महाराष्ट्र प्रदूषण नियंत्रण मंडळ

LiFE
Lifestyle for Environment

मासिक विज्ञानपुस्तिका

विज्ञानधारा

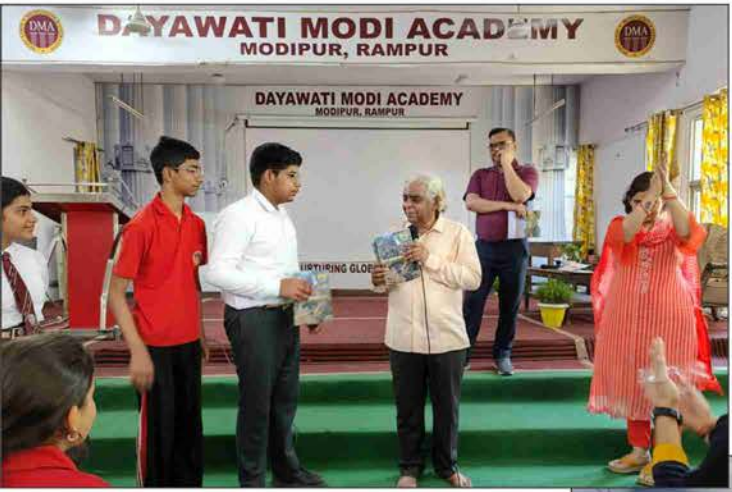
एप्रिल २०२४ * मूल्य ५० रु. * पृष्ठे ५२

विज्ञानभान जागवणारी संवादयात्रा भारताच्या उत्तर भागात

बरेली महाविद्यालय, बरेली

पी. जी. महाविद्यालय, शहाजहानपूर

मो. अली जौहर विद्यापीठ, रामपूर



रामपूर

रामपूर

शहाजहानपूर

शहाजहानपूर

'ग्रंथाली'ची मासिक पुस्तिका

विज्ञानधारा

एप्रिल २०२४, वर्ष पहिले
पुस्तिका अकरावी, मूल्य ५० रु.

संपादक : **शरद काळे**

कार्यकारी संपादक : **अरुण जोशी**

समन्वयक : **सुदेश हिंगलासपूरकर** (विश्वस्त, ग्रंथाली)

मुखपृष्ठ : **ग्रंथाली संगणक विभाग**

कार्यालयीन संपर्क

कॉम्प्युटर युनिट – योगिता मोरे, अनिरुद्ध गद्रे
vidnyangranthali@gmail.com
जाहिरात प्रसिद्धी – धनश्री धारप
वितरण – किशोर कांबळे, सौमित्र शिंदे
डिजिटल एडिटिंग– समीर कदम

केवळ वार्षिक वर्गणी स्वीकारली जाईल.
वार्षिक वर्गणी ५०० रुपये
डिमांड ड्राफ्ट 'ग्रंथाली' नावे किंवा
सोबतचा QR code scan करून.

BHIM UPI
SCAN & PAY
GRANTHALI

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. ६.३०
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

शरद काळे / ५
विज्ञानधारा : उद्देश आणि अपेक्षा

आनंद घारे / ८
विजेचे अर्थकारण

आनंद घैसास / १४
लाख छुपाओ छुप न सकेगा...

डॉ. अजित मगदूम / १९
...पण वैज्ञानिक दृष्टिकोनाचं काय?

डॉ. वसुधा जोशी / २२
शोध भूजलाचा

शरद काळे / २५
मूर्ती लहान, कीर्ती महान – हीलियम

डॉ. जयंत वसंत जोशी / २८
कल्हईतील विज्ञान आणि तंत्रज्ञान

डॉ. किशोर कुलकर्णी / ३१
तप्त धरा, प्लास्टिक आणि जनस्वास्थ्य

डॉ. शर्वरी कुडतरकर / ३५
सागरभरती

मेधा लिमये / ३८
लीलावतीच्या लेकी

सायली घाग / ४१
नाक हीच चेहऱ्याची शान

नरेंद्र गोळे / ४६
एक अलौकिक विज्ञानशिक्षक : डॉ. सुधाकर आगरकर

शरद काळे / ४९
द टाइम मशीन

संपादकीय...

एप्रिल २०२४चा अंक वाचकांच्या हाती देताना काहीशा मिश्र भावना मनामध्ये आहेत. इस्राएल आणि हम्मास युद्ध सुरू होऊन आता सहा महिन्यांहून अधिक काळ लोटला आहे. त्या युद्धात आता इराणने प्रत्यक्ष भाग घ्यायला सुरुवात केल्यानंतर जगावर महायुद्धाचे ढग पुन्हा एकदा पसरू लागले आहेत. त्यात मुख्य भीती आण्विक युद्धाची आहे. आण्विक युद्ध झाले तर ते किती भयानक असेल याचे चित्रण भारतातील अनेक वाहिन्या अतिरंजितपणे करत आहेत. जनमानसात भीती निर्माण करण्यावाचून यातून काहीही साध्य होताना दिसत नाही, ही दुर्दैवाची बाब आहे. टी.आर.पी. वाढवणे हाच जिथे उद्देश आहे, तिथे आणखी काय अपेक्षा करू शकणार?

एप्रिल महिन्यातील २२ तारीख ही 'जागतिक वसुंधरादिन' म्हणून साजरी होते. नेमेची येतो पावसाळा, त्यात नवलाई ती काय? तसाच प्रकार या आंतरराष्ट्रीय दिनांसंबंधी होत आहे. इंटरनेटवर समजते की आज आंतरराष्ट्रीय वसुंधरादिन आहे, मग संदेश फॉरवर्ड करण्याची स्पर्धा सुरू होते. त्यातून साध्य काही होत नाही. समाजातील संवेदनशीलता कमी होत चालली आहे, ही बाब मात्र गंभीरतेने घेण्याची गरज आहे. दुबईमध्ये आणि एकूणच मध्यपूर्वेत केवळ युद्धाचेच ढग जमले आहेत असे नसून तिथे सहसा न दिसणारे पावसाचे ढगदेखील गर्दी करत आहेत. गेल्या काही वर्षांमध्ये या वाळवंटात पावसाची (अव)कृपादृष्टी वळलेली दिसते. दुबईत सुरू असलेल्या पावसाच्या वर्षावाने तेथील जीवन विस्कळीत झाले आहे. रस्ते जलमय झाले आहेत. रशियामध्येही पूरपरिस्थितीने जनतेला जेरीस आणले आहे. या पूरपरिस्थितीचा आणि ग्लोबल वॉर्मिंगचा संबंध आहे की नाही हे लगेच सांगणे अवघड असले तरी अभ्यासाने असे दर्शवले आहे की हवामानबदलामुळे उबदार वातावरण निर्माण होते आणि त्यामुळे अधिक ओलावा वातावरणात निर्माण होतो. त्यामुळे अर्थातच अधिक तीव्र वादळे येऊ शकतात आणि धुवांधार पाऊस पडू शकतो. त्यामुळे ग्लोबल वॉर्मिंग ही वस्तुस्थिती आहे हे स्वीकारून ते कमी करणे हे सर्वांचेच कर्तव्य बनते. 'विज्ञानधारा' मासिकातून आणि कार्यक्रमांमधून हाच विचार समाजासमोर मांडला जात आहे, त्यावर करण्याच्या उपाययोजनांची चर्चाही सातत्याने होत आहे. जागतिक वसुंधरादिन साजरा करण्याऐवजी तनमनधनाने वसुंधरेचे सेवाव्रत घेण्याचा हा दिवस आहे. व्रत घेतले की ते पाळणे ही आपली संस्कृती आहे.

उत्तर गोलार्धातील देशांमधून ८ एप्रिल २०२४ रोजी खग्रास सूर्यग्रहण पाहण्याचा योग लाखो लोकांना आला. ग्रहणे केवळ सुंदर असतात असे नसून उत्तम विज्ञानशिक्षकही असतात. कलाकार आणि संगीतकारांना प्रेरणा देण्याव्यतिरिक्त, ग्रहणांनी अनेक वैज्ञानिक शोध लावण्यास मदत केली आहे. सूर्यग्रहणांनी शास्त्रज्ञांना सूर्याची रचना आणि तेथील स्फोटक घटनांचा उलगडा करण्यात, सामान्य सापेक्षतेच्या सिद्धांताचा पुरावा शोधण्यात आणि हीलियम नवीन घटक शोधण्यास मदत केली आहे. शास्त्रज्ञ सूर्य, पृथ्वी आणि आपल्या अवकाशातील वातावरणाविषयी नवीन शोध लावण्यासाठी ग्रहणांचा अभ्यास करतात. खग्रास सूर्यग्रहणे विशेषतः महत्त्वाची असतात, कारण ती शास्त्रज्ञांना सूर्याच्या कोरोनाचा अभ्यास करण्याची संधी देतात. प्रखर सूर्यतेजापुढे कोरोना फिका पडतो, त्यामुळे इतर वेळी त्याचा अभ्यास करणे कठीण होते. परंतु खग्रास ग्रहणांमध्ये सूर्याचा तेजस्वी प्रकाश काही मिनिटे तरी झाकला जाऊन हा अभ्यास करता येतो. शास्त्रज्ञ संपूर्ण ग्रहणाप्रमाणेच सूर्याचा प्रकाश रोखण्यासाठी कोरोनाग्राफ उपकरणे वापरतात, परंतु ही उपकरणे अजूनही सूर्याच्या सर्वात जवळ असलेल्या कोरोनाचा अभ्यास करण्यासाठी पुरेशी नाहीत. ह्या बाबतीत त्यांना चंद्राचीच मदत होते! ग्रहण ही आपत्ती नसून, ही अभ्यास करण्यासाठी सुवर्णसंधी आहे, हे लक्षात घेतले तर ग्रहणाविषयी असलेले गैरसमज काढून टाकणे शक्य होईल. या ग्रहणातही एका धूमकेतूचा शोध लागला आहे. सन २०१७च्या खग्रास सूर्यग्रहणादरम्यान, नासाने ११ वैज्ञानिक अभ्यासांना निधी दिला होता. ह्या अभ्यासांसाठी फक्त ग्रहणात उपलब्ध असलेली अभ्यासपूर्ण माहिती (डेटा) गोळा केली आहे.

जीवशास्त्रातील एक महत्त्वाचा शोध ११ एप्रिल २०२४ रोजी 'सायन्स' या वैज्ञानिक नियतकालिकात प्रसिद्ध झाला आहे. आजपर्यंत नायट्रोजनचे स्थिरीकरण फक्त जिवाणूंमध्ये आणि काही आदिजीवांमध्येच होते असे माहीत होते, नुकत्याच प्रसिद्ध झालेल्या या निबंधात संशोधकांनी एकपेशीय शैवालांमध्ये नायट्रोप्लास्ट हा पेशीघटक शोधला आहे, ज्यात नायट्रोजन वायूचे रूपांतर नायट्रेटसमध्ये होऊ शकते. एकपेशीय वनस्पतींमध्ये नायट्रोप्लास्ट नावाच्या संरचनेचा शोध, गहू तांदळासारख्या वनस्पतींना त्यांच्या स्वतःच्या गरजेनुसार नायट्रोजन रूपांतरित करण्यासाठी किंवा स्थिर करण्यासाठी आनुवंशिक अभियांत्रिकीच्या साहाय्याने चालना देऊ शकते. त्यामुळे पीकउत्पादन वाढू शकते आणि कृत्रिम खतांची गरज कमी होऊ शकते.

जागतिक वसुंधरादिनाच्या सर्वांना मनःपूर्वक शुभेच्छा.

– शरद काळे
sharadkale@gmail.com

शरद काळे

विज्ञानधारा : उद्देश आणि अपेक्षा

पर्यावरणाबाबत समाजातील उदासीनता दूर करून प्रत्येक व्यक्तीला त्याबाबत जागरूक करण्याची गरज आहे. Think globally and act locally ही उक्ती परवलीची झाली असली तरी ती फक्त भाषणांमध्ये टाळ्या मिळवण्यासाठी मर्यादित असल्याचे जाणवत राहते. ती भावना अस्वस्थही करते. कचरा हा शब्द आपल्या शब्दकोशातून काढून टाकला पाहिजे, व त्याकडे संसाधन म्हणून पाहायला शिकले पाहिजे, हे माहीत असले तरी ते वास्तवात येत नाही. कारण रोज सकाळची सुरुवात कचऱ्याची बादली नगरपालिकेच्या हवाली केली जाते! हे थांबवून डम्पिंग यार्डमुक्त समाजनिर्मिती हे ध्येय विज्ञानधारा कार्यक्रमांचे आहे. गावागावात जाऊन संवेदनशील असलेल्या विद्यार्थिवर्गात हे ध्येय रुजवता आले, तर येत्या काही वर्षांमध्ये लोकांमध्ये परिवर्तन होऊन ह्या कचरामुक्त समाजाच्या निर्मितीचे स्वप्न साकार करता येईल ह्या विश्वासाने हे कार्य हाती घेतले आहे. त्यात खंड न पडू देता, नैराश्य येऊ न देता ते होण्यासाठी समविचारी लोकांची साखळी निर्माण करणेही तेवढेच आवश्यक आहे. त्यामुळे आजवरच्या प्रवासात भेटलेल्या समविचारी लोकांच्या साहाय्याने देशाच्या विविध भागांत परिसंवाद, परिचर्चा, कार्यशाळा, स्पर्धा, एकांकिका इत्यादी विविध माध्यमांमधून लोकांपर्यंत पोहोचण्याचा 'विज्ञानधारा' हा एक प्रयत्न आहे. हे उद्दिष्ट साध्य करण्यासाठी दीर्घकाळ लढाई लढावी लागणार आहे. कारण हे उद्दिष्ट सफल होण्यासाठी मानसिकतेत जो बदल आवश्यक आहे, तो सोपा नाही. माझ्या आजूबाजूचे लोक सातत्याने बरोबर असले, तरी या कार्यक्रमात भाग घेऊनही त्यांच्यात बदल झालेले नाहीत, हे सहज लक्षात येते. ते मुद्दाम करत आहेत, असे मी चुकूनही म्हणणार नाही. परंतु जी गोष्टी सातत्याने करत आलो आहोत, त्यात असा सहजपणे कायमस्वरूपी बदल करता येणे मनुष्यस्वभावात बसत नाही. दुधाची पिशवी कोपरा न कापता उघडून, दूध काढून घेतल्यावर धुऊन ठेवावी, हे कार्यक्रमस्थळी पटले आणि तिथे शपथ घेऊन झालेली असली तरी अंगवळणी पडत नाही! त्याचा अर्थ लोक कधीच शिकणार नाहीत असा घेणे नक्कीच चुकीचे आहे. माणसाच्या शिकण्याच्या वृत्तीत फरक पडत नसतो. प्रत्येकाचे शिकण्याचे मार्ग, त्यासाठी लागणारा वेळ, रोजच्या जीवनातील विविध प्राथमिकता आणि त्यासाठी लागणारी मनस्विता वेगवेगळी असते एवढेच. म्हणूनच हे कार्य करत असताना प्रतिसाद अपेक्षित असला तरी तो आवश्यक नाही असे लक्षात घेतले तर या कार्यात खंड पडणार नाही.

अहं ब्रह्मासि आणि इदम् न मम। ही दोन जीवनसूत्रे जोपर्यंत आपण लक्षात घेत नाही, तोपर्यंत आचार आणि विचारातील विसंवाद असाच सुरू राहणार आहे. माझ्याशी संबंधित असलेल्या गोष्टी ह्या वैश्विक चक्राशी संबंधित आहेत, हाच अहं ब्रह्मासि। या जीवनसूत्राचा खरा अर्थ आहे. या सर्व गोष्टींचा मी उपभोक्ता आहे, पण मालक नाही, या गोष्टींची शाश्वतता जोपासणे हेच माझे कर्तव्य आहे, हा इदम् न मम या जीवनसूत्राचा अर्थ आहे. माझी प्रत्येक जीवनक्रिया ही विश्वातील घटनांशी जोडलेली आहे, हे पटल्यानंतर त्यातील सखोलता लक्षात येणे सहजसोपे होते. परंतु ते लक्षात येण्यासाठी त्यातील विज्ञानमूल्ये समजणे गरजेचे असते. पदार्थाचा अविनाशित्वाचा नियम म्हणून शिकणे वेगळे, आणि माझ्या करणीमुळे या नियमाला तडा जातो का हे लक्षात घेणे वेगळे, अशी जोवर मनाची धारणा असते, तोवर हा आचारविचार विसंवाद सुरू राहतो. विज्ञानशिक्षणातून ही मानसिक धारणा बदलता येते. पाण्याचे चक्र किंवा पृथ्वीवरील

विविध मूलद्रव्यांची जैवरासायनिक चक्रे समजावून सांगितली तर जगात कचरा नाही हे मनाला पटते व मग ते आचरणात आणणे सोपे होते. 'विज्ञानधारा' कार्यक्रमातून नेमके हेच साधण्याचा प्रयत्न करण्यात येतो.

गणित हे जीवनाचे अविभाज्य अंग असते. गणित नाही तर सर्व काही शून्य असते. शरीराच्या प्रत्येक पेशीचे अस्तित्व हे गणितावरच अवलंबून असते. गुणाकार, भागाकार, बेरीज आणि वजाबाकी हे गणिताचे मूलभूत नियम आपल्याला शरीररचनेत आणि कार्यात सातत्याने प्रत्ययाला येत असतात. त्या दृष्टीने गणित शिकवले तर मग गणिताचा खोल अर्थ लक्षात येतो. याच गणितामध्ये डेरिव्हेटिव्ह आणि इंटिग्रेशन अशी दोन महत्त्वाची प्रकरणे आहेत. शरीरात अन्नाचे पचन कसे होते हे समजण्यासाठी डेरिव्हेटिव्ह हे प्रकरण मदतीस येते. परस्परांशी संबंधित असलेल्या दोन घटनांचा परस्परसंबंध जाणून घेऊन आपल्याला ते कार्य समजते. यात गती, प्रमाण आणि मर्यादा ह्या तीन घटकांचा संबंध असतो. खाल्लेल्या अन्नाचे पचन होऊन ऊर्जा कशी निर्माण होते, व शरीरातील वाढीचे कसे नियंत्रण होते ते समजण्यासाठी डेरिव्हेटिव्ह उपयोगी पडतात.

इंटिग्रेशन या शब्दाचा अर्थ एकात्मिक असा असतो. ही एकात्मिकता विश्वात विविध ठिकाणी अनुभवण्यास मिळते. राष्ट्रीय एकात्मिकता ही आपल्यासारख्या बहुभाषक आणि बहुधर्मीय देशात अनन्यसाधारण महत्त्वाची आहे. आणि ती तशी राहिली आहे म्हणूनच भारत एक शक्तिशाली राष्ट्र म्हणून पुढे येत आहे. हाच एकात्मिकतासिद्धांत आपल्याला कचरास्रोतव्यवस्थापन समजावून सांगण्यासाठी मदतीला येतो.

प्रत्येक व्यक्ती जीवन जगत असताना ठरावीक प्रमाणात नैसर्गिक संसाधनांचा उपयोग करत असते. त्या गरजा पूर्ण करत असताना प्रदूषण होत असतेच. हे प्रदूषण म्हणजे त्या व्यक्तीने उत्सर्जित केलेल्या विविध गोष्टी, तसेच गरजा भागवत असताना निर्माण होणाऱ्या त्याज्य किंवा टाकाऊ गोष्टी असतात. हा केवळ एका व्यक्तीचाच प्रश्न नसतो. जगातील ८०० कोटींहून अधिक लोकसंख्येच्या एकात्मिक गरजा व त्यातून निर्माण होणारे एकात्मिक प्रश्न समजावून घेतले तरच आपल्याला भेडसावणारा हवामान-बदलाचा गंभीर प्रश्न सोडवता येईल. त्यामुळे समाजातील अधिकाधिक लोकांशी प्रत्यक्ष संपर्क करून त्यांच्यापर्यंत हे बारकावे पोहोचवणे हा 'विज्ञानधारा' कार्यक्रमाचा उद्देश आहे. त्यासाठीच देशाच्या विविध राज्यांमधून असे कार्यक्रम करून समविचारी लोकांना एकत्र आणून जनजागृती करता येणे शक्य आहे. त्याचाच एक भाग म्हणून उत्तरप्रदेश व उत्तराखंड या दोन राज्यांत कार्यक्रम हाती घेतले. हिंदी भाषक प्रदेशांमधील विविध शाळा-महाविद्यालयांमधून घेण्यात येणाऱ्या या कार्यक्रमांचे व्हिडीओ चित्रीकरण करून ते यूट्यूब माध्यमातून उपलब्ध करून दिले तर फार मोठ्या लोकसंख्येपर्यंत आपल्याला ही जनजागृती करता येईल.

उत्तर प्रदेशातील बरेली या शहरातील बरेली महाविद्यालयात कार्यरत असलेले डॉ. राजेंद्र सिंह नावाच्या प्राध्यापकांशी माझा संपर्क सुमारे १५ वर्षांपूर्वी झाला होता. त्यांनी बरेली, रामपूर, शहाजहानपूर, सीतापूर, मुरादाबाद, हलद्वानी, पंतनगर इत्यादी उत्तरप्रदेश व उत्तराखंड राज्यांमधील शहरांमधून शाळा व महाविद्यालयांमध्ये

अमृत विचार, शाहजहांपुर,4 अप्रैल 2024, पैज - 6

हमारी गतिविधियों से पर्यावरण असंतुलित

कार्यालय संवाददाता, शाहजहांपुर

• एसएस कॉलेज में हुई संगोष्ठी में बोले- पद्मश्री प्रो. शरद पी काले

अमृत विचार : मनुष्य की गतिविधियों से पर्यावरण को क्षति के साथ-साथ धरती को भी प्रताड़ना मिल रही है। आज विज्ञान के सिद्धांत केवल किताबों में ही सीमित होकर रह गए हैं, हम उनको जीवन में लागू करना नहीं चाहते। उक्त उदगार भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र मुंबई से सेवानिवृत्त एवं भारत सरकार द्वारा पद्मश्री अलंकृत वैज्ञानिक प्रो. शरद पी काले के द्वारा स्वामी शुकदेवानंद महाविद्यालय के विज्ञान संकाय द्वारा विज्ञान एवं पर्यावरण विषय पर आयोजित संगोष्ठी में व्यक्त किए गए। उन्होंने कहा कि मनुष्य द्वारा पर्यावरण का नुकसान काफी चिंताजनक है। उसकी गतिविधियों से प्राकृतिक दशाओं में असंतुलन, जलवायु परिवर्तन, वन्य जीवन की हानि, और जल-वायु प्रदूषण की समस्या उत्पन्न हो रही है।

प्रो. काले का स्वागत करते मुमुक्षु शिक्षा संकुल के मुख्य अधिष्ठाता स्वामी चिन्मयानंद।

इसके परिणामस्वरूप जलवायु बदलाव, वातावरण की बढ़ती गर्मी, बाढ़, सूखा, और आंतरिक समस्याओं में वृद्धि देखी जा रही है। हम सब वसुधैव कुटुंबकम के सिद्धांत को भूल चुके हैं। उन्होंने बताया कि विगत 50 वर्षों में जनसंख्या में तीन गुना एवं अपशिष्ट में 45 गुना की वृद्धि हुई है। जल, वायु, मिट्टी, और जीवों की संरक्षा में हमें सक्रिय भूमिका निभानी चाहिए। पर्यावरण की रक्षा के लिए कड़े कानून का बनना जरूरी है। अध्यक्षता करते हुए मुमुक्षु शिक्षा संकुल के मुख्य अधिष्ठाता स्वामी चिन्मयानंद ने कहा कि पर्यावरण की रक्षा हेतु हमें प्रकृति में ईश्वर का दर्शन करना होगा। स्वागत भाषण महाविद्यालय के प्राचार्य श्री आरके आजाद द्वारा दिया गया। कार्यक्रम के अंत में बीएससी द्वितीय सेमेस्टर के अनिकेत पांडेय, शताक्षी दक्षित एवं संकल्प शाही के द्वारा पर्यावरण से संबंधित विभिन्न जिज्ञासाओं को अतिथि के सामने रखा। संचालन भौतिक विज्ञान विभागाध्यक्ष डा. शिशिर शुक्ला एवं धन्यवाद ज्ञापन विज्ञान संकाय के सह संकायाध्यक्ष डॉ. आलोक सिंह ने किया। कार्यक्रम में डॉ. आदर्श पांडेय, डॉ. रमेश चंद्रा, राजनंदन सिंह राजपूत, सत्येंद्र कुमार सिंह, नितिन शुक्ला, केशव शुक्ला, चंदन गिटी गोस्वामी, मंजीत कुमार आदि उपस्थित रहे।

पृथ्वी एक सीमित स्थान है,जहाँ भूमि,जल और वन्य जीवन सीमित हैं:डॉ० शरद

'अमर आनंद'

रामपुर(मुजाहिद खान)।

'विज्ञानधारा' कार्यक्रम आयोजित करण्यास मदत करण्याचे आश्वासन दिले. त्यातूनच १ एप्रिल ते ३ एप्रिल या तीन दिवसांचा कार्यक्रम पार पडला. त्यात बरेली महाविद्यालय येथे पहिला तर, रामपूर येथील दयावती मोदी अकॅडेमी, मोदीपूर या शाळेत दुसरा कार्यक्रम घेतला. शालेय कार्यक्रमात नववी व दहावीच्या पाचशे विद्यार्थ्यांनी भाग घेतला होता. दोन तास चाललेल्या या कार्यक्रमात सर्व विद्यार्थी मनापासून भाग घेत असल्याचे जाणवत होते. तिसरा कार्यक्रम रामपूर येथील शासकीय रझा महाविद्यालयात तर चौथा कार्यक्रम मोहम्मद अली जौहर विद्यापीठात घेतला. डिफेन्स रिसर्च अ‍ॅण्ड डेव्हलपमेंट ऑर्गनायझेशनचे (डी.आर.डी.ओ.) निवृत्त वैज्ञानिक डॉ. मोहम्मद अरीफ या विद्यापीठाचे उपकुलगुरू आहेत. या दोन्ही कार्यक्रमांमध्ये महाविद्यालयीन सायन्स विभागातील तीनशेहून अधिक विद्यार्थी उत्साहाने सहभागी झाले होते. पाचवा कार्यक्रम शहाजहाँपूर येथील एम. आर. सेठ जयपुरीया शाळेतील नववी व दहावीच्या विद्यार्थ्यांसाठी घेण्यात आला. इथेही चारशे विद्यार्थी कार्यक्रमात सहभागी झाले होते. या सत्रातील शेवटचा कार्यक्रम शहाजहाँपूर येथील स्वामी सुखदेवानंद पी.जी. महाविद्यालयातील विज्ञान शाखेतील विद्यार्थ्यांसाठी आयोजित करण्यात आला होता. याही ठिकाणी सुमारे ५०० विद्यार्थी उपस्थित राहिले. संख्या आणि गुणवत्ता ह्या दोन्ही बाबींची कार्यक्रमास उपस्थित असणाऱ्यांकडून अपेक्षित असते. त्या दृष्टीने हे सर्व कार्यक्रम समाधानकारकरीत्या पार पडले असे मिळालेल्या प्रतिक्रियांवरून स्पष्ट होते. उत्तर प्रदेश, बिहार, उत्तराखंड, झारखंड, मध्यप्रदेश, छत्तीसगड, हिमाचल प्रदेश, ओडिशा, हरयाणा आणि राजस्थान या हिंदी भाषक क्षेत्रांमध्ये या पूर्वी माझ्या अणुशक्तीकेंद्रातील कार्यकाळात शालेय व महाविद्यालयीन विद्यार्थ्यांसाठी अनेक वैज्ञानिक कार्यक्रम व कार्यशाळा गेल्या २५ वर्षांमध्ये घेतल्या आहेत. दक्षिण भारतात जी वैज्ञानिक जाण दिसते, त्यापेक्षा कितीतरी पट ह्या हिंदी भाषक क्षेत्रामध्ये ही जाण कमी असल्याचे लक्षात येते. अर्थात हे विधान करताना ही तुलना बुद्धिमत्तेची नसून विज्ञानाच्या सामाजिक आकलनाशी संबंधित आहे, हे लक्षात घेणे आवश्यक आहे. त्यामुळे या भागामध्ये विज्ञानधारासारख्या कार्यक्रमांची नितांत आवश्यकता आहे.

सार्वत्रिक निवडणुका असल्यामुळे बहुतेक राज्यांमधून शालेय आणि महाविद्यालयीन शिक्षकांना इलेक्शन ड्युटी करायला लागते. उत्तरप्रदेशातील शाळा आणि महाविद्यालयांमध्ये एकूणच विद्यार्थीसंख्या खूप मोठी आहे. या सर्वांच्या परीक्षा एका वेळी घ्याव्या लागतात. त्यामुळेही इच्छा असूनही अनेक महाविद्यालयांमधून व शाळांना यात भाग घेता आला नाही. म्हणूनच ऑक्टोबर-नोव्हेंबर या दोन महिन्यांमध्ये बरेच कार्यक्रम हाती घेण्याचे ठरवले आहे. डॉ. राजेंद्र सिंह, डॉ. बेबी तबस्सुम, डॉ. अनुप खरे आणि त्यांच्या सर्व सहकारी प्राध्यापकांनी आवर्जून पुन्हा बोलावले आहे. एकूणच 'विज्ञानधारा' कार्यक्रमांना महाराष्ट्रात आणि उत्तर प्रदेशात उत्तम प्रतिसाद मिळाला.

– शरद काळे

sharadkale@gmail.com

जहांपुर-आसपास जागरण

विज्ञान के सिद्धांत केवल किताबों में ही सीमित : प्रो. काले

जागरण संवाददाता, शाहजहांपुर : स्वामी शुकदेवानंद महाविद्यालय के विज्ञान संकाय की ओर से विज्ञान एवं पर्यावरण विषय पर गोष्ठी का आयोजन हुआ, जिसमें भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र मुंबई से सेवानिवृत्त पद्मश्री वैज्ञानिक प्रो. शरद पी काले ने कहा कि आज विज्ञान के सिद्धांत केवल किताबों में ही सीमित होकर रह गए हैं, हम उनको जीवन में लागू करना नहीं चाहते। मनुष्य की ओर से किया जा रहा पर्यावरण का नुकसान काफी

संगोष्ठी में बोलते पद्मश्री प्रो . शरद पी काले ● सौ . कालेज

चिंताजनक है। उसकी गतिविधियों के कारण प्राकृतिक दशाओं में असंतुलन, जलवायु परिवर्तन, वन्यजीवन की हानि और जल-वायु प्रदूषण की समस्या उत्पन्न हो रही हैं, जिसके परिणामस्वरूप जलवायु बदलाव, वातावरण की बढ़ती गर्मी, बाढ़, सूखा और आंतरिक समस्याओं में वृद्धि देखी जा रही है। उन्होंने कहा कि 50 वर्षों में जनसंख्या में तीन गुणा व अपशिष्ट में 45 गुणा की वृद्धि हुई है। जल, वायु, मिट्टी, और जीवों की संरक्षा में हमें सक्रिय भूमिका निभानी चाहिए। मुमुक्षु शिक्षा संकुल के मुख्य अधिष्ठाता स्वामी चिन्मयानंद ने कहा कि पर्यावरण की रक्षा के लिए हमें प्रकृति में ईश्वर का दर्शन करना होगा। उन्होंने मुख्य अतिथि को अंगवस्त्र व स्मृति चिन्ह भेंटकर सम्मानित किया। इस दौरान प्राचार्य प्रो. आरके आजाद, भौतिक विज्ञान विभागाध्यक्ष डा. शिशिर शुक्ला, डा. आलोक सिंह, डा. आदर्श पांडेय, डा. रमेश चंद्रा, राजनंदन सिंह आदि मौजूद रहे।

पेज से संबंधित खबरें : https://www.jagran.com/local/uttar-pradesh_shahjahanpur-news-hindi.html पर भी देखें।

आनंद घारे

विजेचे अर्थकारण

मी नोकरीला लागलो तेव्हा सायन्स न शिकलेल्या बऱ्याच लोकांना 'ॲटॉमिक' हा शब्द माहीत नसायचा. काही लोकांनी माझी ओळख हे ऑटोमेटिक एनर्जीमध्ये काम करतात, अशा शब्दांत करून दिली होती. त्यामुळे, आपोआप तयार होत जाणाऱ्या वीज पुरवण्याचे काही नवे अजब तंत्र आले आहे अशी काही लोकांची गैरसमजूत होत असे. तुमची ही ऑटोमेटिक एनर्जी अगदी फुकट मिळते का? असे मला काही लोक विचारत असत. मी त्यांना सांगत असे, अहो, ऊन, वारा, नद्या वगैरेमधून निसर्ग आपल्याला फुकटच ऊर्जा देत असतो, इंधन पेटवले की त्यातून आपोआप ऊष्णता बाहेर पडते, त्याचप्रमाणे विशिष्ट परिस्थितीत अणूंमधली ऊर्जा बाहेर पडते, आकाशात चमकणारी वीजसुद्धा मोफत चमकते. निसर्गामधून मोफत मिळणाऱ्या ऊर्जेचे आपल्यासाठी उपयुक्त अशा प्रकारच्या विजेच्या स्वरूपात रूपांतर करून घेतले तर तिचा उपयोग घरातले दिवे आणि पंखे किंवा यंत्रे वगैरेसाठी करून घेता येतो. अशी वीज कृत्रिमरीत्या निर्माण करून तिला घरांपर्यंत पोचवण्यासाठी बराच खर्च येतो म्हणून आपल्याला विजेचे बिल द्यावे लागते.

विजेची निर्मिती करण्यासाठी किती खर्च येतो याचा तपशीलवार हिशोब केला जातो. कारखान्यात तयार होत असलेल्या इतर वस्तूंप्रमाणेच विजेच्या निर्मितीसाठी काही भांडवली खर्च (कॅपिटाल एक्स्पेंडिचर) आणि काही महसुली खर्च (रेव्हेन्यू एक्स्पेंडिचर) होतात. वीजकेंद्राच्या उभारणीसाठी जमीनीची खरेदी, इमारतींचे बांधकाम, यंत्रसामग्रीची खरेदी, उभारणी, जोडणी वगैरेसाठी लागणारा खर्च भांडवली स्वरूपाचा असतो. प्रत्यक्ष कामाला सुरुवात होण्याच्याही आधी म्हणजे डिझाइन करण्यापासूनच या खर्चाची सुरुवात होते. त्यासाठी लागणारे भांडवल कर्जाने घेतलेले असले तर त्यावरील व्याजाची आकारणीही सुरू होते. परंतु विजेची निर्मिती करून तिच्या विक्रीमधून उत्पन्न मिळायला अवकाश असतो. या दरम्यानच्या काळात द्याव्या लागणाऱ्या व्याजाला आय.डी.सी. (इंटरेस्ट ड्युरिंग कन्स्ट्रक्शन) म्हणतात आणि त्याचा समावेश भांडवली खर्चात केला जातो. वीजकेंद्र काम करू लागल्यानंतर ते चालवत ठेवण्यासाठी येणारा महसुली खर्च दोन प्रकारचा असतो. कामगारांचे पगार आणि भत्ते, घेतलेल्या कर्जावरील व्याज, ऑफिसमधील तसेच केंद्रामधील दिवे, पंखे वगैरे उपकरणे आणि काही आवश्यक यंत्रे चालवण्यासाठी लागणारे खर्च यासारखे काही फिक्स्ड एक्सपेंडिचर असतात, केंद्र बंद असले तरी हे खर्च होतच राहतात. इंधनाची किंमत, केंद्रामधील यंत्रे चालवत ठेवण्यासाठी येणारा खर्च यासारखे खर्च वीजनिर्मितीच्या प्रमाणात कमी किंवा जास्त होतात. त्यांना व्हेरिएबल एक्सपेंडिचर म्हणतात.

भांडवली खर्चासाठी घेतलेल्या कर्जावर व्याज द्यावे लागते, तसेच त्या कर्जाची परतफेडही करायची असते. याप्रमाणे त्याचे हप्ते ठरतात. हे हप्ते भरणे आणि महसुली खर्च भागवणे आवश्यक असते. इमारती आणि यंत्रसामग्री यांची काळानुसार झीज होऊन त्यांची किंमत कमी होत असते याला घसारा (डिप्रिशिएशन) म्हणतात. कशाचे मूल्य नेमके किती प्रमाणात कमी झाले हे मोजून ठरवणे शक्य नसते. अनुभवाच्या आधारावर किंवा कायद्यानुसार काही टक्के घसारा ठरवून तो खर्चात धरला जातो. हे सगळे खर्च उत्पन्नामधून वजा झाल्यानंतर जी शिल्लक राहते तो नफा असतो. व्यावसायिक तत्त्वावर कोणतेही काम करणाऱ्याने त्यात आपले भांडवल गुंतवलेले असते, त्यावर त्याला नफ्याची अपेक्षा असतेच, तसा वाजवी नफा त्याला मिळावा

असा विचार करून त्यानुसार विजेची किंमत ठरवली जाते. तयार झालेली वीज गोदामांमध्ये साठवून ठेवता येत नाही, तिचे उत्पादन होताच क्षणभरात वितरणही होते. त्यामुळे आगामी वर्षभरातल्या सगळ्या खर्चांचे अंदाज बांधून आणि अमुक इतके युनिट वीज तयार होईल असा अंदाज करून तिचा दर ठरवला जातो. ठरावीक कालावधीनंतर मागील अनुभवाचा आढावा घेऊन पुढील काळासाठी त्यात बदल केले जातात.

जलविद्युत (हायड्रोइलेक्ट्रिक), औष्णिक (थर्मल) आणि अणुऊर्जा (न्यूक्लियर) हे विद्युत निर्मिती केंद्रांचे तीन मुख्य पारंपरिक प्रकार आहेत. आता याशिवाय सौर (सोलार) आणि वायू (विंड) या अपारंपरिक प्रकारच्या केंद्रांची उभारणी मोठ्या प्रमाणावर होऊ लागली आहे.

जलविद्युतकेंद्रासाठी आधी नदीवर धरण बांधणे आवश्यक असते. धरणात अडवलेल्या पाण्याचा साठा करण्यासाठी काही चौरस किलोमीटर इतकी प्रचंड मोकळी जागा लागते, तितक्या जागेची किंमत आणि धरणाच्या बांधकामाचा खर्च अवाढव्य असतो. सुमारे शंभर वर्षांपूर्वी टाटा कंपनीने लोणावळ्याजवळ एक लहानसे धरण बांधून खोपोलीजवळ एक जलविद्युतकेंद्र बांधले होते. परंतु स्वातंत्र्यप्राप्तीनंतरच्या काळात भाक्रा नानगल, हिराकूड, कोयना यांसारखी मोठी धरणे सरकारी क्षेत्रातच बांधली गेली आहेत. बहुतेक वेळा तो खर्च जनतेला शेतीसाठी व पिण्यासाठी पाणीपुरवठा, पूरनियंत्रण वगैरे देशहिताच्या कारणांसाठी केला जात आहे असे दाखवले जाते आणि ते बऱ्याच अंशाने बरोबर असते. पाण्यापासून वीजनिर्मिती करण्यासाठी लागणारी यंत्रे तुलनेने साधीसोपी आणि कमी किमतीची असतात. त्यासाठी लागणारे पाणी तर निसर्गाकडून फुकटच मिळत असते. त्यामुळे फक्त तेवढाच विचार केला तर जलविद्युतकेंद्रामधून मिळणारी वीज सर्वात स्वस्त पडते. शिवाय या क्रियेमध्ये पाणी नष्ट होत नाही. यंत्रांमधून बाहेर पडणारे सगळे पाणी शेती किंवा इतर उपयोगासाठी वापरता येते. म्हणून जितक्या प्रमाणात जलविद्युत मिळवणे शक्य आहे तेवढी ती तयार करण्याचे प्रयत्न होत असतात.

याला काही नैसर्गिक मर्यादा आहेत. ज्या ठिकाणी नदी उंच डोंगरावरून खाली येत असते आणि अरुंद दरीमधून जात असते अशा जागा शोधून तिला तिथे अडवले तरच धरणाचा आकार आणि त्यासाठी लागणारा खर्च आटोक्यात राहतो. धरणामुळे जो एक मोठा जलाशय तयार होतो, त्या भागातली गावे, घरे, गुरांचे गोठे, देवळे, दुकाने, कारखाने, शेतजमिनी वगैरे पाण्यात बुडून जातात. त्या धरणग्रस्त लोकांचे पुनर्वसन हा एक मोठा प्रश्न असतो. तो सोडवण्यासाठीही भरपूर खर्च येतो आणि तरीही त्या सर्व लोकांचे पूर्ण समाधान होऊ शकेल अशा पर्यायी जागा त्यांना देणे शक्य नसते. त्यामुळे तो प्रश्न वर्षानुवर्षे चिघळत राहतो. पाण्याखाली गेलेल्या भागातील वन्य प्राणी, पक्षी, दुर्मिळ वनस्पती वगैरेंचा होणारा नाश पैशात मोजता येण्यासारखा नसतो. यामुळे नद्यांवर मोठी धरणे बांधायला तिथल्या स्थानिक जनतेचा आणि पर्यावरणरक्षकांचा कडाडून विरोध होतो आणि त्यांचेविरुद्ध आंदोलने होत असतात. असे असले तरीही महाराष्ट्रातल्या बहुतेक सगळ्या नद्यांवर लहानमोठी धरणे बांधून झाली आहेत. यापुढे त्यात आणखी फार वाढ करता येणे कठीण आहे. परंतु कोयनेसारखी जी जलविद्युतकेंद्रे कार्यरत आहेत त्यांपासून दीर्घ काळ स्वस्त वीज मिळत राहणार आहे.

जलविद्युतकेंद्रे बांधण्यात मर्यादा आहेत. यामुळे भारतातली सर्वात जास्त वीज औष्णिक वीजकेंद्रांमधून तयार होते. या केंद्रांमध्ये आधी एका मोठ्या भट्टीमध्ये कोळसा जाळून मिळणाऱ्या ऊष्णतेने पाण्याची वाफ करतात. ही उच्च तपमान आणि दाबाची वाफ टर्बाइन नावाच्या यंत्राच्या चक्रांना वेगाने फिरवते आणि त्या टर्बाइनच्या दांड्याला जोडलेले जनरेटर वीज तयार करते. या केंद्रांमध्ये भट्टी (फर्नेस), बॉयलर, टर्बाइन, जनरेटर, कंडेन्सर यासारखी अजस्र आकारांची संयंत्रे असतात, त्यांच्यासाठी मोठमोठ्या इमारती लागतात. तसेच कोळशांचे मोठे ढिगारे, त्यातून कोळसा उचलून वाहून नेणारे कन्व्हेयर, तो कोळसा चिरडणारी अजस्र जाती, कोळशाचा भुगा भट्टीत ढकलणारे पंखे, खाली पडलेली राख गोळा करण्यासाठी अॅश हॅंडलिंग सिस्टिम, धुरामधली राख वेगळी काढणारी संयंत्रे अशा अनेक अवजड यंत्रणा असतात. पाणी थंड करणारे कूलिंग टॉवर आणि धूर ओकणाऱ्या चिमण्या तर कुतुबमिनारपेक्षाही उंच असतात आणि दुरूनही दिसतात. या सर्वांसाठी वर दिलेले भांडवली आणि महसुली खर्च करावे लागतात. प्रकल्पग्रस्तांच्या पुनर्वसनाचा प्रश्नही असतो. त्या लोकांना आजूबाजूच्या भागातच घरे बांधून देऊन आणि त्या केंद्रात नोकऱ्या देऊन तो प्रश्न काही प्रमाणात सोडवला जातो. बहुतेक औष्णिक वीजकेंद्रे कोळशावरच चालत असली तरी काही केंद्रांमध्ये खनिजतेल किंवा वायू यांचा उपयोग इंधन म्हणून केला जातो. देशातली सुमारे ७० टक्के वीज औष्णिक केंद्रांमधूनच मिळत असल्यामुळे भारतात मुख्यतः त्यांच्यामुळेच विजेचे भाव ठरवले जातात.

परमाणुवीजकेंद्रसुद्धा एका प्रकारचे औष्णिक केंद्रच असते. त्यात कोळसा न जाळता युरेनियम नावाचे विशिष्ट प्रकारचे इंधन न्यूक्लियर रिॲक्शन या वेगळ्या प्रकारे खर्च केले जाते. औष्णिक वीजकेंद्राच्या तुलनेत परमाणुवीज-केंद्रामधील यंत्रसामुग्री खूपच जास्त गुंतागुंतीची असते, ती वेगळ्या आणि खास प्रकारची असल्यामुळे तिच्या निर्मिती आणि तपासणीसाठी जास्त खर्च येतो, किरणोत्सर्गाच्या धोक्यापासून वाचण्यासाठी अनेक विशेष व्यवस्था कराव्या लागतात. तसेच त्या सगळ्यासाठी जास्त कालावधी लागतो. त्यामुळे अणुवीजकेंद्राला दर मेगावॅट क्षमतेसाठी अधिक भांडवल लागते. मात्र औष्णिक केंद्राला सतत प्रचंड प्रमाणात इंधन पुरवत राहावे लागते. त्यासाठी लागणारा कोळसा, तेल किंवा गॅस या इंधनांना खाणीमधून काढून वीजकेंद्रापर्यंत नेऊन पोचवण्यासाठी खर्च येतो, तसेच वाहतुकीच्या साधनांवर ताण पडतो. त्या मानाने अणुइंधन आकाराने अगदीच लहान असते आणि त्याच्या वाहतुकीवर नगण्य खर्च होतो. यामुळे असे म्हणता येईल की कोळसा किंवा तेलाच्या खाणीजवळ औष्णिक वीज कमी खर्चात तयार होते आणि त्यापासून दूर गेल्यास अणुविद्युत स्वस्तात तयार होऊ शकते. सतत वाढत जाणाऱ्या किमतींचा विचार केला तर असे दिसते की वर्षे उलटून जात असताना भांडवली खर्चावरील व्याजाचा बोजा कमी होत जातो, तर इंधनाच्या किमती वाढत गेल्यामुळे तो खर्च वाढत जातो. अशा प्रकारे एकाच वर्षी सुरू झालेल्या या दोन प्रकारच्या केंद्रामधून तयार होणाऱ्या विजेच्या दरांमध्ये काही वर्षांनंतर फरक पडलेला दिसतो. जुन्या अणुविद्युतकेंद्रामध्ये तयार होणारी वीज तितक्याच जुन्या औष्णिक केंद्रामधून तयार झालेल्या विजेपेक्षा स्वस्त पडू शकते.

निरनिराळ्या प्रकारच्या अणुविद्युत केंद्रांचा तुलनात्मक अभ्यास करताना त्यांच्या उभारणीवर आणि चालवण्यावर येणाऱ्या खर्चांचा विचार करावा लागेल. या केंद्राच्या उभारणीसाठी येणारा खर्च त्याच्या क्षमतेच्या समप्रमाणात वाढत नाही. केंद्राची क्षमता जितकी मोठी असेल त्या प्रमाणात त्यावरील दर मेगावॅटमागे येणारा भांडवली खर्च कमी होत जातो. यामुळे बहुतेक प्रगत देशांमध्ये १००० मेगावॅट क्षमतेची अनेक युनिट बांधली गेली आहेत आणि चालवली जात आहेत. त्या देशांमध्ये सुरुवातीच्या काळात उभारलेली २००-३०० मेगावॅट किंवा त्याहून लहाल क्षमतेची युनिट त्यांनी बंद केली. भारतासारख्या देशात मात्र ती चालवणे आजही शक्य आणि आवश्यक आहे. अर्थातच त्यातून निघणारी वीज तुलनेने जरा महाग पडते.

जगभरातले हजार मेगावॅटवर क्षमता असलेले बहुतेक रिॲक्टर पीडब्ल्यूआर (PWR) आणि बीडब्ल्यूआर (BWR) या प्रकारचे आहेत. पीएचडब्ल्यूआर (PHWR) या प्रकारचे रिॲक्टर बनवणाऱ्या कॅनडामध्ये पाचशे मेगावॅटपासून सातआठशे मेगावॅटपर्यंतची अनेक युनिट त्यांनी उभारली. पुढे तिथली विजेची मागणी वाढणेच थांबल्यामुळे ते काम थांबले. भारतातील परिस्थिती पाहून आधी या प्रकारची दोनदोनशे मेगावॅटची अनेक युनिटे उभारल्यानंतर तारापूर येथे पाचशे मेगावॅटची दोन युनिट उभारली, त्यानंतर सातशे मेगावॅट युनिट उभारण्याची सुरुवात झाली. यातले पहिली दोन युनिटे गुजरातमधील काक्रापार इथे सुरू झाली आहेत आणि राजस्थानमधील रावतभाटा इथे दोन युनिटवरील काम जोरात सुरू आहे. अमेरिकन कंपनीने तारापूर इथेच उभारलेल्या भारतातल्या पहिल्या अणुविद्युतकेंद्रात बीडब्ल्यूआर प्रकारचे दोनदोनशे मेगावॅटचे दोन रिॲक्टर आहेत. पीएचडब्ल्यूआर रिॲक्टरचा कार्यक्रम सुरू केल्यानंतर नंतर भारतात बीडब्ल्यू

आर या प्रकारचे रिॲक्टर्स बांधले गेले नाहीत. परंतु रशियाच्या मदतीने पीडब्ल्यूआर या प्रकारचे प्रत्येकी १००० मेगावॉट क्षमतेचे दोन रिॲक्टर तामिळनाडूतल्या कूडनकुलम इथे उभारले गेले आणि कार्यरत आहेत. आता त्याच ठिकाणी अशा प्रकारचे आणखी चार युनिट बांधले जात आहेत.

बॉइलिंग वॉटर रिॲक्टरमध्ये (BWR) एकच कूलंट सर्किट असते. रिॲक्टर आणि टर्बाइन यांची स्थापना एकाच इमारतीत होते. एकंदरच केंद्राचा विस्तार आणि त्यामधील यंत्रसामग्री आटोपशीर असल्यामुळे त्यासाठी कमी खर्च येतो. प्रेशराइज्ड वॉटर रिॲक्टरमध्ये (PWR) प्रायमरी आणि सेकंडरी अशी दोन कूलंट सर्किट असल्यामुळे जास्तीची उपकरणे लागतात. टर्बाइन आणि सेकंडरी कूलंट सिस्टिममधील सर्व उपकरणे वेगळ्या बिल्डिंगमध्ये ठेवली जातात. यामुळे बांधकामाचा खर्च वाढतो. या कारणांमुळे वीजनिर्मितीला थोडा अधिक खर्च येण्याची शक्यता असते. तरीही इतर फायद्यांमुळे जगभरातील अर्ध्याहून अधिक रिॲक्टर्स याच प्रकारचे आहेत आणि ते व्यावसायिक दृष्ट्या फायद्यात चालले आहेत. प्रेशराइज्ड हेवी वॉटर रिॲक्टरमध्येसुद्धा (BWR) प्रायमरी आणि सेकंडरी अशी दोन कूलंट सर्किट असल्यामुळे वरील सर्व गोष्टी लागू होतातच. त्याखेरीज हेवी वॉटरशी संबंधित (जड पाणी) इतर अनेक खास प्रकारची जास्तीची उपकरणे असावी लागतात. या सर्वांसाठीही जादा खर्च येतो. त्यामुळे वीजउत्पादनाचा खर्च आणखी वाढतो. या प्रकारच्या रिॲक्टरमधून तयार होणारी वीज तुलनेने सर्वात जास्त महाग असते. तरीही काही इतर कारणांमुळे आपण हा प्रकार निवडून आत्मसात केला आहे.

भूगर्भामधील कोळसा आणि तेल यांचे साठे काही दशकांनंतर संपणार आहेत. लोखंडासारख्या अनेक धातूंची निर्मिती आणि त्यावर प्रक्रिया करणे तसेच विविध प्रकारची रसायने तयार करणे यासाठीही त्या द्रव्यांची आवश्यकता असते. त्यामुळे ती मौल्यवान इंधने जाळून टाकण्यापेक्षा जास्तीत जास्त काळ पुरवून वापरण्यावर भर दिला पाहिजे. जमिनीखालील कोळसा आणि तेल बाहेर काढून जाळण्यामुळे वातावरणामधील कार्बन डायऑक्साइड, कार्बन मोनॉक्साइड, सल्फर डायऑक्साइड यासारख्या वायूंचे प्रमाण वाढत गेले आहे. या प्रदूषणामुळे पृथ्वीचे तापमानात वाढ होत आहे, त्यामुळे मानवासह पृथ्वीवरील जीवसृष्टीलाच गंभीर धोका निर्माण झाला आहे अशा कारणांमुळे जगभरातील शास्त्रज्ञ आणि राजकीय नेत्यांनी एकत्र येऊन त्याला आळा घालण्याची मोहीम सुरू केली आहे. पण विजेचा सढळ उपयोग करण्यावर आधारलेली आपली आजची जीवनशैली पुन्हा बदलून शंभर दोनशेवर्षे मागे जायला कोणीही तयार होणार नाहीत. यामुळे पुढील काळातही विजेची गरज पडत जाणारच आहे. यावर उपाय म्हणून शाश्वत ऊर्जा ही संकल्पना पुढे येत आहे. सूर्याचे ऊन आणि वारा या नैसर्गिक ऊर्जा स्रोतांचा उपयोग करून घेणाऱ्या अपारंपरिक ऊर्जेला वाढते महत्व प्राप्त झाले आहे. सध्या या विजेची किंमत जास्त पडत असली तरी भविष्यकाळात तिच्यावाचून गत्यंतर असणार नाही.

सोवर पॅनेल्सचा उपयोग करून सूर्यकिरणांमधील ऊर्जेचे थेट रूपांतर विजेमध्ये करण्याचे तंत्र विकसित झाल्यावर आधी त्यांचा वापर लहान प्रमाणावर करायला सुरुवात झाली. घरांच्या आणि कार्यालयांच्या इमारतींच्या छतांवर सोलर पॅनेल्स बसवून तिथे तयार होणारी वीज त्या इमारतीतल्या लोकांना पुरवण्यापासून सुरुवात झाली. नंतर एकाद्या ठिकाणी मोठ्या प्रमाणावर अनेक पॅनेल्स बसवून त्यापासून विद्युतकेंद्रे उभी करायची आणि त्यातून समाजाला वीज पुरवायची अशा प्रकारच्या योजना अंमलात आणल्या गेल्या आणि विशेषतः वाळवंटे आणि ओसाड प्रदेशात अनेक नव्या योजना आखल्या जात आहेत. अशाच प्रकारे विंड टर्बाइन्सचा उपयोग करून किनारपट्ट्या आणि डोंगराळ प्रदेशांमधील वाहत्या वाऱ्यामधील शक्तीचा उपयोग करून घेण्याच्या योजना सुरू आहेत. आधी या अपारंपरिक ऊर्जांमध्ये काही तांत्रिक अडचणी होत्या. मुख्य म्हणजे एका सोलर सेलमध्ये फक्त सुमारे अर्धा व्होल्ट एवढाच विजेचा दाब तयार होतो. असे अनेक सेल्स बसवलेल्या सोलर पॅनेलनधून १२ ते २४ व्होल्ट दाबाची डायरेक्ट करंट (डीसी) या प्रकारची वीज मिळते. पारंपरिक विद्युतनिर्मिती केंद्रांमध्ये काही किलोव्होल्ट या दाबाची आल्टर्नेटिंग करंट (एसी) वीज तयार केली जाते आणि ती २३० व्होल्टवर घरांना पुरवली जाते. आपल्या घरातली उपकरणे या व्होल्टेजवर चालतात. त्यामुळे सौरविजेचा प्रत्यक्ष उपयोग करायच्या आधी तिचे एसीमध्ये रूपांतर करावे लागते. सोलार फार्ममध्ये शेकडो किंवा हजारो पॅनेलमधली वीज एकत्र करून ती एसी ग्रिडला पुरवली जाते. विंड टर्बाइनमधून मिळणारी वीजही वेगवेगळ्या व्होल्टेजची असते, तिला ग्रिडमध्ये सामावून घेण्यासाठी काही उपचार करावे लागतात.

दुसरी अडचण अशी आहे, की या दोन्ही स्रोतांमधून होणारे विजेचे उत्पादन पूर्णपणे निसर्गाच्या लहरीवर अवलंबून असते. ऊन आणि वारा उपलब्ध असेल तेव्हाच त्यांच्यापासून वीज निर्माण होईल. रात्री आणि ढगाळ हवामानात सौर ऊर्जा मिळणार नाही आणि वारा वाहत नसेल तर वायुऊर्जा

मिळणार नाही. दिवसाउजेडी घरात दिव्याची गरज नसते आणि रात्री ती असते तेव्हा ऊन नसल्यामुळे ही वीज तयार होत नाही असा एक विरोधाभास आहे. अनुकूल परिस्थितीमध्ये मिळालेली वीज साठवून ठेवायची आणि गरज पडेल तेव्हा तिचा उपयोग करायचा हा यावर उपाय आहे पण तो सोपा नाही. एसी वीज साठवून ठेवता येतच नाही. बॅटरी चार्ज करून डीसी वीज साठवता येते, पण ते काम खर्चीक असते. एसीचे व्होल्टेज कमीअधिक करण्यासाठी ट्रान्स्फॉर्मर, एसीपासून डीसी मिळवण्यासाठी रेक्टिफायर आणि डीसीपासून एसी मिळवण्यासाठी इन्व्हर्टर ही उपकरणे वापरली जातात, पण त्यात प्रत्येक वेळी विजेचा थोडा क्षय होतो. परंतु तयार केलेल्या विजेचा उपयोग करून घेण्यासाठी ती तूट सहन करणे अपरिहार्य असते. पारंपरिक आणि अपारंपरिक पद्धतीने मिळालेल्या विजेची एकमेकींशी सांगड घालण्यासाठी या उपकरणांचा वापर केला जातो. या सर्वांच्या किमती कमी करण्यावर संशोधन चालले आहे. सोलार पॅनेल आणि विंड टर्बाइन यांच्या किमतीही आधी खूप जास्त होत्या, आता त्या कमी होत आहेत. यामुळे सौर आणि वायुऊर्जाकेंद्रे व्यावसायिक दृष्ट्या यशस्वी होतील अशी अपेक्षा आहे.

अपारंपरिक वीजकेंद्रांची जी क्षमता दाखवली जाते तिच्या फक्त १५-२० टक्केच विजेचे उत्पादन होते. औष्णिक आणि अणुविद्युत केंद्रांमध्ये ते सहजपणे ८०-९० टक्क्यांवर जाते. रोज दिवसभरात आणि रात्रभरात विजेची मागणी कमीजास्त होत असते, तसेच ती उन्हाळा, पावसाळा हिवाळ्यातही बदलत असते. त्यामुळे सगळीच विद्युतकेंद्रे बारा महिने-चोवीस तास सतत चालू ठेवता येत नाहीत. अणुविद्युतकेंद्रे पटकन बंद आणि सुरू करता येत नाहीत आणि त्यांची पॉवर लेव्हलही भरभर कमीअधिक करता येत नाही, म्हणून ती बेसलोड स्टेशन म्हणून पूर्ण क्षमतेवर खंड न पाडता दीर्घ काळ चालवत ठेवली जातात. औष्णिक विद्युतकेंद्रेसुद्धा सलगपणे चालवणे चांगले असते. सौर आणि वायुकेंद्रे निसर्गाच्या मर्जीवर दिवसातला काही काळ चालतात. या कारणांमुळे विजेची मागणी आणि विजेचा पुरवठा यांचा मेळ बसवण्यासाठी जलविद्युतकेंद्रांचा चांगल्या प्रकारे उपयोग केला जातो. मात्र असे होते की महाग वीज देणारी अणुविद्युतकेंद्रे सतत चालू ठेवावी लागतात आणि विजेची मागणी कमी होते तेव्हा स्वस्तात वीज देणारी जलविद्युतकेंद्रे बंद ठेवावी लागतात. यात दुसरी बाब अशीही आहे, की धरणातला पाण्याचा साठा कमी झाला तरी ते केंद्र बंद ठेवावे लागते. मागणी आणि उत्पादन यातला समतोल राखण्यासाठी काही उपाय आहेत. मागणी नसताना निर्माण झालेल्या विजेवर पंप चालवून पाणी उंचावरील जलाशयात चढवायचे आणि गरज पडताच त्याला खाली आणून त्यापासून जलविद्युत तयार करायची असा एक मार्ग आहे, पण त्यासाठी दोन पातळ्यांवर दोन जलाशय बांधावे लागतात. गरजेपेक्षा जास्त तयार झालेल्या विजेवर हायड्रोजन वायू तयार करून तो साठवून ठेवायचा आणि इंधन म्हणून त्याचा उपयोग करायचा अशी एक योजना आहे. अशा अनेक दिशांनी विचार आणि संशोधन चालले आहे. या सगळ्यांचा विचार करून आणि विजेची मागणी व पुरवठा यावर सतत बारीक

लक्ष ठेवून त्याचे काळजीपूर्वक नियोजन आणि व्यवस्थापन करावे लागते. विजेचा तुटवडा पडतो तेव्हा काही भागांमध्ये भारनियमनही केले जाते. सध्या या बाबतीत समाधानकारक परिस्थिती दिसते.

इतर सगळ्या प्रकारच्या मालाच्या बाबतीत तो माल विकत घेताना तो कुठून सर्वात स्वस्त मिळेल याचा विचार केला जातो, पण पूर्वी आपल्या देशात विजेचा भयंकर तुटवडा होता. लहानमोठी शहरे सोडली तर गावोगावी किंवा खेड्यापाड्यांमध्ये वीज गेलेली नव्हती. होमी भाभा यांनी सांगितलेले 'नो पॉवर इज कॉस्टलीयर दॅन नो पॉवर' हे ब्रीदवाक्य सुप्रसिद्ध आहे. विजेशिवाय राहण्याइतकी महाग कुठल्याही प्रकारची वीज नसते असा त्याचा अर्थ आहे. विजेचे दिवे नसतील तर रात्री काम किंवा अभ्यास करता येणार नाही, संशोधन करता येणार नाही, यंत्रे चालवून उत्पादन वाढवता येणार नाही आणि देशाची प्रगती होणार नाही. त्यामुळे परवडेल तितका खर्च करून मिळेल तेवढी वीज निर्माण करावी, विजेच्या बाबतीत 'इथून किंवा तिथून' असा विचार न करता 'इथून अधिक तिथून' असा विचार केला गेला, सर्व प्रकारची वीजकेंद्रे उभारली गेली आणि त्यामुळेच वीजनिर्मितीची क्षमता आताइतकी वाढली आहे. आज या बाबतीत भारत जगातला तिसऱ्या क्रमांकाचा देश झाला आहे. तरीही दरडोई वीजनिर्मितीच्या बाबतीत आपल्याला अजूनही बराच पल्ला गाठायचा आहे आणि त्यासाठी सर्व प्रकारची वीज निर्माण करण्याची गरज पुढेही पडणार आहे.

हे सगळे विवेचन विजेच्या उत्पादनाबद्दल झाले, परंतु विजेच्या वितरणामधून कुणाला किती उत्पन्न मिळते हे पाहणेही महत्त्वाचे आहे. निरनिराळ्या प्रकारच्या वीजकेंद्रा-मधून तयार झालेली वीज मात्र एकसारखीच असते आणि ती कुठे तयार होऊन आपल्या घरी आली आहे हे उपभोक्त्याला कळतही नाही. कोणत्याही वस्तू किंवा सेवेचा बाजारभाव 'मार्केट फोर्स'मुळे ठरत असतो, मागणी आणि पुरवठा यातील समतोलाप्रमाणे तो कमी जास्त होत असतो असे ढोबळमानाने म्हटले तरी विजेच्या बाबतीत तसे ठामपणे सांगता येणे कठीण असते. आपल्याला वीज वितरण (डिस्ट्रिब्यूशन) करणाऱ्या कंपनीकडून विजेचे बिल येते आणि आपण ते भरतो. त्यातला काही हिस्सा विजेचे वहन (ट्रान्स्मिशन) करणाऱ्या कंपनीला देऊन बराचसा भाग विजेची निर्मिती (जनरेशन) करणाऱ्या कंपनीला दिला जातो. भांडवली आणि महसुली खर्च यांचा हिशोब करून काही सरकारी यंत्रणा विजेचे दर ठरवतात. इथूनतिथून सगळीकडे एकच वीज असली तरी तिच्या निर्मितीचा खर्चही एकसारखा नसतो आणि तिच्या विक्रीचे दर एकसारखे असत नसतात.

निरनिराळ्या विभागांमध्ये विजेच्या दरांची निरनिराळी कोष्टके असतात. घरगुती, औद्योगिक किंवा वाणिज्यिक उपयोग, कृषी, सार्वजनिक यांसारख्या ग्राहकांच्या निरनिराळ्या श्रेणी आहेत, या श्रेणींमध्ये पहिले १०० युनिट, पुढील २०० किंवा ३०० युनिट, त्यावरील जास्तीचे युनिट वगैरेंच्या वीजशुल्कासाठी निरनिराळे दर असतात. आपण बाजारात जाऊन एक किलो भाजी घेतली तर ती ज्या दराने मिळते त्या मानाने एकदम पाच दहा किलो घेतली तर ती स्वस्तात मिळते. परंतु विजेच्या बाबतीत मात्र उलटा प्रकार आहे. पहिल्या शंभर युनिटसाठी कमी दर असतो आणि पाचसहाशे युनिट वीज वापरली तर त्यासाठी तिप्पट चौपट जास्त दराने विजेचा आकार लावला जातो. पहिले शंभर युनिट जीवनावश्यक म्हणून ते फुकट किंवा गरिबांना परवडतील अशा कमी दरात द्यावेत, पुढचे दोनतीनशे युनिट मध्यमवर्गीयांच्या सोयीसाठी (कम्फर्ट) म्हणून त्यांनी त्यासाठी जास्त पैसे खर्च करावेत आणि त्यानंतरचा विजेचा वापर म्हणजे श्रीमंतांची चैन किंवा उधळपट्टी, त्यासाठी त्यांना दंड करायला पाहिजे असे काहीतरी तर्क यामागे असावेत. याशिवाय वीजआकार, मीटरचे भाडे, इंधन समायोजनआकार, कर, उपकर वगैरे जोडले जाऊन एकूण बिल बनते. त्यामुळे आपण वापरतो ती सगळी वीज आपल्याला नेमक्या किती दराने पडते हे समजणे कठीण असते. अलीकडे काही राज्यातली सरकारे सरसकट सगळ्या जनतेला अमुक इतके युनिट फुकट वीज द्यायला लागली आहेत. काही राज्यांमध्ये पूर्वीपासून शेतकऱ्यांना फुकट वीज मिळत आली आहे किंवा त्यांची बिले माफ केली जात असत. विजेचा उपभोक्ता मतदातासुद्धा असतो, त्याला आकर्षित करण्यासाठी फुकटात किंवा सवलतीने वीज दिली जाते. ते करताना विजेचे उत्पादन करणारा दूरच असतो. वीज निर्माण करून तिचे वितरण करण्यासाठी जो खर्च येतो तो भागवला जात असतो. म्हणून ती केंद्रे चालत राहू शकतात. यात काही लोकांना विजेचे बिल द्यावे लागत नसले किंवा कमी द्यावे लागले तरी अखेर तो खर्च जनतेकडूनच कराच्या रूपाने वसूल केला जातो किंवा चलनफुगवटा होऊन इतर गोष्टींचे भाव वाढतात. अशा प्रकारे विजेच्या निर्मिती, खरेदी आणि विक्रीमध्ये अर्थशास्त्राशिवाय राजकारण, समाजकारण वगैरेचा भाग असतो. ते सगळे मिळून विजेचे अर्थकारण होते.

– आनंद घारे
abghare@yahoo.com

आनंद घैसास

लाख छुपाओ छुप न सकेगा...

सूरत पिया की न छिन बिसरायी
हर हर दम उनकी याद आयी...

माणसाचा चेहरा ही त्याची पहिली आणि तसे म्हटले तर शेवटपर्यंत एकच ओळख असते. या चेहऱ्याच्या जोरावरच तो इतरांवर जी काही छाप पाडायची ती पाडत असतो. बाकी तो किती उंच आहे, धट्टाकट्टा आहे की सुकडा आहे, गलेलठ्ठ आहे की नाही, उजळ आहे की सावळाच याकडे फारसं लक्ष दिलं जात नाही. मुलींमध्ये मात्र चेहऱ्याच्या गोरेपणाला उगीचच जास्त महत्त्व मिळते, हे खरे असले तरी 'नाकी डोळी नीटस आहे हो...' हे सहज आलेले उद्गारही फार महत्त्वाचे असतात. या आपल्या चेहऱ्यालाच आजच्या काळात जरा वेगळं महत्त्व आलं आहे, याची जाणीव झाली, ती गेल्या आठवड्यात घडलेल्या एका घटनेमुळे.

मी अंगकोरवाट या कंबोडियामध्ये असलेल्या प्राचीन विष्णुमंदिराला भेट द्यायला गेलो होतो. काहीतरी गडबड झाली आणि विमानाचे गेट बदलण्याच्या धावपळीत कुठेतरी माझा बोर्डिंग पास हरवला. तिकीट आणि पासपोर्ट हातातच होते. चिंतेतच होतो, की आता विमानात प्रवेश मिळेल की नाही, पण तपासनिसाने म्हटले 'जरा इकडे पाहा' मी पाहिले तर एका छोट्या कॅमेऱ्याकडे तो पाहायला सांगत होता. मी तिकडे पाहिले आणि क्षणात चक्क ते दोन फ्लॅप असलेले दरवाजे उघडले. त्यानं जायची खूण केली आणि मी पुढे गेलो

याच वेळी लक्षात आले की सुमारे तीन वर्षांपूर्वी एक बातमी आली होती, पण ती कोरोनाच्या घोळात आपण विसरून गेलो होतो. तुमचा चेहरा हाच आता काही ठिकाणी ओळखपत्राचे, तर काही ठिकाणी चक्क प्रवासाच्या तिकिटाचे काम करणार आहे... आणि हो, आता आपल्याला कुठे अशा प्रवासाला जायचे असेल, तर आपला चेहरा झाकून, लपवून तर नक्कीच चालणार नाही.

'कागदरहित' कारभाराचे, 'डिजिटल इंडियाचे' हे आणखी एक पुढचे पाऊल आता प्रत्यक्षात आले आहे, हे खरे असले तरी काही जणांच्या मनात अजून याबाबत किंतू आहेत. शिवाय 'आधार कार्ड'प्रमाणेच ही एक आपल्या वैयक्तिक स्वातंत्र्यावर आलेली गदाच आहे, आपल्या चेहऱ्याचा वापर इतर कोणी काही दुष्कृत्यांसाठी वापर करतील, अशी भीतीही काही जणांच्या मनात डोकावत आहे. असो. तर आधी ही बातमी काय होती ते पाहू.

गेल्या वर्षीच्या पाच ऑक्टोबरला फ्रान्सच्या वृत्तवाहिन्यांचा हवाला देत, देशांतर्गत विमानप्रवास करताना अत्यावश्यक असणारा 'बोर्डिंग पास' घरी ठेवून आलात तरी चालेल, कारण विमानात चढताना नव्या 'बायोमेट्रिक' तंत्राप्रमाणे करण्यात येणाऱ्या 'मुखावलोकन' तंत्राने, म्हणजे तुमच्या 'चेहरा-ओळख तंत्राने' तुमची ओळख पटवली जाणार आहे. पुढील वर्षाच्या पहिल्या काही महिन्यांत हे तंत्रज्ञान भारतातल्या काही विमानतळांवर सुरू होणार आहे, अशी सरकारी माध्यमातून घोषणाही करण्यात आली आहे. अंतर्गत विमान वाहतूक व्यवस्थेत पर्यावरण-पोषक 'कागदरहित' कारभार आणि गर्दीमुळे होणाऱ्या दिरंगाईवर हा एक उपायच ठरणार आहे. गेल्या दशकामध्ये देशांतर्गत विमानप्रवाशांमध्ये सुमारे सहापट वाढ झाली आहे. स्वस्त प्रवास उपलब्ध करून देणाऱ्या, छोट्या क्षमतेची विमाने वापरत त्यांच्या अनेक फेऱ्या करणाऱ्या नव्या कंपन्यांमुळे हे शक्य झाले असले, तरी त्यामुळे विमानतळांवरील गर्दी वाढली आहे. त्यावर हा उपायच ठरणार आहे. या तंत्रामुळे विमानतळावर आल्यापासूनच चालताचालतानाच, पदपथाच्या मार्गात बसवलेल्या कॅमेरा आणि संगणकीय उपकरणांद्वारे तुमची ओळख पटवण्यात येईल आणि त्यामुळे तिकीट तपासणे, सामान जमा करणे, सुरक्षा तपासणीकक्षातून

जाताना, एवढेच नाही तर प्रत्यक्ष विमानात चढतानाही, कोठेही तपासणीसाठी थांबायची गरज उरणार नाही. त्यामुळे दिरंगाई होणार नाही. या 'मुखावलोकन' तंत्रामुळे आता सोबत ओळखपत्र आणि बोर्डिंग पासही जवळ बाळगण्याची आणि वेळोवेळी दाखवण्याची गरजच उरणार नाही.

लिस्बनमधील बायोमेट्रिक सर्व्हिस प्रोव्हायडर 'व्हिजन-बॉक्स' यांच्या सहकार्यातून हे तंत्र बंगळुरू आणि हैदराबादच्या विमानतळांवर सुरू करण्यात आलेले आहे. डेल्टा एअरलाइन या विमानकंपनीने अशी 'मुखावलोकन' सेवा अटलांटामध्ये गेल्याच वर्षी सुरू केलेली आहे आणि ब्रिटिश एअरवेजनेही लगेचच न्यू यॉर्क, ओर्लान्डो आणि मियामी येथे सुरू केली आहे. बंगळुरू, हैदराबादनंतर एप्रिल २०१९ मध्ये कोलकाता, वाराणसी, पुणे आणि विजयवाडा या चार विमानतळांवर ही सेवा सुरू करण्यात आली होती असे या बातमीचे स्वरूप होते. ती त्या वेळी सुरू झाली होती की नाही याबद्दल मला प्रत्यक्ष माहिती नाही.

पण सामान्य लोकांसाठी या 'मुखावलोकन' तंत्रज्ञानासंबंधी, ते नक्की काय असते याबाबत आजही पुरेशी माहिती नाही हे ही तितकेच खरे. काही आस्थापनांमध्ये कर्मचारी कामावर येताना, एका उपकरणासमोर उभे राहिले की त्याच्या चेहऱ्याचे त्यात बसवलेल्या कॅमेऱ्याने प्रतिमाग्रहण करून त्यांना ओळखले जाते, त्या दिवशी, ते त्या वेळेला, कामावर हजर झाले... अशी लगोलग नोंदही होते. काही बँकांमधेही हे तंत्र काही वर्षांपासून वापरात आहे. या तंत्राचा एक फायदा आहे, तो म्हणजे यात त्या व्यक्तीला त्या उपकरणाला स्पर्श करण्याची आवश्यकता नसते. आधी वापरात असणाऱ्या 'बायोमेट्रिक' तंत्रात, हात, हाताचा अंगठा किंवा काही बोटे अशा उपकरणांवर ठेवून त्याचे स्कॅनिंग करावे लागे. डोळ्यातल्या बाहुल्यांचाही अशा प्रकारे वापर करताना त्या यंत्राच्या खूप जवळ डोके नेऊन डोळ्यांचे स्कॅनिंग करावे लागते. तसे आता या नव्या 'मुखावलोकन' तंत्रात होणार नाही. यात प्रतिमा घेण्यासाठी असणारे कॅमेरे बऱ्याच दूरवर असणार आहेत.

'मुखावलोकन' म्हणजे 'चेहराओळखतंत्र' काम कसे करते?

कशाचीही ओळख पटवायची, तर त्यासाठी आधी जिच्यासोबत ती ओळख पटवायची त्याची आधी आपल्याकडे पुरेशी माहिती असावी लागते. नंतरच ती ताडून पाहता येते. आपणही एखादी वस्तू, गोष्ट किंवा माणूस ओळखतो, ते आपल्या स्मृतीत साठवलेल्या घटकांमधून. नव्याने दिसणाऱ्या वस्तूंचा, माणसांचा, घटनांचा त्या जुन्या आठवणींशी आपण मेळ घालतो तेव्हा त्या आपल्याला समजून घेता येतात, म्हणजे त्यांचे 'आकलन' होते. असेच काहीसे तंत्र आता संगणकीय ओळख पटवणाऱ्या प्रणालीतून घडवून आणले जाते. यालाच 'मशीन लर्निंग', 'कृत्रिम यांत्रिक बुद्धिमत्ता' वगैरे म्हटले जाते. यात वापरात आणल्या जाणाऱ्या काही आज्ञावल्या जवळ असलेल्या अनेक प्रतिमांच्या संग्रहातून मिळणाऱ्या नवीन माहितीची जुन्या माहितीशी एकास एक जुळणी करून पाहतात. यासाठी आधी पुरेशा माहितीची साठवण करणे आवश्यक असते, तसेच कशाकशाची जुळणी करावी लागेल त्या सगळ्याचे स्वरूपही ठरवावे लागते. या 'मुख-आकलन' आणि 'मुखावलोकन' तंत्रासाठी आधी असलेल्या माहितीचे स्रोत म्हणजे अनेक चेहऱ्यांच्या स्थिर प्रतिमा, ज्या द्विमित (टू-डी : टू डायमेंन्शनल) असतात, तर काही त्रिमित (थ्री-डी) प्रतिमा असतात, तर काही चलचित्रातून मिळवलेल्या प्रतिमा असतात. या सर्वच प्रतिमा द्विमान सांख्यिकी (बायनरी) पद्धतीत संगणकात किंवा माहितीच्या महाजालावर, मग ते संगणकांच्या मालिकांमध्ये असेल (लॅन) किंवा नव्याने प्रचलित झालेल्या 'क्लाऊड'वर साठवून वापरात आणल्या जातात.

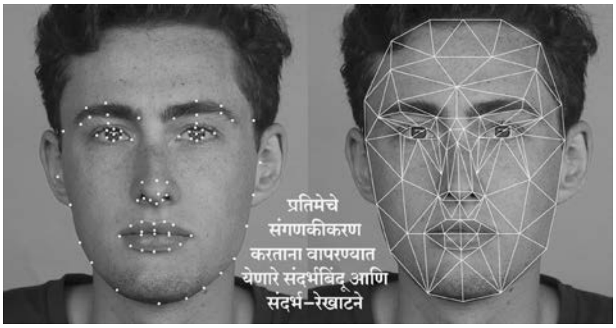
चेहऱ्याच्या प्रतिमेचे सर्वसाधारण: भौमितिक विश्लेषण करण्यात येते. ज्यात चेहऱ्यावर असणाऱ्या अवयवांची एकमेकांशी असणारी अंतरे मुख्यत: नोंदली जातात. त्यात

चेहऱ्याची समोरून दिसणारी ठेवण, भुवया, डोळे, नाक, ओठ, डोक्यावरील केसांच्या कपाळावरील उगमाचे ठिकाण, कानाचा आकार अशा अनेक गोष्टींची नोंद घेतली जाते. ज्यावेळी नव्याने दाखल झालेल्या माणसाची प्रतिमा मिळते, तेव्हा त्या प्रतिमेला आधी हाती असलेल्या माहितीच्या साठ्यातील प्रतिमांशी, त्यांच्यातील या भौमितिक नोंदींशी एकास एक प्रकारे जुळवण्यात येते आणि त्याची ओळख पटवली जाते. हे करताना ज्या प्रतिमा घेतल्या जातात त्यात एक विशेष बाब असते, ती लक्षात घ्यावी लागेल. ती म्हणजे ज्या चेहऱ्याची प्रतिमा हवी, त्यावर पडणारा प्रकाश हा कोणत्यातरी बिंदूवत स्रोताकडून येणारा असू नये. कारण त्यामुळे चेहऱ्याच्या उंचसखलपणात सावल्यांच्या खेळामुळे अनपेक्षित असा फरक पडू शकतो. त्यामुळे सर्वसाधारणत: संपूर्ण चेहऱ्यावर समान प्रकाशमानता देणारा प्रकाशप्रतिमा घेताना उपयोगात आणला जातो. त्यासाठी अधिक लांबीरुंदी असणारे, समान प्रकाशवितरण करणारे दिवे सहसा वापरले जातात.

या तंत्राचा विकास कसा झाला...

संगणकाच्या आधारे चेहऱ्याचे आकलन करून घेण्याची प्रणाली बनवण्याचे श्रेय तिघांना दिले जाते. वूडी ब्लेडसो, ॲलन चॅन आणि चार्ल्स बिस्सोन या तिघांनी १९६४/६५च्या दरम्यान या कामाची सुरुवात केली. ती चेहऱ्यांच्या द्विमित छायाचित्रांवर आधारित होती. परंतु या कामासाठी त्यांना मिळालेले अर्थसाहाय्य एका निनावी हेरखात्यामार्फत आलेले होते. त्यात गुप्ततेचा अंतर्भाव असल्याने त्यांनी नक्की काय काय केले, ते सगळे बाहेर येऊ शकले नाही. त्यांना आपणहून हे त्यांचे संशोधन म्हणून प्रसिद्धही करता आले नाही. परंतु नंतर हाती आलेल्या माहितीच्या आधारे, चेहऱ्याच्या छायाचित्रांमधील डोळ्याच्या बाहुल्यांच्या केंद्रांची अंतरे, नाकाच्या हाडाचे त्यांच्यापासूनचे अंतर, नाकाची लांबी-रुंदी, नाकापासून ओठांचे अंतर, तेथून खाली हनुवटी, डोळ्यापासून कानाचे अंतर ही सारी मापे एका त्रिमित भौमितिक आलेखावर रूपांतरित करून, ते बिंदू संगणकीय संख्येत अंकित करून घेतले गेले होते. हा त्रिमित बिंदूआलेख एका सामाईक डोक्याच्या आकारावर आरूढ करून त्याला एक उभा अक्ष देण्यात आला होता. या उभ्या अक्षाभोवती हे संगणकीय त्रिमित चित्र गोल फिरवून पाहता येण्याची यात योजना होती. यात हाती आलेल्या माहितीवरून भौमितिक आकारांची जुळणी करत त्यातून एक संगणकीय प्रतिमा मिळवण्याचे हे काम होते. परंतु हाती येणारे चित्र आलेखाच्या स्वरूपातच होते. यथातथ्य छायाचित्रासारखे ते अजिबातच नव्हते. त्यामुळे नव्या चेहऱ्याची ओळख पटवणे यासाठी या आलेखवजा प्रतिमेतून साधर्म्य शोधणे ही थोडी दूरचीच बाब होती.

स्वत: वूडी ब्लेडसोने १९६६मध्ये यातल्या त्याला वाटलेल्या त्रुटी नोंदवल्या होत्या. त्यात चेहऱ्याचा मानेवर सहजी होणारा तिरपेपणा, डोक्याचे डावी-उजवीकडे, पुढे-मागे झुकणे, प्रकाशाची दिशा, तीव्रता आणि प्रकाशस्रोताचे चेहऱ्यापासूनचे अंतर, छायाचित्र काढताना कॅमेराचा चेहऱ्याशी असणारा कोन, चेहऱ्यावरील भावनांमुळे रचनेत होणारा बदल आणि वयामुळे, वार्धक्यामुळे होणारे चेहऱ्यावरील बदल, या सर्वच बाबींचा माग घेण्यात यात त्रुटी राहिल्या असल्याची खंत त्याने व्यक्त केली होती. हा तर चेहऱ्याचे संगणकीय पद्धतीने आकलन करून घेण्याचा प्रथम


प्रतिमेचे संगणकीकरण करताना वापरण्यात येणारे संदर्भबिंदू आणि संदर्भ-रेखाटने

प्रयोग होता. शिवाय मोठ्या प्रमाणात चेहऱ्यांशी निगडित माहितीचा साठा काही त्यावेळी त्यांच्या हाती नव्हता. तसेच साधर्म्य शोधण्याच्या प्रणालीही नव्हत्या.

फक्त कॅमेऱ्याचा कोन आणि अंतर यावर मात करण्यासाठी हाती असलेल्या सगळ्या बिंदूंना एका चौकटीत समान पसरवून घेण्याचे आणि त्यातून त्यांचे सामान्यीकरण करण्याचे काम त्यानंतर केले गेले. त्यामुळे चेहऱ्याचा आकृतिबंध कायम राखत त्याचा आकार लहानमोठा करण्याचेही यात जमू लागले होते. यातले जे मुख्य पायाभूत आकृतिबंध म्हणून वापरलेले डोके होते, ते मात्र हाती असणाऱ्या सात-आठ छायाचित्रांवरून चित्रकाराने तयार केलेले, काल्पनिक सगळ्या बाजूंनी समानता असणाऱ्या नमुन्याप्रमाणे होते.

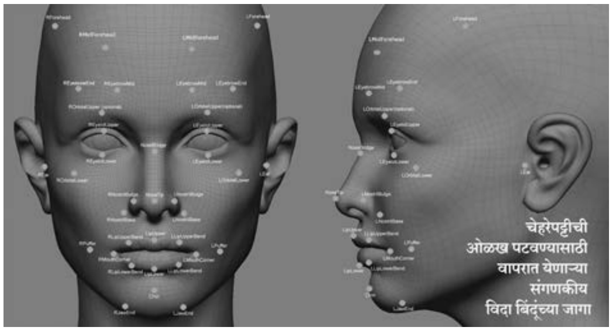
याच प्रमुख प्रणालीवर आधारित नंतर स्टॅनफोर्ड संस्थेतील संशोधक पीटर हार्डने नवीन सुधारित प्रणाली तयार केली. यात त्यांनी एकूण दोन हजार छायाचित्रे वापरून, त्यांचा आधार डोक्याचा पायाभूत आकृतिबंध बनवण्याठी वापरला होता.

सन १९९७ पर्यंत जर्मनीतील युनिवर्सिटी ऑफ बोचम

आणि अमेरिकेतील युनिव्हर्सिटी ऑफ साऊथ कॅलिफोर्निया या दोन्ही संस्थांमधील संशोधक विद्यार्थी आणि शिक्षक यांनी एकमेकांशी संवाद साधत अमेरिकेच्या लष्करी आस्थापनांकडून पुरवलेल्या आर्थिक साहाय्याचा फायदा घेत या 'मुखावलोकन'संबंधातील संशोधन सुरू ठेवले. त्यांच्याकडे आता अधिक माहितीचा साठा उपलब्ध होता. या प्रणालीची 'झेडएनएस' या नावाने काही प्रमाणात विक्रीही झाली. जी प्रणाली ग्राहकांची चेहरेपट्टी ओळखण्यासाठी काही बँकांमधून आणि काही विमानतळांवरही काही काळ वापरण्यात आली. यात तयार केले जाणारे प्रतिमाचित्र आधीप्रमाणेच चेहऱ्याचे भौमितिक निकषांवर त्रिमित आरेखन करत असे. या त्रिमित संगणकीय आरेखनात व्यक्तीची दाढीमिशी आणि डोक्यावरच्या केसांनाही स्थान नव्हते. चष्मा आणि गॉगलदेखील यातून बाद केला जाई. त्यामुळे 'महिला दाढीमिशी लावून आल्या तरी आमचा संगणक त्यांना ओळखू शकतो' अशी या प्रणालीची जाहिरात केली जाई.

यानंतरच्या काळात जसे संगणकीय प्रणालींमध्ये झपाट्याने फरक होत गेले, त्याप्रमाणेच छायाचित्रकलेत फिल्म ते डिजिटल असा फार मोठा आणि महत्त्वाचा फरक झाला. स्कॅनिंग तंत्र विकसित झाले. अधिक विभेदनक्षमता (हाय रेझोल्युशन) असणाऱ्या प्रतिमांचे ग्रहण करणे शक्य होऊ लागले. कॅमेऱ्याच्या प्रतिमाग्रहण करण्याच्या क्षमतेत सुमारे दहा ते शंभर पटींनी (किलोबाइट ते गिगाबाइट) वाढ झाली. त्यातूनच 'फेस रेकग्निशन ग्रँड चॅलेंजच्या (एफआरजीएस) संशोधनामागे सारे संगणकविशारद धावू लागले. त्यातच अमेरिकेच्या लष्करातर्फे घेण्यात येणाऱ्या प्रत्येक प्रणालींच्या चाचण्यांमुळे या प्रयोगांमध्ये २७२ पट वाढ झाली असे नमूद करण्यात आले आहे. याचसोबत खास स्टुडिओमध्ये जाऊन ठरावीक प्रकाशात छायाचित्रे घेणे बरेच कमी होऊ लागले, तर नैसर्गिक वातावरणात, उघड्यावर, अधिक विभेदनक्षमतेचे, अधिक स्पष्टता असणारे, डिजिटल फोटो घेणे हे लक्षणीय प्रमाणात वाढले. शिवाय संगणकीय प्रणाली वापरून कमी स्पष्टता असणाऱ्या चित्रांची विभेदनक्षमता वाढवून त्यात स्पष्टता आणणेही शक्य होऊ लागले. त्यामुळे चेहरेपट्टीची संगणकीय प्रारूपे बनवण्याची आवश्यकता न उरता प्रत्यक्ष डिजिटल प्रतिमांचाच वापर संगणकीय माहितीच्या साठ्यासाठी होऊ लागला.

आजकाल त्रिमित प्रतिमाग्रहण करताना दोन किंवा अधिक कॅमेरे एकाच वेळी वापरतात. त्यापैकी एक समोर, दुसरा त्याच्याशी ९० अंशांच्या कोनात म्हणजे चेहऱ्याकडे एका बाजूने पाहाणारा, तर तिसरा दुसऱ्या बाजूस थोडा



चेहरेपट्टीची
ओळख पटवण्यासाठी
वापरात येणाऱ्या
संगणकीय
विदा बिंदूंच्या जागा

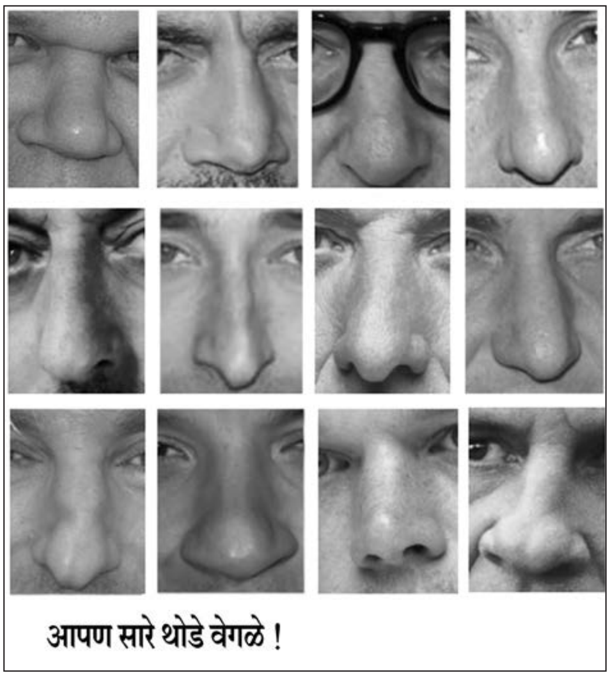
वरून किंवा खालून तिरप्या कोनात ठेवलेला असतो. तसेच, व्यक्ती या कॅमेऱ्यांच्या जवळून, खरे तर या तीनही कॅमेऱ्यांमधून जाताना तिचा एकच फोटो काढला जात नाही, तर एकापाठोपाठ एक अनेक छायाचित्रे यात त्वरित आणि क्रमाने घेतली जातात. त्यात चेहऱ्यात चालताना होणारे, भावनांमुळे होणारे आणि प्रकाशामुळे होणारे बदल पकडले जातात. त्यांचे नंतर सामान्यीकरण करणे मग शक्य असते.

दुसऱ्या एका प्रकारात चेहऱ्यामधील ठरावीक पृष्ठभागाच्या एका तुकड्याचे, त्वचेच्या एका भागाचे भरपूर विभेदनक्षमतेने छायाचित्रण केले जाते. याला 'स्किन प्रिंट' असे म्हणतात. या प्रतिमेला वर्धित करून पाहिल्यावर त्यातल्या विविध रचना, रेषा, घड्या, छिद्रे, केसांच्या जागा, कातडीच्या पेशींच्या रचना दिसू लागतात. या रचनांचा मग संगणकीय आकृतिबंध तयार केला जातो. एकसारख्या दिसणाऱ्या दोन जुळ्या भावांमधील फरक जाणण्यासाठी हे तंत्र यशस्वीपणे वापरात आणले गेले आहे.

आता फक्त दृश्यप्रकाशच नव्हे तर औष्णिक 'अवरक्त' प्रारणांचा वापर करूनही प्रतिमाग्रहण केले जाते. हे किरण डोळ्यांना न दिसणारे असले, तरी अंधारातही यांच्या साहाय्याने चित्रण करता येते ही एक मोठीच उपलब्धी आहे. शिवाय यात प्रकाशाचे समान वितरण नव्हे तर ठिपके, रेषा अशा प्रकारे चेहऱ्यावर अवरक्त किरणांच्या शलाका पाठवल्या जातात. त्यामुळे उंचसखलपणा अधिक प्रकर्षाने जाणवतो, पकडता येतो.

या 'मुख-आकलन आणि मुखावलोकन' प्रणालीसाठी चेहऱ्याचे प्रतिमाग्रहण हा पहिला मुख्य भाग असला, तरी त्या प्रतिमेचे संगणकीय वर्गीकरण, ही प्रतिमा नंतर कशासाठी जपून ठेवायची आहे आणि वापरायची आहे, त्यासाठी तिच्यात काय सुधारणा आवश्यक आहेत हा दुसरा भाग येतो. त्यानंतर या प्रतिमेचे भौमितिक विश्लेषण करण्याचे काम केले जाते. यात आता चेहऱ्यातील प्रत्येक आकृतिबंधाचा तपशील आणि त्यांचा एकमेकांशी असलेला संबंध अंकित केला जातो. यात डोळे, त्यांचा उंचसखलपणा, गोलाई, बुबुळाचा

आकार, त्यांच्यामधील अंतर, डोळ्याच्या लांबी-रुंदीच्या संदर्भात त्यांचे स्थान, गालाचा गोलावा, कानाचा आकार, कानाच्या पाळीचे लोंबणे, न लोंबणे, कानाचा डोक्याच्या पृष्ठभागाशी असणारा कोन, नाकाच्या उंचीसोबत त्याच्या नाकपुड्यांची रचना, टोकदारपणा, फुगीरपणा, नाकपुड्यांची उभारी, ओठांची लांबी, रुंदी, कमानदारपणा, त्या खालच्या हनुवटीचा आकार, लांबी, ती गोलाकार आहे, निमुळती, त्रिकोणी आहे, की चौकोनी आहे, अशा अनेक बाबी यात लगेचच अंकित करण्यात येतात. यातले पुढचे काम दुसरी प्रणाली करते, ते म्हणजे जमा झालेल्या साऱ्या प्रतिमांचे सामान्यीकरण करून, त्यांच्यातील अनावश्यक विदा 'डाटा' काढून टाकून, त्यांना आकाराने कमी करून (फाइल कॉम्प्रेस करून) ती प्रतिमा आता वर्गीकरण केलेल्या 'दालनात' (गॅलरीत) क्रमवार लावली जाते. म्हणजे आवश्यकता भासल्यावर या प्रतिमा शोधताना सोपे जाते. त्याच्या नंतरची प्रणाली नव्याने आलेल्या प्रतिमेची एकामागोमाग एक तुलना करत, प्रतिमांमधील सांख्यिक साधर्म्य शोधत पुढे पुढे जात राहते. परंतु आता एकाच नव्हे तर साठ्यामधील अनेक प्रतिमांमध्ये, त्यांच्या आकृतिबंधांमध्ये साधर्म्य सापडण्याची शक्यता असते. मग या निवडक प्रतिमांमधील बारकाव्यांचे विश्लेषण करत संगणक त्याला समान वाटणाऱ्या प्रतिमेशी नवी प्रतिमा जुळते की नाही हे ताडून पाहतो, ठरवतो. यासाठी 'मुख्य आकृतिबंध ओळखणारी प्रणाली', 'रेखीय प्रणाली' तर तिसरी 'आकृतिबंधाला लवचीकता देऊन साधर्म्य शोधणारी प्रणाली' ही सारी कामे करतात, तर त्यासोबत इतरही काही प्रणाली एकाच वेळी काम करत असतात.



आपण सारे थोडे वेगळे !

या प्रणालींची गुणवत्ता कशी ठरवतात?

'द गॉशियन फेस अल्गोरिदम' (२०१४) या हाँगकाँग युनिव्हर्सिटीने प्रसिद्ध केलेल्या संशोधनात या यांत्रिक 'चेहराओळख'तंत्राची क्षमता तपासली गेली ती ९८.५२ टक्के यशस्वी ठरली, तर प्रत्यक्ष माणसाच्या ओळख पटवण्याच्या ९७.५३ टक्के यशस्वितेच्या, म्हणजे तुलनेने अधिक यशस्वी ठरली होती. फेसबुकने 'डीपफेस' ही प्रणाली २०१४ मध्ये आणली, त्यात कोणतेही दोन फोटो एकाच माणसाचे आहेत की नाहीत हे ठरवण्याचे तंत्र होते. तेही ९७.२५ टक्के यशस्वी ठरले. २०१५ मध्ये गूगलने 'फेसनेट' प्रणाली तयार केली होती, जी गूगलच्या संपूर्ण महाजालाचा वापर चेहरेपट्टी ओळखण्यासाठी करते. याची यशस्विता १०० टक्के आढळून आली आहे.

यंदा एमआयटीने केलेल्या एका संशोधनात आयबीएम, मायक्रोसॉफ्ट आणि चिनी 'मेघवी' कंपनीने तयार केलेल्या 'फेस++' या नव्या प्रणालीची चाचणी घेत असता, उजळ रंगाची माणसे ओळखण्याच्या तुलनेत, सावळ्या रंगाच्या महिला ओळखण्यात बऱ्याच त्रुटी होतात, असे दिसून आले आहे. तसेच, एकासारखे एक दिसणाऱ्या अनेक चिनी तरुण चेहऱ्यांमध्येही ओळख पटवताना गोंधळ होतो असे नमूद झाले आहे. असे असले तरी अनेक देशांतील विविध संस्था आता 'मुखावलोकनाच्या' नव्या नव्या प्रणाली घेऊन बाजारात उतरत आहेत.

ड्रोनवर बसवलेल्या कॅमेराचा वापर करत, १०० मीटर उंचीवरून, ८०० मीटर दूरवर असणाऱ्या १०० माणसांच्या गर्दीतला गुन्हेगार या 'मुखावलोकन' तंत्राने नेमका ओळखता येण्याची क्षमता आता या तंत्रज्ञानाने आज दर्शवली आहे! अर्थातच या तंत्राचा आवाका आता मोठा आहे. फक्त सुरक्षाच नव्हे तर आरोग्य, शरीरस्वास्थ्य, जनुकीय विकृतींचा शोध एवढेच नाही तर कोणत्या मॉलमध्ये तुम्ही किती वेळा येता, काय खरेदी करता, त्यावरून तुमच्या गरजा काय हेही आता व्यावसायिक लोक अशा तंत्राआधारे ठरवू शकतात.

'तुझे देखा तो ये जाना सनम' असेच आता माहितीचे महाजाल आपल्या चेहऱ्याबद्दल म्हणत असेल तर त्यात नवल नाही...

– आनंद घैसास
निवृत्त वैज्ञानिक अधिकारी,
होमी भाभा विज्ञान शिक्षण केंद्र, मुंबई.
anandghaisas@gmail.com

डॉ. अजित मगदूम

...पण वैज्ञानिक दृष्टिकोनाचं काय?

विज्ञान म्हणजे केवळ काही आकडे आणि वस्तुस्थिती गोळा करणे एवढेच नसून ती जिज्ञासा, शोध आणि समज या विषयीची एक गतिशील प्रक्रिया आहे. मानवाला इतर प्राण्यांपेक्षा अनेक बाबी निसर्गाने बहाल केल्या आहेत. त्यातील अत्यंत महत्त्वाची नैसर्गिक देणगी म्हणजे मानवाला दिलेली बुद्धी. त्याचबरोबर त्याच्याकडे शोधक वृत्ती तसेच प्रयोगशीलता असल्याने मानव सुरुवातीपासूनच सतत प्रगती करत आला आहे. आणि आज स्वयंपाकघरापासून विश्वाच्या विराट पसाऱ्यापर्यंत विज्ञानाच्या जोरावर कोणतीही वस्तू, कोणतेही ठिकाण कोणतीही प्रक्रिया किंवा कार्यकारणभाव ज्ञात करून घेता येतो असे एक विराट दालन विज्ञानाने आपणाला खुले करून दिले आहे.

भारताला समृद्ध इतिहास आणि सांस्कृतिक विविधता लाभलेली आहे. बुद्ध, महावीर, चार्वाक, बसवेश्वर, महात्मा फुले यांच्या विचारांची एक थोर परंपरा आपल्या देशाला लाभलेली आहे. दुसऱ्या बाजूला वेद-पुराणांची प्राचीन काळापासूनची संस्कृती आहे. परंतु विज्ञान-तंत्रज्ञानाची ठोस अशी परंपरा दिसत नाही. आज विचार केला तर विकसित देशांच्या तुलनेत भारतीयांच्यात विज्ञानप्रसार आणि वैज्ञानिक दृष्टिकोन निर्माण होऊ शकला नाही ही गोष्ट मान्य केली पाहिजे. इथे आधिभौतिक (Metaphysical) आणि धर्मशास्त्रीय (Theological) विचारांची परंपरा ही विवेकवादाच्या, विज्ञानवादाच्या पलीकडे घेऊन जाणारी आहे. म्हणूनच वास्तववाद आणि आधिभौतिकवाद यामधला विसंवाद हा एकूणच भारतीय विचारपरंपरेत असलेला दिसून येतो. वैज्ञानिक दृष्टिकोन आणि धर्मशास्त्रीय परंपरा यांच्यात कधी सरमिसळ तर कधी गल्लत झालेली दिसून येते. काळाच्या ओघात धर्मशास्त्रीय, आधिभौतिक विचारपरंपरा यांचा अवकाश मर्यादित न होता त्यालाही समाजातील अनेक घटकांकडून चालना मिळत गेली. आणि आजच्या काळात तर विज्ञाननिष्ठ विचारांचा अवकाश एकूण समाजामध्ये अतिशय संकोचून गेला आहे ज्यामुळे आपल्या देशाची प्रगती होण्यात अनेक नवे अडसर निर्माण होत आहेत.

सांस्कृतिक पार्श्वभूमी

पारंपरिक भारताला समृद्ध सांस्कृतिक वारसा आहे. अनेक धर्म, पंथ, जाती या हजारो वर्षांपासून या देशात शांततेनं नांदत आहेत. प्रत्येकाची श्रद्धास्थाने, देव-देवता, मंदिरे, वेगळी आहेत. छोट्या गावापासून मोठ्या शहरातील मंदिरांचे उत्सव, यात्रा भरत असतात. प्रत्येक जाती-धर्माचे सणसमारंभ वेगवेगळे आहेत. अशा प्रसंगी अनेक चालीरीती, प्रथा शेकडो वर्षांपासून सुरू आहेत. या चालीरीती, प्रथा, परंपरा या पवित्र मानून त्यांचे मोठ्या भक्तिभावाने, श्रद्धेने पालन केले जाते. परंपरेनुसार हे सगळे सुरू असल्याने त्याबाबत शंका किंवा प्रश्न उपस्थित केले जात नाहीत. गेल्या काही पिढ्या या सुशिक्षित, उच्चशिक्षित होत आहेत. तरीही धर्माच्या कोणत्याही प्रथेबद्दल चिकित्सा कोणीही करत नाही. शिक्षण घेतलेल्या प्रत्येकाला काही वर्षे का होईना विज्ञान शिकावेच लागते. लोक डॉक्टर, इंजिनीयर, विज्ञान विषयांतल्या पदव्या मिळवतात. काही जण तर पुढे शास्त्रज्ञ होतात परंतु या प्रथापरंपरांची कोणी बुद्धीच्या किंवा विवेकाच्या पातळीवर चिकित्सा केलेली पाहायला मिळत नाही. याला अपवाद आहे तो म्हणजे अंधश्रद्धानिर्मूलन समिती अशी एकमेव संस्था आहे की जी प्रत्येक सण-उत्सवाची चिकित्सा बुद्धिप्रामाण्यावर आधारित करते आणि नव्या विवेकी पद्धतीने साजरा करण्याचे गावोगावी आवाहन करते. परंतु दुर्दैव असे की त्यांच्या आवाहनाला फारसा कुणी प्रतिसाद देत असल्याचे दिसत नाही. कोणत्याही प्रथा, चालीरीती या आपल्या विवेकबुद्धीला झापडे लावून

अंधपणे तशाच सुरू ठेवण्याने समाजाची प्रगती होण्याऐवजी ती कुंठित होत आहे याचे भान राज्यकर्त्यांना नसेल पण इथल्या विद्वान मंडळींना तरी असायला नको का? म्हणूनच देशातील विज्ञानक्षेत्रात काम करणाऱ्यांच्या समोर आज खूप मोठे आव्हान उभे ठाकले आहे. एक काळ असा होता की सी.व्ही. रामन, सत्येंद्रनाथ बोस, मेघनाद साहा इत्यादी पहिल्या फळीतील वैज्ञानिकांनी इंडियन सायन्स कॉंग्रेसच्या मंचावर वैज्ञानिक आणि राजनीतिज्ञ यांच्यात संवाद होत असे. देशाचे व्यापक हित हाच या संवादाचा केंद्रबिंदू होता. त्यातूनच १९५८ साली आपल्या देशाचे विज्ञानविषयक धोरण लोकसभेमध्ये मंजूर करण्यात आले.

त्यानंतर अठरा वर्षांनी म्हणजे १९७६ मध्ये भारत सरकारने वैज्ञानिक दृष्टिकोन रुजवण्याची आपली बांधिलकी सिद्ध करण्यासाठी आपल्या राज्यघटनेत बदल करत 'नॅशनल काऊन्सिल ऑफ सायन्स अँड टेक्नॉलॉजी कम्युनिकेशन'ची स्थापना केली. याद्वारे घटनेतील वैज्ञानिक दृष्टिकोन आणि निधर्मी राष्ट्राची संकल्पना (Secularism) या दोन्हीमध्ये एक सुंदर मेळ घालण्यात आला. नंतर १९९८ साली तत्कालीन पंतप्रधान अटल बिहारी बाजपेयी यांनी भूतपूर्व पंतप्रधान लाल बहादूर शास्त्री यांनी त्यांच्या 'जय जवान, जय किसान' या लोकप्रिय घोषणेत भर घालून 'जय जवान, जय किसान, जय विज्ञान' अशी घोषणा त्यांनी दिली. नंतर २०१९ मध्ये पंतप्रधान नरेंद्र मोदी यांनी इंडियन नॅशनल कॉंग्रेसच्या १०६व्या अधिवेशनात या घोषणेत भर घालत 'जय अनुसंधान' असा नारा दिला.

जीवनाच्या प्रत्येक क्षेत्रात विज्ञानाशिवाय आपण पुढे सरकू शकत नाही. विज्ञान-तंत्रज्ञानाची आज प्रत्येक माणसाला एवढी सवय झालेली आहे की त्याशिवाय आपले काम नक्कीच अडते. आज सामान्यातला सामान्य माणूस किंवा अगदी अशिक्षित माणूससुद्धा भ्रमणध्वनीशिवाय फिरू शकत नाही हे आपण पाहतो.

विश्वात मानवाने जी काही प्रगती केली आहे त्या प्रगतीमध्ये विज्ञान हे सूत्ररूपाने अत्यंत मूलभूत भूमिका बजावते. असे असले तरी या बाबीचा अनेकांना नीट उलगडा झालेला दिसत नाही.

वैज्ञानिक दृष्टिकोन, मानवतावाद आणि शोधकबुद्धी व सुधारक वृत्ती वाढवणे व त्यांचा प्रसार व प्रचार करणे, हे भारतीय राज्यघटनेच्या कलम ५१ (ह) अनुसार भारताचे नागरिक म्हणून आपले मूलभूत कर्तव्य आहे.

देशाच्या स्वातंत्र्यप्राप्तीनंतर पंतप्रधान पंडित जवाहरलाल नेहरू यांच्या विज्ञानस्नेही धोरणांमुळे वैज्ञानिकांनी आधुनिक वैज्ञानिक प्रगतीचा, संशोधनाचा भक्कम पाया रचला. १९५० आणि १९६० च्या दशकांत आण्विक जीवशास्त्र, कृषी/औषधनिर्माण विज्ञान, वीजनिर्मिती, घन-अवस्था रसायनशास्त्र, अणुविज्ञान आणि माहिती तंत्रज्ञान इत्यादी क्षेत्रात भारताने लक्षणीय प्रगती केली आहे.

जवाहरलाल नेहरूंनी १९४६मध्ये Scientific temper हा इंग्रजी शब्द पहिल्यांदा वापरला होता. याला मराठीत वैज्ञानिक अभिवृत्ती असे म्हणता येईल. याला सोपा शब्द म्हणजे वैज्ञानिक दृष्टिकोन.

असे असूनसुद्धा वैज्ञानिक अभिवृत्ती ही विशेषत: त्यांच्यानंतर समाजमनात निर्माण होऊ शकली नाही. तर्कशास्त्र, बुद्धिप्रामाण्यवाद आणि विवेकशील विचारदृष्टी शालेयपातळीवरच विद्यार्थ्यांमध्ये रुजवण्यात आपण कमी पडत आहोत. याउलट सार्वजनिक पातळीवर धर्माच्या नावाखाली श्रद्धा-अंधश्रद्धा पोसण्याचे, त्यांना खतपाणी घालण्याचे काम राजकीय शक्ती करत आहेत.

भारतात विज्ञानातील संशोधनाद्वारे खूप प्रगती झाली असली तरी लोकांत विज्ञानसाक्षरता निर्माण करण्यात यश आलेले नाही, हे मात्र आपण कबूल केले पाहिजे.

वैज्ञानिक शोध आणि प्रगती

वैज्ञानिक साक्षरता निर्माण करण्यामध्ये यश आले नाही म्हणून आपल्या देशात विज्ञानक्षेत्रातील शोध, संशोधन, प्रगती थांबली आहे असे अजिबात नाही. शून्याची (Zero) संकल्पना ही भारताकडून जगाला मिळालेली भेट आहे. Trigonometry, Algebra आणि Calculus यामध्ये भारतीय गणिती **भास्कर** यांचे मोठे योगदान असल्याचे मानले जाते. भारतीय शास्त्रज्ञांनी विज्ञानाच्या तिन्ही विद्याशाखांत नोबेल पुरस्कार प्राप्त केले आहेत. आज भारताने विज्ञानक्षेत्रात प्रगतीचा वेग सातत्याने वाढता ठेवला आहे. विज्ञानाचा आधार घेऊन तंत्रज्ञानात घोडदौड सुरू आहे. आज औषधनिर्मिती उद्योगात भारताने नवनव्या औषधांचा शोध लावण्यात आणि त्यांची निर्मिती (उत्पादन) करण्यात आपली मातब्बरी जगामध्ये दाखवून देत जागतिक आरोग्यसेवेत मोलाचे योगदान दिले आहे. आज तंत्रज्ञानात टोकामॅक, न्यूट्रिनो, गुरुत्वाकर्षण लहरी, स्क्रॅमजेट, अक्षय ऊर्जा त्याचप्रमाणे अवकाश विज्ञानात तर प्रगतीचे जणू शिखरच गाठले आहे. अगदी अलीकडे इस्रोने सोडलेले कृत्रिम उपग्रह, चंद्रावरच्या संशोधनमोहिमा इत्यादींमुळे आज जगामध्ये भारताची प्रतिमा उंचावत आहे. त्याचवेळी दुसऱ्या बाजूला जनसामान्यांमध्ये चिकित्सक विचार करण्याच्या वृत्तीला खीळ बसत आहे. कारण वैदिक काळातील, महाभारत, रामायणातील अनेक मिथके राजकीय, धार्मिक क्षेत्रातील व्यक्ती सांगत आहेत. या सर्व मिथकांवर किंवा पुराणकथांवर

अविश्वास व्यक्त करू शकत नाही किंवा त्यावर प्रश्न उपस्थित करू शकत नाही असे एकंदर वातावरण निर्माण केले गेले आहे. हे मानवी जिज्ञासूवृत्तीस, शोधबुद्धीस, वैज्ञानिक अभिवृत्तीस मारक ठरणारे आहे. हे वातावरण नव्या पिढीच्या विश्वाच्या आकलनातच नव्हे तर छोट्या छोट्या बाबींचे आकलन होण्याच्या प्रक्रियेत गंभीर समस्या निर्माण होतील.

सत्योत्तर काळ (Post Truth Era)

सध्याच्या काळाला सत्योत्तर किंवा सत्यापार काळ असे काही विचारवंत संबोधतात. हे भारतातच नव्हे तर जगामध्ये सर्वत्रच सत्योत्तर काळ अवतरला आहे. प्रत्यक्ष सत्य न सांगता त्याचा आभास निर्माण करण्याचा हा काळ आहे. आज कुठेही आकडेवारी, वस्तुस्थिती, प्रत्यक्ष वास्तव हे लपवले जात आहे. असत्य, खोट्या, भ्रामक, आभासी बाबी निर्माण करून लोकांची दिशाभूल केली जात आहे.

असत्य बाब वारंवार ठोकून ठोकून सांगितली की ती खरी वाटू लागते. त्यावर लोक विश्वास ठेवू लागतात. बुद्धीपेक्षा भावनांच्या जोरावर समाजमानस घडवण्याचे प्रयत्न सुरू आहेत. त्यामुळे भावनांच्या उन्मत्त वातावरणात खरे काय-खोटे काय हे समजेनासे झाले आहे त्यामुळेच सामान्य माणूस एका गोंधळाच्या वातावरणात गुरफटला आहे. या पार्श्वभूमीवरसुद्धा आज कधी नव्हे इतकी सत्याची बुद्धिप्रामाण्यवादाची, वैज्ञानिक दृष्टिकोनाची गरज निर्माण झाली आहे.

वैज्ञानिकही रस्त्यावर आले..

अमेरिकेत २२ एप्रिल २०१७ रोजी डोनाल्ड ट्रम्प सरकारने वैज्ञानिक संशोधनासाठी निधीकपात धोरणाच्या निषेधार्थ ६०० शहरांमध्ये लाखो वैज्ञानिक, संशोधक, प्राध्यापक यांनी एक मार्च आयोजित केला होता. या घटनेने भारतातील शास्त्रज्ञात संवाद सुरू झाला. त्यांच्यापासून प्रेरणा घेऊन त्याच वर्षी ९ ऑगस्ट रोजी आपल्या देशातील २६ शहरांमध्ये विज्ञान व संशोधनाशी संबंधित मान्यवर संस्था, महाविद्यालयातील वैज्ञानिक रस्त्यावर आले. याचं मुख्य कारण म्हणजे तुटपुंज्या अनुदानात वाढ, वैज्ञानिक संशोधनासाठी अन्य देशांच्या २.५%, ३.५% तुलनेत जीडीपीच्या केवळ ०.८५ एवढ्या रकमेची तरतूद केल्याने विज्ञानविषयक संशोधनप्रकल्प रखडण्याचा धोका, राजकारण्यांचे पुराणकथांमधील मिथके सांगण्याने वैज्ञानिक दृष्टिकोन वाढीस निर्माण झालेला धोका, इत्यादी कारणे या निदर्शनांमागे दिली होती. स्टेम सेल, प्लास्टिक सर्जरी, विमाने, क्लोनिंग इत्यादी सगळं आपल्याकडे पुराणकाळात पूर्वी होतं असं कोणत्याही ठोस पुराव्याशिवाय सार्वजनिक ठिकाणी वक्तव्य करणे हे थांबले पाहिजे. मिथकं आणि विज्ञान यातील फरक स्पष्ट केला पाहिजे. निधीअभावी नामवंत विज्ञानसंस्थांचे अस्तित्व धोक्यात आहे. अशा प्रकारचे मुद्दे निदर्शकांनी उपस्थित केले होते.

विज्ञानाची कास धरल्याशिवाय आपण एक पाऊल तरी पुढे जाऊ शकू का? देव, धर्म इत्यादींवरील श्रद्धा आणि उपासना करण्याचे स्वातंत्र्य आपणाला संविधानानेच दिले आहे. आपल्या वैयक्तिक जीवनात ज्याच्या त्याच्या श्रद्धेप्रमाणं हे होत राहील एवढे मर्यादित त्याचे स्वरूप आहे. परंतु येणाऱ्या पिढ्यांना विवेक विचार, बुद्धिप्रामाण्यवाद, विश्वाचा पसारा जाणून घेण्याची शोधक वृत्ती, जिज्ञासा, वैज्ञानिक सत्य, वैज्ञानिक दृष्टिकोन याचे स्पष्ट, काटेकोर भान आणि सजगता निर्माण करण्याची आपल्या सर्वांची जबाबदारी आहे.

त्यासाठी गरज आहे...

विज्ञानविषयक कार्य करणाऱ्या सामाजिक आणि शैक्षणिक संस्थांनी आता विज्ञानसाक्षरता लोकांत निर्माण करण्याचे काम मोठ्या प्रमाणावर हाती घेण्याची गरज आहे.

विज्ञानक्षेत्रात विविधतेला आणि समावेशकतेला प्रोत्साहन दिले तर उच्च गुणवत्ता आणि क्षमता असणारा एक गट विकसित करता येईल.

लिंगभाव, प्रादेशिकता, सामाजिक-आर्थिक स्थिती इत्यादी अडसर बाजूला सारले तर देशाची विज्ञानाच्या अंगाने प्रगती अधिक गतिमान होऊ शकेल.

शालेय अभ्यासक्रमात बदल करून कुतूहलकेंद्री आणि प्रयोगमूलक पद्धतींचा अवलंब करून मुलांच्या बुद्धीला चालना दिली गेली पाहिजे. विज्ञानामध्ये सिद्ध झालेल्या पद्धतींचा, प्रयोगांचा आधार घेऊन लहानपणापासूनच विद्यार्थ्यांमध्ये चिकित्सक विचार करण्याची सवय बाणवली पाहिजे.

शैक्षणिक संस्था, संशोधन संस्था आणि उद्योग यांच्यातील परस्परसहयोग वाढवण्याची गरज आहे.

संशोधन आणि विकास (RD) काम करणाऱ्या संस्थांना आर्थिक पाठबळ देण्याची गरज आहे.

जनतेत विज्ञानाची समज वाढवण्यासाठी अचूक आणि साधार माहितीद्वारे माध्यमेसुद्धा एक महत्त्वाची भूमिका बजावू शकतात. निराधार, बिनबुडाच्या, मोघम माहितीची सवय जनतेला अचूकता आणि सत्यापासून दूर नेते.

– डॉ. अजित मगदूम

ajitbalwant@gmail.com

डॉ. वसुधा जोशी

शोध भूजलाचा

मी बऱ्याच वर्षांनी गावाला आले होते. नॅशनल हायवे सोडून आमची गाडी गावाच्या रस्त्याला लागली. पूर्वी म्हणजे माझ्या बालपणी हा रस्ता लाल मातीचा होता. बैलगाडी आणि ट्रक याशिवाय तिसरे वाहन पाहिल्याचे आठवत नाही. हळूहळू परिस्थिती बदलत गेली. सुधारणा होत गेल्या. दुचाकी, चारचाकी वहाने, ऑटोरिक्षा, एसटी बसेसच्या सुळसुळाटात बैलगाड्या लुप्त पावल्या. रस्त्यावरची वर्दळ वाढली. आनंदाची गोष्ट म्हणजे वनराई अजूनही बऱ्यापैकी आहे. रस्त्याच्या कडेला वडाच्या पारावर, सावलीत गप्पांचा फड बसलेला दिसला. त्यातल्या एकाला मी ओळखले. प्राथमिक शाळेतला माझ्या वर्गातला वसंता होता तो. तो मला चिंतेत आहे असे वाटले. बाकीचे त्याचे साथीदार त्याला समजावत असावेत असे वाटत होते. वाटले पाहू या काय चालले आहे. गावाची थोडी माहितीही मिळेल. ड्रायव्हरला गाडी थांबवायला सांगून मी गाडीतून उतरून वडाच्या झाडाकडे वळले. वसंता खरेच वैतागलेला दिसत होता. काळजीत वाटत होता. मी त्याला म्हटले ओळखलेस ना मला? त्याने मला लगेच ओळखले. तो ओळख दाखवत कसनुसे हसला. मग मीच त्याला विचारले अरे असा काय बसला आहेत शून्यात नजर लावून? काही काळजी करण्यासारखे आहे का? त्याने मला अथपासून इतिपर्यंत सर्वकाही सांगितले.

वसंताने मला जे काही कथन केले ते पाण्याविषयी होते. मला आठवते आहे पूर्वी वसंताची विहीर कधीच आटत नसे म्हणजे विहिरीतील पाणी कधीच संपत नसे. अगदी भरउन्हाळ्यातसुद्धा! कधी पाऊस वेळेवर पडला नाही तर गावातील काही विहिरी आटत असत परंतु वसंताच्या विहिरीत पाणी असणारच. अलीकडे काही वर्षे मात्र त्याच्या विहिरींचे पाणी कमी होऊ लागले होते. गावातील काही कुटुंबानी कूपनलिकेचा पर्याय स्वीकारला होता. वसंतालाही तसा विचार करावा असे वाटू लागले होते. वसंताने कूपनलिका खोदण्याचा निर्णय घेतला. त्याप्रमाणे त्याने दोन वर्षांपूर्वी खणलीसुद्धा, पण पाणी काही लागले नाही. त्याचा पैसा फुकट गेला. एवढेच नाही तर त्यामुळे पाण्याच्या चिंतेने तो ग्रासला गेला होता. आता काय करावे हा प्रश्न त्याच्या डोळ्यांपुढे फेर धरून होता. शेवटी त्याने परत एकदा आपले नशीब अजमावण्याचे ठरवले. त्याने वेगवेगळ्या पद्धतीने पाण्याचा शोध घेतला. आणि चार दिवसांपूर्वी कूपनलिका खोदली. परंतू यावेळीही त्याची निराशाच झाली. पाणी मिळाले परंतु ५ मिनिटांतच येणे बंद झाले. याचा अर्थ एक तर जलधारकात पाणी फारच कमी असेल किंवा योग्य जलधारक सापडलाच नसेल. त्यामुळेच वसंता काळजीत असणार.

भूजलाचा शोध

भूजलाचा शोध घेणे फार कठीण आहे. जमिनीखाली किती खोलीवर आणि कसे पसरलेले जलधारक असतील याचा अंदाज पृष्ठभागावरील काही लक्षणांवरून करता येतो असे वराहमिहीर या शास्त्रज्ञाचे मत आहे. वराहमिहीर नावाचे प्रकांड ज्योतिषी आणि पर्यावरणशास्त्रज्ञ इसवी सनाच्या पाचव्या शतकात होऊन गेले. ते विक्रमादित्य, चंद्रगुप्त २ याच्या दरबारी त्यांच्या नवरत्नांपैकी एक होते. ते गणितज्ञही होते. भूगर्भातील पाण्याचा शोध हा त्यांचा संशोधनाचा विषय होता. त्याकाळी इतरही काही ऋषी या विषयात संशोधन करत होते. वराहमिहीर यांनी स्वतःच्या संशोधनाअंती काढलेले निष्कर्ष आणि इतर ऋषींचे संशोधन

आणि निष्कर्ष आपल्या बृहद्संहिता या ग्रंथात लिहून ठेवले आहेत. बृहत्संहितामध्ये भूजलासंबंधात चार अध्याय आहेत– गर्भलक्षणाध्याय, गर्भधारणाध्याय, प्रवर्षणाध्याय आणि दकार्गलाध्याय. दकार्गलाध्याय हा बृहतसंहितामधला ५३ वा अध्याय आहे. या अध्यायात भूगर्भातील पाण्याच्या प्रवाहाचा विचार केलेला आहे. भूगर्भातील पाण्याच्या प्रवाहांना शिरा किंवा नसा असे म्हणतात. या शिरा आठही दिशांकडे वाहतात. प्रत्येक दिशेकडे जाणाऱ्या शिरांना नावे आहेत. खालून वर येणारी शिरा असते तिला उर्ध्वगामी म्हणतात व ही शिरा उत्कृष्ट समजली जाते. तसेच वरून खाली जाणारी शिरा, अधोगामी, ही निकृष्ट समजती जाते. तिरुपती बालाजी मंदिराच्या परिसरात उर्ध्वगामी शिरा आहे.

वराहमिहीर यांनी भूगर्भातील जलाचा शोध कसा घ्यावा याबद्दलही सविस्तर माहिती त्यांच्या ग्रंथात दिली आहे. जमिनीच्या पृष्ठभागाचा त्यावरील वनस्पती त्यांची पाने तसेच तृणपट्टा, कोणती झाडे एकत्र वाढतात या सर्वाचा अभ्यास करणे गरजेचे आहे. शेतात बी न जगणे, करपणे असे होत असेल तर त्या पट्ट्यात भूजल असणे कठीण. तसेच जमिनीची वैशिष्ट्येही विचारात घेतली पाहिजेत. मातीचा रंग, पोत, जसे वालुकामय, चुनखडी, खडक, मुरुम इत्यादी बाबींचा विचार भूजल शोधताना करावा लागतो. बृहद्संहितेमध्ये वराहमिहीर यांनी त्यांच्या संशोधनाद्वारे काढलेले निष्कर्ष दिले आहेत. वारुळ किंवा वाळवी जेथे असते त्या भागात भूजलाचे साठे नक्की असतात हा ही त्यांचा सिद्धांत आहे.

वराहमिहीर यांच्या सिद्धांताचा, नियमांचा उपयोग आजही भूजलाच्या शोधामध्ये होऊ शकतो. एवढा काळ पुढे गेला तरीही हे नियम कालबाह्य झालेले नाहीत. १९८१ मध्ये आंध्रप्रदेशात चित्तूर जिल्ह्यामध्ये दुष्काळ पडला होता. त्यावेळी व्यंकटेश विद्यापीठ आणि इस्रो यांनी भूजल मिळवण्यासाठी विहिरी खोदण्याचा प्रकल्प हाती घेतला. त्यावेळी त्यांनी सध्याच्या प्रचलित पद्धतींबरोबरच वराहमिहीर यांच्या सिद्धांतांचा उपयोग करून भूजलाचा शोध घेतला. आणि विहिरींसाठी जागा निश्चित केल्या. अशा रितीने या प्रकल्पामध्ये १५० विहिरी खोदल्या गेल्या आणि सर्व विहिरींना पाणी लागले.

भूजलशोधपद्धती

भूजल जमिनीखाली कुठेही असू शकते. पन्नास-साठ फुटांपासून हजारो फूट किंवा त्याहूनही खोल असू शकते. जलधारक कुठे असतील, कसे पसरलेले असतील याचा अंदाज लागणे कठीण असते. त्यामुळे विहीर खोदण्याची जागा अचूक कशी ठरवावी हा गहन प्रश्न आहे. काही पारंपरिक पद्धती आहेत. या पद्धतींमधे तांब्याच्या पट्ट्या किंवा नारळ किंवा Y आकाराची झाडाची काठी यांचा उपयोग केला जातो. याद्वारे विहीर खोदण्यासाठी बिंदू ठरवला जातो. या पद्धती वापरून विहीर खोदण्यासाठी बिंदू ठरवणे अनुभवी व्यक्तींना किंवा काही व्यक्तींना ज्यांना ही दैवी देणगी असते त्यांना जमते असा समज आहे. परंतु या पद्धती मागील वैज्ञानिक कारण कोणालाही ज्ञात नाही. त्यामुळे फक्त वैचारीक देवाण घेवाण आणि ही पद्धत वर्षानुवर्षे चालू आहे. बऱ्याच वेळा अशा प्रकारे योग्य बिंदू शोधून खणलेल्या विहिरींना पाणी लागत नाही किंवा अगदी थोड्या प्रमाणात लागते. अजूनही या पद्धतींचा उपयोग करून कूपनलिका खोदल्या जात आहेत.

कूपनलिका खोदण्यासाठी योग्य जागा म्हणजे योग्य बिंदू ठरवणे फार महत्त्वाचे असते. असा बिंदू ठरवण्यासाठी अनेक प्रकारची तंत्रज्ञाने व त्या आधारे विकसित केलेली मशिनरी उपलब्ध आहे. या मशिनरीमध्ये वारंवार सुधारणा होत आहेत. नमुनादाखल मी येथे काही तंत्रज्ञानाची माहिती देत आहे. ही माहिती फार खोलात शिरून जमवलेली किंवा जशीच्या तशी वापरता येईल अशी नाही. त्यापैकी सर्वसाधारणपणे वापरली जाणारी मशिनरी आणि ती कोणत्या तत्त्वावर चालते हे येथे नमूद करण्याचा प्रयत्न केला आहे. ही कार्यपद्धती वापरणे आणि अनुमान काढणे यासाठी तंत्रज्ञान शिकणे गरजेचे आहे. काही तंत्रज्ञानांची कार्यपद्धती अशी–

१. Ground Penetrating Radar (GPR) : या तंत्रामध्ये उच्च frequency pulse वापरल्या जातात. त्यायोगे पृष्ठभागाखालचे स्थर कसे आहेत याचा फोटोद्वारे अंदाज येतो. व पाणी किंवा नसा कुठे आहेत हे समजू शकते. परंतु ही पद्धत पृष्ठभागापासून फार खोल असलेले पाणी दाखवू शकत नाही.

२. Electrical Resistivity Meter : हे तंत्रज्ञान पुष्कळ वर्षे वापरले जात आहे. या तंत्रज्ञानानुसार जमिनीमध्ये विद्युत लहरी पाठवल्या जातात. त्या वेगवेगळ्या थरांमधून जातात व त्यावेळी प्रत्येक स्थराद्वारे विद्युतलहरींना प्रतिकार होतो. ही प्रतिकार करण्याची ताकद प्रत्येक थराची वेगळी असते. कारण प्रत्येक थरामध्ये वैविध्य असते. या गुणधर्माचा उपयोग करून पाणी शोधले जाते. यासाठी संगणकाचा वापर करून पृष्ठभागाखालची वेगवेगळ्या स्तरांची रचना अभ्यासली जाते.

हे तंत्रज्ञान वापरायला सोपे आहे. हे तंत्रज्ञान वापरून जमिनीखाली काही मीटर ते शेकडो मीटर खोलीपर्यंतची

माहिती मीळू शकते. तसेच संगणक वापरून स्तरांची 2D, 3D माहिती मिळू शकते. जलधारकाची खोली, लांबी, रुंदी, पाण्यातील प्रदूषण, खारेपाणी प्रवाह ही सगळी माहिती मिळू शकते. जलधारकामधे पाण्याची भर कुठून पडते हेही समजू शकते. एवढे चांगले भरपूर माहिती देणारे तंत्रज्ञान महाग असणारच.

३. Seismic Refraction or Reflectio : भूकंपीय लाटा भूगर्भात सोडून पाण्याची खोली शोधली जाते.

४. Electromagnetic conductivity Meter : विद्युतलहरी कशा पुढे जातात यावरून पृष्ठभागाखालील स्तर कसे आहेत याचा अभ्यास केला जातो. कारण प्रत्येक स्तराची वाहकता (conductivity) विशिष्ट असते. पाण्याची वाहकता खडक किंवा माती यापेक्षा वेगळी असते.

५. Proton Magnetic Resonance (PMR) : हे तंत्रज्ञान वापरून थेट पाण्याचा शोध घेतला जातो. येथेही विद्युतलहरी जमिनीमध्ये सोडल्या जातात. पाण्यातील हायड्रोजन या अणूच्या केंद्रकाद्वारे जे सिग्नल निघतात ते मोजले जातात आणि पाणी किती आहे हे मोजणे शक्य होते. येथे अत्याधुनिक उपकरणांची गरज आहे.

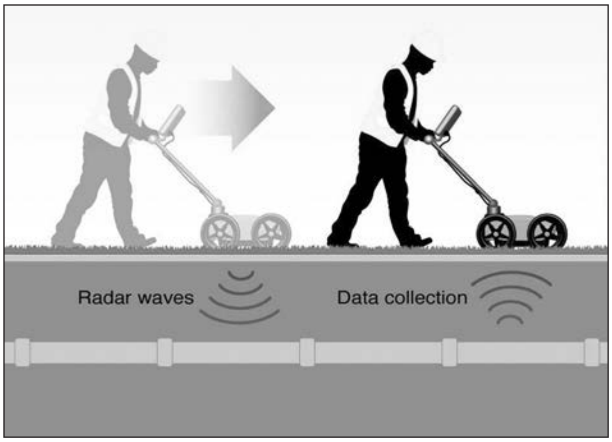
६. Borehole Geophysics : खोदताना खोदनलिकेमध्ये कॅमेरा आणि टेलिव्हुअर पाठवून पाण्याचा शोध घेतला जातो.

अशा प्रकारे तंत्रज्ञानामध्ये विविधता आहे, सुधारणा होत गेल्या आहेत आणि सतत होत आहेतच. वापरण्यास सोपे असे water detector बाजारात उपलब्ध आहेत. काही जपानचे तर काही फ्रान्सचे तत्त्वज्ञान वापरून आपल्या देशात बनवलेले डिटेक्टर आहेत. अशा प्रकारचे डिटेक्टर वापरून बोअरवेल किंवा विहिरीसाठी जागा सुचवणाऱ्या कंपन्या किंवा व्यावसायिकपण आहेत. अशा प्रकारची तंत्रज्ञाने वापरून बोअर वेल किंवा विहीर खोदली तर पाणी मिळण्याची शक्यता ९० टक्के आहे असे मानले जाते.

हे सर्व मी माझ्या मित्राला सांगितल्यावर तो म्हणतो कसा त्या उरलेल्या १० टक्क्यांमध्ये मी आलो तर याला काय उत्तर देणार?

भारतातील पाणीसंकट

The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) जागतिक पाणी परिस्थितीद्वारे (development) त्यांच्या अहवालात असे नमूद करण्यात आले आहे की भारत हा जगातील सर्वात जास्त भूजलउपसा करणाऱ्या देशांपैकी एक देश आहे. भारताबरोबरच चीन, पाकिस्तान, इराण आणि बांगलादेश



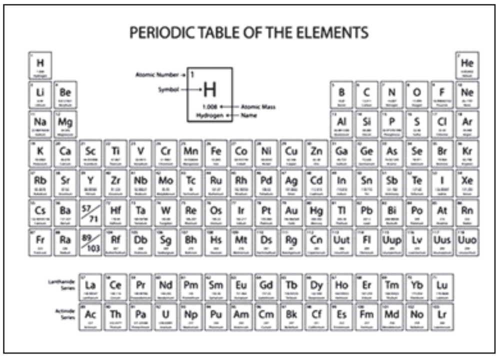
हे देशसुद्धा भूजलाचा मोठ्या प्रमाणावर उपसा करतात. अशीच परिस्थिती राहिली तर २०३०पर्यंत पाण्याची मागणी सध्याच्या मागणीच्या दुप्पट होईल असा अंदाज वर्तवला जात आहे. परिस्थिती बिकट होऊन कित्येक गावे किंवा शहरे पाण्यावाचून सुकून जातील अशी भीती वर्तवली जात आहे.

आपला देश शेतीप्रधान आहे. शेतीसाठी लागणाऱ्या एकूण पाण्यापैकी ६२ टक्के पाणी हे भूजल आहे. अंदाजे २५ टक्के पाणी कालव्यांद्वारे पुरवले जाते. घरगुती वापराच्या पाण्यापैकी ८० टक्के पाणी भूजल आहे. म्हणजेच आपण भूजलावर अवलंबून आहोत. भूजलाचा साठा कमी होत आहे ही वस्तुस्थिती आहे. हे असेच चालू राहिले तर पाण्याअभावी आपली शेती, कारखाने आणि त्या अनुषंगाने अर्थव्यवस्था धोक्यात येऊ शकते.

भूजल कमी होण्याची कारणे

भूजल कमी होण्याची कारणे अनेक आहेत. पाण्याची वाढती मागणी आणि पावसाचा लहरीपणा हे मुख्य कारण आहेच, त्याबरोबरच हरितक्रांती हेही कारण आहे. हरितक्रांती झाली आणि अन्नधान्याचा प्रश्न सुटला, परंतु भूजलाचा वापर बेसुमार वाढला. भूजलाचा उपसा वाढण्याचे एक महत्त्वाचे कारण आहे ते म्हणजे वीजबिलांवर शेतकऱ्यांसाठी असणारी सबसिडी (सूट). त्याचबरोबर भूजलवापरावरील नियमांचा अभाव आणि अयोग्य वापर. भूजलाचा जेवढा उपसा होतो तेवढ्या प्रमाणात जलधारकात पाण्याची भर पडत नाही. तसेच भूजल दुषित होणे आणि त्यामुळे वापरास अयोग्य होणे हेही एक कारण असू शकते.

पान २७ वर



मूर्ती लहान, कीर्ती महान – हीलियम

पदार्थांच्या आवर्तसारणीत दुसऱ्या क्रमांकावर असलेला हीलियम, त्याच्या अवकाशातील सार्वत्रिक अस्तित्वामुळे आणि उल्लेखनीय गुणधर्मांमुळे या विश्वातील एक अतिशय महत्त्वाचा घटक मानला जातो. हायड्रोजननंतर पदार्थांचे रासायनिक गुणधर्म समजावून घेण्यासाठी निरीक्षण करण्यायोग्य विश्वातील हा दुसरा सर्वात हलका आणि सर्वात मुबलक घटक असून, शास्त्रज्ञांचे हे अतिशय आवडते प्रायोगिक मूलद्रव्य आहे, पदार्थाच्या मूलभूत स्वरूपाचे अंतरंग जाणून घेण्यासाठी आणि अतिशीतविज्ञान म्हणजे क्रायोजेनिक्सपासून खगोल भौतिकशास्त्रापर्यंतच्या विविध क्षेत्रांमध्ये अतिशय महत्त्वाची भूमिका बजावणारे हे मूलद्रव्य आहे. सन १८६८मध्ये फ्रेंच खगोलशास्त्रज्ञ ज्युल्स जॅन्सेन यांनी सूर्यग्रहणाच्या वेळी प्रथम हीलियमचा शोध लावला. त्यांना या सूर्यग्रहणात सौरवर्णपटाच्या निरीक्षणात गडद पिवळ्या रंगाची रेषा दिसून आली. सुरुवातीस ती रेषा सोडियमाकरता असल्याचे सुचवण्यात आले होते. सर जोसेफ नॉर्मन लॉक्यर यांनी ती रेषा सोडियमाच्या ज्ञात असलेल्या रेषांशी जुळत नसल्याचे निदर्शनास आणले. ती रेषा सूर्याच्या वर्णपटात प्रथमच आढळल्याने त्या रेषेच्या अज्ञात मूलद्रव्याला हीलियम हे नाव दिले गेले. हीलियम हे नाव ग्रीक संस्कृतीत प्रचलित असलेल्या सूर्यदेवता हेलिओसवरून आले आहे. स्कॉटिश रसायनशास्त्रज्ञ सर विल्यम रॅमसे यांनी सन १८९५ मध्ये युरेनियम खनिजापासून हीलियम वेगळा करेपर्यंत हीलियम पृथ्वीवर रहस्यमयच राहिला. या अविस्मरणीय शोधामुळे हीलियमच्या भूमीवरील अस्तित्वावर शिक्कामोर्तब होऊन त्याच्या विविध उपयोगांचे मार्ग खुले झाले.

हीलियमचे एकमेवाद्वितीय असे गुणधर्म त्याच्या अणुरचनेतून प्राप्त होतात, याच्या अणुकेंद्रकामध्ये दोन प्रोटॉन आणि दोन न्यूट्रॉन असतात आणि त्याच्या कक्षेत दोन इलेक्ट्रॉन असतात. एक निष्क्रिय आणि स्थितप्रज्ञ वायू असल्याने, हीलियमचा अणू कमालीचा स्थिर असतो, सामान्य परिस्थितीत रासायनिकदृष्ट्या हा अत्यंत निष्क्रिय असतो. त्याचे हे जडत्व तसेच त्याच्या अपवादात्मकपणे कमी उत्कलन आणि विलयबिंदूंमुळे, हीलियम अतिशीत विज्ञानात म्हणजेच क्रायोजेनिक्समध्ये अपरिहार्य घटक बनला, या तंत्रज्ञानात तो मॅग्नेटिक रेझोनन्स इमेजिंग (MRI) मशीनमध्ये, तसेच कण प्रवेगक (पार्टिकल एक्सलेटर) आणि इतर उच्च–तंत्र अनुप्रयोगांमध्ये जे सुपरकंडक्टिंग चुंबक वापरले जातात, त्यांच्यासाठी शीतलक (कूलंट) म्हणून हीलियमचा वापर होतो. वजनात अतिशय हलका असल्यामुळे तरंगण्याचा गुणधर्म प्राप्त झालेला हा वायू विशेषत: प्रायोगिक तरंगते फुगे आणि हवाई जहाजांमध्ये वापरला जातो. सन १९३७ पूर्वी तरंगत्या फुग्यांसाठी आणि हवाई जहाजांसाठी हायड्रोजनचा प्रामुख्याने वापर केला जात असे. ती विमाने नसून खरोखरीच हवाई जहाजे (एअरशिप) होती, कारण ती हवेत उडायची पण जमिनीवर न उतरता पाण्यावर उतरत होती. ६ मे १९३७ रोजी न्यू जर्सीमधील मँचेस्टर नागरी वस्तीत झेपेलिन या जर्मन कंपनीच्या हिंडनबर्ग हवाई जहाजाला आग लागली. हवेतून पाण्यावर उतरत असताना हवाई जहाजात हायड्रोजनची गळती सुरू होऊन हवेतील ऑक्सिजनशी त्याचा संपर्क आला व वातावरणातील स्थिर विद्युतशक्तीमुळे ठिणगी पडून ते हवाई जहाज पेटले. त्यात असलेल्या एकूण ९१ प्रवाशांपैकी ३५ जणांचा अंत झाला व अनेकांना गंभीर जखमा झाल्या. या दुर्घटनेनंतर हवाई जहाजांचे युगच संपुष्टात आले कारण लोकांचा त्यावरचा विश्वासच उडाला. त्यानंतर

काही वर्षांनी विमानाचे युग सुरू झाले. सुरक्षिततेच्या दृष्टीने हायड्रोजनपेक्षा हीलियमच्या श्रेष्ठत्वाची जाणीव होऊन हीलियमचा प्राधान्याने तरंगणारा वायू म्हणून व्यापक वापर सुरू झाला.

मानवी कल्याणासाठी हीलियमचा वापर होतोच, त्याशिवाय हीलियम हे मूलद्रव्य ब्रह्मांडातील रहस्ये उलगडण्यात महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावते. बिग बँग दरम्यान तयार झालेला एक आदिम (अतिप्राचीन) घटक म्हणून, हीलियम विश्वाच्या मूलभूत रचनेतील महत्त्वपूर्ण अंश आहे. ताऱ्यांमधील त्याचे विपुल प्रमाण अणुसंलयन किंवा फ्युजन अभिक्रियांना उत्तेजन देते. आपल्या सूर्याला शक्ती देण्याचे काम याच फ्युजन स्वरूपाच्या प्रक्रिया करतात. सूर्याचे वर्णपट (स्पेक्ट्रोस्कोपिक फिंगरप्रिंट) खगोलशास्त्रज्ञांना खगोलीय पदार्थांची रचना आणि गतिशीलतेचा शोध घेण्यास मोलाची मदत करतात. ब्रह्मांडात सर्वव्यापी असलेला हा हीलियम पृथ्वीवर मात्र एक मर्यादित आणि अपारंपरिक संसाधन आहे, त्याच्या शाश्वत उपयोगितेत काही महत्त्वपूर्ण आव्हाने आहेत. भूगर्भीय हीलियम साठ्याचा मोठा भाग हा किरणोत्सर्गी क्षयातून होत असतो व नैसर्गिक वायूच्या साठ्यांमधून तो आढळतो, तिथे तो भूगर्भीय कालक्रमानुसार जमा होत राहातो. तथापि, हीलियमचा हलकेपणा आणि जडत्व गुणधर्म यामुळे तो बाहेर पडल्यानंतर वातावरणात विरून जाण्याची मोठीच शक्यता असते, ह्याचा परिणाम म्हणजे ह्या वायूच्या पारंपरिक निष्कर्षण पद्धती अकार्यक्षम आणि पर्यावरणास हानिकारक ठरतात.

नैसर्गिक वायूच्या साठ्यांमध्ये पुनर्प्राप्त करण्यायोग्य हीलियमचे प्रमाण बदलत राहते, औद्योगिक क्षेत्रात वापर करण्यासाठी त्याचे उत्पादन करण्यासाठी महागड्या आणि ऊर्जा-केंद्रित पृथक्करण (सिंथेसिस) तंत्रांची आवश्यकता असते. उदयोन्मुख तंत्रज्ञान आणि औद्योगिक अनुप्रयोगांच्या वाढत्या मागणीसह मर्यादित संसाधनांवर अवलंबून राहावे लागते, त्यामुळे, हीलियमची कमतरता भासते आणि त्याच्या बाजारमूल्यात अस्थिरता येते.

हीलियमची कमतरता कमी करण्यासाठी आणि त्याची दीर्घकालीन उपलब्धता सुनिश्चित करण्यासाठीच्या जागतिक प्रयत्नांमध्ये संशोधन सुरू असून त्याच्या पुनर्वापरापासून अन्वेषण आणि पर्यायी उत्पादन पद्धतींपर्यंतच्या धोरणांचा समावेश आहे. विशेषत: वैज्ञानिक संशोधन आणि आरोग्य सेवेमध्ये, अंतिम-वापराच्या अनुप्रयोगांमधून हीलियमचा पुनर्वापर, प्राथमिक स्रोतांवर अवलंबून राहणे आणि वापरातील अपव्यय कमी करून हीलियमची उपलब्धी सुनिश्चित केली जाऊ शकते. याव्यतिरिक्त, चालू असलेल्या संशोधनातून जलाशयांमधील हीलियमसमृद्धता ओळखणे आणि कार्यक्षमता आणि उत्पन्न वाढवण्यासाठी निर्मितीतंत्रज्ञानामध्ये सुधारणा करणे शक्य आहे. फ्यूजन प्रक्रियेच्या साहाय्याने तसेच चंद्रावरील धुळीतून (रेगोलिथमधून) हीलियम निर्मिती करता येऊ शकेल का, इकडे शास्त्रज्ञांनी लक्ष केंद्रित केले आहे. हीलियमचे महत्त्व आणि मर्यादित साठा अधोरेखित करणाऱ्या शैक्षणिक मोहिमा त्याबाबतीत जागरूकता वाढवू शकतील. संवर्धन आणि पुनर्वापराच्या पायाभूत सुविधांमध्ये गुंतवणूक करण्यास मोठ्या उद्योगांना आपण प्रोत्साहित करू शकतो. हीलियमचा राखीव साठा आणि सरकार आणि उद्योग भागधारक यांच्यातील धोरणात्मक भागीदारीसह विधायक पद्धतींनी पुरवठा सुरक्षा वाढवता येईल. त्यामुळे बाजारातील हीलियमच्या उपलब्धतेविषयी असलेली अस्थिरता कमी होऊ शकते.

हीलियमचे उपयोग नेमके कुठे होतात? वाढदिवसाच्या किंवा कोणत्याही आनंदाच्या प्रसंगी आसमंतात फुगे उडवले जातात. त्यात हीलियम भरतात. संध्याकाळी बागेत फिरताना कोपऱ्यावर पाठीवर सिलिंडर घेऊन त्यातील वायूने फुगे भरून बालमंडळींना फुगे देणारा फुगेवाला तुम्ही पाहिला असेल. त्याच्या सिलिंडरमध्ये हीलियमच असतो. याशिवाय हीलियमचे अनेक क्षेत्रात महत्त्वाचे उपयोग आहेत. त्यातील काही असे :

वर उल्लेख केल्याप्रमाणे वैद्यकीय क्षेत्रात एमआरआय-सारख्या आवश्यक निदानउपकरणांमध्ये हीलियम वापरला जातो. हीलियम-निऑन लेसर डोळ्यांच्या शस्त्रक्रियेमध्ये वापरतात.

राष्ट्रीय संरक्षण अनुप्रयोगांमध्ये रॉकेट इंजिन चाचणी, वैज्ञानिक फुगे, पाळत ठेवण्याचे ड्रोन, हवेतून हवेत क्षेपणास्त्र मार्गदर्शन प्रणाली आणि असे बरेच काही हीलियमचे उपयोग समाविष्ट आहेत.

हीलियमचा वापर थर्मोग्राफिक कॅमेरे आणि उपकरणे थंड करण्यासाठी शोध आणि बचाव पथके आणि वैद्यकीय कर्मचाऱ्यांनी विशिष्ट शारीरिक प्रक्रिया शोधण्यासाठी आणि निरीक्षण करण्यासाठी नैदानिक म्हणून केला जातो.

विविध उद्योग त्यांच्या उत्पादनांमध्ये गॅसगळती शोधण्यासाठी हीलियम वापरतात. हीलियम हा सुरक्षित ट्रेसर (मागोवा घेऊ शकणारा) वायू आहे कारण तो निष्क्रिय आहे. एरोसोल उत्पादने, टायर, रेफ्रिजरेटर, अग्निशामक, एअर कंडिशनर आणि इतर उपकरणांचे उत्पादक त्यांची उत्पादने बाजारात येण्यापूर्वी सील तपासण्यासाठी हीलियम वापरतात.

अत्याधुनिक अंतराळविज्ञान आणि संशोधनासाठी हीलियम आवश्यक आहे. नासा आणि इस्रोसारख्या अंतराळ संस्था हीलियमचा वापर रॉकेटच्या लिफ्ट-ऑफ दरम्यान गरम वायू आणि अति-थंड द्रव इंधन वेगळे ठेवण्यासाठी करतात.

या निष्क्रिय वायूचा वापर ढाल म्हणून करण्यासाठी आर्क वेल्डिंगमध्ये हीलियम वापरतात. त्याचप्रमाणे, पाण्यात खोलवर जाणारे पाणबुडे आणि हवेच्या उच्च दाबाखाली काम करताना हीलियम आणि ऑक्सिजनचे मिश्रण वापरून सुरक्षित कृत्रिम श्वासोच्छ्वासासाठी वातावरण तयार करू शकतात.

हीलियम हा टायटॅनियम आणि झिरकोनियम उत्पादनात आणि वाढत्या सिलिकॉन आणि जर्मेनियम क्रिस्टलमध्ये संरक्षणात्मक म्हणून वापरला जाणारा वायू आहे.

हीलियम मूलतः किरणोत्सर्गी नसल्यामुळे किंवा तसा होत नसल्यामुळे, प्रचंड दाब देऊन बनवलेले त्याचे द्रावण अणुभट्ट्यांसाठी शीतकरण माध्यम म्हणून वापरले जाते.

क्रायोजेनिक्स, सुपरकंडक्टिव्हिटी, लेसर पॉइंटर, सुपरसॉनिक विंड बोगदे, कार्डिओपल्मोनरी रिसुसिटेशन पंप, सीमासुरक्षादलाद्वारे वापरल्या जाणाऱ्या ब्लिम्पचे निरीक्षण करण्यासाठी लागणारी उपकरणे आणि द्रव इंधन रॉकेट या सर्वांना त्यांच्या उत्पादनात किंवा वापरासाठी हीलियमची आवश्यकता असते.

थोडक्यात सांगायचे झाले तर हीलियमचे मूलभूत आंतरिक गुणधर्म आणि वैविध्यपूर्ण अनुप्रयोग आधुनिक विज्ञान, तंत्रज्ञान आणि उद्योगातील त्याचे महत्त्व अधोरेखित करतात. अत्याधुनिक वैद्यकीय निदान सक्षम करण्यापासून विश्वाचे रहस्य उलगडण्यापर्यंत, नैसर्गिक जगाविषयीचे आपले आकलन आणि मानवी प्रगतीला पुढे नेण्यात हीलियमची भूमिका अतिशय महत्त्वाची आहे. तथापि, त्याचे मर्यादित स्वरूप आणि उपलब्धतेतील आव्हाने लक्षात घेऊन भविष्यातील पिढ्यांसाठी त्याचा शाश्वत उपयोग आणि उपलब्धता सुनिश्चित करण्यासाठी जागतिक स्तरावर एकत्रित प्रयत्नांची आवश्यकता आहे. नवकल्पना, संवर्धन आणि जबाबदारी स्वीकारून, आपण हीलियमच्या पूर्ण क्षमतेचा उपयोग करून या मौल्यवान संसाधनाचे पृथ्वीवरील आपल्या वंशजांसाठी संरक्षण करू शकतो. स्थितप्रज्ञ माणसेच नव्हे, तर मूलद्रव्येदेखील जगात संतुलन राखण्यासाठी महत्त्वाची असतात, असा निष्कर्ष यातून नक्कीच निघू शकतो!

– शरद काळे

sharadkale@gmail.com

पान २४ वरून

शोध भूजलाचा

उपाय

हे असेच चालू राहिले तर भूजल संपून जाईल. त्याचे दुष्परिणाम पुढील पिढ्यांना भोगावे लागतील. हे परिणाम एवढे भयंकर असतील की त्याची कल्पनाच मनाचा थरकाप उडवील. हे अरिष्ट टाळण्यासाठी आतापासूनच आपण उपाय योजना करू शकतो. सर्वात महत्त्वाची गरज आहे ती भूजलाचे योग्य व्यवस्थापनाची. त्यासाठी नियमावलीची गरज आहे.

१. ज्या प्रदेशामध्ये पाण्याचा उपसा फार मोठ्या प्रमाणावर होत आहे अशा जागा शोधून काढणे व त्या प्रदेशात नवीन कूपनलिकांना परवानगी नाकारणे.

२. भूजल ही खाजगी नाही तर सार्वजनिक मालमत्ता समजून त्याचा दुरुपयोग टाळणे.

३. भूजल दूषित होणार नाही ही काळजी घेणे.

४. कोणतीही नियमावली ठरवण्यापूर्वी संशोधन आणि शास्त्रीय निकशाचा अभ्यास होणे गरजेचे आहे.

५. भूजलाचा उपसा कमी करण्यासाठी विजेच्या बिलावरची सबसिडी कमी करणे.

६. शेतीला पाणी देण्याच्या आधुनिक तंत्रज्ञानाचा उपयोग करून पाणी वाचवणे.

७. भूजलाचे व्यवस्थापन स्थानिक जनतेच्या मदतीने करणे. जसे ग्रामपंचायत.

८. भूजल, जलधारक आणि जमिनीखालचे प्रवाह ह्या सर्व गोष्टींचा अभ्यास होणे जरुरी आहे. तरच जलधारक परत भरण्यासाठी उपाय करता येतील.

९. पाणी साठवण्याचे पारंपरिक मार्ग स्वीकारणे गरजेचे आहे.

आता सर्वात महत्त्वाचा भाग तर पुढेच आहे. पाणी मिळेल, सुबत्ता येईल परंतु भूगर्भातील पाणी संपत चालले आहे त्याचे काय? हे जलधारक परत कसे भरतील ही चिंता आहे. ते जर परत भरले नाही तर विचारही करता येणार नाही अशा गहन समस्यांना तोंड द्यावे लागेल. त्यासाठी आताच उपाय शोधण्याची गरज आहे.

– डॉ. वसुधा जोशी

josudha47@gmail.com

डॉ. जयंत वसंत जोशी

कल्हईतील विज्ञान आणि तंत्रज्ञान

स्वयंपाकाघरात स्वयंपाक तयार करण्यासाठी चकचकीत स्टेनलेस-स्टील, ॲल्युमिनियम यासारख्या धातू/मिश्रधातूंची भांडी वापरात येण्यापूर्वी तांब्याची किंवा पितळेची भांडी वापरली जात. तांब्यापितळेच्या भांड्यांवर हवा, हवेतील आर्द्रता, पाणी, पाण्यातील क्षार यांची रासायनीक अभिक्रिया होऊन त्यांचा पृष्ठभाग अस्वच्छ दिसतो.

स्टेनलेस स्टील स्वच्छ व चकचकीत दिसते परंतु त्या भांड्यांची जाडी कमी असल्याने व स्टेनलेस स्टीलची उष्णता वहनक्षमता तुलनेने जास्त असल्याने त्या भांड्यात फोडणी दिल्यास ती जळते. तसेच, अशा भांड्यात अन्न शिजवताना दाह नियंत्रित नसला तर ते अन्न करपण्याची शक्यता असते. ॲल्युमिनियमसुद्धा स्वच्छ दिसते परंतु ते तुलनेने मऊ असल्याने त्याची झीज लवकर होते. ॲल्युमिनियमच्या भांड्यात शिजवलेले अन्न खाल्ल्यामुळे काही आजार होतात असाही काही अभ्यासकांचा दावा आहे. परंतु तो सर्व प्रकारच्या ॲल्युमिनियमच्या भांड्यांसाठी लागू नाही. भांडी तयार करण्यासाठी वेगवेगळ्या प्रतीचे ॲल्युमिनियम वापरले जाते. स्वयंपाकासाठी वापरण्याच्या भांड्यांसाठीचे ॲल्युमिनियम विशिष्ट प्रतीचे असणे अपेक्षित असते. परंतु भांड्यांची किंमत कमी करण्यासाठी किंवा अधिक नफेखोरीच्या उद्देशाने दुय्यम प्रतीचे ॲल्युमिनियम वापरून काही भांड्याची निर्मिती केली जाते. अशा प्रकारची भांडी वापरणे शक्यतो टाळावे. तसेच ॲल्युमिनियम, मॅग्रेशिअम, मॅगनिज, क्रोमियम व सिलिकॉन या धातूंचे विशिष्ट प्रमाण घेऊन मिश्रधातू तयार करतात. या मिश्रधातूची झीज तुलनेने जास्त होत नाही व तो आरोग्यास हानिकारक नसतो. त्या मिश्रधातूला हिंडालियम असे म्हणतात कारण त्याची निर्मिती प्रथम हिंदुस्थान ॲल्युमिनियम कॉर्पोरेशन या कंपनीने केली. त्यांनी या मिश्रधातूस हिंडालियम हे नाव दिले. स्टेनलेस स्टील व ॲल्युमिनियमच्या भांड्यांच्या या गुणदोषांमुळे लोक तांब्यापितळेच्या भांड्यांच्या वापरास पुन्हा प्राधान्य देऊ लागले आहेत.

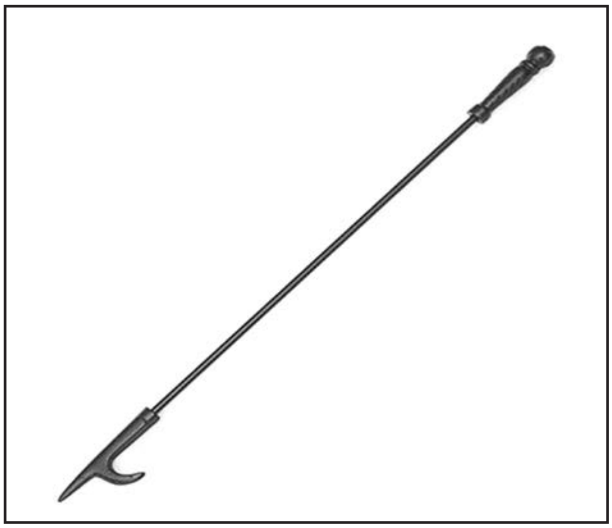
तांब्यापितळेच्या भांड्यात आंबट किंवा आम्लधर्मी अन्नपदार्थ बनवले असता, त्यांच्यात रासायनिक प्रक्रिया होऊन अन्न बिघडण्याची/कळकण्याची/नासण्याची शक्यता निर्माण होते. त्यामुळे अन्नाची चव बिघडते तर काही वेळेस अन्नपदार्थाच्या रंगातही बदल होतो. त्यातून विषबाधा होण्याचा धोका संभवतो. हे टाळावे म्हणून तांब्याच्या किंवा पितळाच्या भांड्यांना आतल्या बाजूने कल्हई केली जाते.

कल्हई म्हणजे तांब्याच्या किंवा पितळेच्या भांड्यांना आतल्या बाजूने कथिल या धातूचा पातळ थर देण्याची प्रक्रिया म्हणजेच कथिलाच्छादन. एका धातूवर दुसऱ्या

धातूचा पातळ थर देताना त्या दोन्ही धातूंमध्ये काही गुणधर्म असणे आवश्यक असते. कोणत्याही धातूचा कोणत्याही अन्य धातूवर थर देता येत नाही. धातूचा पातळ थर देऊन काय साध्य करायचे आहे हेदेखील महत्त्वाचे असते. धातूचा पातळ थर देण्याच्या वेगवेगळ्या पद्धती आहेत. कल्हई करताना ज्या धातूच्या भांड्याला कल्हई करायची आहे त्या धातूचा वितळबिंदू कथिलाच्या वितळबिंदूपेक्षा कमी असता कामा नये. कल्हई करण्यापूर्वी तांब्यापितळेच्या भांड्यांचा तेलकटपणा, मेणचटपणा घालवून ती भांडी स्वच्छ करणे आवश्यक असते. त्यासाठी ती भांडी घासून कोरडी झाल्यानंतर ती विशिष्ट तापमानापर्यंत गरम केली जातात. यासाठी यांत्रिक भाता वापरून पेटलेले कोळसे प्रखर प्रज्वलित केले जातात. भांडे गरम केल्यामुळे कल्हई करण्याच्या भांड्याचा आतील पृष्ठभागावर असलेला मळ जळून जातो, तसेच पूर्वीची कल्हई खरवडून काढतात व भांडे स्वच्छ होते. कल्हई करण्याच्या भांड्याचा पृष्ठभागाचे अंदाजे क्षेत्रफळ, भांड्याची जाडी यानुसार भांडे किती वेळ तापवायचे हे कल्हई करणारे कारागीर ठरवतात. हे त्यांना अनुभवातून आलेले कौशल्य असते. कल्हई लावल्यानंतर लगेच भांडे थंड पाण्यात बुडवतात. त्यामुळे कल्हई चकचकीत होते. कारण वितळलेले कथिल एकदम थंड न केल्यास कल्हईला ती चमक येत नाही.

नवसागर – अमोनियम क्लोराइड, अमोनियम म्युरिएट भाग या नावांनीही ओळखला जातो. आयुर्वेदामध्ये नवसागराला चूलिका लवण (क्षार) म्हटले आहे. त्याचे रासायनिक सूत्र NH_4Cl असे लिहितात. नवसागर एक अजैविक रासायनिक संयुग आहे. ज्वालामुखींच्या जवळपासच्या भागात नवसागर नैसर्गिकरीत्या आढळतो. हायड्रोक्लोरिक आम्ल व अमोनिया वायू यांच्यापासून शुद्ध नवसागर मिळवता येतो. शुद्ध नवसागर शुभ्र पांढऱ्या रंगाचा, तंतुमय संरचनेचा स्फटिकी पदार्थ असतो. नवसागर गंधहीन, खारट व थोडासा चिघळणारा असून पाण्यात सहजपणे विरघळतो. नवसागराचे द्रावण हलकेसे आम्लीय गुणधर्माचे असते. नवसागर कल्हई करताना अभिवाह म्हणून काम करतो. अभिवाह म्हणजे एखादा धातू कमी तापमानाला वितळावा म्हणून वापरण्यात येणारा पदार्थ. तापलेल्या भांड्यावर नवसागर टाकला की पांढरा, उग्र वासाचा वायू / धूर तयार होतो. म्हणजेच त्याचे संप्लवन होते. संप्लवन म्हणजे एखाद्या घनपदार्थास उष्णता दिली असतो त्याचे द्रवात रूपांतर न होता थेट वायूत रूपांतर होणे. यातून वायुरूपं अमोनिया व हायड्रोक्लोरिक आम्ल निर्माण होते. त्यानंतर आतल्या बाजूने सुती कपड्याने घासून पुन्हा स्वच्छ केले जाते. आम्लाने राहिलेला मळ व ओशटपणाही निघून जाऊन पृष्ठभाग स्वच्छ होतो. मोठे भांडे असेल तर अधूनमधून नवसागर टाकत रहातात, ज्याने कथलाच्या गोळ्या न होता ते पातळ राहते, तसेच भांडे तापवत राहातात. स्वच्छ पृष्ठावर लेप चांगला बसतो. या वायूमुळे काही लोकांना दम्याची असोशी किंवा वावडे होऊ शकते.

कथिल – तापवलेले भांडे गार होण्यापूर्वीच, भांड्याच्या आकारानुसार अंदाजे कथिल (टिन) धातूचा तुकडा भांड्यात टाकला जातो. कल्हई करण्याच्या भांड्याचा पृष्ठभागाचे अंदाजे क्षेत्रफळानुसार कथिलाचा केवढा तुकडा घ्यायचा हे कल्हई करणारे कारागीर ठरवतात. हे त्यांना अनुभवातून आलेले कौशल्य असते. कथिल हा एक मऊ, लकाकणारा, निळसर-पांढऱ्या रंगाचा उपयुक्त मूलद्रव्य असलेला धातू आहे. त्याचा वितळबिंदू २३१.८° आहे. कथिल धातू उष्णता व वीज यांची सुवाहक असून फार मऊ असल्यामुळे



त्यात तन्यता (तार काढण्याचा गुणधर्म) नाही. कथिलात वर्धनीयता गुणधर्म असल्याने तो फार वर्धनशील आहे. म्हणून ठोकून त्याचा वर्ख (अतिशय कमी जाडीचा पातळ पत्रा) तयार करता येतो. कथिल हा धातू निसर्गात केवळ धातूच्या स्वरूपात आढळत नाही, तो संयुगांच्या स्वरूपात आढळतो. या संयुगांपैकी सर्वांत महत्त्वाचे म्हणजे SnO_2 हे होय. ते कॅसिटेराइट किंवा टिनस्टोन या खनिजाच्या स्वरूपात आढळते. भारतात बिहार राज्यातील हजारीबाग, रांची व गया ह्या जिल्ह्यांत कथिलाची थोडी धातुके आढळतात परंतु फायदेशीर नसल्यामुळे भारतात कथिलाचे उत्पादन होत नाही. त्यामुळे भारताला कथिलाकरता पूर्णपणे आयातीवरच अवलंबून राहावे लागते. कथिलाचा महत्त्वाचा गुणधर्म म्हणजे ते गंजत नाही किंवा त्याचे संक्षारण (हवा, पाणी व रासायनिक पदार्थ यांच्या परिणामाने होणारा नाश) होत नाही. म्हणून तांबे, शिसे, लोह इत्यादी धातूंच्या व पितळेसारख्या मिश्रधातूच्या वस्तूंच्या पृष्ठावर कथिलाचा लेप देण्यात येतो. शुद्ध कथिल विषारी नसतो व त्याच्यावर हवेचा किंवा आंबट पदार्थांचा परिणाम होत नाही. त्यामुळे कल्हई केलेले पृष्ठ गंजत नाही. कल्हईच्या भांड्यात ठेवलेल्या भाज्या, आमट्या, वरण यासारखे शिजवलेले अन्नपदार्थ लोणचे, दही इत्यादींसारखे अन्य पदार्थ कळकत नाहीत.

यांत्रिक भाता – या भात्याने दाबयुक्त हवेचा झोत निर्माण केला जातो. हे करण्यासाठी धातूच्या हलक्या पंख्याच्या फिरत्या पात्यांचा उपयोग करतात. या पंख्यात दातेरी चाकाची यंत्रणा अशी केलेली असते की हाताने यंत्राच्या दांड्याच्या मुठीचा एक फेरा फिरवल्यास आतील पंख्याची पाती चाकाच्या परिघावरील दातांच्या गुणोत्तराच्या प्रमाणात फिरतात. उदाहरणार्थ, चाकांच्या परिघावरील दातांचे गुणोत्तर १:४ असल्यास यंत्राच्या दांड्याच्या मुठीचा एक फेरा फिरवल्यास आतील पंख्याची पाती ४ फेरे फिरतात. अशाप्रकारचे चाकाच्या परिघावरील दातांचे वेगवेगळे गुणोत्तर असलेले भाते बाजारात उपलब्ध आहेत. कोळशाच्या प्रखर ज्वलनातून अपेक्षित तापमान गाठण्याकरता यंत्रातून वेगाने बाहेर पडणारी हवा सतत पुरवावी लागते.

कलथा – हा नरम पोलदापासून तयार केलेला एक दीड-दोन फूट लांबीचा गज असतो. पेटलेले कोळसे हलवण्यासाठी त्याचा वापर करतात. पोलाद उष्णतेचे सुवाहक असल्याने कलथा गरम होतो. तो हाताळण्यासाठी कलथ्याच्या दुसऱ्या टोकाला लाकडाची मुठ असते. लाकूड उष्णतेचे दुर्वाहक असल्याने कलथा मुठीला पकडून हातात पकडल्यास हाताला चटका बसत नाही. कलथ्याने पेटलेला कोळसा जरुरीप्रमाणे हालवता येतो. एक प्रकारच्या कलथ्याला भाल्यासारखे पण धार नसलेले टोक असते व दुसऱ्या प्रकारचा कलथा टोकाला वळवलेला असतो. भट्टीतील उष्णाता कायम ठेवण्यासाठी काम करतांना विस्तव सतत प्रज्वलित ठेवावा लागतो व कोळशावरील राखही वारंवार काढावी लागते. या सर्व कामांसाठी कलथ्यांचा उपयोग केला जातो.

सांडश्या – कल्हई करणाऱ्या कारागीरास तापवलेली गरम भांडी पकडण्याकरता विविध प्रकारच्या सांडश्यांची आवश्यकता असते. सांडश्या साध्या यंत्रांतील तरफेच्या तत्त्वावर काम करतात. तरफेचे टेकू, भार व बल यांच्या स्थानानुसार तीन प्रकार पडतात. सांडशी ही तरफेच्या दुसऱ्या प्रकारात मोडते. तरफेच्या दुसऱ्या प्रकारात बलभुजा ही भारभुजेपेक्षा मोठी असल्यामुळे यांत्रिक फायदा नेहमी एकपेक्षा मोठा असतो. सांडशीत टेकू मध्यभागी, भार व बल टेकूच्या विरुद्ध बाजूला असतात.

(सदर लेख मराठी विश्वकोश व माहितीजालावर उपलब्ध माहितीवर आधारित आहे. सर्व स्रोतांचे आभार.)

– डॉ. जयंत वसंत जोशी
jvjoshi2002@yahoo.co.in

ग्रंथाली

शरद काळे यांची नवीन पुस्तके नाट्यातून विज्ञानाकडे भाग १, २ आणि ३

मूल्य २०० रु.
सवलतीत १२० रु.

मूल्य २०० रु.
सवलतीत १२० रु.

मूल्य ३०० रु.
सवलतीत १८० रु.

डॉ. किशोर कुलकर्णी

तप्त धरा, प्लास्टिक आणि जनस्वास्थ्य

सन २०२३ हे वर्ष सर्वात उष्ण वर्ष म्हणून गणले गेले आहे.

हवामानतज्ज्ञांनी केलेल्या भविष्यवाणीनुसार येत्या काही वर्षांत जागतिक तापमानात सुमारे १.४ ते ५.८ अंश सेल्सियस तापमानवाढीची शक्यता आहे. तापमानवाढीचे प्रत्यक्ष व अप्रत्यक्ष परिणाम इतके व्यापक आणि भयावह होतील की त्यांची आपण कल्पनाही करू शकणार नाही. बर्फ वितळण्यामुळे समुद्राचा जलस्तर वाढेल, समुद्राकाठची छोटी शहरे पाण्याखाली जातील, शिवाय वातावरणात असलेल्या पाण्याच्या वाफेचे प्रमाण वाढल्याने निसर्गात अनेक गोष्टी जशा वादळ, चक्रीवादळ, महापूर आणि दुष्काळ एकाच वेळी किंवा वेगवेगळ्या वेळी घडून येतील. बर्फामुळे प्रकाशाचं परावर्तन व्यवस्थित होते परंतु पृथ्वीवर बर्फच शिल्लक राहिला नाही तर सूर्यापासून आलेला प्रकाश व उष्णता कमी प्रमाणात परावर्तित होईल. त्यामुळेही तापमानात आणखी वाढ होईल, असे हे दुष्टचक्र आहे. तापमानवाढीचे प्रत्यक्ष परिणाम खूप आहेत. एक दृश्य परिणाम म्हणजे वनस्पती व प्राणी यांच्या वर्तनात दिसून येणारा बदल. हिवाळा कमी कालावधीचा झाला किंवा थंडी अचानक संपुष्टात आली तर वसंतऋतूचं आगमन लवकर होईल. परिणामी पक्षी अंडी लवकर घालतील, स्थलांतरित पक्षी हिवाळा लवकर संपल्यामुळे परतीच्या प्रवासाला लागतील त्यामुळे ज्या कीटकावर ते गुजराण करत होते ते तसेच शिल्लक राहतील साहजिकच त्यांची संख्या अमाप वाढेल, कीटकांची संख्या अमाप वाढल्यामुळे त्यांच्याद्वारे पसरले जाणारे रोगजंतू वाढतील आणि मग रोगांची–आजारांची मालिका सुरू होईल. हे सारे परिणाम माणसालाच भोगावे लागणार आहेत.

काही रोग पूर्वी केवळ भारतासारख्या उष्णकटिबंधीय देशांपुरते मर्यादित होते, परंतु आता त्यांचा प्रसार शीत कटिबंधीय प्रदेशातही झालेला आढळतो. कारण तापमानबदल. सर्वसाधारणपणे वातावरणात आर्द्रता किंवा ओलावा भरपूर असेल तर अनेक रोगवाहकांची चलती होते. म्हणूनच डेंग्यू (डेंगी) ज्वर, हिवताप, पीतज्वर, मस्तिष्क शोथ (एन्केफलायटीस) अशा रोगांचा प्रसार/प्रमाण वाढण्याची दाट शक्यता असते. एक उदाहरण इथे देता येईल ते डेंग्युज्वराचं. या रोगाला प्रसारित करणारा 'एडीस इजिप्ताई' डास पूर्वी समुद्रसपाटीपासून एक हजार मीटर उंचीवर सापडत नव्हता परंतु तापमानवाढीनंतर हे डास कोलंबिया या दक्षिण अमेरिकेच्या शहरावर असलेल्या एंडिम पर्वतरांगेत आढळून आले आहेत. या पर्वताची उंची सुमारे २२०० मीटर इतकी आहे. गेल्या काही वर्षांत हे डास इंडोनेशियातही आढळून आले आहेत. पूर्वी तिथं डेंग्यू किंवा हिवतापाचा मागमूसही नव्हता. आपल्या सगळ्यांना माहित आहे की डास हा अनेक रोगकारकांचा प्रसारक आहे, डेंग्यू (डेंगी) ज्वर, हिवताप, पीतज्वर, मस्तिष्क शोथ किंवा एन्केफलायटीस, फायलेरिया किंवा एलिफंटायसिस म्हणजेच हत्तीरोग, रिफ्टव्हॅलीज्वर, रॉस रिव्हरज्वर, हे सारे रोग डासाद्वारे पसरवले जातात. डास तापमानाला खूप संवेदनशील असतात. हिवतापजंतुवाहक डास साधारणपणे १६ अंश सेल्सियस तापमानापेक्षा कमी तापमान सहन करत नाहीत. डेंग्युज्वराचा डास शरदऋतुत १० अंश सेल्सियस तापमानात जिवंत राहू शकत नाहीत. त्याचबरोबर जास्तीत जास्त ४० अंश सेल्सियस तापमानालाही डास जिवंत राहण्याची अपेक्षा कमीच असते. मात्र वातावरणात ओलावा असेल तर डासवाढीचे व चावण्याचे प्रमाण, त्यांची सक्रियता ही वाढीव असल्याचे निरीक्षण आहे. एकंदरीतच जगातील सुमारे ४५ टक्के जनता हिवताप आणि इतर डासप्रणीत

रोगांच्या प्रभावाखाली जगत आहे. ही संख्या वाढण्याची शक्यता वर्तवली जात्येय.

तापमानवाढीचा जनस्वास्थ्यावर होणारा दुसरा मोठा परिणाम म्हणजे श्वसनविकार. आपल्या सभोवतालच्या वातावरणात तरंगते सूक्ष्मधुलिकण वेगवेगळ्या पदार्थांचे असतात आणि तापमानवाढीमुळे या धुलिकणांचा त्रास श्वसनविकार वाढण्यावर होतोय. फुप्फुसांच्या वायुकोशात शिरकाव केला की खोकल्याला सुरुवात होते आणि ते बाहेर पडेपर्यंत आपण खोकत राहतो. या सूक्ष्म तरंगत्या कणांबरोबरच परागकण, धूर, मातीचे सूक्ष्मकण, कवक किंवा बुरशीचे बीजाणू, राखेचे कण आणि इतर रासायनिक सूक्ष्म कण, एरोसोल्स, हवेत तरंगत असतात. श्वासावाटे आपल्या श्वासनलिकेद्वारे फुप्फुसापर्यंत जाऊन पोहोचतात आणि अनेक घातक रोगांना आपण बळी पडतो. स्प्रेपेंट, रासायनिक कारखाने, मोटार उद्योग, धूर आणि धुरके हे सारे तरंगत्या सूक्ष्मकणांचे मुख्य स्रोत आहेत. हे सूक्ष्मकण इतके हलके असतात की श्वासाद्वारे फुप्फुसात जाऊन स्थिर होतात, त्या अवयवाला रोगग्रस्त करतात. त्यामुळेच दमा, फायब्रोसिस, न्युमोनिया, फुप्फुसाचा कर्करोग इत्यादी रोगांना आमंत्रण दिले जाते. हे सारे प्रताप आहेत तापमानवृद्धीचेच. जगात होणाऱ्या दर नऊ मृत्यूपैकी एक प्रदूषित हवेमुळे होतो. जगात दर वर्षी सत्तर लाख लोकांचा प्रदूषणामुळे अकाली मृत्यू होतो असे जागतिक आरोग्य संघटनेने म्हटले आहे. श्वसनयंत्रणेच्या विकारात काली खांसी, दमा, श्वासनलिकेचा दाह किंवा शोथ, सांध्यांचे दुखणे, मणक्यांचे विकार, माकडहाडाचे दुखणे अशा विविध रोगांना आपण बळी पडतो. अशा विषम वातावरणात मनुष्याची पचनसंस्थाही व्यवस्थित कार्य करत नाही. परिणामी हगवण, उलट्या होणे, पोटदुखी, तसेच पोटांचे इतर विकार बळावतात. थोडक्यात, तापमानवृद्धी झाली की अनेक रोगांचे आक्रमण आपल्या शरीरावर होते. म्हणूनच जनस्वास्थ्य चांगले राहावे असे वाटत असेलतर आपण आरोग्याबरोबरच वसुंधरेचे आरोग्य सुदृढ राहील यासाठी प्रयत्न करायला हवेत. वसुंधरेच्या स्वास्थ्याची चिंता करताना हेही सुनिश्चित केले पाहिजे की विकासाच्या मागे लागून निसर्गाची हेळसांड होणार नाही. विकासाच्या गतीबरोबरच निसर्ग समतोलाची गती कायम ठेवायला हवी.

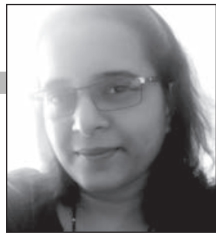
वसुंधरेला प्रदूषित करणारा आणखी एक घटक म्हणजे प्लास्टिक. या वर्षीच्या वसुंधरादिनाचे घोषवाक्य आहे– वसुंधरा आणि प्लास्टिक. आज प्लास्टिक सर्वत्र वापरले जाते आणि वापरलेले प्लास्टिक सर्वत्र अस्ताव्यस्त फेकलेले किंवा पसरलेले आढळते. प्लास्टिकचा हा भस्मासुर मानवजातीला सळो की पळो करून सोडतोय. जमिनीवर तर आहेच पण समुद्रातसुद्धा ते इतक्या प्रमाणात आहे की समुद्राच्या पाण्याला गारबेज सुप म्हटले गेलेय. समुद्रात लाखो टन प्लास्टिक तरंगत्या स्थितीत असून प्रशांत महासागरात तर प्लास्टिकच्या कचऱ्याचे एक भलेमोठे बेट निर्माण झाले आहे. जलचरांच्या पोटात ते आहे तसे जमिनीवरील प्राण्यांच्या पोटातही आहे. वन्यप्राणीसुद्धा यातून सुटले नाहेत इतके ते जळीस्थळी पसरलेले आहे. जमिनीवरील प्राण्यांप्रमाणेच जलचरही या प्लास्टिक प्रदूषणामुळे धोक्यात आलेले आहेत.

सन २०२२ मध्ये जवळजवळ सर्व देश सहमत झाले होते की, प्लास्टिक वापरण्याचे फायदे नगण्य आणि तोटे जास्त आहेत. उशिरा का होईना, पण आता जगातील अनेक देशांत प्लास्टिकचा वापर कमी करण्यासाठी प्रयत्न केले जात आहेत. परंतु हे प्लास्टिक आपल्या जीवनाचा असा अविभाज्य भाग बनले आहे, की त्यापासून पूर्णपणे सुटका होणे शक्य नाही. यामुळे बहुतांश देश सर्वात आधी 'सिंगल युज प्लास्टिक' म्हणजे एकदाच वापरल्यानंतर फेकल्या जाणाऱ्या प्लास्टिकवर प्रतिबंध लावत आहे. भारतातही १ जुलैपासून देशभरात 'सिंगल युज प्लास्टिक'वर बंदी घालण्यात आली आहे. 'प्लास्टिक हा पृथ्वीचा भक्षक आहे', 'प्लास्टिक काढा पृथ्वीचे रक्षक व्हा', 'प्लास्टिक हटाओ – धरती बचाओ', 'प्लास्टिक स्लो पॉयजन आहे', हळूहळू पृथ्वीची हत्या करते', 'प्यार और प्लास्टिक दोनो एक जैसे होते है, खुद तो कभी मिटते नही दुसरों को तबाह कर देते हैं.' 'दूर करा प्लास्टिक दूर करा.' मित्र हो या मोहिमेने काही फरक पडला का? मला तरी फारसा फरक पडला असे वाटत नाही. उलट या प्लास्टिकने आपल्या सगळ्यांच्या पेशीमध्ये जागा मिळवली आहे. हे प्लास्टिक तुम्हा आम्हाला सहजी दिसत नाही इतक्या शिताफीने त्याने सजीवांच्या शरीराचा ताबा मिळवला आहे. हे आहे मायक्रो प्लास्टिक. हे म्हणजे नवीन प्रकारचे प्लास्टिक किंवा प्लास्टिकचा आणखी एखादा भाऊ आहे का? नाही मित्रांनो, मायक्रो म्हणजे सूक्ष्म आणि नॅनो म्हणजे अतिसूक्ष्म. आणि ते सूक्ष्म कण (तुकडे), मण्याच्या आकाराचे सूक्ष्म मणी आणि सूक्ष्म धागे अशा तीन स्वरूपात सजीवांच्या शरीरात वावरत आहेत. सूक्ष्म प्लास्टिक ५ मिमीपेक्षा लहान असते. अतिसूक्ष्म ज्याला वैज्ञानिक नॅनो म्हणतात ते एक मायक्रॉन किंवा १०० नॅनो मिमी आकाराचे असतात. सूक्ष्म प्लास्टिक हे प्रायमरी आणि सेकंडरी प्लास्टिक स्रोतातून मिळतात. परिसरात जे प्लास्टिकचे तुकडे इकडेतिकडे पडलेले आहेत त्यांचे विघटन होऊन बारीक बारीक कणात ते रूपांतरित

होतात. त्या कणाचे आणखी बारीक तुकडे होतात आणि पुन्हा त्यांचे विघटन पुढे सूक्ष्म कणात होते. सूक्ष्म कणाचे रूपांतर अतिसूक्ष्म कणात होते आणि मग हे सारेच पाण्याच्या स्रोतात मिसळून सजीवांच्या शरीरात प्रवेशतात. डॉ. मार्क ब्राऊनी या संशोधकाने केलेल्या संशोधनातून जगातील मोठ्या शहरांच्या सर्वच समुद्रकिनाऱ्यावरून चिखल, माती वाळूमिश्रित पाण्याचे नमुने त्याने गोळा केले. ते त्याने वेगवेगळ्या कारणासाठी तपासले. त्याला असे आढळून आले की घनदाट लोकवस्तीच्या किनाऱ्यावरील पाण्याच्या नमुन्यात सूक्ष्म प्लास्टिक भरपूर आहे. यावरून त्याने असा तर्क केला की घनदाट लोकवस्तीच्या किनाऱ्याजवळील सांडपाण्यातुनच सूक्ष्म प्लास्टिक भरपूर येते. डॉ. ब्राऊनीच्या शोधानंतर अनेक अभ्यासगटांनी प्रयोग केले आणि त्यांना मिळालेले निष्कर्ष चकित करणारे होते. प्लास्टिकमुळे वातावरण, नद्या, समुद्र, पर्वत प्रदूषित होत आहेत. प्लास्टिकचा आरोग्यावर गंभीर दुष्परिणाम होत आहे. 'मायक्रो-प्लास्टिक'चे छोटे आणि सूक्ष्म तुकडे आपल्या अन्नातून आणि आपण श्वास घेत असलेल्या हवेतून मानवी शरीरात अदृश्यपणे प्रवेश करत आहेत. या सूक्ष्म (म ायक्रो) प्लास्टिकमुळे कधी कधी संसर्गदेखील होतो, त्याचे जंतू आपल्या शरीरात पोहोचून आजारी करतात. सूक्ष्म प्लास्टिकनंतर मज्जातंतूंमध्ये प्रवेश करतात आणि विशिष्ट प्रकारचे कर्करोग, हार्मोनल असंतुलन, प्रतिकारशक्ती कमकुवत होणे, मधुमेह, वंध्यत्व, मुलांमध्ये मेंदू विकासाशी संबंधित परिस्थिती निर्माण करतात. सूक्ष्म प्लास्टिक केवळ प्रदूषण करतात असे नव्हे तर ते सजीवांना हानिकारक आहेत. स्पंजाप्रमाणे ते कार्य करतात. कर्करोग कारक, रंगद्रव्य त्यांना चिकटून राहते. प्रयोगशाळेतील उंदरावर केलेल्या काही प्रयोगांनी दाखवले आहे की हे सूक्ष्म प्लास्टिक त्यांच्या शरीरातील यकृत, मूत्रपिंड आणि लहान आतड्यात साचून राहते. माशांमध्ये त्यांच्या जननप्रक्रियेत बाधा निर्माण करतात तसेच त्यांची उपासमार करतात. वैज्ञानिकांच्या मते आज तरी निश्चीतपणे हे सांगता येणार नाही की माणसाला नेमका काय त्रास होणार आहे. परंतु लक्षात घेण्यासारखी बाब ही की असे बाधित जलचर किंवा मासे मानवाने खाल्ले तर धोका हमखास आहे. गेल्या काही महिन्यांतील साहित्य वाचल्यानंतर असेही लक्षात आले की हे सूक्ष्म प्लास्टिक केवळ प्राण्यांच्या शरीरापुरते मर्यादित राहिले नसून माणसाच्या रक्तात सूक्ष्म प्लास्टिक सापडले आहे. एवढेच काय पण मातेच्या दुधातसुद्धा सूक्ष्म प्लास्टिकने शिरकाव केला आहे. आपण प्लास्टिकच्या बाटल्यातून जे पाणी शुद्ध पाणी म्हणून पितो त्यातही मोठ्या प्रमाणावर सूक्ष्म प्लास्टिक सापडले आहे. अर्थात या सूक्ष्म प्लास्टिकने नेमके आपले काय नुकसान होते याचा अजून अभ्यास व्हायचा आहे त्यामुळे माणूस कोणकोणत्या रोगांना बळी पडणार आहे हे स्पष्ट झालेले नाही. मात्र खचितच ही फार मोठी चिंतेची बाब आहे असे म्हणायला हरकत नाही. जागतिक आरोग्य संघटनेच्या मते अजून भरपूर अभ्यास आणि प्रयोग करणे अत्यावश्यक आहे आणि त्यानंतरच निष्कर्ष काढता येतील. परंतु हा एक मानव जातीला इशारा आहे. आपल्या भविष्यातील पिढ्यांच्या बाबतीत आपल्याला सजग राहणे गरजेचे आहे. आणि म्हणूनच हे सूक्ष्म प्लास्टिक आपल्या जीवनचक्रात येणार नाही याची खबरदारी घ्यायला हवी. काय खबरदारी घ्याल, असा प्रश्न तुम्हाला विचारला तर तुमचे उत्तर असायला हवे की हे सूक्ष्म प्लास्टिक आपल्या घरातून जीवनस्रोतात जाणार नाही याची उपाययोजना करणे.

'सिंगल युज प्लास्टिक'चा वापर कमी करणे हा सर्वात पहिला व व्यवहारी उपाय आहे असे म्हटले जाते. एकदा वापरून फेकून देता येणाऱ्या अनेक वस्तू प्लास्टिकच्या आहेत. पिशव्या, पाण्याच्या बाटल्या, चहा-कॉफीचे कप आणि प्लास्टिक पॅकेजिंग पदार्थ वगैरे. यांना पर्यायी वस्तू शोधणे हा दुसरा पर्याय आहे. वापरलेल्या प्लास्टिकचा पुनर्वापर हाही एक पर्याय आहे प्लास्टिकचे प्रदुषण रोखण्याचा. असे केल्याने कचऱ्यात जाणारे प्लास्टिक वाचवता येईल. या कामी नगरपालिका तसेच शासकीय यंत्रणा आपल्याला नक्कीच मदत करतात. तशा अनेक योजना त्यांच्याकडे आहेत. त्या योजनांचा लाभ घेऊन आपण कचऱ्यात जाणारे प्लास्टिक नक्कीच वाचवू शकतो. पर्यावरणपूरक वस्तू आणि पदार्थांचा वापर आपण केला तर बरेच प्लास्टिक आपल्या रोजच्या वापरातून कमी होईल. पॅकेजिंग पदार्थ जे मुख्यत: प्लास्टिकचे अस्तात त्या ऐवजी जैविकपद्धतीने ज्यांचे अपघटन होते अशा पदार्थांना प्राधान्य दिले गेले पाहिजे. काच, धातू किंवा पर्यावरणपूरक लाकूड यांचा उपयोग करून आपण प्लास्टिकचे स्तोम कमी करू शकतो. प्लास्टिक कचरा जो सगळीकडे आपल्या वेगवेगळ्या कृतीमुळे पसरला आहे तो पाण्याच्या स्रोतात जाऊन मिसळू नये म्हणून स्वच्छतामोहीम हाती घेऊन आपण बराचसा प्लास्टिक कचरा गोळा करून त्याचे पुनर्चक्रीकरण करू शकतो. आपापल्या क्षेत्रात अनेक गटांनी स्वच्छतामोहीम वेळोवेळी राबवली तर आपला परिसर आपण प्लास्टिकमुक्त करू शकतो. त्याचबरोबर आपला परिसर आपोआपच स्वच्छ करायला आपला हातभार लागतो. वैयक्तिकरित्या केले तरी निदान आपला परिसर तरी स्वच्छ राहील याची खात्री देता येते. अर्थात हे करायला इच्छाशक्ती पाहिजे. त्याच्या जोडीला संघटनकौशल्य लागते. ते झाले तर गावं आणि शहरे स्वच्छ व्हायला मुळीच अवधी लागणार नाही. परंतु हे कळते मात्र वळत नाही ही आपली शोकांतिका आहे. आपल्या देशात, गावात आणि जिल्ह्यातसुद्धा काही शासकीय आणि बिगरशासकीय यंत्रणा, संस्था अशा पद्धतीने कार्यरत आहेत, प्रत्येक इच्छूकाने अशा संस्थेशी हातमिळवणी केली तर बऱ्याच अंशी प्लास्टिकप्रदूषण आपण आटोक्यात आणू शकू आणि आपले गाव किंवा शहर सुंदर आणि स्वच्छ ठेवायला खारीचा वाटा उचलल्याचे समाधान नक्कीच मिळू शकेल. हे समाधान आणखी एक प्रकाराने आपण मिळवू शकू, ते म्हणजे आपण अनियंत्रित ग्राहक न बनता केवळ कामापुरते ग्राहक बनून. भारतीय ग्राहकाला आपल्या गरजा कमी करण्यासाठी खूप कष्ट घ्यावे लागणार आहेत कारण आपल्या गरजा या प्रमाणाबाहेर गेल्या आहेत. इथे मला राष्ट्रपिता महात्मा गांधी यांची ग्राहकाबद्दलची भूमिका आठवते. ते म्हणत, कोणताही देश, समाज, समुदाय किंवा व्यक्तिसमूह यांना फार काळ ग्राहक म्हणून राहता येणार नाही. निसर्गाच्या बाबतीत बोलायचे झाले तर निसर्गाचा समतोल हा सर्वांच्या हिताचाच राहील. त्यामुळे आपली गरज पूर्ण होईल, निसर्गाचे स्वास्थ्य सुदृढ राहील असेच आपण वागायला हवे. त्यासाठी आपल्याला मागणी कमी, पुरवठा कमी, उत्पादन कमी, नैसर्गिक साधनसंपत्तीचा वापर कमी, परिणामी हरितगृहवायुनिर्मिती कमी, साहजिकच तापमानवृद्धी कमी, त्यामुळे जागतिक स्तरावर देशादेशात सामंजस्य वाढीला लागेल आणि त्याचा एकत्रित परिणाम पर्यावरण समतोलावर होईल. पर्यावरण समतोलात राहिले तर वसुंधरेचे स्वास्थ्य उत्तम राहील. निसर्गाचा समतोल कायम ठेवायचा असेल तर आपल्याला आपल्या जीवनशैलीत बदल करावा लागणार आहे. असे झाले तरच माताभूमि: पुत्रोऽहम पृथ्विव्या: हे ब्रीद सार्थक होईल.

– किशोर कुकलर्णी
krk_1949@yahoo.com



डॉ. शर्वरी कुडतरकर

सागरभरती

समुद्रमंथनाच्या या भागात आपण सागरात येणारी भरती ओहोटी व त्यादरम्यानचे क्षेत्र यांची माहिती घेऊ या. समुद्रात दर पंधरा दिवसांनी म्हणजेच अमावस्येला व पौर्णिमेला मोठ्या भरत्या येत असतात, त्यांना हायेस्ट हायटाइड किंवा एक्स्ट्रीम हाय वॉटर ऑफ स्प्रिंग टाइड्स (EHWS) असे म्हणतात. समुद्राच्या पाण्याची पातळी दिवसभरातून कमीजास्त होत राहते, या लहान भरतीओहोटी असतात त्यांना नीप टाइड (neap tide) असे म्हणतात. एका लहान भरती-ओहोटीच्या दरम्यान साधारण सहा तासांचा कालावधी असतो म्हणजेच दोन भरत्यांच्या मध्ये १२ तासांचे अंतर असते.

बिग-बँग थेअरीच्या सिद्धांतानुसार आपल्या सूर्यमालेतील ग्रहगोल हे सूर्याचाच एक भाग आहेत. त्यामुळे परस्परांमध्ये एक आकर्षण आहे. यालाच आपण गुरुत्वाकर्षण असे म्हणतो. भरतीओहोटीचे चक्र सूर्यदिनापेक्षा चंद्रदिनावर आधारलेले असते.

या भरतीमुळे सागराच्या पाण्यात एक लाट तयार होते तिला 'भरतीची लाट' असे म्हणतात. सागरास येऊन मिळणाऱ्या नद्यांमध्ये ही भरतीची लाट पसरते. तिची उंची साधारणपणे तीन मीटरपासून पंधरा मीटरपर्यंत असू शकते. या भरती-ओहोटीच्या क्षेत्राला इंटर-टायडल झोन (inter tidal zone) असे म्हणतात. येथे राहणाऱ्या प्राण्यांना तापमानातले, क्षारतेमधील तसेच आद्रतेमधील मोठ्या बदलांना सामोरे जावे लागते. समुद्रातील जीवन तसेही सोपे नसतेच पण त्यातही हे भरती-ओहोटीचे क्षेत्र प्राण्यांना राहण्यासाठी फारच कठीण आहे. वाळवंटात राहणारे किंवा थंड प्रदेशात राहणारे प्राणी तिथल्या वातावरणाशी मिळते-जुळते घेऊन स्वतःमध्ये कायमचे व उपयुक्त असणारे बदल करून घेतात. भरती-ओहोटीच्या क्षेत्रात राहणाऱ्या प्राण्यांना दोन अतिशय टोकाचे वातावरण सहन करावे लागते. भरतीच्या वेळेस समुद्राचे पाणी काठावरचा भूभाग व्यापून टाकते तर ओहोटीमध्ये हाच भूभाग फार रुक्ष बनून जातो. प्रत्येक दिवसागणीक व दर अमावास्या-पौर्णिमेला होणाऱ्या या नैसर्गिक घटनांमुळे येथील प्राण्यांच्या दिनक्रमात अनेक बदल होत असतात. स्वतःला शिकार बनण्यापासून वाचवण्याकरिता किंवा अन्न मिळवण्याकरता आणि उन्हात होरपळून न जाण्याकरता त्यांना सतत धोके पत्करत जगावे लागते आणि हे चक्र चालूच राहते. या तळ्यात व मळ्यात राहण्यासाठी येथील प्राण्यांमध्ये फारच आगळेवेगळे बदल झालेले दिसून येतात. हे असे आहे, की सकाळी वर्षावनामध्ये राहायचे आणि संध्याकाळ झाली की त्याच वर्षावनाचे रूपांतर वाळवंटात होते म्हणून त्या रुक्ष वातावरणात राहायचे.

भरतीच्या लाटा व पाण्याच्या वेगामुळे इथल्या प्राण्यांना सहज वाहून जाण्याची भीती असते. त्यासाठी या प्राण्यांमध्ये खडकांना घट्ट चिकटून राहण्याच्या वेगवेगळ्या व्यवस्था असतात. काही प्राण्यांमध्ये पायाचे स्नायू विकसित झालेले असतात तर काहींच्या पायावर suction cups असतात. काही प्राण्यांमध्ये फारच ताकतीचे धागे असतात (byssal threads) जे त्यांना खडकाळ जमिनीस पकडून ठेवण्यास मदत करतात. ह्या भरती-ओहोटीच्या क्षेत्रात अनेक लहान लहान प्राणी दाटीवाटीने राहतात कारण जागेसाठी व अन्नासाठी प्रचंड स्पर्धा असते. काही प्राणी तर एकावर एक असे वाढतात. येथे विविध रंगीबेरंगी पाणवनस्पती देखील मुबलक प्रमाणात सापडतात. भरतीनंतर तयार होणारी तळी (tide pools) म्हणजे खडकात खोलगट जागांवर पाणी जमा होऊन बनलेल्या लहान (सूक्ष्म) परिसंस्था (microhabitat) असतात.

इथल्या काही प्राण्यांची आपण आता ओळख करून घेऊ.

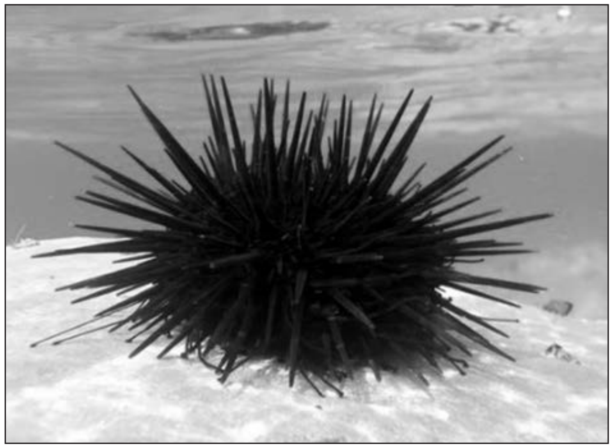
तारा मासा (Sea Star- star fish)

या प्राण्याच्या आकारावरून त्याला तारा मासा असे नाव दिले गेले आहे. हे प्राणी मासे नसून कठीण कवचाचे जलचर प्राणी आहेत. भरतीच्या वेळेला मोठ्या लाटेबरोबर हे मासे किनाऱ्याला येतात. वाळूमध्ये बऱ्याचदा पहुडलेले मिळतात.

यांच्या शरीरात एक प्रणाली विकसित झालेली असते तिला वॉटर व्हस्क्युलर सिस्टीम असे म्हणतात. जी त्यांना त्यांच्या हालचाली करता मदत करते. त्यांच्या पायामध्ये suction cups असलेले tube feet विकसित झालेले असतात त्यामुळे खडकांना घट्ट पकडून चालण्यासाठी त्यांचा चांगलाच उपयोग होतो. हे प्राणी खरे तर शिकारी प्राणी आहेत. लहान-मोठे शिंपले हे त्यांचे अन्न आहे. कठीण कवचांच्या शिंपल्यामधून मऊ शरीराचे प्राणी बाहेर काढण्यासाठीसुद्धा या tube feet चा वापर तारा मासा करतो. यांच्या अनेक प्रजाती आहेत. रंगीबेरंगी तारे मासे चालताना पाहायला फारच सुंदर दिसतात. हे तारे मासे पन्नास तासांपर्यंत पाण्याबाहेर राहू शकतात. आपला एखादा पाय तुटलाच तर हे प्राणी तो पुनरुज्जीवित करू शकतात.

समुद्री साळिंदर (Sea urchin)

अंगावर अनेक काटे घेऊन हे समुद्रातले साळिंदर विविध रंगांचे असून समुद्रात आढळणाऱ्या पाणवनस्पती तसेच अल्गी खाऊन त्यांचे प्रमाण नियंत्रित करण्याचे महत्त्वाचे काम करते. हे प्राणी काही ठिकाणी किनारी भागातल्या लोकांकडून खाण्यासाठी पकडले जातात. यांच्यामध्ये असे काही औषधी गुणधर्म असलेले पदार्थ असतात की त्यापासून स्थानिकांना फायदा होतो. औषधविज्ञानशास्त्रात केल्या गेलेल्या संशोधनात यांच्यामधील बायो ॲक्टिव्ह कंपाउंडचा उल्लेख बऱ्याच ठिकाणी येतो. हे बायो ॲक्टिव्ह कंपाऊंड,



antiinflamatory, antimicrobial, anti-cancer, antiallergic असे आहेत. स्थानिक मच्छिमार त्यांच्या जेवणामध्ये या प्राण्यांचा नेहमीच वापर करतात. यांच्या एकूण ८०० जाती जगभरात आढळतात. भारतात २४ प्रजाती सापडतात. या प्राण्यांचे काटे व कवचदेखील अतिशय उपयुक्त आहेत. चीनमध्ये यांच्यापासून अनेक औषधे बनवली जातात. मात्र यातील काही प्रजाती विषारी आहेत ज्यांना खाल्ले जात नाही. संशोधकांचे 'मॉडेल ॲनिमल' असल्याने यांच्यातील औषधी गुणधर्मांची माहिती आता बऱ्यापैकी होऊ लागली आहे. कृत्रिम औषधांचे होणारे अनेक घातक परिणाम टाळण्यासाठी व कृत्रिम औषधांना पर्याय म्हणून आता समुद्रातल्या प्राण्यांमधील bioactive compounds शोधली जात आहेत.

बारनॅकल (Barnacle)

Barnacle नावाचा एक कवचधारी प्राणी सर्वसाधारणपणे सर्वच भरती-ओहोटीच्या क्षेत्रांमध्ये आढळतो. लहान असताना हे प्राणी मुक्तपणे समुद्राच्या पाण्यात पोहतात; पण मोठे झाल्यावर मात्र एका खडकाशी येऊन चिकटतात

ते कायमचेच. त्यांचे कवच हे chitin ने बनलेले असते. चांगली जागा सापडली की आपल्या डोक्यातून एक प्रकारचा चिकट द्रव ते स्रवतात व स्वतःला खडकावर चिकटवून घेतात. लाटांपासून बचाव करण्याकरता असे करणे गरजेचे असते. एकदा का ते खडकास चिकटले की मग कॅल्शियम कार्बोनेटच्या थरांचे घर बनवायला घेतात. घर बनवून झाल्यावर वरच्या बाजूला एकमेकांत जुळणारी चार लहान लहान दारे बनवतात. ज्यामुळे त्यांना पाहिजे असेल तेव्हा उघडझाप करता येते. या दारांमुळे त्यांचे शिकारी प्राण्यांपासून संरक्षणदेखील होते. अन्न मिळवण्यासाठी आपल्या पायांवरील लहान लहान केसांसारख्या जाळ्याचा उपयोग करून सभोवतालचे पाणी गाळले जाते व त्यात अडकलेले प्लवक प्राणी अन्न म्हणून ग्रहण केले जातात.

मसल्स (Mussels)

ह्या क्षेत्रात सहजतेने आढळणारा एक प्राणी म्हणजे Mussels. हा एक शिंपल्याचा प्रकार आहे. याचे घर दोन रंगीबेरंगी कवचांचे असते. चालण्याकरता त्यांच्या मजबूत स्नायूंच्या पायाचा त्यांना फारच उपयोग होतो. लहानपणी मुक्तसंचार करून मोठेपणी चांगली जागा पाहून ते स्वतःला खडकाशी अनेक लहान धाग्यांनी बांधून घेतात. हे धागे त्यांच्या पायातून स्रवतात. या धाग्यांना byssal threads असे म्हणतात. ओहोटीच्या वेळेस शरीरातील आर्द्रता कायम

राखण्याकरता आपल्या दोन्ही कवचांना ते घट्ट दाबून ठेवतात. सी-स्टार किंवा ताऱ्या माशांचे हे आवडते खाद्य आहे त्यामुळे त्यांच्यापासून बचावाकरता हे प्राणी आपले कवच ते घट्ट बंद करून घेतात. पण हे तारे मासे फारच हुशार आणि चलाख शिकारी आहेत. तारे मासे जसजसे मोठे होत जातात तसतशी त्यांची भूक वाढतच जाते. त्यांना हे शिंपले मिळतात तेव्हा आपल्या वॉटर व्हस्क्युलर सिस्टीमचा वापर करून ते शिंपल्यांना उघडून त्यातील प्राणी खातात.

Sea anemone

विविधरंगी, दंडगोलाकृती शरीर व डोक्यावर फुलांच्या पाकळ्यांसारखे tentacles यांना फारच आकर्षक प्राणी बनवतात. यांचे तोंड tentacles च्या मधोमध असते. जेली फिशवर जशा टोचणाऱ्या सुया (nematocysts) असतात तशाच काहीशा सुया यांच्या tentacles वर आढळतात. या tentacles चा उपयोग त्यांना लहान मासे पकडण्याकरता

होतो. तोंडाद्वारे मग तो मासा आत घेतला जातो व पाचक रसामुळे त्याचे विघटन होते आणि टाकाऊ भाग पुन्हा तोंडाद्वारे बाहेर फेकला जातो. Sea anemone देखील स्वतःला एखाद्या खडकाशी आपल्या मजबूत पायाने चिकटून घेतात. ओहोटीच्या वेळेस हे सर्व tentacles एकत्र होऊन फुलांच्या पाकळ्या मिटाव्यात तसेच मिटून स्वतःला सुकण्यापासून वाचवतात. अगदीच वातावरण सुकले तर मात्र आपल्या pedal disc म्हणजेच पायासारख्या दिसणाऱ्या अवयवाच्या मदतीने ते हालचाल करत आर्द्रता असलेल्या ठिकाणी जातात.

ओहोटीच्या वेळेस पाण्याबाहेरील प्राण्यांपासून (पक्षी, पाणमांजर वगैरे) बचावाकरता camouflage म्हणजेच अवतीभोवतीच्या परिसरातील रंगसंगतीसारखे स्वतःचे रंग बदलून स्वतःला भक्ष्य बनण्यापासून वाचवतात, तसेच आपल्या भक्ष्यास पकडतात. असे गुणधर्म असलेले व आणखीही काही वेगवेगळे प्राणी आपण पुढील भागात पाहू.

– शर्वरी कुडतरकर
samikshank@gmail.com

मेधा लिमये

लीलावतीच्या लेकी

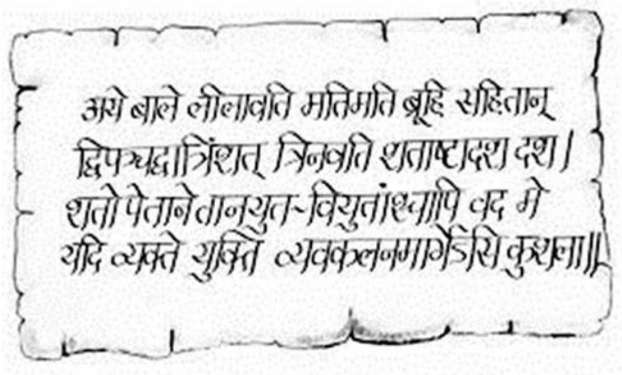
महिलांना सर्व क्षेत्रांत काम करण्याची संधी मिळावी, त्यांच्या कर्तृत्वाचा सन्मान व्हावा, स्त्रीपुरुष समानतेबाबत जागरूकता निर्माण व्हावी या हेतूने आठ मार्च हा दिवस जागतिक महिला दिन म्हणून साजरा होतो. युनायटेड नेशन्स संस्थेने २०२४ या वर्षासाठी Investing in women : accelerating progress हे घोषवाक्य दिले आहे. कारण स्त्रियांच्या उन्नतीसाठी केलेली गुंतवणूक संपूर्ण मानव-समाजाच्या प्रगतीला गतिमान करणारी आहे. आज आपल्या देशात मुलींच्या शिक्षणाचे प्रमाण चांगले आहे, त्या अनेक नवीन क्षेत्रांमध्ये प्रवेश करत आहेत. विज्ञानशाखेत संशोधन करण्यातही मुलींचा सहभाग अधिक वाढावा अशी अपेक्षा केली जाते. यासाठी विद्यार्थिनींना उत्तेजन देण्याच्या हेतूने सन २००८ मध्ये इंडियन अकॅडमी ऑफ सायन्सेस (बंगळुरू) या संस्थेने एक वैशिष्ट्यपूर्ण पुस्तक प्रसिद्ध केले आहे. या चरित्रात्मक पुस्तकात भारतातील सुमारे शंभर स्त्रीशास्त्रज्ञांचा परिचय करून दिलेला आहे. रोहिणी गोडबोले व राम रामस्वामी यांनी संपादित केलेल्या या पुस्तकाचे नाव आहे, 'Lilavati's Daughters: The Women Scientists of India.' जाणून घेऊ या पुस्तकाबद्दल!

बाराव्या शतकातील भारतीय गणिती भास्कराचार्य यांच्या 'लीलावती' या पुस्तकाचा संदर्भ ह्या पुस्तकाच्या शीर्षकाला आहे. मुळात भास्कराचार्यांच्या पुस्तकाला 'लीलावती' हे शीर्षक का दिले गेले याविषयी अनेक तर्क केले गेले. लिखित पुरावा उपलब्ध नसला तरी लीलावती ही भास्कराचार्यांची मुलगी असावी अशी आख्यायिका प्रचलित होती. भास्कराचार्यांनी आपल्या पुस्तकात गणितातील काही प्रश्न लीलावती नामक मुलीला उद्देशून लिहिले आहेत त्यामुळे या आख्यायिकेस दुजोरा मिळतो. बाराव्या शतकात स्त्रियांचे

शिक्षण समाजमान्य नव्हते. त्यामुळे ती भास्कराचार्यांची मुलगी असावी व घरी वडिलांजवळ शिकणे तिला शक्य झाले असावे. त्यामुळे असाही तर्क करता येतो की जिला भास्कराचार्यांनी गणित शिकवले ती लीलावती गणिताचा अभ्यास करणारी एक बुद्धिमान विद्यार्थिनी होती, म्हणून तिचा वारसा पुढे चालवणाऱ्या भारतीय महिलांचा उल्लेख 'लीलावतीच्या लेकी' असा करणारा हा चरित्रग्रंथ.

भास्कराचार्यांनी 'लीलावती' या पुस्तकात बेरीज-वजाबाकीचा प्रश्न संस्कृत पद्यातून लीलावती नामक विद्यार्थिनीस विचारला आहे. त्या प्रश्नाची प्रतिमा Lilavati's daughters या पुस्तकाच्या आरंभी आहे. या प्रश्नाचा अर्थ असा : ''हे बुद्धिमान मुली लीलावती, तू बेरीज-वजाबाकी करण्याची रीत स्पष्टपणे जाणण्यात कुशल असशील तर सांग - २, ५, ३२, ९३, १००, १८, १० व १०० यांची बेरीज १०००० मधून वजा केल्यास बाकी किती राहील?''

या पुस्तकात ज्यांची जीवनकहाणी व कर्तृत्व आपल्याला वाचायला मिळते, त्या स्त्रिया भारताच्या वेगवेगळ्या कालखंडातील वैविध्यपूर्ण संस्कृतीच्या प्रतिनिधी



आहेत. भारताच्या अनेक राज्यांतून आलेल्या या महिला शास्त्रज्ञांना विज्ञानाच्या विविध शाखांमध्ये संशोधन करताना आलेले अनुभव, करावा लागलेला संघर्ष, त्यातून त्यांनी जिद्दीने घडवलेली कारकीर्द या सर्वांचे दर्शन ह्या ग्रंथातून घडते. विशेष म्हणजे बहुतेक सर्वांनी परदेशातील नामवंत विद्यापीठांमधून उच्च शिक्षण पूर्ण केले आहे आणि नंतर भारतातील संस्थांमध्ये मोठी कारकीर्द घडवली आहे. त्यांचे संशोधन इतके महत्त्वपूर्ण आहे की शान्तिस्वरूप भटनागर पुरस्कार, चंद्रशेखर वेंकटरमण पुरस्कार किंवा पद्मश्री, पद्मभूषण, नॅशनल सायन्स अकॅडमीच्या फेलो इत्यादी सन्मान प्राप्त करून अनेकींनी आपले कर्तृत्व सिद्ध केले आहे.

पुस्तकाच्या प्रस्तावनेत संपादक लिहितात, ''वैज्ञानिक क्षेत्रात भारतीय स्त्रियांचे प्रमाण कमी आहे याबद्दल चर्चा करताना आम्हांला असे वाटले, की भारतीय महिला शास्त्रज्ञांची चरित्रे मनोरंजक आणि स्फूर्तिदायक ठरतील. त्यामुळे आम्ही वेगवेगळ्या शाखांमध्ये संशोधन करणाऱ्या सुमारे शंभर महिलांची माहिती मिळवून हे पुस्तक साकारले.'' ज्या दिवंगत झालेल्या होत्या, त्यांची चरित्रे संदर्भ शोधून लिहिण्यासाठी काही लेखकांनी सहकार्य केले तर पुस्तक प्रसिद्ध झाले तेव्हा कार्यरत असलेल्या अनेकींनी स्वतःच्या शब्दांत आपली कहाणी सांगितली आहे.

या पुस्तकात विसाव्या शतकापूर्वी जन्म झालेल्या दोन स्त्रिया आहेत. त्यांपैकी एक नाव आहे, डॉक्टर आनंदीबाई जोशी. त्यांचा जन्म सन १८६५ चा आणि अमेरिकेत जाऊन सन १८८६ मध्ये फिलाडेल्फिया येथून वैद्यकीय शाखेतील पदवी मिळवणाऱ्या त्या पहिल्या महिला. अल्पायुषी ठरलेल्या आनंदीबाई यांनी प्रतिकूल परिस्थितीशी केलेला संघर्ष आपल्याला परिचित आहे.

दुसरे नाव आहे सन १८९७ मध्ये जन्मलेल्या वनस्पतिशास्त्रज्ञ ई. के. जानकीअम्मल यांचे. त्यांना

आनंदीबाई जोशी

ई. के. जानकीअम्मल

सत्त्याऐंशी वर्षांचे कार्यमग्न दीर्घायुष्य लाभले. सन १९२१ मध्ये त्यांनी मद्रासच्या प्रेसिडेन्सी कॉलेजमधून ऑनर्स पदवी मिळवली आणि पुढे अमेरिकेतील मिशिगन विद्यापीठातून मास्टर्स आणि डी.एससी. या पदव्या मिळवल्या. जानकीअम्मल सातत्याने देशात व परदेशात अध्यापन आणि संशोधन करण्यात मग्न असत. त्यांनी अनुवंशशास्त्र (Genetics), उत्क्रांती (Evolution), वनस्पतींचा भौगोलिक अभ्यास (Phytogeography), आणि वनस्पतींचे सांस्कृतिक व पारंपरिक अध्ययन (Ethno-botany) या शाखांमध्ये लक्षणीय योगदान दिले. सन १९५१ मध्ये तत्कालीन पंतप्रधान जवाहरलाल नेहरू यांच्या निमंत्रणावरून भारतात परतलेल्या जानकीअम्मलनी विविध सरकारी आस्थापनांमध्ये महत्त्वाच्या पदांवर काम केले आणि पद्मश्री किताबासह अनेक मानसन्मान प्राप्त केले.

आनंदीबाई जोशी यांच्याशिवाय मराठी कुटुंबात जन्मलेल्या बऱ्याच संशोधक स्त्रियाही या पुस्तकात आपल्याला भेटतात. यांमध्ये इरावती कर्वे (१९०५-१९७०), कमल रणदिवे (१९१७-२००१), कमला सोहोनी (१९११-१९९६) ह्या स्त्रिया स्वातंत्र्यपूर्व काळात जन्म झालेल्या व शिक्षण घेतलेल्या आहेत. नंतरच्या काळातील संशोधकांमध्ये रजनी भिसे, शुभदा चिपळूणकर, दीप्ती देवबागकर, सुलोचना गाडगीळ, रोहिणी गोडबोले, नीलिमा गुप्ते, चंदा जोग, संगीता काळे, प्रियदर्शिनी कर्वे, पुष्पा खरे, मेधा खोले, सुलभा कुलकर्णी, कुसुम मराठे, मंगला नारळीकर, चंदा निंबकर, अदिती पंत, सुलभा पाठक, विदिता वैद्य अशा अनेकींची कामगिरीही स्फूर्तिदायक आहे. भावी काळात संशोधनात

कारकीर्द घडवू इच्छिणाऱ्या मुलींनी व त्यांच्या पालकांनी जरूर वाचावी अशी आहे.

भारताच्या कानाकोपऱ्यांतून आलेल्या संशोधक स्त्रियांची पार्श्वभूमी काही प्रमाणात सारखी आहे. बहुतेक सर्वांची आर्थिक परिस्थिती मध्यम असूनही त्यांना घरातून शिक्षणासाठी लहानपणापासून प्रोत्साहन मिळाले. जिद्द, अभ्यासू वृत्ती, चिकाटी, अद्ययावत ज्ञान मिळवण्यासाठी सतत जागरूकता इत्यादी गुणांनी त्यांनी उत्तम कारकीर्द घडवली. काहींना समस्यांनाही तोंड द्यावे लागले पण त्यांनी त्यांवर मात केली. भौतिकशास्त्र, जीवशास्त्र, रसायनशास्त्र, गणित, वैद्यकशास्त्र, शेतीशास्त्र, पर्यावरणशास्त्र, हवामानशास्त्र, अभियांत्रिकी इत्यादी शाखांच्या विविध उपशाखांमध्ये त्यांचे काम आहे. संशोधनाबरोबरच आपापल्या शाखेतील दर्जेदार संस्थांमध्ये त्यांनी अध्यापन केले आहे. महिला म्हणून येणाऱ्या कौटुंबिक जबाबदाऱ्या कुटुंबातील व्यक्तींच्या सहकार्याने समर्थपणे पेलून त्यांनी हे सर्व कसे केले ते वाचणे उद्बोधक आहे.

'विज्ञानधारा' हे मासिक पर्यावरण विषयाशी जोडलेले आहे म्हणून येथे काही लेखांचा सारांश देते. ज्या लेखात लीलावतीचा उल्लेख वेगळ्या संदर्भात वाचायला मिळतो तो लेख आहे रेनी बोर्जेस यांचा. लेखाचे शीर्षक आहे, The Excitement of Colours and Scents. मियामी येथून उच्च शिक्षण घेऊन परतलेल्या रेनी यांनी इंडियन इन्स्टिटट्यूट ऑफ सायन्स या संस्थेत आपल्या सहकाऱ्यांसह वनस्पती आणि प्राणी यांच्यातील रासायनिक संवादाबद्दल लक्षणीय काम केले आहे. त्यांचे काम रासायनिक पारिस्थितिकी (Chemical Ecology), वनस्पती-प्राणी संवाद (Plant-animal Interactions), व्यवहार पारिस्थितिकी (Behavioural Ecology) आणि विकासवादी जीवविज्ञान (Evolutionary Biology) या क्षेत्रात आहे. त्या आपल्या लेखाची सुरुवात भास्कराचार्यांच्या लीलावतीतील एका गणिती प्रश्नाने करतात. तो प्रश्न असा : भुंग्यांच्या एका थव्यातील एकपंचमांश भुंगे कदंबाच्या झाडावर गेले. एकतृतीयांश भुंगे केळीच्या झाडावर गेले. यांच्यातील फरकाच्या तिप्पट भुंगे कुटज वृक्षावर गेले. मात्र केतकी व मालती या दोन्हींच्या आवडत्या सुगंधाने एकाच वेळी आकर्षिला जाणारा एक भुंगा दोन्हीकडे फिरत होता. तर हे हरिणाक्षी, त्या थव्यात किती भुंगे होते? या प्रश्नाकडे आधुनिक विज्ञानाच्या दृष्टिकोनातून बघताना रेनी बोर्जेस लिहितात, कुटजपुष्पाचा सुगंध जास्त मोहक असावा कारण पंधरा भुंग्यांपैकी सर्वात जास्त म्हणजे सहा भुंगे तिकडे गेले. शिवाय भुंगे फुलांच्या वासाच्या अनुरोधाने संवाद साधण्याच्या तंत्राचा अवलंब करत असावेत. एक भुंगा एकाच वेळी दोन फुलांकडे आकर्षिला जातो हे वर्णन माझ्या प्रयोगशाळेत मुंग्या, मधमाश्या, गांधीलमाश्या यांच्या समूहांवर गंध मोजण्याच्या साधनाद्वारे (Olfactometer) केल्या जाणाऱ्या प्रयोगासारखे आहे. हे आधुनिक संशोधन भास्कराचार्यांना असे प्रश्न तयार करण्यास उपयुक्त ठरले असते!

पारिस्थितिकी (Ecology) विषयाच्या प्राध्यापक प्रिया देवीदार यांची निरीक्षणे वाचनीय आहेत. त्यांचे वडील हौशी निसर्ग अभ्यासक आणि वन्यजीवन छायाचित्रकार असल्यामुळे त्या लहानपणापासून निसर्गाकडे आकर्षित झाल्या. शिवाय त्यांचे पीएच.डी. पदवीचे संशोधन व प्रबंधलेखन डॉ. सालीम अली यांच्या मार्गदर्शनात झाले. पुढे त्यांनी अमेरिकेत सात वर्षे हार्वर्ड विद्यापीठ, स्मिथ्सोनियन इन्स्टिटट्यूट अशा नामांकित संस्थांमध्ये उच्च संशोधन केले. उष्णकटिबंधीय पारिस्थितिकी (Tropical Ecology) आणि संरक्षण जीवविज्ञान (Conservation Biology) या क्षेत्रात पाँडिचेरी विद्यापीठात कार्यरत असताना आपल्या विद्यार्थ्यांसह भारतातील जंगलांमध्ये फिरून त्यांनी संशोधन केले आहे. त्या लिहितात, भारतीयांचे जीवनमान सुधारण्यात पर्यावरणशास्त्राची भूमिका फार महत्त्वाची आहे कारण पर्यावरणाची हानी आणि जैवविविधतेचा ऱ्हास यांचा परिणाम व्यापक आहे. तरुण पर्यावरण अभ्यासक या क्षेत्रात आता पुढाकार घेत आहेत, त्यांच्याकडून भविष्याविषयी खूप आशा वाटते.

पुस्तकात इतक्या विविध संशोधन क्षेत्रांचा परिचय होतो, की त्यांविषयी अधिक माहिती मिळवून आपल्या आवडीचे क्षेत्र निवडणे विद्यार्थिनींना शक्य आहे. आपल्या देशात ज्या अनेक संस्था मूलभूत संशोधनात अग्रेसर आहेत त्यांची ओळखही पुस्तकातून होते. हे पुस्तक विज्ञान संशोधन क्षेत्रातील महिलांविषयी असले तरी मूलभूत विज्ञानाच्या अनेक शाखांमध्ये उपयुक्त आणि अत्याधुनिक संशोधन करण्याची इच्छा असणाऱ्या सर्वच विद्यार्थ्यांना मार्गदर्शक आहे. या पुस्तकाचा मल्याळी भाषेत अनुवाद झाला आहे तसा तो अन्य भारतीय भाषांमध्येही झाला तर अधिकाधिक विद्यार्थ्यांना त्याचा लाभ होईल.

– डॉ. मेधा श्री. लिमये
medhalimaye@gmail.com

सायली घाग

नाक हीच चेहऱ्याची शान

आज चुलबुल पुस्तक वाचण्यात रममाण झाली होती. तिच्या वाचनात असे आले, की माणसापेक्षा इतर प्राणी मात्र नाकाचा अधिक चांगला वापर करतात. प्राणी वासावरून भक्ष्य शोधतात. स्फोटकांचा शोध घ्यायला, चोरटे-दरोडेखोर शोधायला श्वानपथकाची पोलिसांना मदत होते. वास हे रहस्यभेदीदेखील असतात. कधी ते आपला वाटाड्या बनतात. आंब्याचे झाड दिसत नसते, पण मोहोराचा वास आला की आपल्याला कळते जवळपासच या दिशेला आंब्याचे झाड आहे. वास हा आपल्याला वर्दी देतो, बातम्या पोहोचवतो! बघा ना लांबूनच मातीचा वास आला की आपण म्हणतो कुठेतरी पाऊस पडलाय. कोणी शेजारी तंबाखू भाजत असतील तर आपण म्हणतो कोणीतरी मशिरी भाजतेय. कोणीतरी मासे तळतेय. कधी कधी वास आपल्याला कोड्यात टाकतो. वास येतो, परिचयाचा आहे असेही वाटते, पण नाव आठवत नाही. मग ते नाव आठवेपर्यंत आपण बेचैन होतो. काही वेळेस वास आपली भूक चाळवतात. बटाटेवडा, चायनीज यांचा वास आला की आपल्या तोंडाला पाणी सुटलेच म्हणून समजा.

कधी कधी हाच वास आपल्या मरगळलेल्या मनाला उत्साह देतो. मन शांत करतो म्हणून तर आपण उदबत्ती लावतो. देवासमोर धूप लावतो आणि हाच वास कधी मच्छर पळवतो तर कधी घरातल्या सूक्ष्म जीवजंतूंना पळवून लावतो! काही वास असतातच उग्र! आता हेच पाहा ना, कांद्याच्या वासाने बेशुद्ध माणूसही जागा होतो. काही वास असतात मंद. काही हवेहवेसे वाटणारे तर काही नकोसे वाटणारे. जीव गुदमरून टाकणारे! म्हणूनच डोळे बंद करून वासावरून वस्तू पदार्थ ओळखायला आले पाहिजे. माणसाचे मन संवेदनशील बनते तेव्हा नुसते नाव ऐकताच आपण वास जाणवू शकतो. पारिजात, सोनचाफा, मोगरा, बकुळ इत्यादी फुलांचा सुवास त्यांचे नुसते नाव घेतले तरीही नाकासमोर दरवळू लागतो. नव्याकोऱ्या वहीचा किंवा नवीन पुस्तकांचा वा नवीन कपड्यांचा वास हाही आपल्याला हवाहवासा वाटतो.

वास हा जादूगार आहे. न दिसणारा. घरात, अंगणात, निसर्गात उघड्या माळावर भरून राहणारा. वेडावणारा. आनंद देणारा! मात्र पहिल्यांदा या वासाची आणि आपली दोस्ती व्हायला हवी. आपला तो मित्र व्हायला हवा. मग प्रत्यक्ष वास नसतानाही आपण वास अनुभवू शकतो. अचूक वास येणे हे उत्तम आरोग्याचे लक्षण मानले जाते, बरे का मंडळी! कोरोना विषाणूंच्या हल्ल्यामुळे वास हरवून बसलेले लक्षावधी रुग्ण किती त्रस्त झाले होते, ते आठवा! विशेषतः श्वसनमार्गावर हल्ला करणाऱ्या विषाणूंमुळे तेथील अंत:त्वचेला सूज येते, त्यामुळे वास येण्याची संवेदना मेंदूपर्यंत पोहोचत नाही. कोरोना विषाणूंच्या बाबतीत ती हरवलेली संवेदना कोव्हिड-१९ बरा झाल्यावरही कित्येक महिने रुग्णाला सतावत होती!

वास विविध प्रकारचे असतात. त्यांचे दोन ढोबळ प्रकार म्हणजे सुगंध आणि दुर्गंध हेच आहेत. सुवास किंवा सुगंध सहसा फुले, फळे, मसाल्याचे पदार्थ यांचे असतात, तर कोणत्याही सडण्याच्या किंवा कुजण्याच्या प्रक्रियेत दुर्गंधी निर्माण होते. घरातील कचऱ्याच्या बादलीला, शिळ्या विटलेल्या अन्नाला दुर्गंधी येते. नैसर्गिक अत्तरांमध्ये कस्तुरीमृगाच्या बेंबीत आढळणाऱ्या कस्तुरीचा वास खूपच सुंदर असतो. बहुतेक कृत्रिम अत्तरांमध्ये कस्तुरी असते. खरे तर, कस्तुरीचा वास मस्कोन नावाच्या रसायनापासून येतो.

कस्तुरीमृग आणि काही वनस्पतींमध्ये तो नैसर्गिकरीत्या असतो. अत्तरे बनवण्यासाठी आता प्रयोगशाळेत तयार केलेली कृत्रिम संयुगे वापरतात जी कस्तुरीच्या वासासारखीच असतात. फुले मधमाश्या आणि फुलपाखरांसारख्या प्राण्यांना आकर्षित करण्यासाठी सुगंध निर्माण करतात, त्यामुळे त्यांच्यामार्फत परागीभवन करण्याचे कार्य केले जाते. फुलांचा वास विविध अत्तरे आणि मेणबत्त्यांमध्येदेखील वापरला जातो, कारण ते खूप उल्हसित करणारे असतात.

ही माहिती वाचल्यानंतर चुलबुलला इतर प्राण्यांच्या नाकाविषयी माहिती जाणून घेण्याची उत्सुकता वाटू लागली. ती बाबांकडे गेली. बाबा संगणकावर काम करत होते. बाबांनी तिची उत्सुकता लक्षात घेऊन आपले काम बाजूला ठेवले. चुलबुल आणि बाबा दोघेही चित्र विचित्र प्राण्यांचे नाक संगणकावर पाहू लागले. बाबा चुलबुलला म्हणाले, 'चुलबुल, हे मँड्रिल नावाचा माकड. याचे नाक अगदी वैशिष्ट्यपूर्ण आहे. या प्रजातीतील नर माकडांचे नाक इतर माकडांच्या तुलनेत खूपच वेगळे असते. त्यांचे नाक खूप चमकदार आहे. या माकडांना राग येतो तेव्हा त्यांच्या नाकाच्या निळ्या भागाची चमक आणखी वाढते. हत्तीची सोंड हे जगातील सर्वात अनोखे नाक आहे. ते वास शोधण्यासाठी, शत्रूला मारण्यासाठी कामी येते. हत्तीच्या नाकाला सोंड म्हणतात. हत्तीची सोंड म्हणजे त्याचे नाक. नाक आणि ओठ यांचे मिश्रण होय. नर हत्तीचे नाक नर-मादी मिलनात खूप महत्त्वाची भूमिका बजावते. हत्ती हा प्राणी आपल्या नाकाने पाणी पितो असे म्हटले तरी चालेल शिवाय व्हेल हासुद्धा नाकाने पाणी पितो.

'प्लग-सॉकेटसारखे दिसणारे डुकराचे नाक कुरूप दिसू शकते; परंतु त्यांचे नाक अतिशय संवेदनशील आहे. हे जाणून आश्चर्य वाटेल, की ते मातीतून ५० सेंटिमीटर (दीड फूट) खोलवरच्या गोष्टीदेखील अनुभवू शकतात कुत्र्यांपेक्षाही डुकरांमध्ये वास घेण्याची क्षमता जास्त असते. जगभरातील पोलिसांकडे श्वानपथके असतात. गुन्हे शोधण्यासाठी तसेच स्फोटके शोधण्यासाठी या कुत्र्यांना शिकवले जाते. विशेषतः या बाबतीत अल्सेशियन जातीची कुत्री तरबेज असतात.

डुक्कर

स्टार नाकाचा उंदीर

स्टारसारख्या नाकाचा उंदीर दलदलीत राहतात. हे उंदीर उत्तर अमेरिकेत आढळतात. त्यांच्या नाकात २५ हजार सेन्सरी रिसेप्टर असतात, ज्यामुळे ते कीटक आणि इतर लहान प्राणी लवकर ओळखू शकतात.' चुलबुल आज प्रथमच स्टार सारख्या नाकाचा उंदीर पाहून अचंबित झाली.

'हॅमरहेडेड फ्रूट बॅट नावाची वटवाघळे मध्य आफ्रिकेत आढळतात. आफ्रिकेतील ही सर्वात मोठी ही वटवाघळे आहेत. त्यांचे नर आणि मादी दोघेही खूप वेगळे दिसतात. नर मादीच्या दुप्पट आकाराचे असतात. त्यांचे लांब नाक आणि ओठ पाहता, त्याचा चेहरा उंटासारखा असल्याचे भासते. तर

हॅमरहेडेड फ्रूट बॅट वटवाघूळ

गॉब्लिन शार्क

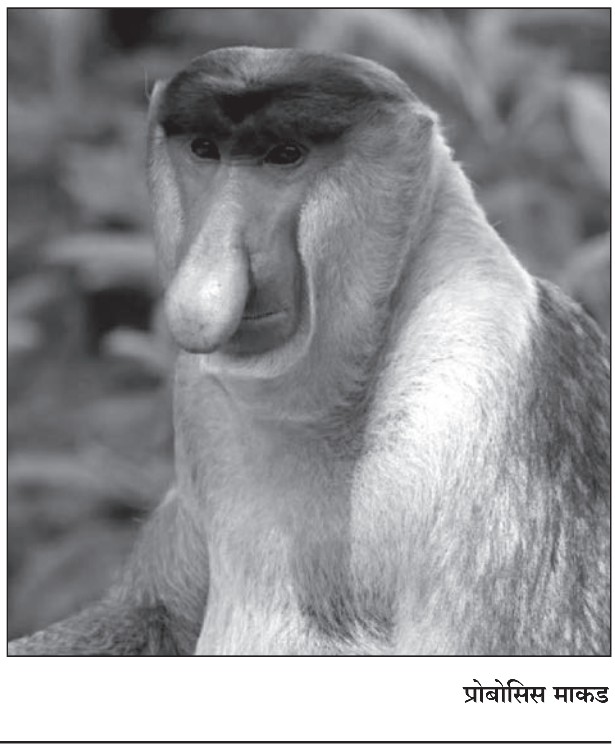
मादीचा चेहरा काहीसा कोल्ह्यासारखा दिसतो.'

'गॉब्लिन शार्क हे शार्क सुमारे सव्वा कोटी वर्षे जुने मासे आहेत. ते महासागरांमध्ये आढळतात. या गुलाबी कातडीच्या माशाची नाकपुडी लांब असते. ते त्यांच्या जबड्याला जोडलेले नसते. असे दिसते की त्यांचे नाक खूप लांब आहे आणि त्यांच्या खाली वस्तरासारखे तीक्ष्ण दात आहेत. त्यांना फार वेगाने पोहता येत नाही.

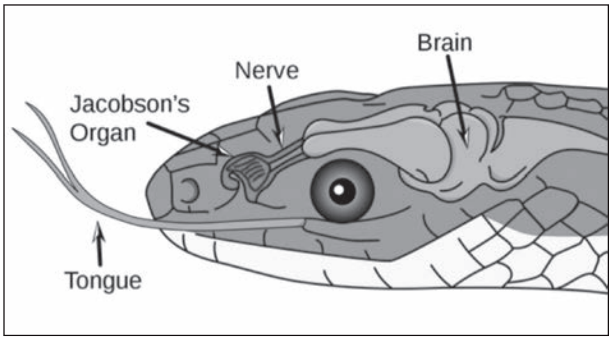
प्रोबोसिस माकड हा जगातील सर्वात विचित्र दिसणारा प्राणी असल्याचे म्हटले जाते. त्याचे नाक अतिशय कुरूप आणि विचित्र आहे. जे त्याच्या तोंडासमोर लटकत राहते. ब्रोनियो बेटावर आढळणारी ही माकडे नामशेष होण्याच्या मार्गावर आली आहेत. ती पोहण्यात आणि झाडावर चढण्यात खूप पटाईत असतात.'

इतक्यात एक माशी गुणगुणत संगणकाजवळ आली. तिला पाहून चुलबुलला आणखी प्रश्न पडले. ती वडिलांना म्हणाली, 'बाबा, हे कीटक यांना कुठे नाक असते?

बाबा म्हणाले, 'कीटकांमध्ये श्वसनसंस्था ही अत्यंत जटिल आणि गुंतागुंतीच्या पद्धतीची असते. कीटकांच्या अंगावर स्पिराकल म्हणजे सूक्ष्म छिद्रे असतात. त्या छिद्रांना लहान ट्यूब जोडलेल्या असतात. त्यांना ट्राकिया किंवा श्वासनलिका म्हणतात. कीटक या स्पिराकलमार्फत प्राणवायू घेतात आणि लहान ट्यूबमार्फत हा प्राणवायू कीटकांच्या प्रत्यक्ष पेशीतील सायटोप्लाझममध्ये विरघळवतात. पेशीत प्राप्त झालेला प्राणवायू पेशीश्वसनसाठी वापरला जाऊन तयार होणारा कार्बन डायऑक्साइड पुन्हा ट्राचिया ट्यूबमार्फत स्पिराकलद्वारे वातावरणात सोडला जातो. काही कीटकांमध्ये ट्राकिया ट्यूबच्या एअरबॅग म्हणजे पिशव्या विकसित झालेल्या दिसून असतात. त्यात हवा साठवून गरजेप्रम ाणे त्यातून प्राणवायू काही कीटक मिळवतात. याचा उपयोग त्यांना हवेत उडण्यासाठीसुद्धा काही प्रमाणात होतो. ट्राकिया ट्यमार्फत स्पिराकलद्वारे कीटक जो प्राणवायू मिळवतात तो प्रत्यक्ष तो रक्तत मिसळला जात असल्याने कीटकांच्या रक्तात प्राण्यामध्ये आढळणारा आणि प्राणवायूचे वहन करणारा हिमोग्लोबिन हा घटक आढळून येत नाही. हिमोग्लोबिन नसल्याने कीटकांचे रक्त लाल रंगाचे नसते तर ते रंगहीन, फिकट पिवळे किंवा फिकट हिरवे असते. घरात अन्न शिजत असेल आणि त्याचा खमंग वास असो किंवा रस्त्याच्या कडेला अनेक दिवस साठलेल्या कचऱ्याची दुर्गंधी असो; हा वास आपल्याला आपल्या नाकात असलेल्या विशिष्ट चेतापेशींमुळे कळतो. मात्र नाकच नाही तर मग कीटक वास कसा घेणार, असा प्रश्न तुला पडला असेल. कीटकांना गूळ, साखर, उघडे अन्न याचे कसे आकलन होते, हे आपण समजून घेऊ या. कीटकांच्या डोक्यावर अँटेनाची एक जोडी असते त्याला आपण कधी कधी कीटकाच्या मिश्या असेही म्हणतो. या अँटेनाच्या वापर करून कीटक वास घेतात आणि त्याप्रमाणे आपला पुढील प्रवास आणि दिशा निश्चित करतात. परंतु कीटक केवळ वास घेण्यासाठीच त्यांच्या अँटेनाचा वापर करत नाहीत. एखाद्या वस्तूचा पृष्ठभाग जाणवण्यासाठी, गरम आणि थंड जाणण्यासाठी, आवाज ऐकण्यासाठी किंवा हवा किंवा वाऱ्याची हालचाल शोधण्यासाठी ते त्यांचा वापर करू शकतात. कीटकाच्या अँटेनामध्ये विशेष संवेदी पेशी असतात. त्यांना ऑलफॅक्टरी सेन्सिला असे म्हणतात. ज्यावेळेस पदार्थाचे रेणू हवेत येतात



प्रोबोसिस माकड



सापाची जीभ वासाचे आकलन करते

आणि त्यांचा संबंध हा अँटेन्मिधील संवेदी पेशीनसोबत येतो. या सेन्सिलमार्फत त्या वासाचा अर्थ लावून संदेश मेंदूला पोचवला जातो आणि कीटकाचा प्रवास पदार्थाच्या दिशेने सुरू होतो. दोन अँटेना असल्याने पदार्थ नक्की कोणत्या दिशेला आहे हे त्याला समजते. कीटक हे अत्यंत सूक्ष्म असा वास ओळखू शकतात की जे आपल्याला कदापि शक्य होत नाही.

'अशा प्रकारे नाक नसलेला कीटक हा कोणत्याही हवामानात आणि वातावरणात बाह्य श्वसन करून आणि आपल्या दोन अँटेनाद्वारे सूक्ष्म अशा वासाचे आकलन करून आपले अन्न शोधतो आणि आपले जीवनचक्र पूर्ण करतो. सापांना जेकबसन ऑर्गन नावाचा एक विशेष, सुपर-चार्ज केलेला वास सेन्सर असतो. हे सापाच्या तोंडाच्या छताच्या अगदी वर असते. साप त्याची जीभ बाहेर काढतो तेव्हा तो हवेतील रसायने गोळा करतो. साप त्याची जीभ त्याच्या तोंडात परत आणतो तेव्हा जेकबसनचा अवयव या रसायनांचा वास घेऊ शकतो. सापांना नाक असले तरी जिभेचा वापर ते नाकासारखा करतात. त्यांची जीभ वारंवार बाहेर येते ती आजूबाजूच्या हवेतील रसायनांचे अंश पकडण्यासाठीच

व्हेल

येत असते. हे अंश जिभेद्वारा तोंडाच्या वरच्या भागात विश्लेषणासाठी पाठवले जातात. म्हणजेच साप आपल्या जिभेचा वापर नाक म्हणूनही करतात.

'व्हेल महासागरात राहत असल्याने अनेकांना वाटते की ते मासे आहेत. पण तुला माहीत आहे का की व्हेल आणि डॉल्फिन हे मासे नाहीत? ते सस्तन प्राणी आहेत. ते फुप्फुसाचा वापर करून श्वास घेतात. ते समुद्राच्या पृष्ठभागावर येण्याचे हे एक कारण आहे. काही वेळा ते पाण्याच्या पृष्ठभागावर आडवे असतात, त्यांच्या पाठीचा फक्त एक भाग बाहेर चिकटलेला असतो. व्हेल किंवा डॉल्फिनचे चित्र जवळून पाहा; तुला व्हेलवर नाक दिसले का? व्हेलला तुझ्या आणि माझ्यासारखे नाक नसते. त्याऐवजी त्यांच्या डोक्याच्या वर एक छिद्र आहे – ज्याला ब्लो होल म्हणतात. काही वेळा एखादी व्हेल त्याच्या ब्लो होलमधून हवेचा श्वास घेते तेव्हा ती स्प्रे किंवा धुके म्हणून दिसते – ज्याला स्पाउट म्हणतात – जे अनेक मैल दूर दिसू शकते. ब्लो होल हे स्नायूंनी वेढलेले असतात. जे व्हेल किंवा डॉल्फिन पाण्याखाली असताना छिद्र बंद ठेवतात आणि प्राणी पृष्ठभागावर असतो आणि श्वास घेण्याची गरज असते तेव्हा ते उघडतात.

'शार्क माशांना ताज्या रक्ताचा वास खूप दुरून येतो आणि वेगाने ते या जखमी भक्ष्याच्या मागे जाऊन त्याचा फडशा पाडतात. कधी तर स्वतःच्या रक्ताचा अंश पाण्यात मिसळून त्याचा वास आला तर स्वतःचेच अवयव खाऊन टाकतात.

'गोगलगाय त्यांच्या वास घेण्याच्या शक्तीचा वापर त्यांचे भक्ष्य शोधण्यासाठी करतात तर त्यांच्या अँटिनाचा वापर वनस्पतींनी उत्सर्जित केलेल्या रसायनांचा माग घेण्यासाठी करतात. गोगलगायीचे नाक म्हणजेच त्यांच्या अँटेना.

'चिचुंद्री ही उंदरांच्या जातीतील असली तरी तिचे जे लांब नाक असते त्याचा वापर करत झाडाखाली असलेल्या मातीत आणि वाळलेल्या पानांच्या ढिगाऱ्यातून आपले भक्ष्य अचूकपणे ती शोधते. नाकाला त्या भक्ष्याचा स्पर्श होताच ती आपल्या पुढच्या पंजांनी ते आपल्या तोंडात टाकते.

'अनेक सस्तन प्राण्यांमध्ये नाकपुड्यांभोवती उघडा, ओलसर भाग असतो. या भागाला नासाप्रदेश म्हणतात. या भागाच्या मध्यावर एक उभी खाच असून ती तोंडाला मिळालेली असते. ज्या सस्तन प्राण्यांमध्ये नासाप्रदेश असतो त्या प्राण्यांना गंधाचे ज्ञान चांगले असते. असे प्राणी

नासाप्रदेशामार्फत वाऱ्याची दिशा ठरवू शकतात. कुत्र्याचे नाक चांगलेच संवेदनाशील असते. कुत्र्याच्या मेंदूतील गंधपाली ही मनुष्याच्या गंधपालीच्या तुलनेत चाळीस पट मोठी असते. शिवाय त्याच्या नाकातून वाहणाऱ्या नि:स्रावाद्वारे (शरीरातून बाहेर पडणारा स्राव) कुत्रा आजूबाजूच्या हवेतील स्वाद व वास शोषून घेतो. परिणामी एखाद्या गुन्हेगाराने वापरलेल्या वस्तूचा जेथपर्यंत वास येत राहतो, तेथपर्यंत कुत्रा गुन्हेगाराचा माग काढू शकतो. कुत्र्यांच्या काही जाती (उदा., ब्लडहाउंड) या त्यांच्या गंध ओळखण्याच्या तीक्ष्ण क्षमतेसाठी निपजल्या गेल्या आहेत.

'उंट हा वाळवंटात राहणारा प्राणी आहे. वाळूपासून त्याच्या नाकाचे संरक्षण होण्यासाठी उंट स्वतःचे नाक मांसल झडपांनी मिटू शकतो.

'माणसाचे नाक चपटे, बसके, चाफेकळीसारखे कसेही असले तरीही नाकाचे श्वासोच्छ्वासात महत्त्वाचे कार्य आहे माणसाच्या नाकातील केसांद्वारे हवा फिल्टर केली जाते. नाकाचे आणखी एक प्रमुख कार्य म्हणजे घाण वासाची भावना. घाणेंद्रियाच्या वरच्या अनुनासिक पोकळीमध्ये, या कार्यासाठी जबाबदार असलेल्या विशेष घाणेंद्रियाच्या पेशी असतात.

'माणसाचे नाकदेखील भाषणाच्या कार्यात सामील होते. अनुनासिक स्वर आणि अनुनासिक व्यंजन अनुनासिकीकरण प्रक्रियेत तयार होतात. सायनसच्या पोकळ पोकळ्या ध्वनिकक्ष म्हणून कार्य करतात जे भाषण आणि इतर स्वरांचे आवाज सुधारतात आणि वाढवतात. मुबारक बेगम, शमशाद बेगम, उमादेवी (टुणटुण) आणि सुरय्या या हिंदी चित्रपटातील सुरुवातीच्या काळात असलेल्या गायिका नाकातून गाणे म्हणत! त्यांचे बघून सुरुवातीला लता मंगेशकरदेखील तशीच गाणे म्हणत. परंतु लवकरच त्यांनी त्यात बदल घडवून आणला.

माणसे आपले स्वतःचे नाक चांगले दिसण्यासाठी नाकावर अनेकजण प्लास्टिक सर्जरी करून घेतात, ज्याला राइनोप्लास्टी म्हणून ओळखले जाते जे विविध संरचनात्मक दोष सुधारण्यासाठी किंवा नाकाचा आकार बदलण्यासाठी उपलब्ध आहेत. नाकाच्या आकारात दोष जन्मजात असू शकतात किंवा अनुनासिक विकारांमुळे किंवा आघातामुळे होऊ शकतात. या प्रक्रिया एक प्रकारची पुनर्रचनात्मक शस्त्रक्रिया आहेत. नाकाचा आकार बदलण्यासाठी निवडक प्रक्रिया ही एक प्रकारची कॉस्मेटिक शस्त्रक्रिया गणली जाते. नाक कापले जाणे म्हणजे इज्जतीचा पंचनामा होणे! नाकाचे चेहऱ्यावर जे महत्त्व आहे, तेही या म्हणीतून स्पष्ट होते. पडलो तरी नाक वर हीत्तही म्हण तशीच!'

चुलबुलचे बाबा चुलबुलला म्हणाल, 'झाडांनासुद्धा नाक असते. बहुतेक वनस्पतींमध्ये हे पानांच्या खालच्या बाजूला आढळतात, जेथे ते तीव्र सूर्यप्रकाशापासून लपलेले असतात आणि धुळीपासून संरक्षित असतात. हजारो लहान छिद्रांतून वायू पानांमध्ये प्रवेश करतात. ज्यांना पर्णरंध्र म्हणतात. वायूची देवाणघेवाण करणारे वनस्पतींचे फक्त जमिनीवरचे भागच नाहीत तर मूळे जमिनीखाली, वाढणारे अवयव असतात, तेही विविध कार्ये करतात, त्यांना ऑक्सिजन शोषून घेणे आवश्यक असते. हा वायू मातीच्या कणांमधील हवेच्या जागेत आढळतो आणि त्यांच्या टोकांना झाकणाऱ्या बारीक केसांमधून मुळांमध्ये प्रवेश करतो.

'सर्कशीत विदूषक ओळखला जातो, तो त्याच्या विविधरंगी आणि विविध प्रकारच्या चिकटवलेल्या नाकांमुळे! काही जण नाक उडवण्यात हुशार असतात! काही सासवा सुनेचे वर्णन करताना 'आमच्या सुनबाई नाकाने कांदे सोलतात' असे म्हणतात. त्याचा अर्थ त्यांची सून शिष्ठ आहे असा घ्यायचा! 'नाकावर माशी बसू देत नाही!' ही म्हण संतापी स्वभावाच्या व्यक्तीसाठी वापरली जाते. 'नाकापेक्षा मोती जड' ह्या म्हणीचा वापर व्यक्तीपेक्षा फाफटपसारा अधिक महत्वाचा हे सांगण्यासाठी केला जातो. 'नाक दाबले की तोंड उघडते' ही म्हण कधी कधी वापरतात. म्हणजे सरळ मार्गाने काम होत नसेल तर काहीतरी वेगळी युक्ती वापरावी लागते. 'नकटीच्या लग्नाला सतराशे विघ्न' ह्या म्हणीचा वापर अवघड गोष्ट आणखी अवघड होत राहाते, तेव्हा वापरतात. एकवेळ दिसण्यात कमी असेल तरी चालेल, पण कमी महत्त्वाची भूमिका नसावी हे सांगण्यासाठी नकटे व्हावे पण धाकटे होऊ नये ही म्हण वापरली जाते. सरळपणे वागणाऱ्या लोकांना नाकासमोर चालणारा असे गौरवाने म्हटले जाते. तर असे हे नाक शरीराची शान असते असे म्हणावयास हरकत नाही!'

चुलबुलला आज वेगवेगळ्या प्राण्यांच्या नाका विषयी बरीच माहिती मिळाली होती.

– सायली घाग
sayalig2710@gmail.com

नरेंद्र गोळे

एक अलौकिक विज्ञानशिक्षक : डॉ. सुधाकर आगरकर

डॉ. सुधाकर आगरकर यांचा जन्म १ जुलै १९५१ रोजी झाला. त्यांचे शिक्षण; एम.एससी. (रसायनशास्त्र), नागपूर विद्यापीठ, १९७५ आणि पीएच.डी. (विज्ञानशिक्षण), पुणे विद्यापीठ, १९८८; असे झाले आहे. त्यांच्या शोधनिबंधाचे शीर्षक, डेव्हलपिंग इन्स्ट्रक्शनल स्ट्रॅटेजीज टू ओव्हरकम डिफिकल्टीज इन लर्निंग सायन्स अँड मॅथेमॅटिक्स (विथ स्पेशल रेफरन्स टू सोशिओ-इकॉनॉमिकली डिप्राइव्हड स्टुडंट्स) असे होते. १९७६ ते २०१३ दरम्यान टाटा मूलभूत विज्ञान संस्थेच्या 'होमी भाभा विज्ञानशिक्षणकेंद्रात' प्राध्यापक म्हणून ते कार्यरत होते. धारावीतील आणि पश्चिम घाटातील आदिवासी मुलांसोबत कार्य करत त्यांनी 'उपचारात्मक विज्ञानशिक्षण व्यूहरचना (रेमेडिअल इन्स्ट्रक्शनल स्ट्रॅटेजी)' विकसित केली. सामाजिकदृष्टच्या वंचित विद्यार्थ्यांना विज्ञानशिक्षण देण्यात तिचा खूप उपयोग होत असतो. विद्यार्थी, पालक आणि शिक्षक यांच्याकरता 'मुक्तस्रोत शिक्षणसंसाधने'ही त्यांनी पहिल्या पिढीच्या विद्यार्थ्यांकरता विकसित केली. गेल्या तीन दशकांत विज्ञान आणि गणित शिक्षणाच्या क्षेत्रात त्यांनी नाव कमावले आहे.

सन २०११ मध्ये अवकाश प्राप्त झाल्यावर, मी नव्याने निवडलेल्या माझ्या अनुवादक्षेत्रात काम करण्याच्या हौसेपायी, संधींचा शोध घेत ठाण्याच्या विद्याप्रसारक मंडळात पोहोचलो. ते त्यावेळी त्यांच्या वेळणेश्वर येथील 'महर्षी परशुराम अभियांत्रिकी महाविद्यालया'करता प्राचार्यांचा शोध घेत होते. तिथेच डॉ. सुधाकर आगरकर यांचा-माझा परिचय झाला. ते त्यावेळी टाटा मूलभूत विज्ञान संस्थेच्या 'होमी भाभा विज्ञानशिक्षणकेंद्रात' प्राध्यापक म्हणून कार्यरत होते. त्यानंतर विद्याप्रसारक मंडळाने त्यांची प्राध्यापक आणि 'अधिष्ठाता, ॲकॅडमी ऑफ इंटरनॅशनल एज्युकेशन अँड रिसर्च' म्हणून नियुक्ती केली. पुढे विद्याप्रसारक मंडळाने 'महर्षी परशुराम अभियांत्रिकी महाविद्यालया'करता 'ज्येष्ठ शास्त्रज्ञ परिषदे'ची स्थापना केली. त्या परिषदेचा मी सुरुवातीपासूनच सदस्य राहिलो. त्यामुळे डॉ. सुधाकर आगरकर यांच्यासोबत राहण्याची, त्यांच्याशी बोलण्याची, त्यांची व्याख्याने ऐकण्याची संधी मला अनेकदा प्राप्त झाली. 'महर्षी परशुराम अभियांत्रिकी महाविद्यालया'ने घेतलेल्या 'समृद्ध कोकण' निबंधस्पर्धेकरता आम्ही दोघेच परीक्षकही होतो. त्यादरम्यान त्यांच्या प्रसन्न व्यक्तित्वाची माझ्यावर अमिट छाप पडली. त्यांची व्याख्याने ऐकताना विद्यार्थी मंत्रमुग्ध होत असत तसाच मीही मंत्रमुग्ध होत असे.

डॉ. सुधाकर आगरकर यांना शैक्षणिक प्रकल्पांचे नियोजन, अंमलबजावणी आणि मूल्यांकन यांबाबत खूप विविध स्वरूपाचा व्यावसायिक अनुभव आहे. 'टॅलंट सर्च अँड नर्चर अमंग द अन्प्रिव्हिलेज्ड (१९८०-८६)', 'रेमेडिअल प्रोग्राम फॉर सेकंडरी स्कूल्स इन ट्राइबल रिजन्स' (१९८७-९०), 'इम्प्रूव्हिंग टीचिंग ऑफ सायन्स अँड मॅथेमॅटिक्स थ्रू व्हॉलेंटरी ऑर्गनायझेशन्स' (१९९०-९३), 'क्वालिटी इम्प्रूव्हमेंट प्रोग्राम फॉर आश्रम स्कूल्स' (१९९३-२०००), 'इन-सर्व्हिस ट्रेनिंग ऑफ टीचर्स अँड टीचर

एज्युकेटर्स' (२०००-२००६), आणि 'ओपन एज्युकेशनल रिसोर्सेस फॉर स्कूल्स' (२००७-२०१३). इत्यादी शैक्षणिक प्रकल्पांचे त्यांनी यशस्वी व्यवस्थापन केलेले आहे. हल्ली ते तुलनात्मक शिक्षणाचा अभ्यास आणि आंतरसंस्कृतीसंबंध विकसित करण्यात व्यग्र आहेत.

डॉ. सुधाकर आगरकर यांनी विज्ञान आणि गणित शिक्षणाच्या क्षेत्रांत पथदर्शी संशोधन केलेले आहे. त्यांच्या संशोधनाची काही क्षेत्रे पुढीलप्रमाणे आहेत. 'इन्स्ट्रक्शनल स्ट्रॅटेजीज', 'यूज ऑफ डिजिटल रिसोर्सेस इन एज्युकेशन', 'टीचर्स प्रोफेशनल डेव्हलपमेंट'. सामाजिकदृष्ट्या वंचित विद्यार्थ्यांत त्यांना विशेष स्वारस्य आहे. मुंबई आणि आदिवासी भागांतील वंचित विद्यार्थ्यांकरता त्यांनी 'उपचारात्मक शिक्षण व्यूहरचना' विकसित केलेली आहे. या कामास आंतरराष्ट्रीय क्षेत्रात विस्तृत मान्यता मिळालेली आहे. प्रबोधनार्थ त्यांचे संशोधन मांडण्याकरता त्यांना विकसित आणि अविकसित दोन्हीही देशांतून आमंत्रणे येत असतात.

शिक्षकांचे आणि शिक्षक प्रशिक्षकांच्या सेवेदरम्यानचे प्रशिक्षण या क्षेत्रातही डॉ. सुधाकर आगरकर यांना स्वारस्य आहे. विज्ञान आणि गणित शिक्षकांचे आणि शिक्षक प्रशिक्षकांच्या सेवेदरम्यानच्या प्रशिक्षणाकरता त्यांनी भारतात आणि विदेशांतही, अनेक अभ्यासवर्गही आयोजित केलेले आहेत. या अभ्यासक्रमांत आलेल्या अनुभवांतून सेवेतील शिक्षक आणि शिक्षक प्रशिक्षकांच्या प्रशिक्षणाकरता त्यांनी एक अभ्यासक्रम (मॉड्युल) तयार केलेला आहे. दैनंदिन शालेय विज्ञान आणि गणिताच्या शिक्षणाकरताही त्यांनी उपयुक्त शिक्षणसामग्री तयार केलेली आहे.

विज्ञान आणि गणित लोकप्रिय करण्याच्या क्षेत्रात त्यांना स्वारस्य आहे. मुलांच्या प्रश्नांची उत्तरे देण्यात, व्याख्याने व प्रात्यक्षिके करण्यात, तसेच रेडिओ-टेलिव्हिजनवर तसेच वृत्तपत्रे व नियतकालिकांतून प्रबोधनपर लेख लिहूनही त्यांना आनंद मिळत असतो. गुंतागुंतीच्या वैज्ञानिक संकल्पना, स्वविकसित कथाकथनात्मक शैलीने ते सामान्य माणसांना सहजच समजावून देऊ शकतात. मराठी विज्ञान परिषदेचे ते तहहयात सदस्य आहेत. ही संस्था मराठीतून विज्ञानप्रसार करणारी स्वयंसेवी संस्था आहे. संस्थेतर्फे ते विज्ञान आणि गणितास लोकप्रियता मिळवून देण्याकरता अनेक कार्यक्रम आयोजित करत असतात. संस्थेची 'विज्ञानपत्रिका', स्थानिक वृत्तपत्रे, 'विज्ञानवार्ता' आणि 'दिशा' या नियतकालिकांतून त्यांनी विज्ञान लोकप्रिय करण्यासाठी असंख्य लेख लिहिलेले आहेत.

डॉ. सुधाकर आगरकर यांना अनेक पारितोषिके आणि उत्कृष्टताप्रमाणपत्रे लाभलेली आहेत. १९७० ते १९७५ दरम्यान शिकत असताना, त्यांना भारत सरकारची राष्ट्रीय गुणवत्ता शिष्यवृत्ती लाभलेली होती. विज्ञानशिक्षणातील त्यांच्या अलौकिक कार्याखातर 'मराठी विज्ञान परिषदेने' १९९२ साली त्यांचा सत्कार केला होता. १९९८-९९ मध्ये मिल्टन केनेस, यू.के. येथील मुक्त विद्यापीठात दूरशिक्षण घेण्याकरता रोटरी फाऊंडेशनची 'अँबॅस्डोरिअल स्कॉलरशिप' लाभलेली होती. उत्कृष्ट नेतृत्वाखातर २००४ साली त्यांना 'अमेरिकन बायोग्राफिकल इन्स्टिट्यूटने' सन्मानित केले होते. देशातील प्राथमिक शिक्षणात अलौकिक सेवा दिल्याखातर २००४ साली मॅरी मॅक्कर्डी इंटरनॅशनल ॲवॉर्डही त्यांना लाभलेले होते. इंटरनॅशनल युनियन ऑफ प्युअर अँड अप्लाइड केमिस्ट्रीचे फेलो म्हणून त्यांची २००५ मध्ये निवड झाली. उपचारात्मक गणितातील त्यांच्या योगदानाकरता त्यांना २०११ मध्ये संजीवराय शर्मा पारितोषिकही लाभले. विज्ञानशिक्षणातील होमी भाभा ॲवॉर्ड त्यांना २०१२ मध्ये प्राप्त झाले.

स्वतःचे संशोधन आणि प्रत्यक्ष अनुभवाचे आधारे डॉ. सुधाकर आगरकर यांनी अनेक पुस्तके लिहिलेली आहेत. चार आंतरराष्ट्रीय प्रकाशनांचे ते सहलेखक आहेत.

१. मॅथेमॅटिक्स एज्युकेशन अराऊंड द वर्ल्ड (नॅशनल काऊन्सिल ऑफ टीचर्स ऑफ मॅथेमॅटिक्स, १९९९).
२. नव्या शतकातील विषयशिक्षण आणि शिक्षक प्रशिक्षण (सब्जेक्ट टीचिंग अँड टीचर्स एज्युकेशन इन द न्यू सेंच्युरी, क्लुवर ॲकॅडमिक पब्लिशर्स, २०००).
३. सायन्स एज्युकेशन इन आशिया (सेन्स पब्लिशर्स, २०१०).
४. सायन्स एज्युकेशन : ए ग्लोबल पर्स्पेक्टिव्ह (नेक्स्ट जनरेशन पब्लिकेशन्स, २०१३).

उपचारात्मक बीजगणितावर त्यांनी चार पुस्तकांची एक मालिकाच लिहिलेली आहे. गणितात कच्चे असलेल्या विद्यार्थ्यांकरताचा अभ्यासस्रोत म्हणून त्यांनी उपचारात्मक भूमितीवरही चार पुस्तकांची एक मालिका लिहिलेली आहे. शिक्षकांकरता विज्ञानशिक्षणासाठी त्यांनी कृतीवर आधारित तीन पुस्तकांची एक मालिका लिहिली आहे. लोकप्रिय विज्ञानातील अनेक पुस्तकांचे ते सहलेखक राहिलेले आहेत. 'ए बुक ऑन सायन्स क्विझ', 'हाऊ अँड व्हाय इन स्कूल सायन्स', 'यूज ऑफ व्हेकेशन्स फॉर स्टुडंटस', 'पर्सनॅलिटी डेव्हलपमेंट अँड क्लोज लुक ॲट चायना'. डॉ. सुधाकर आगरकर यांनी तज्ज्ञपुनरीक्षित (पिअर रिव्ह्यूड) राष्ट्रीय आणि आंतरराष्ट्रीय नियतकालिकांत ५० हून अधिक लेख लिहिलेले आहेत.

शिक्षकांच्या अनेक व्यावसायिक संघटनांच्या साहाय्याने निरनिराळ्या देशांतील शिक्षक-प्रशिक्षकांत निरंतर संबंध प्रस्थापित करण्यासाठी ते प्रयत्नशील आहेत. डॉ. सुधाकर

आगरकर खऱ्या अर्थाने विश्वपर्यटक आहेत. निरनिराळ्या विद्यापीठांतील निरनिराळ्या संस्थांकडून त्यांना व्याख्यानांची निमंत्रणे येत असतात. राष्ट्रीय तसेच आंतरराष्ट्रीय परिषदांतून बीजभाषणे (की-नोट अॅड्रेस) आणि सारांशभाषणे देण्याकरता त्यांना व्याख्यानांची निमंत्रणे येत असतात. त्याशिवाय शिक्षक आणि विद्यार्थ्यांकरता ते देश-विदेशांत अभ्यास-पर्यटनेही घडवून आणत असतात. या कारणांखातर, निरनिराळ्या खंडांतील ३२ हून अधिक देशांना त्यांनी भेटी दिलेल्या आहेत.

संवर्धित वास्तवातून शिक्षण (लर्निंग थ्रू ऑग्मेंटेड रिॲलिटी)

एकोणिसाव्या शतकाच्या उत्तरार्धापासून आपली आयुष्ये, माहिती आणि संवाद तंत्रज्ञानाने (इन्फर्मेशन अँड कम्युनिकेशन टेक्नॉलॉजीने) प्रभावित झालेली आहेत. त्यातील विकासाने आपणास परस्परांशी सत्वर संवाद साधण्यास समर्थ केलेले आहे. ज्यामुळे एक 'संलग्नित समाज (कनेक्टेड सोसायटी)' उदयास आलेला आहे. माहिती आणि संवादतंत्रज्ञानातील विकासामुळे 'कुणालाही, कुठेही आणि केव्हाही' माहिती उपलब्ध होऊ शकते. त्यामुळे अशा समाजास 'ज्ञानसमाज (नॉलेज सोसायटी)' म्हटले जाते. माहिती आणि संवादतंत्रज्ञानातील विकासामुळे शालेय शिक्षणही प्रभावित झालेले आहे. विजकीय शिक्षणात (ई-लर्निंगमध्ये) प्रचंड सामर्थ्य दडलेली आहे. अनेक विकसित देशांत फळ्याची जागा 'कुशाग्र फलकां'नी घेतलेली आहे. त्यातून शिक्षक-विद्यार्थी परस्परसंवाद सुलभ होतो. या देशांत, प्रत्येक वर्गखोलीत अनिवार्यतेने एक संगणक आणि एक 'द्रवस्फटिकदर्शक (लिक्विड क्रिस्टल डिस्प्ले, एल.सी.डी.)' प्रक्षेपक असतोच असतो. विद्यार्थी आणि शिक्षक या दोघांनाही संकेतस्थळे माहितीचे स्रोत ठरतात. शिक्षणावरील माहिती आणि संवाद तंत्रज्ञानाच्या प्रभावाची दखल घेऊन 'नासा'ने 'भविष्यातील वर्गखोली (क्लासरूम ऑफ द फ्युचर, सी.ओ.टी.एफ.)'ची संकल्पना प्रसृत केलेली आहे. अमेरिकेच्या निरनिराळ्या भागांत प्रस्थापित झालेल्या 'भविष्यातील वर्गखोल्या'; उपलब्ध असलेल्या माहिती आणि संवाद तंत्रज्ञानाच्या सुविधांचा उपयोग करून 'ज्ञानगवेषणा (नॉलेज एक्स्प्लोरेशन)'च्या नव्या पद्धती विकसित करत आहेत. इंग्लंडमधील जगातील पहिल्या खुल्या विद्यापीठात, दूरशिक्षणाकरता तंत्रज्ञानाचा मुक्तहस्त वापर केला जात आहे. तेथील 'ज्ञान-माध्यम-माहिती (नॉलेज मीडिया इन्फर्मेशन)' शाळांतील शिकण्या-शिकवण्याच्या पद्धती सुधारत आहेत. (www.kmi.open.ac.uk).

अशा अत्याधुनिक नवनवीन सुविधांच्या सर्व सामर्थ्यांचा वापर करणे, स्वतः शिकून घेऊन, इतरांनाही अवगत करून देण्यात सुधाकरराव तत्पर असतात. चंद्रपुरातील स्वतःच्या वावरानजीकच्या लहान मुलांना देशविदेशातील आधुनिक तंत्रांचा आणि सुविधांचा परिचय करून देत असतात. त्यांच्यात वाचनाची आवड उत्पन्न व्हावी म्हणून ते वाचनालये स्थापन करतात. त्यांना उन्नतीचा वेध घेणारी पुस्तके उपलब्ध करून देतात. त्याकरता आवर्जून तिथे जातात. डोंबिवलीतील आपल्या घरापासून तर चंद्रपूरनजीकच्या आपल्या वावरापर्यंत जातायेता स्वतःची मोटार स्वतः चालवत, वर्तमान महाराष्ट्राचे दर्शन घेतात. आसपासच्या शिक्षक-प्राध्यापकांशी संपर्क साधतात. संधी मिळाल्यास जागोजाग मुलांशी बोलून घेतात. त्यांच्यात विज्ञानवृत्ती जागवतात. खरे तर असा विज्ञानशिक्षक मिळणे दुर्मिळच आहे. अलीकडेच ठाण्याच्या विद्याप्रसारक मंडळाच्या विश्वस्तसमितीवर त्यांची निवड करून, या मोठ्या संस्थेस त्यांचे मार्गदर्शन अविरत मिळत राहील अशी ठोस व्यवस्थाच मंडळाने केलेली आहे. आपल्या देशातील वंचित मुलांना आधुनिक शिक्षणाचा लाभ करवून देण्याच्या त्यांच्या प्रयासांना यामुळे मोठेच सामर्थ्य लाभलेले आहे. यानिमित्ताने डॉक्टरसाहेबांचा हा अल्पपरिचय, त्यांच्याशी अपरिचित असलेल्यांना त्यांची नवी ओळख करून देईल, तर त्यांना ओळखत असलेल्यांना त्यांच्या अज्ञात पैलूंची माहितीही देईल असा विश्वास वाटतो.

डॉक्टरसाहेबांना त्यांच्या सर्व अंगीकृत कार्यांकरता उत्तम आयुरारोग्य लाभो आणि विद्यार्थ्यांना आपापली सामर्थ्ये समृद्ध करण्याचे सर्व सोपान लाभोत हीच ईश्वरचरणी प्रार्थना!

संदर्भ

१. डॉक्टर सुधाकर आगरकर Dr. Sudhakar garkar
https://www.hbcse.tifr.res.in/people/former-members/sudhakar-c-agarkar

२. रासायनिक मूलद्रव्यांच्या मनोरंजक शोधकथा
https://vpmthane.org/web2/Dr%20Sudhakar%20garkar.html

३. डॉक्टर सुधाकर आगरकर
https://www.safehandsakola.org/noticeboard/8%20Nov%202019%20KUTUHL.pdf

४. सिंगापोर अभ्यास सहल - संजय टिकरिया
http://sanjaytikariya.blogspot.in/2010/12/gsgoogleaddadsenseserviceca-pub.html

पूर्वप्रसिद्धी : ठाणे येथील विद्याप्रसारक मंडळाच्या 'दिशा' मासिकाचा नोव्हेंबर २०२२ चा अंक.

- नरेंद्र गोळे
nvgole@gmail.com

मुलांनी काय वाचावे?

शरद काळे

द टाइम मशीन

इतिहास आपल्याला जुन्या काळात काय घडले, लोक कसे राहात होते, कुठे लढाया झाल्या, प्रगती कशी होत गेली इत्यादीबाबत बरेच काही सांगत असतो. इतिहास लिहिणे ही सोपी गोष्ट नसते. पण ठिकठिकाणी असलेल्या साहित्यिकांच्या लिखाणातून, वेळोवेळी प्रसिद्ध होणाऱ्या नियतकालिकांमधून इतिहास लिहिला जात असतो. असा माहितीपट आपल्याला भविष्यातील कालखंडाचा लिहिता किंवा बघता येऊ शकेल का? किती मजेदार प्रश्न आहे ना? माणसाला अज्ञाताची ओढ असतेच. ते नैसर्गिक कुतूहलाचे एक प्रमुख आकर्षण आहे. भविष्याचा वेध घेण्याचा असाच एक प्रयत्न एच.जी. वेल्स नावाच्या एका विज्ञानलेखकाने त्यांच्या 'द टाइम मशीन' या विज्ञानकादंबरीतून केला होता. इंग्लंडमधील विद्यापीठात विज्ञान शिकवल्यानंतर आणि विज्ञानपत्रकारिता केल्यानंतर एच.जी. वेल्स यांची ही पहिली कादंबरी होती. एकोणिसाव्या शतकातील उत्क्रांती म्हणजे प्रगती या सर्वमान्य सिद्धांताच्या उलट विचार त्यांनी या कादंबरीत मांडला आहे. व्हिक्टोरियन काळातील एक अनामिक शास्त्रज्ञ ह्या कादंबरीचा नायक आहे. त्याच्या मित्रांच्या मेळाव्यात त्याने असा दावा केला, की त्याने एक उपकरण शोधून काढले आहे जे त्याला काळाच्या पटलावर भविष्यात प्रवास करण्यास सक्षम करते. एका उत्कंठावर्धक कादंबरीची ही कल्पनाच विलक्षण आहे.

'द टाइम मशीन' या विज्ञानसाहस कादंबरीचे दोन मुख्य पैलू आहेत. या यंत्रात बसून हा अनामिक शास्त्रज्ञ इसवी सन ८०२७०१ मध्ये दाखल होतो. जिथे पूर्वी लंडन होते तिथे, त्याला भविष्यातील वंश, किंवा अधिक अचूकपणे म्हणायचे झाल्यास दोन जाती आढळतात. या प्रचंड कालावधीत मानवी प्रजाती दोन भिन्न जातींमध्ये उत्क्रांत झाली आहे. त्यातील एक जात एलोई असून ते जमिनीवर राहतात. अतिशय नाजूक प्रवृत्तीचे व ऋजू स्वभावाचे परीसारखे बालिश लोक असलेली ही जात आहे. त्यांचे अस्तित्व संघर्षमुक्त असल्याचे दिसते आणि ते आत्मसंतुष्ट, उत्सुक आणि शारीरिकदृष्ट्या दुर्बळ आहेत. तिथे उत्क्रांत मानव प्राण्यांची आणखी एक जात अस्तित्वात आहे. मॉरलॉक्स जातीचे हे उत्क्रांत मानवी प्राणी भूमिगत रहिवासी आहेत, म्हणजे ते जमिनीखाली राहतात. एकेकाळी ते गुलाम होते पण आता अन्नासाठी अशक्त, निराधार एलोईची ते शिकार करतात. द टाइम ट्रॅव्हलर रात्रीच्या जेवणाच्या पाहुण्यांना खात्री देतो, की मॉरलॉक्स अमानवी आणि शापित आहेत, परंतु ते एलोईपेक्षा परिस्थितीशी अनेक प्रकारे जुळवून घेण्यास सक्षम आहेत. भविष्यात सुमारे आठ लाख वर्षांनी काय घडेल ह्याची कल्पना करताना एच.जी. वेल्स नैसर्गिक निवडीद्वारे उत्क्रांतीच्या डार्विनच्या मॉडेलचे वर्णन करताना, प्रजाती, भौतिक जग आणि सूर्यमालेतील बदलांच्या संथ प्रक्रियेद्वारे अतिजलद प्रवास किंवा आजकालच्या भाषेत फास्ट-फॉरवर्डिंग नेमके कसे होऊ शकते याची चर्चा करतात.

पूर्वीच्या साहित्यात मानवी मानसिकतेच्या आंतरिक कार्याशी दृढपणे संबंधित असलेल्या आभासी प्रतिमा यांचा अतिशय उत्कंठावर्धक पद्धतीने लेखकाने वेध घेण्याचा प्रयत्न केलेला आहे. इसवी सन ८०२७०१ची काल्पनिक कथा ही व्हिक्टोरियन काळात इंग्लंडवर केलेले राजकीय भाष्य आहे असे अनेक जण मानतात. हा एक डिस्टोपिया म्हणजे भविष्यातील संकटांची चाहूल घेण्याचा केलेला प्रयत्न आहे, सध्याच्या समाजाने आपले मार्ग बदलण्याचा सल्ला लेखकाने यातून देण्याचा प्रयत्न केला होता असे जाणवत राहते. अन्यथा मानव ह्या कथेतील मॉरलॉक्सच्या भूमिगत शर्यतीमुळे घाबरलेल्या एलोईसारखा संपुष्टात येईल. एलोईमध्ये, वेल्स यांनी व्हिक्टोरियन काळातील अवनतीवर व्यंगात्मक भाष्य केले आहे. मॉरलॉक्सच्या माध्यमातून, वेल्स भांडवलशाहीवर मार्क्सवादी टीका करतात.

ही कादंबरी वेळ-प्रवासाच्या विज्ञान कल्पनेशी संबंधित

आहे. एच.जी. वेल्स यांच्या आधी, इतर काही लेखकांनी वेळ-प्रवासाच्या कल्पना लिहिल्या होत्या, परंतु वेल्स यांनी त्यांच्या शैलीमध्ये वैज्ञानिक निष्कर्षांवर आधारित गोष्टी लिहून त्यात एक जबरदस्त जोश निर्माण केला आहे. त्यांनी त्यांच्या वेळ-प्रवाशाला म्हणजे टाइम ट्रॅव्हलरला चौथ्या परिमाणावर आणि विचित्र अशा खगोलशास्त्र आणि उत्क्रांतीवादी ट्रेंडवर तो वेळोवेळी प्रवास करत असताना त्याचे निरीक्षण नोंदवत असल्याचे दाखवले आहे. यातील बहुतांश निष्कर्ष वेल्स यांचे शिक्षक थॉमस हेन्री हक्सले यांनी प्रचलित केलेल्या एन्ट्रॉपी आणि त्यातून विनाश या कल्पनांपासून प्रेरित होत असल्याचे जाणवते.

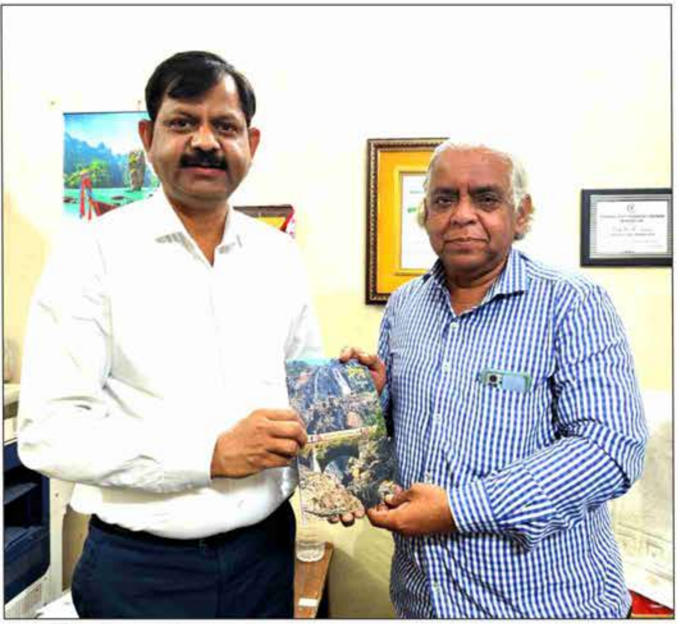
टाइम ट्रॅव्हलर त्याच्या घरी असतो व भेटीला आलेल्या पुरुषांच्या एका गटाशी बोलत असतो. त्यात कादंबरीचा निवेदकदेखील हजर असतो. द ट्रॅव्हलर चौथ्या परिमाणावर व्याख्यान देत आहेत. तो त्यांना सांगतो, की घनअवस्था फक्त अंतराळातच नाही तर वेळेतही अस्तित्वात आहे. काळ हे चौथे परिमाण आहे. त्याच्या श्रोत्यांमध्ये बरेच संशयवादी आहेत. द टाइम ट्रॅव्हलरचा असा दावा आहे की कोणीही इतर (लांबी, रुंदी व उंची) तीन परिमाणांमध्ये जसे फिरू शकतात, तसेच ते चौथ्या परिमाणात म्हणजे वेळेतदेखील फिरू शकतात. शेवटी, तो लक्षात ठेवतो, आपण सतत वेळेच्या पुढे जात आहोत, मग रिव्हर्स गिअर टाकून मागे का जाऊ शकत नाही? तो हस्तिदंत आणि स्फटिकापासून बनवलेल्या घड्याळाच्या आकाराचे सूक्ष्म टाइम मशीन तयार करतो. द टाइम ट्रॅव्हलर स्पष्ट करतो की एक लिव्हर मशीनला भविष्यात पाठवतो आणि दुसरा भूतकाळात पाठवतो. तो पाहुण्यांपैकी एकाला फॉरवर्ड लिव्हर पुश करण्यास सांगतो आणि मशीन एका लहान झटक्यात अदृश्य होते. तो दावा करतो की तो त्या मशीनमधून आता भविष्यात पुढे सरकत आहे. पाहुणे विचारतात की ते त्याला आता का पाहू शकत नाहीत, कारण तेदेखील भविष्याकडे जात आहेत आणि टाइम ट्रॅव्हलर स्पष्ट करतो की ते चाकाच्या किंवा वेगवान बुलेटच्या स्पोक्ससारखे दिसण्यासाठी खूप वेगाने पुढे जात आहे. पाहुणे चकित होतात. ट्रॅव्हलर नंतर त्यांना खूप मोठे मशीन दाखवतो, ज्याद्वारे तो भविष्यातील कालखंडाचा वेध (एक्सप्लोर) घेण्याची योजना करतो.

द टाइम मशीनमध्ये, एका कथेत एक कथा आहे. पहिली दोन प्रकरणे बाह्य कथेची पार्श्वभूमी किंवा चौकट बनवतात. टाइम ट्रॅव्हलरची कथा पुढे आहे. वेल्सने ही चौकट का समाविष्ट केली याचा विचार करणे महत्त्वाचे आहे. त्यातून वाचकांना कळते की ही कथा व्हिक्टोरियन काळातील इंग्लंडमध्ये घडते. गॅस दिवे, सिगार आणि सज्जन लोकांच्या फुरसतीच्या वेळेत चौथा आयामसारख्या विषयांवर चर्चा करण्यासाठी. त्यातून रहस्यमय वातावरणनिर्मिती करण्यात त्यांना यश आले आहे. गायब होणारे छोटे टाइम मशीन वेळप्रवास शक्य आहे याचा वाचकांसाठी पुरावा असू शकते, परंतु ही एक प्रकारची पार्लर युक्तीदेखील असू शकते, आरशांनी तयार केलेला भ्रम. हे वाचकांना वेळप्रवास शक्य आहे या कल्पनेपर्यंत पोहोचवते. दुसऱ्या प्रकरणात, आपण विस्कळीत वेळेतील प्रवासी अडखळताना पाहतो. वाचक ओळखतो की तो वेळेत प्रवास करत असावा. यामुळे वाचकाचा विश्वास बसतो आणि कथा अधिक प्रशंसनीय वाटते.

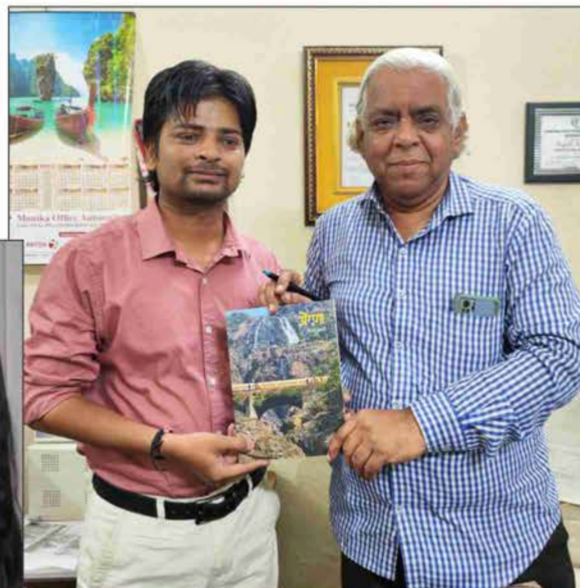
ही कादंबरी समाजवर्गांवर भाष्य करणारी एक भविष्यदंतकथाच आहे, तसेच एक वैज्ञानिक बोधकथाही आहे, जिच्यामध्ये वेल्सच्या काल्पनिक भविष्यातील दोन समाज (उच्च वर्ग आणि खालचा वर्ग) उत्क्रांती आणि उलट उत्क्रांती किंवा अधोगती चित्रित केले आहेत. एच.जी. वेल्स यांनी या कादंबरीतून एक प्रकारे स्वतःच्याच किंवा कोणत्याही विचारी माणसाच्या मनातील द्वंद्व रेखाटण्याचा प्रयत्न केला आहे, आणि त्यात ते कमालीचे यशस्वी झाले आहेत.

सन १८४८ मध्ये मार्क्स आणि एंगेल यांनी साम्यवादावर आधारित पहिला जाहीरनामा प्रसिद्ध केला होता. साम्यवादाच्या उदयानंतर समकालीन सामाजिक प्रश्नांबद्दल बोलण्यासाठी वेल्स आपली ही सन १८९५ मध्ये लिहिलेली कथा वापरतात. द टाइम ट्रॅव्हलरला असे वाटते की हे दुर्बल प्राणी आणि त्यांची सांप्रदायिक जीवनशैली संकटमुक्त जगाचा परिणाम आहे. हे इष्ट वाटत असले तरी ते विचित्रही वाटते. द टाइम ट्रॅव्हलरला हे मानवी प्राणी सुंदर वाटतात, परंतु त्यांच्या आळशीपणामुळे आणि बुद्धिमत्तेच्या अभावामुळे तो निराश होतो. असे दिसते की वेल्स साम्यवादावर नकारात्मक टिप्पणी करत असतील, पण पुढे त्यांची कथा भांडवलशाहीच्या समस्याही स्पष्ट करते असे वाटते. मानवी बुद्धिमत्तेचा उपयोग जीवन सुसह्य करण्यासाठी नेहमीच केला पाहिजे या अधिक सामान्य कल्पनेवर वेल्स टीका करत असण्याची शक्यता आहे. वेल्स सुचवतात की प्रगती वेगवेगळ्या दिशेने जाऊ शकते आणि खूप प्रगती झाली, मानवांना भौतिक सुविधा मिळत गेल्या तर ते संघर्ष विसरतील व संकटाशी लढण्यास त्यांच्यात शक्ती उरणार नाही! स्वतःकडे नजर टाका, आणि विचार करा किती सत्य आहे त्यांचे लिखाण!

●



डॉ. राजेंद्र सिंग आयोजक, बरेली



श्रोत्यांशी संवाद साधताना

महाराष्ट्र प्रदूषण नियंत्रण मंडळ

LiFE Lifestyle for Environment

शक्य तितकी इंधन वाचवणारी सायकलसारखी वाहने वापरा.

प्रदूषणमुक्त पर्यावरणाचा आग्रह धरा...

Scan the QR Code to know more