययन मंडळ आणि सगरोळी संस्कृती वर्धन मंडळांच्या संयुक्त प्रयत्नाने ह्या उद्यानाची निर्मिती करण्यात आली आहे.





श्री. नरेंद्र मोदी
मा. पंतप्रधान



महाराष्ट्र प्रदूषण
नियंत्रण मंडळ



पर्यावरण व
वातावरणीय बदल विभाग



श्री. एकनाथ शिंदे
मा. मुख्यमंत्री

पर्यावरणपूरक व सिंगल युज प्लास्टिकमुक्त दीपावली २०२३



श्री. देवेंद्र फडणवीस
मा. उपमुख्यमंत्री



श्री. अजित पवार
मा. उपमुख्यमंत्री

संकल्प प्रदूषणमुक्त दीपावलीचा,
निश्चय सिंगल युज प्लास्टिकमुक्त महाराष्ट्राचा.

मोठ्या आवाजाच्या फटाक्यांनी वायू आणि ध्वनी प्रदूषण होते.

ध्वनी प्रदूषण करणारे फटाके लावू नका.

अतिआवाजाच्या फटाक्यांनी बहिरेपणा येऊ शकतो.

शाळा, महाविद्यालय, रुग्णालय, न्यायालय व धार्मिक स्थळे
या शांतताक्षेत्रात फटाके वाजविण्यास बंदी आहे.

लक्षात ठेवा, सिंगल युज प्लास्टिकच्या सर्व वस्तूंचे उत्पादन, वापर, विक्री, साठवण,
खरेदी व वितरण यावर महाराष्ट्र शासनाने व केंद्र शासनाने बंदी घातलेली आहे.

शुभ दीपावली



शुभ दीपावली