महाराष्ट्र प्रदूषण नियंत्रण मंडळ

LiFE
Lifestyle for Environment

मासिक विज्ञानपुस्तिका

विज्ञानधारा

जून २०२४ * मूल्य ५० रु. * पृष्ठे ६४

पर्यावरण विशेषांक

कांदळवने जपायला हवी...

राष्ट्रीय तंत्रज्ञान दिवस, ११ मे रोजी,
आयसीटीचे कुलगुरू डॉ. अनिरुद्ध पंडित यांच्या हस्ते
'विज्ञानधारा'च्या मे महिन्याच्या मासिक पुस्तिकेचे प्रकाशन.
सोबत धनश्री धारप, सुदेश हिंगलासपूरकर आणि अरुण जोशी

सेंट लोसिस महाविद्यालय
मंगलुरू येथे झालेल्या आंतरराष्ट्रीय परिषदेच्या निमित्ताने
तेथील विद्यार्थ्यांशी निसर्गऋण संकल्पनेवर चर्चा करताना

‘ग्रंथाली’ची मासिक पुस्तिका

विज्ञानधारा

जून २०२४, वर्ष दुसरे
पुस्तिका पहिली, 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
1000210529000008.9821032830@idbi
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

मुद्रण : इंडिया प्रिंटिंग वर्क्स, इंडिया प्रिंटिंग हाउस, ४२, जी. डी. आंबेकर मार्ग, वडाळा, मुंबई–४०० ०३१

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

डॉ. शर्वरी कुडतरकर / ५
व्यथा कांदळवनांची

डॉ. य.बा. सोनटक्के / १०
जलनियोजन व घरगुती सांडपाणी प्रक्रिया यंत्रणा (गरज आणि आव्हान)

शरद काळे / १४
प्लास्टिक प्रदूषणमुक्ती – एक जागतिक दिवास्वप्न

नरेंद्र गोळे / १९
पर्यावरणस्नेही अणुऊर्जा

सायली घाग / २४
पर्यावरणपूरक जीवनशैली – भाग १

अभय यावलकर / २८
पर्यावरणपूरक सौरसाधने

डॉ. जान्हवी गांगल / ३२
मासिक पाळीची समस्या : आरोग्य व पर्यावरण

प्राक्तन वडनेरकर / ३५
शहरीं नद्या का मरत आहेत? नदी आणि नदीत्व

डॉ. वर्षा केळकर–माने / ३८
न्यूट्रीजिनॉमिक्स – वैयक्तिक आहाराची नवीन दिशा

डॉ. जयंत वसंत जोशी / ४२
बलुतेदारी आणि पर्यावरण

आनंद घैसास / ४४
इलेक्ट्रॉनिक कचऱ्यापासून मौल्यवान आणि मूळ धातूंची पुनर्प्राप्ती

पाचू, क्रामरीन आणि बेरिलीयम / ४८
कुसुमसुत

डॉ. स्वाती बापट / ५१
माझे आरोग्य, माझी जबाबदारी

आनंद घारे / ५५
सर आयझॅक न्यूटन याचे संशोधन – भाग २

शरद काळे / ६०
सायलेंट स्प्रिंग – रॅचेल कार्सन

संपादकीय...

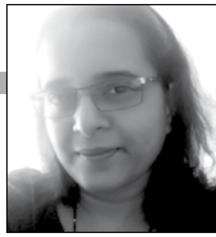
दर वर्षी जून महिन्याच्या पाच तारखेला आंतरराष्ट्रीय पर्यावरणदिन असतो. गेल्या वर्षी याच दिवशी 'विज्ञानधारा'चा पहिला अंक प्रकाशित झाला होता. विज्ञानधारा मासिकाचा हा पहिला वर्धापनदिन आहे. गेल्या वर्षभरात विज्ञानधाराचे एकूण ११ अंक प्रसिद्ध झाले. त्यासाठी एकूण ४४ लेखकांनी योगदान दिले. विज्ञानधारा मासिकाचा महत्त्वाचा उद्देश समाजात विज्ञानाविषयी रुची आणि कुतूहल निर्माण करणे हा आहे. त्यादृष्टीने सर्वच लेखकांचे प्रयत्न होत असून नवीन लेखकांनीही या कार्यात आपले योगदान द्यावे अशी अपेक्षा आहे. वाचकांकडूनही संवेदनशील प्रतिसादाची अपेक्षा आहे, कारण त्यांच्या सहभागातूनच विज्ञानजागरूकता येऊ शकते. महाराष्ट्र प्रदूषण नियंत्रण महामंडळ आणि लक्ष्मी उद्योग, कोल्हापूर यांचे आर्थिक साहाय्य या उपक्रमास मिळत आहे, त्याबद्दल त्यांचे मनःपूर्वक आभार व्यक्त करत आहे.

डोंबिवली औद्योगिक क्षेत्रातील सुरक्षेचा प्रश्न पुन्हा एकदा ऐरणीवर आला आहे. या शहराच्या औद्योगिक वसाहतीत २३ मे रोजी एका रसायन कारखान्यात प्रचंड स्फोट होऊन त्यात ११ कामगारांचा करुण अंत झाला आणि किमान ६० लोक जखमी झाले आहेत. प्रभावित अमुदान नावाच्या या रासायनिक कारखान्यात खाद्य रंगांचे उत्पादन केले जाते. त्यासाठी हायड्रोजन पेरॉक्साइड वापरले जाते. हायड्रोजन पेरॉक्साइड अत्यंत प्रतिक्रियाशील आणि अस्थिर रसायन असून विशिष्ट परिस्थितीत त्याचे भीषण स्फोट होऊ शकतात. पोलिसांकडे दाखल झालेल्या प्रथम माहिती अहवालानुसार (FIR) कारखान्यातील प्रशासनाने रसायने, अंतिम उत्पादने आणि त्यांच्या स्टोअरेजच्या मिश्रणाबाबत खबरदारी घेतली नाही. डोंबिवली औद्योगिक वसाहतीत २३ मे २०२४च्या दुपारी झालेला भीषण स्फोट ही स्फोटाची पहिलीच घटना नाही. २६ मे २०१६ रोजी प्रोबेस एंटरप्रायझेस या रासायनिक कारखान्याच्या बॉयलरमध्ये झालेल्या शक्तिशाली स्फोटामुळे परिसराचे मोठ्या प्रमाणात नुकसान झाले होते. स्फोटाचा धक्का इतका होता की परिसरातील सहाशेहून अधिक घरांमधील काचेच्या वस्तू, फिटिंग्ज आणि टीव्ही संचांचे नुकसान झाले होते. वाहनांच्या काचा फुटल्या होत्या. स्फोटानंतर औद्योगिक वसाहतीमधील शेजारच्या दोन कारखान्यांना भीषण आग लागली होती. या घटनेत प्रोबेस एंटरप्रायझेसचे मालक डॉ. विश्वास व्ही. वाकटकर यांची दोन तरुण मुले आणि सून यांच्यासह १२ जणांचा मृत्यू झाला, तर सुमारे २०० लोक जखमी झाले होते. या स्फोटाची चौकशी करण्यासाठी राज्य सरकारने ठाण्याच्या तत्कालीन जिल्हाधिकाऱ्यांच्या अध्यक्षतेखाली समिती नेमली होती. या समितीने भविष्यात अशा दुर्घटना टाळण्यासाठी शिफारशींसह अहवाल राज्य सरकारला सादर केला. २०१६च्या त्या अपघातानंतर आणि त्यावरील चौकशी अहवालानंतरही डोंबिवली औद्योगिक क्षेत्रात स्फोटांच्या घटना थांबलेल्या नाहीत, ही बाब गंभीर आहे. डोंबिवली परिसरातील लोकांना प्रदूषणाशी सातत्याने सामना करावा लागत आहे. सुमारे ५५०० कंपन्यांसह आशियातील सर्वात मोठ्या औद्योगिक पट्ट्यांपैकी एक असलेल्या नवी मुंबई औद्योगिक क्षेत्रामधील सुरक्षा परिस्थिती डोंबिवलीसारखीच आहे. गेल्या पाच वर्षांत, गॅस आणि तेल गळतीव्यतिरिक्त, येथून २९ मोठ्या आणि ५६ लहान आगीच्या घटना घडल्या आहेत. खरे तर, संपूर्ण महाराष्ट्रात औद्योगिक परिसरातील परिस्थिती जवळपास सारखीच आहे. सुरक्षेच्या नियमांचा उपमर्द हे त्याचे मुख्य कारण आहे. त्यावर कठोर उपाययोजना झाली पाहिजे, अन्यथा कायदे असूनही लोकांचे जीवन सुरक्षित नाही असेच खेदाने म्हणावे लागेल.

विज्ञानक्षितिजावर नेहमीच काहीतरी घडत असते. युरोपीयन स्पेस एजन्सीच्या (ESA) युक्लिड स्पेस टेलिस्कोपने १ जुलै २०२३ रोजी केप कॅनाव्हरल, फ्लोरिडा येथून यशस्वी उड्डाण केले. आता जवळजवळ ११ महिन्यांनी आपल्या गंतव्य स्थानावर पोहोचल्यावर पहिली वैज्ञानिक निरीक्षणे नोंदवली आहेत. विश्वातील सर्वात गूढ घटकांपैकी अज्ञात पदार्थ आणि अज्ञात ऊर्जा शोधण्यासाठी ही सहा वर्षांची मोहीम विश्वविज्ञानावावर अधिक प्रकाश टाकू शकेल, असा शास्त्रज्ञांचा विश्वास आहे. २३ मे २०२४ रोजी, ESAने युक्लिडच्या पहिल्या २४ तासांच्या विज्ञान कार्यादरम्यान घेतलेल्या पाच प्रतिमा प्रसिद्ध केल्या आहेत. मृग (ओरायन) नक्षत्रातील १३०० प्रकाशवर्षे अंतरावर असलेल्या मेसियर ७८ तारा-निर्मिती क्षेत्राचे आजपर्यंतचे सर्वात तपशीलवार दृश्य या आश्चर्यकारक प्रतिमांमध्ये समाविष्ट आहे. या प्रतिमांमध्ये विश्वाच्या या भागातील ज्या तीन लाखांहून अधिक अज्ञात असलेल्या गोष्टी दिसतात, त्यात नवजात ताऱ्यांसह, स्वतःच्या ताराप्रणालीतून बाहेर पडलेले चुकार ग्रहपण असू शकतात. अवकाश निरीक्षणाच्या पहिल्या भागात विशाल सर्पिल आकाशगंगेची (एन. सी. जी. ६७४४) जी छायाचित्रे प्राप्त झाली आहेत, त्यात तिच्यावर आदळणाऱ्या आकाशगंगांचा इतस्ततः फिरणारा डोराडो गट आणि बेल २३९० आणि एबेल २७६४ या विशाल आकाशगंगा समूहाची तपशीलवार दृश्येदेखील समाविष्ट आहेत. बघू या यातून काय निष्पन्न होते ते!

जागतिक पर्यावरणदिनाच्या सर्वांना शुभेच्छा.

- शरद काळे
sharadkale@gmail.com



डॉ. शर्वरी कुडतरकर

व्यथा कांदळवनांची

कांदळवने (मॅन्ग्रूव्ह फॉरेस्ट) म्हणजेच खारफुटीची जंगले समुद्रकिनाऱ्यालगत तसेच खाड्या व काही नद्यांच्या किनाऱ्यालगत आढळतात. हॅलोफाइट म्हणजेच खाऱ्या पाण्यात वाढणाऱ्या वनस्पती असे यांचे वर्गीकरण केले जाते कारण वेगवेगळ्या क्षारतेच्या पाण्यात हे वृक्ष सहज तग धरून असतात. या वनस्पतींमध्ये अनेक वैशिष्ट्यपूर्ण गुणधर्म आढळतात. खाऱ्या पाण्यातून क्षार गाळून फक्त पाणी शोषून घेण्याची क्षमता त्यांच्यात आहे आणि जे अतिरिक्त क्षार शोषले जातात त्यांना पानांवर असलेल्या क्षारग्रंथीच्या (salt gland) मदतीने बाहेर टाकले जाते. बऱ्याचदा यांच्या पानांवर मिठाचे पांढरे ठिपके पाहायला मिळतात. यांच्या मुख्य मुळांबरोबर साहाय्यक मुळेदेखील मोठ्या प्रमाणात विकसित झालेली असतात त्यांना स्थिर मुळे (stilt root) असे म्हणतात. मुळे गुरुत्वाकर्षणाच्या नियमानुसार जमिनीत खालच्या दिशेने वाढतात, परंतु काही मात्र प्रतिगुरुत्वाकर्षण (निगेटिव्हली जिओट्राफिक) म्हणजेच विरुद्ध दिशेने सूर्याकडे वाढत जातात व श्वसनाकरता झाडांना मदत करतात. ह्या मुळांना pneumatophores म्हणतात. अशी ही वैशिष्ट्यपूर्ण कांदळवने अतिक्षारतेमध्ये, गोड्या पाण्यामध्ये, तीव्र भरतीओहोटीच्या क्षेत्रात, चिखलात व जेथे जमिनीत ऑक्सिजन विरळ आहे तिथे लाटांचा व प्रचंड वेगवान वाऱ्याचा मारा सहन करत उभी आहेत.

खऱ्या अर्थाने हे निसर्गाने नेमलेले तटरक्षक (कोस्ट गार्ड) आहेत, कारण किनाऱ्यालगतच्या भूभागाचे लाटांपासून, वादळांपासून, वाऱ्यापासून रक्षण करत जमिनीची होणारी झीज किंवा धूप थांबवत कित्येक प्राणिमित्रांना आसरा देत, वाहत आलेला कचरा व गाळ स्वतःकडे साठवत रक्षकाची भूमिका ते बजावत असतात. अनेक खाऱ्या पाण्याच्या व गोड्या पाण्याच्या माशांसाठी व इतर अनेक जलचरांसाठी ही कांदळवने म्हणजे प्रजननकेंद्रे, पाळणाघरे आणि अन्नछत्रे म्हणून आश्रयदाते आहेत. स्थलांतर करणारे अनेक पक्षी या कांदळवनांचा निवासस्थान तात्पुरते म्हणून वापर करतात. आपल्या इथे फ्लेमिंगोदेखील असेच शिवडीच्या खाडीलगत येऊन राहणारे, स्थलांतर करणारे पक्षी आहेत. कित्येक सहस्र किलोमीटरचे अंतर पार करून ते आपल्या देशात येतात. यांच्यासारखे अनेक पक्षी कांदळवनात काही काळाकरता राहायला येतात. इथला समुद्री गरुडपक्षी तुमच्या नक्कीच परिचयाचा असेल. पक्षिनिरीक्षणाकरता अत्यंत योग्य अशी असणारी ही कांदळवने मात्र सध्या अनेक समस्यांना तोंड देत आहेत.

मूळ कांदळ वृक्षांच्या किमान ६० तरी मुख्य जाती जगभरात आढळतात. यात २७ (genera) जनेरा आहेत. आशिया खंडात यातील सर्वात जास्त जाती आढळतात. भारताच्या पूर्व किनाऱ्यालगत सर्वात जास्त कांदळवने आढळतात. एकूण कांदळवनांपैकी ६० टक्के वने पूर्व किनाऱ्यावर म्हणजेच बंगालच्या उपसागरानजीक आहेत. अरबी समुद्रानजीक म्हणजेच पश्चिम किनाऱ्याशी २० टक्के कांदळवने, तर उरलेले वृक्ष अंदमान व निकोबार क्षेत्रातील बेटांच्या सभोवती पाहायला मिळतात.

सुंदरबन म्हणजेच भारत व बांगलादेश यांच्यामध्ये पसरलेले लहान लहान बेटांचे क्षेत्र आहे. त्यावर मॅन्ग्रूव्हच्या ५०पेक्षा अधिक जाती आढळतात. ही इथली बेटे उंचीने फार मोठी नाही मात्र येथील कांदळवृक्ष तीस ते पन्नास मीटरपर्यंत उंची गाठू शकतात. जगातील सर्वात मोठे कांदळवन सुंदरवन येथे आहे. गंगा, ब्रह्मपुत्रा व मेघना या तीन नद्या व त्यांच्या उपनद्या मिळून तयार झालेला हा त्रिभुज प्रदेश अतिशय सुपीक

सहाय्यक मुळे

बंगालचा पट्टेरी वाघ

असा भूभाग आहे. युनेस्को(UNESCO) ने तर या भागाला वर्ल्ड हेरिटेज साईट अशी ओळख दिली आहे. सुंदरबनचे जंगल ४० टक्के भारतात आहे व ६० टक्के बांगलादेशात आहे. मोठमोठ्या चक्रीवादळांना झेलत ही कांदळवने मानवनिर्मित इतर अनेक नैसर्गिक समस्यांशी सामना करत आहेत. यामध्ये सागरी किनारा विकास (कोस्टल डेव्हलपमेंट प्रोजेक्ट), मत्स्यशेती, भातशेती, घरेबांधणी, सांडपाण्याचा विसर्ग, औद्योगिक-रासायनिक कारखान्यांमध्ये केला जाणारा विसर्ग, प्रदूषित हवा वगैरे अनेक कारणे आहेत. येथील स्थानिक लोकांना इंधन, अन्न, औषधे, मध वगैरे पुरवणारी ही झाडे हळूहळू नष्ट होत चालली आहेत. किनाऱ्यालगत घरे बांधून राहण्याची मानवाची धडपड तसेच इतर विकास कामे यामुळे या कांदळवृक्षांची नैसर्गिक घरे मात्र आता कमी होऊ लागली आहेत. वाढत जाणाऱ्या शहरीकरणामुळे आपल्याला जमिनी कमीच पडत जात आहेत, अशावेळी या कांदळवृक्षांची सहजपणे तोड करून तेथे भर टाकून भूभाग वाढवला जात आहे. महाराष्ट्रात कांदळवनांची जबरदस्त हानी गेल्या काही वर्षांमध्ये झाली आहे. पृथ्वीच्या पाठीवर असलेल्या जैवविविधतेमध्ये कांदळवने जी भर घालतात, त्यामागे निसर्गाची काहीतरी निश्चित भूमिका आहे. परंतु ही भूमिका जाणून न घेता आपण त्यांची अशी कत्तल करतो, त्याचा पर्यावरणावर खूप मोठा परिणाम होत असतो. निसर्गचक्रात हा परिणाम दिसण्यास कदाचित काही काळ निघून जातो. निसर्गाच्या खातेवहीत लिहिले गेलेले मात्र फाडून टाकता येत नाही. त्याची शिक्षा मिळाल्याशिवाय राहात नाही.

Blue Carbon म्हणजे सागरातील पाण्यात वाढणाऱ्या वनस्पती व शैवालांच्या अनेक जातींमार्फती (हरित, लाल, तपकिरी इत्यादी अल्गीज) हवेतील कार्बन डायऑक्साइडमधील कार्बन साठवला जातो. या वनस्पतींच्या प्रकाशसंश्लेषणक्रियेमध्ये हवेतील कार्बन डायऑक्साइड वायू शोषून घेतला जातो व त्याचे स्थिरीकरण केले जाते. त्यामुळे जागतिक तापमानवाढीसाठी जबाबदार असणारा हा घटक नियंत्रित ठेवला जातो. कांदळवनातील वृक्षांमध्ये हा कार्बन बऱ्याच काळासाठी साठवला जातो कारण दलदलींमध्ये ऑक्सिजन कमी असल्याने इथल्या पाल्यापाचोळ्याचे विघटन लवकर होत नाही. मग हळूहळू याचे विघटन सूक्ष्मजीवांमार्फत होते. ह्या निसर्गचक्रात हे होत असले तरी ती सहजक्रिया आहे. निसर्गाच्या समतोलासाठी ती आवश्यक आहे. मात्र वृक्षतोडीमुळे साठवलेला कार्बन इंधन रूपात जाळल्याने निसर्गात अकाली विलीन होतो व त्यामुळे तापमान वाढीत भर पडते. निसर्गाला हे कांदळवृक्षांचे जाळणे अपेक्षित नसते. ही वृक्षतोड स्थानिक लोक इंधनाकरता बऱ्याचदा करतात कारण त्यांच्यापर्यंत आजही इंधनाच्या, वाहतुकीच्या व उपजीविकेच्या अनेक समस्या आहेत. सरकारच्या कित्येक योजना अजूनही तिथे पोहोचलेल्या नाहीत. आजही वाशी, पनवेल, कल्याण, ठाणे, वसई या मुंबईभोवती असलेल्या खाडी परिसरात या नैसर्गिक इंधनांचा वापर करणाऱ्यांची संख्या बरीच मोठी आहे. निकृष्ट किंवा अशुद्ध जीवाश्मतेलावर (मुख्यतः केरोसीन) चालणारी वाहने, बोटी यामुळे येथील वायू प्रदूषणात भर पडत आहे. कोळसा बनवण्याकरतादेखील या वृक्षांच्या लाकडाचा वापर केला जातो. तसेच इमारतीकरीता त्यांचा वापर केला जातो. किनाऱ्यालगत प्रक्रिया न करता सोडले गेलेले सांडपाणी या वृक्षांना तांबे, कॅडमियम, मँगनीज, पारा, लेड, झिंक (Cu, Cd, Mn, Hg, Pb, Zn) यासारखे जड धातू शोषून घेण्यास भाग

श्वसनासाठी उभी वाढलेली मुळे

चक्रीवादळात होणारी घरांची हानी

पाडत आहे. यावर केलेल्या संशोधनात असे आढळले आहे की या जडधातूंचा प्रतिकूल प्रभाव कांदळवृक्षांच्या आणि छोट्या वनस्पतींच्या वाढीवर होत असतो. फ्लुओराईड, क्लोराइड, ब्रोमाइड यांसारखी काही घातक प्रदूषके तर या वनस्पतींमार्फत अन्नसाखळीत थेट शेवटच्या थरावर म्हणजे माणसाच्या जीवनापर्यंत प्रवेश करत आहेत. या झाडांची फळे-पाने आणि बिया खाऊन जगणाऱ्या प्राण्यांची व पक्ष्यांची संख्या बरीच आहे. यावर केलेल्या संशोधनात या जड धातूंचे अंश प्राण्यांच्या पेशीतदेखील दिसून आलेले आहेत.

सुंदरबन येथील कुलती नदीवर तर अनेक लहान-मोठे कारखाने आहेत जे प्रक्रिया न करता सांडपाण्यातून टाकाऊ व विषारी रसायने नदीत सोडत आहेत. धातूंचे अंश, नॅफ्थेलिन, एन्थरासिन यासारखे बदनाम पॉलिसायक्लिक आरोमॅटिक हायड्रोकार्बन (PHs), पर्यावरणात दीर्घकाळ टिकणारे सेंद्रिय प्रदूषक (POPs), हार्मोनग्रंथींच्या कार्यात अडथळा आणणारी रसायने (EDCs) आणि सारखे अनेक विषारी पदार्थ सांडपाण्यातून मातीत मिसळून समस्या निर्माण करत आहेत. बाएन नावाच्या एका संशोधकाने म्हटले आहे की मॅन्ग्रूव्हच्या काही जाती प्रदूषकांना आपल्या शरीरात धारण करत नाहीत, त्यांना मुळांद्वारे गाळून तेथेच अडवले जाते म्हणजे ही प्रदूषके कांदळवृक्षांच्या मुळात आढळतात, पण पानांमध्ये नसतात. अशा प्रकारच्या झाडांना टॉलरंट- स्पेसीज असे म्हणतात. याचाच अर्थ प्रदूषित वातावरणातसुद्धा तग धरून राहणाऱ्या या प्रजातींची वाढ होत राहाते, पण ज्या प्रजाती प्रदूषणाशी झुंज देत मरून जातात, त्यांचे अस्तित्व संपूर्णपणे नष्ट होत जाते. परिणामी तेथील जैवविविधता नाहीशी होते.

विविध जड धातूंचे अंश कांदळवन परिसंस्थांमध्ये नद्यांमार्फत किंवा वातावरणातून महासागरांच्या परिसंस्थांमध्ये प्रवेश करतात. कांदळवनातील गाळामध्ये ऑरगॅनिक कार्बनचे (OC) प्रमाण खूप जास्त असते. एका अभ्यासाद्वारे या कणरूपातील ऑरगॅनिक कार्बनचे (POC) प्रमाण काढले असून ते सुंदरबन येथे ०.६७ - १.५७ टक्के एवढे आढळले आहे. रायझोफोरा या प्रजातीच्या कांदळवृक्षाखालच्या जमिनीतील ऑरगॅनिक कार्बनचे प्रमाण अविसेनिया या कांदळवृक्षाखालच्या जमिनीत असणाऱ्या ऑरगॅनिक कार्बनच्या तुलनेत जास्त आढळले आहे. या कांदळ प्रजातींवर केल्या गेलेल्या अभ्यासात असे दिसून आले आहे की प्रदूषित पाण्यात व हवेत अविसेनिया ही प्रजाती चांगलीच तग धरून आहे. भारतात अविसेनिया मरीना या कांदळ वनस्पतीची वाढ ठिकठिकाणी दिसून येत आहे. म्हणजेच प्रदूषणाचा जैविक दर्शक (बायलॉजिकल इंडिकेटर) म्हणून ओळखले जाणारे हे वृक्ष असून त्यांचे असणे हे जैवविविधतेसाठी आवश्यक असलेल्या इतर बऱ्याच महत्त्वाच्या प्रजातींसाठी (eco-sensitive) धोक्याचे आहे. कारण हे जैविक दर्शक बेसुमार वाढत गेले तर त्यांच्यामुळे जैवविविधतेसाठी आवश्यक असलेल्या ह्या वनस्पती नाम शेष होतील. त्यांची जागा हळूहळू प्रदूषणातही तग धरून राहणाऱ्या व वाढत जाणाऱ्या Avicennia सारख्या प्रजातींनी घेतली जाईल व परिणामी काही मुख्य प्रजाती नामशेष होत जातील. हे सारे प्रदूषणामुळे म्हणजे मानवी हस्तक्षेपामुळे होत आहे, हे लक्षात घेऊन हा हस्तक्षेप थांबवण्यासाठी प्रयत्न करणे अत्यंत आवश्यक होऊन बसले आहे. रायझोफोरा

या प्रजातीला कांदळवनातील मूळ निवासी वृक्षांची प्रजाती म्हणून ओळखले जाते. स्थिरीकरण केलेल्या कार्बनचा प्रभावी साठा म्हणून ही वने आपली भूमिका बजावत आहेत. सन १९९२पासून सन २००८पर्यंत जगतिक कार्बनउत्सर्जनात ३८ टक्क्यांनी वाढ झालेली आहे. अंदाजे १०२३ मिलीग्राम प्रती हेक्टर या प्रमाणात कांदळवनांमध्ये कार्बन साठवला जातो, पण यांच्या वृक्षतोडीमुळे ०.०२ पेटॅग्रॅम कार्बन (१ पेटॅग्रॅम कार्बन = १०० कोटी टन कार्बन) प्रतिवर्षी निर्माण होतो जो जागतिक कार्बन उत्सर्जनाच्या १० टक्क्यांच्या आसपास आहे.

सन १८७५ साली भारताच्या फाळणीपूर्वी सुंदरबन हे संरक्षित वन म्हणून गणले गेले होते. येथील कांदळवनाचे क्षेत्र साधारण १०२०० चौरस किलोमीटर एवढे आहे मात्र सन १९६७मध्ये हे क्षेत्र २१० चौरस किलोमीटरने तर सन २००४पर्यंत ४५१ चौरस किलोमीटरने कमी झाले आहे. याचे मुख्य कारण म्हणजे दिवसेंदिवस वाढत जाणारी समुद्राची पातळी. येथील पाण्याची पातळी ती गेल्या वीस वर्षांत दरवर्षी तीन सेंटिमीटर या प्रमाणात वाढली आहे. इथली काही बेटे आधीच पाण्याखाली गेली आहेत, तेथील रहिवाशांनी दुसऱ्या ठिकाणी स्थलांतर केलेले आहे. पुढील शंभर वर्षांपर्यंत येथील काही बेटे पाण्याखाली जाऊन नामशेष होण्याच्या मार्गावर आहेत असा अंदाज वर्तवला जात आहे. या सुंदरबन बेटांच्या समूहावरील ज्या बेटांवर शेती केली जाते, तेथे समुद्राचे खारट पाणी आल्याने सुपीक जमिनी नापीक बनत जात आहेत. तसेच, येथील गोड्या पाण्याचे साठे मर्यादित असून त्यांची संख्यादेखील कमी होत आहे; कारण पाण्याच्या क्षारतेमध्ये हळूहळू वाढ होऊन ते पिण्यायोग्य राहत नाही. इथल्या कांदळवनाची घनता अंदाजे १.३ टक्क्याने दरवर्षी कमी होत आहे. थायलंडसारख्या भागात तर या कांदळवनाचा ८४ टक्के ऱ्हास झालेला आहे. इथे केलेल्या काही संशोधनामध्ये असेही आढळून आले आहे की मानवनिर्मित घटकांबरोबरच वातावरणातील इतर बदल म्हणजे कमी पर्जन्यमान, तापमानवाढ हे नैसर्गिक घटक हेदेखील कांदळवनांच्या ऱ्हासास कारणीभूत आहेत. थायलंडमध्ये क्राबी येथे आपल्याला मानवनिर्मित कांदळवने पाहायला मिळतात.

नैसर्गिक कांदळवने आणि मानवनिर्मित कांदळवने याच्यात थोडासा फरक आहे. ज्यांची लागवड करून तयार केलेली जंगले दिसतात त्यात फक्त विशिष्ट प्रकारच्याच वनस्पती असतात, मात्र नैसर्गिक कांदळवनांमध्ये अनेक वेगवेगळ्या प्रकारच्या वनस्पती दिसून येतात. तेथे जी जैवविविधता दिसते, ती मानवनिर्मित कांदळवनांमध्ये सहसा दिसत नाही. मानवनिर्मित कांदळवने बहुधा सपाट जमिनीवर दिसून येतात. नैसर्गिक कांदळवने मात्र सपाट क्षेत्रांच्या बरोबरीने दलदलीच्या क्षेत्रातही, एकूण भरती-ओहोटीच्या क्षेत्राच्या फक्त वरील काही भागात वाढतात. मानवनिर्मित कांदळवनांमध्ये वनस्पती काही वर्षे जगतात, नंतर मात्र त्या मरू लागतात. फिलिपीन्स मध्ये मानवनिर्मित कांदळवनांच्या लागवडीच्या यशाचे प्रमाण सरासरी २० टक्के एवढेच आहे. याची बरीच कारणे आहेत. जिथे लागवड केली जाते ती जमीन व हवामान त्या प्रकारच्या प्रजातींना उपयुक्त आहे किंवा नाही हे न पाहता केलेल्या लागवडीमुळे किंवा एखाद्या जमिनीतील समुद्री गवत किंवा समुद्री लव्हाळी काढून टाकून तेथे लागवड केली असता किंवा नैसर्गिक मातीच्या टेकड्यांवर लागवड न करता उतारावर किंवा सपाट भागात जिथे भरतीचे पाणी साठले जाते तिथे लागवड केल्याने, या मानवनिर्मित कांदळवनांची सफलतापूर्वक वाढ होत नाही. बेंगॉल टायगरला (Panthera tigris tigris) सर्व जण ओळखतात. आपला राष्ट्रीय प्राणी व सुंदरबनमधील हा मूळ रहिवासी. मात्र कांदळवने नाहीशी होत राहिली तर सहजच याची व इतर वन्य प्राण्यांची घरेदेखील राहणार नाहीत.

फिडलर खेकडा

पानांवर जमलेले मीठ

कांदळवनांना मत्स्यशेतीसाठी विशेषतः प्रॉन्स फार्मिंगकरता वापरले जाते. त्यासाठी खाडीच्या पाण्याचे प्रवाह बदलून शेती करता इनलेट व आउटलेट बनवले जातात. काही स्थानिकांना वाटते की आपल्या जमिनीत कांदळवृक्ष असतील तर आपली जमीन सरकारजमा होऊन आपल्या हाती काही राहणार नाही! म्हणूनदेखील ही वने तोडून तेथे मत्स्यशेती केली जाते. सुंदरबनातील नष्ट होत जाणाऱ्या कांदळ वनस्पतींच्या प्रजातींना नेहमीच अनेक चक्रीवादळांचा, वेगवान वाऱ्याचा आणि पावसाचा मारा सहन करावा लागतो. या नैसर्गिक घटनांमध्ये दिवसेंदिवस वाढच होत जात आहे. गेल्या २३ वर्षांत इथे १३ मोठी चक्रीवादळे (supercyclone) येऊन गेली. मॉन्सूननंतर येणाऱ्या वादळांची संख्या व तीव्रता सन २००० ते सन २०१८च्या काळात वाढतच गेलेली आहे. शास्त्रज्ञांचे अनुमान असे आहे की सन २०४१ ते सन २०६० दरम्यान ह्या चक्रीवादळांची संख्या ५० टक्क्यांनी वाढलेली असेल. वादळादरम्यान येणाऱ्या उधाणांमुळे समुद्राचे खारट पाणी शेतांमध्ये घुसल्याने तेथील गोड्या पाण्याच्या मत्स्यशेतीतील मासे मरत आहेत व जमिनी नापीक होत आहेत. परिणामी स्थानिक लोक उपजीविकेसाठी इतर घटक जसे खेकडे, मासे, मध, सरपण, इमारतीला लाकूड वगैरे करता सुंदरबनातील जंगलात पर्याय शोधत आहेत. त्यामुळे बंगाली वाघांचे नैसर्गिक वसतिस्थान धोक्यात येत असून ते माणसांवर सर्रास हल्ले करत आहेत. हे बंगालचे वाघ भारताबरोबरच नेपाळ बांगलादेश, भूतान, चीन येथेदेखील आढळतात पण कांदळ वनांच्या जंगलात राहणारे वाघ फक्त बांगलादेश व भारतातच सापडतात. फिडलर खेकडे व टेलिस्कोपीयम यांसारखे कवचधारी प्राणी कांदळवनांच्या जंगलामध्ये दलदलीच्या भागात आपली बिळे करून राहतात. तिथे पडणाऱ्या पानांच्या, फांद्यांच्या संथ गतीने सडणाऱ्या पाचोळ्याला खाऊन ते जगतात. यांच्या बिळांमुळे जमिनीत ओहोटीच्या वेळी ताजी हवा शिरून तिथे असलेली ॲनॉक्सिक (no oxygen) परिस्थिती कमी होऊन जमिनीत ऑक्सिजनच्या पुरवठ्यासाठी मदत होते.

कांदळवनातील सर्वच रहिवाशांनी स्वतःमध्ये एवढे उपयुक्त बदल करून घेतले आहेत की अतिशय टोकाच्या परिस्थितीतसुद्धा त्यांना जगता येते. कधी गोड्या पाण्यात तर कधी खारट पाण्यात राहता येते. भरती-ओहोटीच्या क्षेत्रातील दलदली भागात वाढणाऱ्या या वनस्पती सागराच्या लाटांची तीव्रता कमी करण्याचे महत्त्वाचे कार्य करतात. त्यांच्या सपोर्टिव्ह मुळांचे मुख्य झाडाभोवती पसरलेले जाळे शॉक अब्सॉर्बरचे काम करते. त्यामुळे लाटांच्या माऱ्यांपासून कांदळवृक्षांचे व किनारी भागाचे संरक्षण होते. या झाडाची पाने जाड असतात व त्यावर मेणासारखा एक पातळ थर असतो. त्यामुळे पानांतर्गत पाण्याचे सूर्यामुळे होणारे बाष्पीभवन कमी होते. बऱ्याचदा ही पाने केसाळ असतात.

सुंदरबनचा पूर्व, पश्चिम आणि दक्षिण भाग बांगलादेशमध्ये येतो तर संरक्षित अभयारण्याचा भाग भारतात येतो. इथल्या जंगलांमध्ये ४५३ जातींचे जंगली प्राणी, २९० पक्ष्यांच्या प्रजाती, १२० माशांच्या प्रजाती, ४२ प्रकारचे सस्तन प्राणी, आठ उभयचर व ३५ वेगवेगळे सरपटणारे प्राणी आढळतात. शिकारीकरता बंदी असली तरी चोरून प्राण्यांना पकडले व मारले जाण्याचे प्रमाण अधिक आहे. इथल्या वाघांची संख्या भारतात ७४ व बांगलादेशमध्ये १०६ एवढी आहे.

ऑगस्ट २०१० मध्ये भारतातल्या नॅशनल थर्मल पॉवर कॉर्पोरेशन (NTPC) बांगला देश पॉवर बोर्ड (BPDB) या दोन संस्थांमध्ये झालेल्या एका करारानुसार कोळशावर चालणारे विद्युत केंद्र रामपाल येथे सन २०१६ साली सुरू झाले. हा प्रकल्प १८३४ एकर क्षेत्रावर स्थापित असून ईआयएच्या (एन्व्हायर्नमेंटल इम्पॅक्ट असेसमेंट EIA) मार्गदर्शक सूचना तिथे पाळल्या जात नाहीत असे पर्यावरणविषयी जागरूक असलेल्या काही संस्थांचे म्हणणे आहे.

एकंदर या कांदळवनांच्या ऱ्हासाला अनेक घटक जबाबदार आहेत, पण त्यातही प्रदूषणाचा वाटा मोठा आहे. सुंदरबनातील कार्बनउत्सर्जन फारसे नाही; पण एकूण जागतिक कार्बनउत्सर्जन वाढले गेल्याने त्याचे परिणाम जागतिक तापमानवाढीवर व हवामानावर होत असल्याने वाढत्या पाण्याच्या पातळीमुळे होणारे नुकसान इथल्या बेटांना सहन करावे लागत आहे. ही कांदळवने वाचवायची असतील तर स्थानिक रहिवाशांना विश्वासात घेऊन त्या त्या ठिकाणचे नैसर्गिक घटकांचे संरक्षण व संवर्धन केले गेले पाहिजे. पाण्याचे नैसर्गिक प्रवाह पुन्हा प्रस्थापित करून या वृक्षांची योग्य वाढ होण्यासाठी प्रयत्न केले पाहिजेत. कांदळवृक्षांमध्ये विविपॅरी म्हणजेच झाडांवर असतानाच त्यांच्या बियांना कोंब घेऊन त्यांची वाढ होऊन योग्य वेळी त्यांना पाण्याच्या प्रवाहात झाडांद्वारे सोडले जाते व योग्य ठिकाणी व त्यांचे रोपटे तयार होऊन झाडांची वाढ होते. याकरता योग्य जमीन मिळणे आवश्यक आहे. मत्स्यशेती करता पाणी अडवून न ठेवता वेळोवेळी पाण्याचा निचरा केला गेला पाहिजे. कांदळवनांच्या संरक्षणासाठी जे जे उपाय करता येतील ते ते केले गेले पाहिजेत. ही काळाची गरज आहे.

– शर्वरी कुडतरकर
samikshank@gmail.com

डॉ. य.बा. सोनटक्के

जलनियोजन व घरगुती सांडपाणी प्रक्रिया यंत्रणा (गरज आणि आव्हान)

पाणी हा एक मौल्यवान स्रोत असल्यामुळेच जल हे जीवन आहे असे म्हटले जाते. अन्न, वस्त्र आणि निवारा या मूलभूत गरजांमध्येही पाण्याचे स्थान महत्त्वाचे आहे. पृथ्वीवर एकूण ९७.१ टक्के पाणी समुद्रात असून २.२८ टक्के पाणी जमिनीवर असते, त्यामध्ये भूगर्भातील आणि वातावरणातील पाण्याचा समावेश आहे. महाराष्ट्र राज्यामध्ये लोकसंख्येच्या प्रमाणात पाण्याचा वापर होतो त्यामुळे पाणी वाढणारी लोकसंख्या, उद्योग व शेतीसाठीही आवश्यक आहे. शेतीसाठी लागणाऱ्या पाण्याचे प्रमाण जवळपास ७५ टक्क्यांपासून ते ८२ टक्क्यांपर्यंत जाते. वाढत्या लोकसंख्येमुळे दरडोई पाण्याची उपलब्धता कमी होत चाललेली आहे. महाराष्ट्र शासनाने नुकतीच महाराष्ट्र राज्य जलनीती विषय २०१९मध्ये अमलात आणली आहे. वाढते औद्योगिकीकरण शेती, तसेच शहरीकरणामुळे जल व्यवस्थापनावर प्रचंड ताण येत असल्याचे निदर्शनास येत आहे. भारत सरकारनेदेखील या संदर्भात २०१२मध्ये राष्ट्रीय जलनीती प्रकाशित करून या विषयाकडे लक्ष वेधले आहे. केंद्र व राज्य शासनाच्या जलनीतीमध्ये जमिनीवरील व भूगर्भातील पाणी यांच्या दर्जाचे संरक्षण करणे व त्यात वाढ करून पाण्याची उत्पादकता व कार्यक्षमता व वाढ करणे हे उद्दिष्ट ठेवण्यात आल्याचे दिसून येते. सप्टेंबर २०१५मध्ये संयुक्त राष्ट्रातील भारतासह १९३ सदस्य राष्ट्र पुढील पंधरा वर्षांत साध्य करण्याच्या १७ शाश्वत विकास उद्दिष्टांकरता वचनबद्ध झालेले आहेत. सर्वांसाठी शुद्ध जल व स्वच्छता यासंदर्भात सुनिश्चितीत शाश्वत विकास उद्दिष्ट ६ द्वारे (Sustainable Development Goals) जल हा विषय कार्यसूचीत समाविष्ट केलेला आहे.

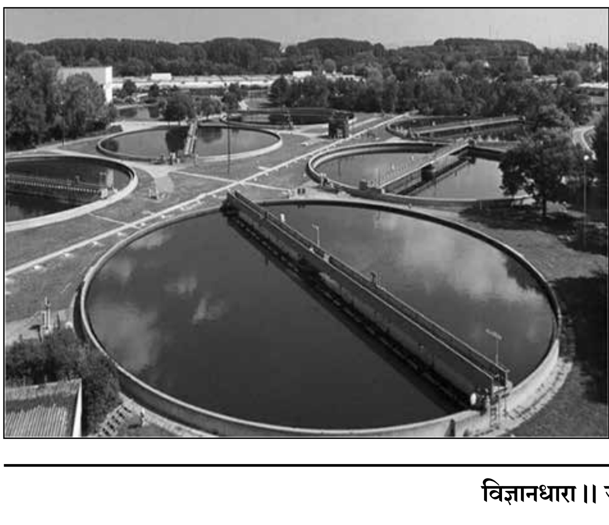
शाश्वत विकासाच्या (SDGs) नऊ संकल्पनांमध्येदेखील गरिबी मुक्त गाव, आरोग्यदायी गाव, स्वयंपूर्ण सुविधा, जलसमृद्ध गाव, स्वच्छ आणि हरित गाव, सामाजिक दृष्ट्या सुरक्षित गाव, सुशासनयुक्त गाव, लिंगसमभावयुक्त गाव यांचा समावेश केलेला दिसतो. यामध्ये महत्त्वाचे म्हणजे जलसमृद्ध गावांमध्ये सर्वांसाठी पुरेसे पाणी घरांना नळाद्वारे पुरवले जाईल व सांडपाणी प्रक्रिया यंत्रणा उभारणे या गोष्टीचा प्राधान्याने समावेश केलेला आहे.

सांडपाणी प्रक्रिया यंत्रणांची आवश्यकता

घरगुती सांडपाणी मुख्यत्वे घरगुती वापरातून निर्माण होते त्यामध्ये घरगुती वापरात, अंघोळ करणे, हात धुणे, स्वयंपाक घर, संडास साफसफाई इत्यादीसाठी वापरल्या जाणाऱ्या पाण्याचा समावेश आहे. एकूण वापरल्या जाणाऱ्या पाण्याच्या ७५ ते ८० टक्के पाणी हे सांडपाणी म्हणून गणले जाते.

सांडपाण्याचे योग्य नियोजन केले तरच त्यापासून होणाऱ्या समस्यांचे निराकरण करता येऊ शकते अन्यथा आपल्या आसपासचे नदी-नाले प्रदूषित होणे, नैसर्गिक साधनसंपत्तीचा ऱ्हास होणे, पर्यावरणाचा तात्पुरता किंवा कायमचा ऱ्हास होणे, नैसर्गिक जैवविविधतेला धोका पोहोचणे, पिण्याच्या पाण्याचे स्रोत नष्ट होणे, तापमानवाढ, अतिवृष्टी इत्यादी बाबींचा समावेश होतो. या समस्या सध्या मानवी जीवनाला भेडसावत आहेत. जलप्रदूषणाच्या समस्या कायमस्वरूपी सोडवण्यासाठी भारत सरकारने पर्यावरणविषयक कायदे पारित केले व त्यांची अंमलबजावणी करण्याची जबाबदारी केंद्र व राज्य पर्यावरण मंत्रालय आणि केंद्रीय प्रदूषण नियंत्रण व राज्य प्रदूषण नियंत्रण मंडळांना सोपवली आहे. या संदर्भात पर्यावरण (संरक्षण) कायदा १९८६, जल (प्रतिबंध व नियंत्रण) कायदा १९७४, हवा (प्रतिबंध व नियंत्रण) कायदा, १९८१, इत्यादींची निर्मिती करण्यात आली. महाराष्ट्र शासन याबाबत अत्यंत अग्रेसर असल्याने जलप्रदूषण प्रतिबंध कायदा १९६९ भारतामध्ये सर्वप्रथम स्वातंत्र्यानंतर अमलात आला. एक जून १९८१पासून १९६९च्या कायद्याला पर्याय म्हणून महाराष्ट्र शासनाने जलकायदा १९७४ व इतर कायदे अमलात आणण्यास सुरुवात केली. शहरी व औद्योगिक तसेच इतर भागातील प्रदूषणाच्या पातळ्या कमी करण्याची जबाबदारी या कायद्याने संबंधित संस्थांवर सोपवलेली आहे.

केंद्र शासनाने २०२२मध्ये स्वच्छ व सुरक्षित पाण्याच्या पुनर्वापरासंदर्भात धोरणनिश्चिती केलेली आहे. ज्यामध्ये जलशक्ती मंत्रालयाने मार्गदर्शक तत्त्वे बनवून राज्य शासनाला जलक्षेत्रातील वर्तुळाकार अर्थव्यवस्था (Circular Economy in Water Sector) ही संकल्पना अमलात आणण्यासाठी दिली आहे. प्रक्रियायुक्त पाण्याचा योग्य वापर करण्यासाठी जलव्यवस्थापन करण्याबाबत सूचना दिल्या आहेत.

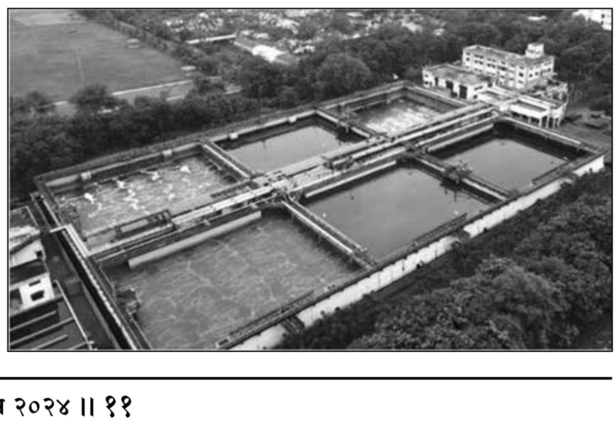


सांडपाण्याचा पुनर्वापर करायचा असेल तर त्या सांडपाण्यावर पुरेशी प्रक्रिया करणे आवश्यक आहे. त्यासाठी सांडपाणी प्रक्रिया यंत्रणांची उभारणी करणे व चालविणे गरजेचे आहे.

सांडपाणी प्रक्रिया यंत्रणांमध्ये प्राथमिक स्वरूपाची, द्वितीय स्वरूपाची तसेच तृतीय व प्रगत स्वरूपाच्या प्रक्रिया यंत्रणांचा समावेश असतो.

सांडपाणी प्रक्रियायंत्रणा

महाराष्ट्रामध्ये अंदाजे ९,१०७ दशलक्ष लिटर सांडपाणी निर्माण होते. महानगरपालिका, अ, ब व क वर्ग नगरपालिका तसेच ग्रामीण भागातील २८ हजार ग्रामपंचायतीतून सांडपाण्याची निर्मिती होते. निर्माण होणाऱ्या सांडपाण्यापैकी जवळजवळ फक्त ५० टक्के सांडपाण्यावर प्रक्रिया होते. पूर्ण सांडपाण्यावर प्रक्रिया करण्यासाठीची यंत्रणा उभारण्याचे काम राज्य शासनामार्फत प्रगतिपथावर आहे. प्रक्रियायुक्त सांडपाण्याचा पुनर्वापर करणे हे काम बरेच किचकट आहे. कारण यामध्ये एक तर सांडपाणी संकलन व्यवस्था, तयार झालेले सांडपाणी प्रक्रिया यंत्रणांमध्ये प्रक्रिया करून पुन्हा उपभोक्त्याला पुरवणे हे अत्यंत कठीण काम आहे. यासाठी दोन प्रकारच्या पाइपलाइन अथवा यंत्रणा उभाराव्या लागतील. सांडपाणी प्रक्रिया यंत्रणेमार्फत घेऊन जाणारी व प्रक्रियामुक्त सांडपाणी उपभोक्त्यांपर्यंत पुनर्वापरासाठी पोचवणे. सदरच्या यंत्रणा उभारण्यासाठी लागणारी जागा, लागणारा खर्च, पुनर्प्रक्रियायुक्त पाणी वापरण्यासाठीची मानसिकता या सर्व गोष्टींचा समावेश होतो. पाण्याचा पुनर्वापर करण्यासंदर्भात महाराष्ट्र शासनाने धोरणनिश्चिती विषय २०१९मध्ये घेतलेला आहे. पण सदरच्या धोरणामध्ये नेमका किती सांडपाणी निर्माण होईल व पुनर्प्रक्रियायुक्त सांडपाणी किती ठिकाणी पोचवणे शक्य होईल व नेमका किती महसूल मिळेल, करामध्ये सूट देता येईल काय याबाबत निश्चित सर्व संबंधित संस्थांचा संवाद झाल्याचे दिसून येत नाही. प्रक्रियायुक्त सांडपाण्याचा शेतीसाठी वापर करता येणे शक्य असले तरी प्रक्रियायुक्त सांडपाणी शेतकऱ्यांच्या बांधापर्यंत नेऊन



देणे अत्यंत अवघड आहे कारण मोठ्या शहरांजवळ शेती उपलब्ध नाही. नदीकाठच्या शहरांना किंवा नदीकाठच्या शेतीला प्रक्रियायुक्त सांडपाण्याऐवजी स्वच्छ पाणी उपलब्ध असेल तर त्यांनी प्रक्रियायुक्त सांडपाण्याचा का स्वीकार करावा याबाबतही द्विधा निर्माण झालेली आहे. तसेच, सध्या उपलब्ध असलेले सांडपाणी प्रक्रियायंत्रणा या आधुनिक तंत्रज्ञानावर आधारित नसल्याने किंवा त्यांचे आधुनिकीकरण करणे गरजेचे असल्याने शेतीसाठी आवश्यक असलेली मानके जुन्या सांडपाणीप्रक्रिया यंत्रणा देऊ शकत नाहीत अर्धवट / अप्रक्रियायुक्त सांडपाणी शेतीसाठी घातक ठरू शकते. अशा परिस्थितीमध्ये जुन्या यंत्रणांचे आधुनिकीकरण करणे, आधुनिक तंत्रज्ञानावर आधारित नवीन यंत्रणा बसवणे अत्यंत आवश्यक आहे. सांडपाणी प्रक्रिया यंत्रणा व संकलन यंत्रणा बसवताना बऱ्याचशा समस्या येतात की ज्यामध्ये जागेची उपलब्धता शहरी भागामध्ये लवकर होत नाही. सविस्तर प्रकल्प अहवाल (DPR) बनवल्यानंतर जागा उपलब्ध करेपर्यंत बराचसा कालावधी जातो व तोपर्यंत त्या प्रोजेक्टची किंमत वाढलेली असते. अशा अनेक समस्यांना सामोरे गेल्यानंतर सांडपाणी प्रक्रियायंत्रणा उभारली जाते.

सांडपाणी प्रक्रियायंत्रणांमधील समस्या

१. सांडपाणी प्रक्रियायंत्रणांमधील पुरवण्यात आलेल्या मशीनरीमध्ये वारंवार बिघाड होणे व त्यासाठी खर्चाचे नियोजन नसणे.

२. सांडपाण्यामध्ये येणारे केस, प्लास्टिक यामुळे जाळ्या व पाइपलाइन बंद होणे व कायमस्वरूपी बिघाड होणे.

३. सांडपाणी प्रक्रिया यंत्रणा डिझाईन करताना पावसाळा व बिगर पावसाळा या दोन्ही ऋतूंसाठी त्यांचे डिझाईन करणे व याबाबतचे योग्य नियोजन नसणे.

४. सांडपाणी संकलन व प्रक्रियेसाठी लागणारा खर्च जास्त असणे. बऱ्याच वेळेस स्थानिक स्वराज्य संस्थेचा आवश्यक खर्च भागवणे कठीण असताना हा खर्च भागवणे कठीण जाते.

५. बऱ्याच वेळेस गाळाचे व मातीचे नियोजन घरांमध्ये, कॉलनीमध्ये, गावांमध्ये, शहरात व्यवस्थित न केल्यामुळे येणाऱ्या पाण्यात गाळ असल्याने पाइपलाइन अथवा गटारे बंद होतात, प्रक्रियायंत्रणेमध्ये जास्तीचा गाळ आल्यास तो प्रक्रियायंत्रणेमध्ये अडथळा निर्माण करतो.

६. सध्याच्या काळात विविध तंत्रज्ञानाने निर्माण केलेली केमिकल, फार्मा उत्पादने आपण बाथरूममध्ये व घरात साफसफाईसाठी वापरतो त्यामुळे इतर विषारी घटकांसह नायट्रेट व फॉस्फरसचे प्रमाण वाढते व मायक्रो प्लास्टिकचेसुद्धा प्रमाण जास्तीचे झाल्याचे दिसून येते. यामुळे प्रक्रियायंत्रणा आवश्यक तशी काम करत नाही.

७. जागेच्या उपलब्धता अथवा मानकांच्या संदर्भात कोर्टाकडून वारंवार येणारे विविध आदेश हे देखील सांडपाणी प्रक्रिया यंत्रणा वेळेत पूर्ण न करण्यासाठी कारणीभूत ठरतात. जनहितार्थ याचिकेमध्ये हे अनुभवलेले आहे.

८. एकाच ठिकाणी सांडपाणी प्रक्रियायंत्रणा उभारण्या–ऐवजी विकेंद्रित स्वरूपाच्या प्रक्रियायंत्रणा सांडपाणी वाहून नेण्याचा खर्च कमी होऊ शकतो व त्यासाठी लागणारी पाइपलाइन अथवा गटारांची संख्या व खर्च कमी करता येऊ शकतो. परंतु यामुळे विविध ठिकाणी मनुष्यबळाचा वापर वाढल्याचेही दिसून येते.

९. राज्यात औद्योगिक वसाहती व निवासी वसाहती वेगवेगळ्या नसल्याने सांडपाण्यामध्ये औद्योगिक सांडपाणी येत असल्याने प्रक्रियेमध्ये बऱ्याच समस्या निर्माण होतात, असे सांडपाणी प्रक्रिया करणे अत्यंत अवघड असल्याने त्यासाठी सांडपाणी प्रक्रियायंत्रणेऐवजी औद्योगिक सांडपाणी प्रक्रिया यंत्रणा लावणे गरजेचे आहे.

उपाययोजना : प्रक्रियायुक्त सांडपाणी पुनर्वापर व जल नियोजन नसल्याने जगातील दहा टक्के लोकसंख्या पाणीटंचाईच्या समस्येला बळी पडत आहे. जगातील एकही खंड पाणीटंचाईच्या दृष्टीने स्वयंपूर्ण नाही. भारतातील दरडोई पाण्याचे प्रमाण २०२१मध्ये १४८६ घनमीटर इतके होते तेच प्रमाण २०३१मध्ये १३६७ होईल, म्हणजेच जलशक्ती मंत्रालयाने दिलेल्या मानकानुसार १७०० घनमीटरपेक्षा कमी दरडोई पाणी म्हणजे पाण्याचा ताण असलेलं क्षेत्र गृहीत धरले जाईल. पाणीप्रदूषणामुळेदेखील पाण्याचे नियोजन व्यवस्थित करता येत नाही. त्यामुळे जलसमस्या निर्माण होत आहे. शाश्वत विकासासाठी स्वच्छ व मुबलक पाणी आवश्यक आहे. जलनियोजनासाठी पुढील मुद्दे महत्त्वाचे आहेत.

१. सद्य:स्थितीत २०३०पर्यंत पाणीटंचाईने भयंकर स्वरूप धारण केलेले असेल. पाणीटंचाईवर प्रक्रियायुक्त सांडपाण्याचा पुनर्वापर हा एक उपाय होऊ शकतो. कारण लोकसंख्यावाढीच्या प्रमाणात जलस्रोत (तलाव, धरण) निर्माण करणे शक्य नाही.

२. उपलब्ध पाणीसाठ्यानुसार शेतीसाठी पाण्याच्या उपलब्धतेनुसार पिकांची निवड ही एक आवश्यक अशी उपाययोजना होऊ शकते.

३. जलप्रदूषण करणाऱ्या उद्योगावर व संबंधित संरक्षण यंत्रणांवर त्वरित उपलब्ध कायद्यानुसार कारवाई प्रदूषकाने दंड द्यावा (Polluters Pay Principel) या तत्त्वानुसार

करण्यात यावी.

४. उपलब्ध जलस्त्रोतांचे संरक्षण शासकीय तिजोरीप्रमाणे करावे व त्याचा विनियोग ही त्याप्रमाणे व्यवस्थापन करून करावा.

५. ज्या ठिकाणी आवश्यक असेल त्या ठिकाणी सांडपाणी प्रक्रियायंत्रणा उभारून नदीच्या पाणलोटक्षेत्रातील प्रदूषणावर कायद्याने व जनजागृतीच्या साह्याने उपाययोजना करावी.

६. खेड्यापाड्यांमध्ये ज्या ठिकाणी टँकरचा वापर केला जातो तशा ठिकाणी भविष्यात पाण्याचे नियोजन कसे करता येईल याबाबत योग्य त्या उपाययोजना कराव्यात, पावसाळ्यामध्ये वाहून जाणारे पाणी व समुद्रात मिसळणारे पाणी कसे अडवता येईल व त्याचा वापर कसा चांगल्या गोष्टीसाठी करता येईल याबाबत योग्य ते निश्चित नियोजन करणे आवश्यक आहे .

७. छोट्या तलावांमधील बाष्पीभवनाचे प्रमाण कसे कमी करता येईल याबाबत योग्य ते नियोजन करावे.

८. जमिनीतील पाण्याचे रिचार्ज करण्यासाठी उपाययोजना कराव्यात. अमृत सरोवर २०२२ मध्ये जाहीर केलेली योजना राबवण्यात ज्यामध्ये ७५ जलस्रोत एका जिल्ह्यात निर्माण करणे अपेक्षित आहे.

९. पावसाचे पाणी ग्रामीण व शहरी भागात जमा करून साठवण्यासाठी शासकीय पातळीवर व ग्राम पातळीवर आवश्यक ते जनजागृती अभियान चालवणे व निधी उपलब्ध करून कालबद्ध कार्यक्रम राबवावेत.

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

ग्रंथाली

Almitra Patel
Waste Warrior

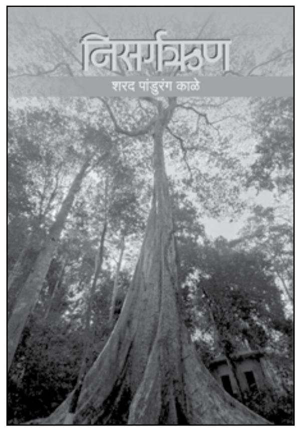
Sharad Kale

मूल्य ४०० रुपये
सवलतीत २५० रुपये

आयुष्यभर शाश्वत मूल्ये जपणाऱ्या आणि त्यासाठी झगडणाऱ्या अल्मित्रा पटेल यांचे हे इंग्रजी भाषेतील चरित्र. अल्मित्रांची प्रेरणादायी जीवनकथा समाजातील विविध स्तरांवर पोहोचवणे हाही एक महत्त्वाचा उद्देश त्यात आहे. घनकचराव्यवस्थापनात त्यांचे व्यवस्थापन आणि योगदान प्रेरणादायी आहे.

निसर्गऋण

शरद काळे



मूल्य ३०० रुपये
सवलतीत १८० रुपये

निसर्गऋण या संकल्पनेच्या तांत्रिक बाबींची ओळख करून देण्याबरोबरच अशा प्रकारच्या जाणिवा तरुणमंडळींच्या मनात बिंबविण्यासाठी लागणारी तार्किक बैठक हे पुस्तक निश्चितपणे निर्माण करू शकेल याची मला खात्री वाटते. डॉक्टर काळे यांची निसर्गऋणाच्या परतफेडीबद्दल असलेली सामाजिक बांधिलकी आणि जनमानसात निसर्गऋणाबद्दल जागरूकता निर्माण करण्यासाठी चालू असलेल्या अखंड प्रयत्नांना माझ्या शुभेच्छा. **– अनिल काकोडकर**

शरद काळे

प्लास्टिक प्रदूषणमुक्ती – एक जागतिक दिवास्वप्न

मार्च २०२२ मध्ये, संयुक्त राष्ट्रांच्या पर्यावरण असेंब्लीच्या (United Nation's Environment Assembly (UNE)) मुद्दाम पुन्हा सुरू झालेल्या पाचव्या सत्रात, सागरी पर्यावरणासह प्लास्टिक प्रदूषणावर आंतरराष्ट्रीय कायदेशीर बंधनकारक नियमावली विकसित करण्यासाठी ऐतिहासिक ठराव (५/१४) मंजूर करण्यात आला होता. या ठरावानुसार संयुक्त राष्ट्र पर्यावरण कार्यक्रमाच्या (United Nation's Environmental Programme (UNEP)) कार्यकारी संचालकांना विनंती केली गेली की ही नियमावली विकसित करण्यासाठी एक आंतरराष्ट्रीय–सरकारी वाटाघाटी समिती (Intergovernmental Negotiations Committee (INC)) गठीत करावी. या समितीने प्लास्टिक प्रदूषणामुळे मानवी आरोग्याला आणि एकूण पर्यावरणाला निर्माण होणारा धोका ओळखून प्लास्टिकच्या संपूर्ण जीवनचक्राचे म्हणजे उत्पादन, वापर आणि विल्हेवाट यांचा साधकबाधक विचार करून त्यातून उद्‌भवणाऱ्या सर्वंकष प्रदूषणावर कायदेशीर उपाययोजना सुचवणारी नियमावली बनवावी. त्यानुसार अशी समिती नेमली गेली. सन २०२४च्या अखेरीस वाटाघाटी पूर्ण करण्याच्या महत्त्वाकांक्षेसह या समितीने सन २०२२च्या उत्तरार्धात आपले काम सुरू केले. समितीचे पहिले सत्र २८ नोव्हेंबर ते २ डिसेंबर २०२२ या कालावधीत पुंता डेल एस्टे, उरुग्वे येथे झाले. त्यानंतर दुसरे सत्र २९ मे ते २ जून २०२३ दरम्यान फ्रान्सची राजधानी पॅरिस येथे व तिसरे सत्र १३ ते १९ नोव्हेंबर २०२३ या कालावधीत नैरोबी, केनिया येथे आयोजित करण्यात आले होते. त्यानंतर चौथे सत्र (INC-4) २३ ते २९ एप्रिल २०२४ कॅनडातील ओटावा येथे शॉ सेंटरमध्ये नुकतेच आटोपले. या समितीचे पाचवे आणि अंतिम सत्र (INC-5) २५ नोव्हेंबर ते १ डिसेंबर २०२४ या कालावधीत बुसान, कोरिया प्रजासत्ताक येथे होणार आहे. चौथ्या सत्राच्या अधिवेशनापूर्वी २१ एप्रिल २०२४ रोजी प्राथमिक सल्लामसलत झाली. पर्यावरण कार्यकर्ते आणि गटांनी २९ एप्रिल मंगळवारी संपन्न झालेल्या जागतिक प्लास्टिक कराराच्या वाटाघाटींना निराशाजनक म्हटले आहे. या सत्रात जवळपास १९२ सदस्य देशांच्या प्रतिनिधींनी प्लास्टिक प्रदूषण संपवण्यासाठी कायदेशीर बंधनकारक नियमावली करण्यासाठी जवळपास आठवडाभर चर्चा केली.

यातून जे फलित हाती लागले ते असे :

१. जगातील १९२ राष्ट्रे एकत्र येऊन एका व्यासपीठावर वाटाघाटी करत आहेत ही समाधानाची बाब आहे.

ओटावामध्ये समितीचे सुकाणू अपेक्षेप्रमाणे विचारांची देवाणघेवाण पूर्ण करून आता अंतिम कराराच्या मसुद्याकडे वळले आहे. अंगोलाचे मुख्य प्रवक्ते सँटोस व्हर्जिलिओ यांच्या म्हणण्यानुसार मागील बैठकींमध्ये बराच वेळ अनावश्यक बाबींवर चर्चा करण्यात वाया गेला होता, परंतु यावेळी मात्र बरेच वादाचे मुद्दे संपुष्टात आले आणि तोडगा काढण्याच्या दिशेने बरीच प्रगती झाली आहे. हे महत्त्वाचे आहे कारण आधीच्या बैठकांमध्ये सदस्यांची अवस्था भरकटल्यासारखी झाली होती. या सत्रानंतर मात्र जगातील देशांचे प्रतिनिधी आता सामंजस्य दाखवत आहेत आणि त्यांच्यात सद्भावना निर्माण झाली आहे. साध्या गृहनिर्माण संस्थेच्या बैठकांमध्ये आपल्या देशात आणि विशेषतः मराठी राज्यात काय परिस्थिती असते, हे लक्षात घेतले, तर जागतिक पातळीवर हे यश उत्तुंगच म्हणावे लागेल!

२. जागतिक स्तरावर जे प्लास्टिक बनवले जात आहे ते मर्यादित करण्याची गरज आहे.

जागतिक स्तरावर जे प्लास्टिक तयार केले जाते यावर

मर्यादा घालण्याची तरतूद हा सर्वात वादग्रस्त असा मुद्दा आहे. प्लास्टिक उत्पादक देश आणि कंपन्या आणि तेल आणि वायू निर्यातदारांचा या तरतुदीला तीव्र विरोध अपेक्षितच होता. हा आक्षेप सत्राच्या अहवालात ठळकपणे व्यक्तही करण्यात आला आहे. बहुतेक प्लास्टिक हे जीवाश्म इंधन आणि रसायनांपासून बनवले जाते. ओटावा येथील ग्रीनपीस प्रतिनिधी मंडळाचे प्रमुख ग्रॅहम फोर्ब्स म्हणाले, की प्लास्टिकचे उत्पादन मोठ्या प्रमाणावर कमी करणे ही सर्वात महत्त्वाची गोष्ट आहे. तसे झाले नाही तर प्लास्टिक प्रदूषण संपवणे अशक्य आहे. प्लास्टिक उत्पादन जागतिक स्तरावर सतत वाढत आहे आणि असेच ते विनाप्रतिबंध होत राहिले तर सन २०५०पर्यंत आजच्या दुप्पट ते तिप्पट होण्याचा अंदाज आहे. अशी स्थिती चालू राहिली तर मग त्याच्या प्रदूषणावर नियंत्रण कसे आणणार? ३९ कोटी टनांच्या घरात पोहोचलेले प्लास्टिक उत्पादन हा आकडा छातीत धडकी भरवणारा आहे. पण हे उत्पादन का वाढत आहे, ह्याचा विचारच कुणी करत नाही. आर्थिक मुद्दा सामान्यज्ञानावर मात करत आहे! एकविसाव्या वैज्ञानिक विश्वात याहून अधिक गंभीर दैवदुर्विलास कोणता असू शकेल?

३. पुढील बैठकीपर्यंत कराराचे काम सुरू राहील

विविध देशांच्या प्रतिनिधींनी येत्या काही महिन्यांत करारावर काम सुरू ठेवण्याचे मान्य केले आहे. दक्षिण कोरियामध्ये नोव्हेंबर २४च्या शेवटच्या आठवड्यातील अंतिम बैठकीत तज्ज्ञगट माहिती आणि उपाययोजना या संबंधात निष्कर्ष तयार ठेवतील. पुढील काही महिने त्या दृष्टीने अतिशय महत्त्वाचे आहेत. या तयारीशिवाय या वर्षी वाटाघाटी पूर्ण करणे कठीण झाले असते. सत्रांदरम्यान ते ज्या विषयांवर काम करतील, ते चर्चेच्या अंतिम फेरीसाठी आणताना त्यांच्या प्राधान्यक्रमांचे संकेत ठरवण्यात आले आहेत. तज्ज्ञगटांसाठी प्लास्टिक उत्पादनाच्या मुद्द्यावर लक्ष केंद्रित केले जाणार नाही. त्याऐवजी ते कराराच्या अंमलबजावणीसाठी निधीची तरतूद कशी करता येईल यावर लक्ष केंद्रित करतील, प्लास्टिक उत्पादनांमधील पर्यावरणीय प्रदूषणाच्या दृष्टीने रासायनिक क्रियांचे मूल्यांकन करतील. परंतु या मुद्द्यावर पर्यावरणीय गटांनी मात्र प्रचंड निराशा व्यक्त केली. कारण उत्पादनकपात हा विषय आता अंतिम सत्राच्या बैठकीपर्यंत चर्चेचा विषय होणार नाही. आर्थिकदृष्ट्या बलवान देशांनी हा विषय वळचणीला टाकण्यात यश मिळवले. त्यामुळे नियम कितीही कडक बनवले तरी नव्याने भर पडणाऱ्या प्लास्टिकचे ओझे न पेलणारे असेल हे सांगायला कोणत्याही तज्ज्ञाची आवश्यकता नाही. परंतु महाभारत काळापासून चालत आलेल्या नियमाला आजचे

जग अपवाद का असावे?

अर्थस्य पुरुषो दासः दासस्त्वार्थो न कस्यचित्।
इति सत्यं महाराज बद्धोऽस्म्यर्थेन कौरवैः।।

जिथे भीष्मांसारखे महारथी पितामह अर्थाचे दास होऊन राहिले होते, तिथे आपण पामर काय करणार?

४. प्लास्टिकच्या प्रदूषणामुळे त्रस्त असलेल्यांची संख्या झपाट्याने वाढते आहे.

केनियातील कचरावेचकांचे प्रतिनिधीत्व करणारे ३३ वर्षीय कचरावेचक जॉन च्वेया म्हणाले, की कचरावेचक अनेक दशकांपासून प्लास्टिक प्रदूषण सोडवण्याच्या प्रयत्नात आघाडीवर आहेत. ते असे प्लास्टिक गोळा करतात, त्यांची क्रमवारी लावतात, पुनर्चक्रांकन करतात आणि विकतात. हे त्यांनी केले नाही तर प्लास्टिकचे प्रचंड मोठे डोंगर तरी होतील, नाहीतर ते जाळले तरी जाईल. हे कार्य करत असताना कचरावेचक घातक पदार्थांच्या संपर्कात येतात आणि श्वसनाचे आजार, त्वचा संक्रमण आणि इतर आजारांना बळी पडतात. या कचरावेचकांच्या दृष्टीने नियमावलीत त्यांची भूमिका ओळखून उपाययोजनांची तरतूद केली जावी, आणि त्यांना सुरक्षित नोकऱ्यांची शाश्वती असावी. मलावीमध्ये, तिवोंगे म्झुमारा-गवा यांच्या निरीक्षणानुसार जेथे शेळ्या आणि गायी चरतात त्या कुरणांमध्येच प्लास्टिक व इतर कचरा फेकला जातो. कचरा गोळा होत नसल्यामुळे लोक त्यांच्या घराच्या मागे कचरा जाळत राहतात. त्यांना अशी आशा वाटते की प्लास्टिक प्रदूषणावर उपाय करण्यासाठी अपेक्षित असलेली कायदेशीर जागतिक स्तरावरील नियमावली राष्ट्रीय सरकारांना भाग पाडेल. फ्रँकी ओरोना हे आफ्रिकेतील एक सामाजिक कार्यकर्ते आहेत. त्यांनी सांगितले की जीवाश्मइंधन जमिनीमधून

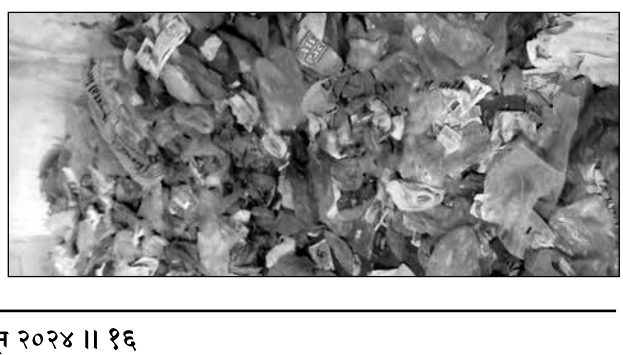
काढले जात असल्याने आणि घातक रसायनांचा वापर करून प्लास्टिक तयार होत असल्याने विविध देशांमधील जमीन, पाणी आणि हवा दूषित होत आहे. आम्ही आमचे आवाज ऐकले जात आहेत याची खात्री करण्यासाठी येथे आहोत, असे ते म्हणाले. आफ्रिकेतील आदिवासी समुदायांवर तसेच इतर देशांमधील स्थानिक कृष्णवर्णीय आणि तपकिरी (आशियाई) समुदायांवर अनेक दशकांपासून या प्रदूषणाचे विषारी परिणाम होत आहेत.

भारतातील स्थिती फारशी वेगळी नाही. भारतात जगातील दुसऱ्या क्रमांकाचा सर्वात लांब रेल्वे मार्ग आहे. या मार्गावरून जे लोक रोज प्रवास करतात, त्याची संख्या जगात पहिल्या क्रमांकाची आहे. या प्रचंड रेल्वेमार्गाच्या दुतर्फा सगळीकडे फक्त प्लास्टिकचेच साम्राज्य दिसते. दक्षिण भारतात थोडी परिस्थिती सुधारली असली तरी एकूण देशाची याबाबतीत परिस्थिती अतिशय चिंताजनक आहे. रेल्वेमार्गाच्या बरोबरीने देशाला प्रचंड मोठा सागरी किनारा लाभला आहे. याही किनाऱ्यावर व प्रत्यक्ष समुद्रात प्लास्टिकच्या वस्तू सर्वत्र तरंगताना दिसतात. आपले सागरी आणि एकूणच पर्यावरण प्लास्टिकमुळे धोक्यात आलेले असले तरी त्याची दखल सामाजिक, राजकीय आणि प्रशासकीय पातळीवर घेतली जाताना दिसत नाही ही दुर्दैवाची गोष्ट आहे. हा प्रश्न मग फक्त कचरावेचकांचाच आणि त्यांच्या संघटना चालवणाऱ्या ज्योती म्हापसेकर यांच्यासारख्या सामाजिक कार्यकर्त्यांचाच उरतो! ज्योतीताईंनी कितीही कायद्याचे दाखले दिले, हृदय पिळवटून टाकणाऱ्या कचरावेचकांच्या व्यथा समोर मांडल्या तरी incenartion किंवा वेस्ट टू एनर्जी या शब्दांमधील आर्थिक जादू सत्ताधारी मंडळींना आणि प्रशासकीय अधिकाऱ्यांना याच बाबी नव्हे तर पर्यावर्णावरचे सारेच्या सारे धडे विसरायला लावते! सामान्य नागरिक रोज सकाळी नगरपालिकेच्या गाडीत कचरा फेकून मोकळा होतो! त्यामुळे अशा आंतरराष्ट्रीय समितीच्या निर्णयांचा कितपत परिणाम होईल ह्याबद्दल मनात शंका येणे स्वाभाविक आहे असेच म्हणावे लागेल.

प्लास्टिकच्या प्रदूषणाचा त्रास फक्त विकसनशील आणि तिसऱ्या जगातील आर्थिकदृष्ट्या कमकुवत राष्ट्रांमध्येच होतो असे नसून युरोप आणि अमेरिकेसारख्या विकसित राष्ट्रांमध्येदेखील होतो. विशेषतः अमेरिकेतील मॉल संस्कृतीत ज्या प्रमाणात वापरा व फेका प्रकारचे प्लास्टिक वापरले जाते ते अतिशय भयावह आहे. प्रत्येक सुपरमार्केटमध्ये जितक्या वस्तू तुम्ही विकत घेता, त्या प्रत्येक वस्तूसाठी एक वापरा व फेका प्लास्टिक पिशवी वापरली जाते! म्हणजे प्रत्येक गावात हजारोंच्या संख्येने रोजच्या रोज प्लास्टिक पिशव्या वापरून फेकल्या जातात. तिथे कचरावर्गीकरण होत असल्यामुळे आणि प्रणालीबद्ध कचरा गोळा केला जात असल्यामुळे, नागरिक ते सर्व नियम काटेकोरपणे पाळत असल्यामुळे आपल्यासारखा प्लास्टिक कचरा पर्यावरणात इतस्ततः फेकला जात नाही, एवढीच काय ती जमेची बाजू आहे! त्या गोळा केलेल्या प्लास्टिक पिशव्या व इतर वापरून फेकलेल्या प्लास्टिकच्या वस्तू चक्क जाळल्या जातात, किंवा कुठेतरी तिसऱ्या जगात किंवा कॅनडाच्या निर्जन प्रदेशात पाठवल्या जातात. एकदा त्यांच्या नजरेआड त्या झाल्या की त्यांची सर्व काळजी मिटून जाते! पण या असल्या नाकर्तेपणामुळे वसुंधरा मात्र त्रस्त होत राहाते.

५. कायदेशीर नियमावली अंतिम करण्याचा समितीचा हेतू आहे.

दक्षिण कोरियामध्ये या वर्षीच्या नोव्हेंबरअखेरीस होणाऱ्या सत्रात वाटाघाटी पूर्ण करण्याची समितीची योजना आहे. तसे झाले तर पुढील वर्षी राजनैतिक परिषदेत हा करार स्वीकारला जाऊ शकेल. वाटाघाटींसाठी हा वेळ भरपूर आहे, म्हणजे त्याचा अर्थ समस्या अत्यंत निकडीची आहे! कॅनडाच्या डब्रुसिन यांनी सांगितले, की प्लास्टिक प्रदूषण समाप्त करण्यासाठी एक महत्त्वाकांक्षी कायदेशीर नियमावली वेळापत्रकानुसार बनवली जाईल हे महत्त्वाचे आहे. जगातील बहुसंख्य देशांना हेच हवे आहे त्यांच्या म्हणण्यानुसार, जागतिक स्तरावर सर्व जण हा एकच सूर आळवीत आहेत, हा मानवतेसाठी एक सुंदर क्षण आहे. दिवास्वप्नात सर्व काही सुंदरच असते, हो ना? कारण ठरवूनसुद्धा त्यात बिघाड होऊ शकत नाही. असे स्वप्नरंजन कुणालाच मदत करत नसते, ही लक्षात घेण्याची बाब आहे.

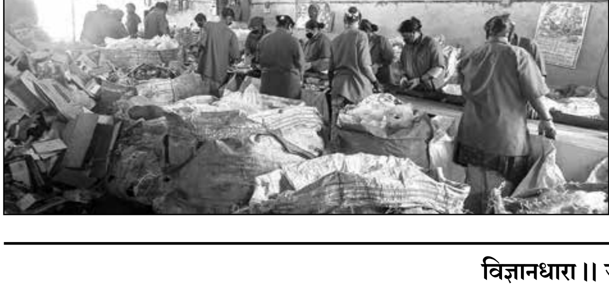


या सत्रात नेमके असे काय घडले की ज्यामुळे पर्यावरणवादी व संवेदनशील गट अतिशय निराश झाले? संयुक्त राष्ट्रांच्या पर्यावरणीय विधानसभेची धारणा अशी होती की शाश्वत विकासाची उद्दिष्टे साध्य करण्यासाठी निसर्गाला अनुकूल अशी कृती मजबूत करण्याची नितांत आवश्यकता आहे आणि सदस्य राष्ट्रांना त्यांच्या शाश्वततेसाठी सर्वोत्तम पद्धती वापराव्या लागतील. त्यात प्लास्टिकच्या प्रदूषणाला जागा नाही. वास्तव मात्र खूप वेगळे आहे. प्लास्टिक उत्पादन आणि प्रभावी व श्रीमंत देशांच्या तेलअर्थव्यवस्था यांच्यातील घनिष्ट संबंध, विविध दर्जाचे प्लास्टिक बनवणे आणि पुरवणे याभोवती फिरणारे विशाल उत्पादन व्यवसाय, विविध जीवनावश्यक वापरांमध्ये पॉलिमरचे जवळपास सर्वव्यापी अस्तित्व आणि त्याच्या निर्मूलनासाठी परवडणाऱ्या, समतुल्य पर्यायांची कमतरता यामुळे प्लास्टिकच्या निर्मूलनासाठी किंवा त्याचे उत्पादन घटवण्यासाठी सर्वात मोठे अडथळे निर्माण झाले आहेत. प्लास्टिक सहजपणे नैसर्गिक पद्धतीने विघटित होत नसल्यामुळे, सागरी आणि स्थलीय परिसंस्था प्रदूषित होतात. बऱ्याच काळापासून प्लास्टिक हा पर्यावरणात टिकून राहणारा दूषित घटक म्हणून ओळखला गेला आहे.

चर्चेच्या चौथ्या फेरीत अडीच हजारांहून अधिक प्रतिनिधींनी भाग घेतला, त्यात १७० सदस्य आणि ४८०पेक्षा अधिक निरीक्षक संस्थांचा समावेश होता. संस्था, आंतरसरकारी संस्था आणि संयुक्त राष्ट्रसंघ संस्था असा या समितीचा आजपर्यंतचा सर्वात मोठा आणि सर्वसमावेशक मेळावा म्हणून ही बैठक ओळखली जाईल. या बैठकीत प्राथमिक प्लास्टिक उत्पादन थांबवण्याची लक्ष्मणरेषा अपेक्षित होती, ती ओढण्यासाठी आणि वसुंधरेचे रक्षण करण्यासाठी कोणताही पुढे आला नाही! देशांनी कार्बनउत्सर्जन, उत्पादन, उत्पादन डिझाइन, कचरा व्यवस्थापन, समस्याप्रधान आणि टाळता येण्याजोगे प्लास्टिक, वित्तपुरवठा आणि न्याय्य संक्रमणाचे अधिक तपशीलवार मूल्यांकन करून पुढे जाण्याचे मान्य केले असले तरी मूळ मुद्दा मात्र तसाच राहिला आहे!

कूक बेटे आणि फिजी राष्ट्रांच्या शिष्टमंडळांनी त्यांची चिंता व्यक्त केली. आम्ही सर्व जण सहमत आहोत की प्लास्टिक प्रदूषण हे एक गंभीर जागतिक आव्हान आहे आणि प्लास्टिकचा कचरा जगभरात आधीच चिंताजनक पातळीवर पोहोचला आहे. पुनर्वापराचे अयशस्वी प्रयत्न आणि टिकाऊ प्लास्टिक उत्पादनाशी सामना करत असताना, प्लास्टिकच्या कचऱ्याचे प्रमाण अपरिहार्यपणे वाढतच आहे. याचा अर्थ असा आहे की इतर पॅसिफिक बेटांप्रमाणेच कुक बेटे, प्लास्टिक कचऱ्याच्या प्रवाहाचा सामना करण्यासाठी संघर्ष करत राहतील आणि आपल्याला नकळत स्वतःच्या देशांना प्लास्टिकच्या वसाहतींमध्ये बदलतील! हे असले असहाय्य भविष्य आम्हाला नको आहे, असे परिषदेनंतर कुक आयलँड्स मंत्रालयाच्या परराष्ट्र व्यवहार आणि इमिग्रेशनच्या बहुपक्षीय आणि महासागर विभागाच्या संचालिका सँड्रिना थोंडू यांनी सांगितले.

पॅसिफिक महासागरातील बेटांचे प्रतिनिधी कोरियात होणाऱ्या पाचव्या सत्राची वाट पाहत आहेत. त्यांची अपेक्षा अशी आहे की समितीमध्ये पुन्हा एकदा प्राथमिक प्लास्टिक पॉलिमर आणि इतर गंभीर पॉलिमरच्या मुद्यांवर सक्रिय आणि फलदायी चर्चा होऊ शकते, कारण हे पॅसिफिकसाठी प्राधान्याचे मुद्दे आहेत. ह्या मुद्यांचे गांभीर्य ओळखले गेले आहे याची खात्री करण्यासाठी या प्रतिनिधींची अशी विनंती आहे की समितीने एक वैज्ञानिक आणि तांत्रिक अहवाल तयार करावा, ज्यात प्राथमिक प्लास्टिक पॉलिमरचे उत्पादन आणि वापराचे मूलभूत आणि टिकाऊ स्तर, जेथे उपलब्ध असेल तेथे आयात आणि निर्यातीची माहिती समाविष्ट असेल. असा अहवाल सभासद देशांना वाटाघाटीच्या अंतिम सत्रादरम्यान रचनात्मकपणे सहभागी होण्यासाठी पुरेशी माहिती मिळवून देईल. ओटावामध्ये प्रतिनिधित्व केलेले पॅसिफिक देश कुक आयलँड्स, फेडरेटेड स्टेट्स ऑफ मायक्रोनेशिया, फिजी, किरिबाती, मार्शल बेटे, नाउरू, नियू, पलाऊ, पापुआ न्यू गिनी, सामोआ, सोलोमन बेटे, टोंगा, तुवालू आणि वानुआतु होते. त्यांना ऑस्ट्रेलिया सरकार आणि इतर संयुक्त राष्ट्रांनी पाठिंबा दिला. जागतिक प्लास्टिक प्रदूषणाच्या आकडेवारीमध्ये फक्त १.३ टक्के योगदान असूनही पॅसिफिक समुदाय या प्लास्टिक प्रदूषण रोखण्यासाठीच्या मोहिमेत आघाडीवर



आहे. महत्त्वाकांक्षी, प्रभावी आणि न्याय्य आंतरराष्ट्रीय कायदेशीर बंधनकारक नियमावलीला अंतिम रूप देण्यासाठी फक्त काही दिवस उरले आहेत आणि सागरी पर्यावरणासह प्लास्टिकचे प्रदूषण समाप्त करण्यासाठी प्लास्टिकच्या संपूर्ण जीवनचक्राचा साधकबाधक विचार करायचा आहे. फिजी राष्ट्राच्या मंत्रालयाचे स्थायी सचिव शिवेंद्र मायकेल यांनी आठवण करून दिली की ओटावा येथे जमलेल्या प्रतिनिधींच्या माध्यमातून सुमारे एक हजार किलोग्रॅम प्लास्टिक प्रदूषक आपल्या जमिनीवर आणि सागरी वातावरणात घुसले आहेत. पायाखाली काय आणि किती जळते आहे, याचे हे उत्तम उदाहरण म्हणता येईल! हीच ती परिसंस्था आहे, जिने आपल्याला हजारो वर्षांपासून टिकवून ठेवते आहे. तरीही आशा अशी आहे की ती आपल्याला भविष्यात टिकवून ठेवेल, पण तिची हेळसांड आपल्याकडून तरी होता कामा नये.

प्रत्यक्षात प्लास्टिकच्या पुनर्चक्रांकनाची परिस्थिती अगदी विदारक होत चालली आहे. भारतात अनधिकृत आणि अधिकृतपणे प्लास्टिकचे जे पुनर्चक्रांकन होते, त्यावर कुणाचेच नियंत्रण नाही. अनेक ठिकाणी मी ही पुनर्चक्रांकन केंद्रे पाहिली आहेत. तिथल्या कामगारांना आपण किती विषारी वातावरणात काम करत आहोत, याची थोडीही जाणीव नसते, आणि दुर्दैव म्हणजे बऱ्याच वेळा प्रकल्पचालकांकडून ही माहिती करूनही दिली जात नाही. त्यामुळे गरम तापमानाला हे पुनर्चक्रांकन केले जाते, तेंव्हा प्लास्टिकमधील रेणूंच्या वाफेमुळे त्याचे आरोग्यावर परिणाम होत असतात. ते किती गंभीर असतील हे वैयक्तिक आरोग्यावर अवलंबून असते तरी अनिष्ट परिणाम होतात हे मात्र आतापर्यंतच्या विविध शोधनिबंधांवरून नक्की म्हणता येते. अनेक ठिकाणी प्लास्टिक तापवले किंवा जाळले जाते, तेव्हा त्या भागात श्वास घेणेसुद्धा कठीण होऊन बसते. तिथे निर्माण होणारे वायू वातावरणात सोडले जातात. खरे तर प्रदूषण रोखण्यासाठी बरीचशी नवी तंत्रे आता उपलब्ध आहेत. परंतु खर्च कमी करण्यासाठी ती वापरली जात नाहीत. प्रशासनात काम करणाऱ्या अधिकाऱ्यांना या नियमांची शास्त्रीय माहिती अगदीच जुजबी स्वरूपाची असते. त्यामुळे आणि आर्थिक हितसंबंध जोपासण्यासाठी त्यांच्या अंमलबजावणीत कुचराई होत राहाते!

म्हणूनच या समितीच्या आगामी चर्चेच्या विषयांमध्ये प्राथमिक प्लास्टिक पॉलिमरचा मुद्दा समाविष्ट करण्यात अयशस्वी होणे ही सर्वांसाठी गंभीर व चिंतेची बाब आहे. उत्पादन आणि उपभोगाच्या आधारभूत आणि शाश्वत स्तरांचा समावेश करणारा वैज्ञानिक आणि तांत्रिक अहवाल संकलित करण्याची बाब दुर्लक्षित राहिली आहे. भारताने तथाकथित प्राथमिक प्लास्टिक पॉलिमर किंवा व्हर्जिन प्लास्टिकच्या उत्पादनावरील निर्बंधांना विरोध करताना असा युक्तिवाद केला, की उत्पादनकपात UNE युनायटेड नेशन्स एन्व्हायर्नमेंट असेंब्ली ठरावांच्या व्याप्तीच्या कक्षेबाहेर आहे. प्लास्टिक उत्पादनात वापरल्या जाणाऱ्या रसायनांची कबुली देताना, भारताने हे अधोरेखित केले की त्यातील अनेक रसायने, आधीच वेगवेगळ्या नियमांनुसार प्रतिबंधित किंवा नियमनाच्या अधीन आहेत. भारतीय प्रतिनिधींनी रसायनांसंबंधीचे निर्णय वैज्ञानिक पुराव्यांद्वारे सूचित केलेल्या पारदर्शक आणि सर्वसमावेशक प्रक्रियेवर आधारित असावेत, असे आवाहन केले, असे या चर्चेला उपस्थित असलेले सेंटर फॉर सायन्स अँड एन्व्हायर्नमेंटचे सिद्धार्थ घनश्याम सिंग यांनी केलेल्या विश्लेषणात म्हटले आहे. सन २०२२ मध्ये, भारताने प्लास्टिक वेस्ट मॅनेजमेंट दुरुस्ती नियम (२०२१) अमलात आणले. त्यात एकल-वापर प्लास्टिकच्या १९ प्रकारांवर बंदी घातली. डिस्पोजेबल किंवा वापरा आणि फेका वस्तू म्हणून परिभाषित केल्या जातात, त्या प्लास्टिकपासून बनवलेल्या असतात. एकेरी वापरल्या जाणाऱ्या प्लास्टिकसह वस्तूंवरील बंदीदेखील राष्ट्रीय स्तरावर एकसमानपणे लागू केली जात नाही, अनेक दुकाने या वस्तूंची किरकोळ विक्री सुरू ठेवतात. ही वास्तवता जगभरात असेल तर प्लास्टिकचे प्रदूषण कमी होईल का?

फिजी असो, भारत असो, केनिया असो, नाहीतर अमेरिका असो, आपण सर्वच पृथ्वीवासीय प्लास्टिकच्या प्रचंड प्रभावाखाली आहोत. सन १९०७ साली अवतार घेतलेल्या या रासायनिक बटू वामनाने पृथ्वी व्यापून टाकली आहे. प्लास्टिक हे निश्चितपणे मानवाला लाभलेले वरदान आहे. परंतु वरदानाचा अतिवापर आणि काही वेळा अनाठायी वापर हा आपल्याच नाशाला कारणीभूत होत आहे हे लक्षात घेणे अतिशय जरुरीचे आहे. त्यावर नियंत्रण आणणे विविध सरकारांच्या अखत्यारीत असले तरी वैयक्तिक पातळीवर प्रत्येक पृथ्वीवासीयांचीही काही कर्तव्ये आहेत. रोजच्या जीवनातील प्लास्टिकचा वापर निम्म्याने जरी कमी केला, तरी पृथ्वीवरील जीवसृष्टीला ते वरदान ठरणार आहे. एकमेकांवर दोषारोप करत राहण्याऐवजी, ही कठीण वाटणारी प्रश्नपत्रिका सोडवण्यासाठी प्रत्येकाचा हा सहभाग अतिशय महत्त्वपूर्ण ठरणार आहे. वैयक्तिक प्रयत्नांचे एकात्मिक सादरीकरण वसुंधरेवरील जीवसृष्टीसाठी अतिशय महत्त्वाचे योगदान ठरणार आहे. करणार ना प्रयत्न मग तुम्ही आपल्या वसुंधरेच्या भविष्यासाठी?

– शरद काळे
sharadkale@gmail.com

नरेंद्र गोळे

पर्यावरणस्नेही अणुऊर्जा

न्यू मेक्सिकोतील अल्बुकर्कच्या दक्षिणेस १२० मैलांवरील अमेरिकेच्या अलामागार्डो भूदलाच्या, बिकिनी बेटावरील हवाई तळावरील एका उंच लोखंडी मनोऱ्यावर, स्थानिक वेळेनुसार, १६ जुलै १९४५ रोजी सकाळी ५.३० वाजता, जगातील पहिला ज्ञात अणुस्फोट करण्यात आला. मनोऱ्याभोवती विविध प्रकारची वैज्ञानिक वेध घेणारी साधने ठेवलेली होती. मात्र, स्फोटामुळे सबंध मनोऱ्याची वाफ झाली आणि स्फोटाबाबतची नोंद करणारी बहुतेक सर्व सामग्रीही हवेत विरून गेली. स्फोटाने ८०० यार्ड परिघातील वाळवंटाचा पृष्ठभाग बेचिराख केला. वाळू वितळवून, कठीण, ठिसूळ आणि काचेगत दिसणाऱ्या आणि वाटणाऱ्या हिरव्या पदार्थात गोठवून टाकली.[१]

अणुस्फोट होतो तेव्हा असंख्य अणूंची अगणित किरणोत्सारी छकले तयार होतात आणि ही छकले आपापल्या परीने पर्यावरणास किरणोत्सारी करत राहतात. ती मनुष्यमात्रांकरता अत्यंत धोकादायक असतात. वेगवेगळ्या प्रकारच्या व्याधी आणि विकार निर्माण करू शकतात.

अमेरिकेने पहिला चाचणी अणुस्फोट बिकिनी बेटावर घडवला होता. या अणुस्फोटात खूप किरणोत्सार निर्माण झाला. तो दूरवर विखुरलाही गेला, कारण एका उंच

मनोऱ्यावर अणुस्फोटके ठेवून त्यांचा स्फोट घडवून आणलेला होता. तो किरणोत्सार सगळीकडे विखरून वातावरण प्रदूषित झाले. एवढेच नाही तर ते बेट महासागरातील असल्यामुळे, महासागरातील पाणी प्रदूषित झाले आणि पृथ्वीवरील सर्व महासागरांशी ते जोडलेले असल्याकारणाने पृथ्वीच्या वातावरणात सर्व दूर हे प्रदूषण फैलावले.

भारतानेही १९७४ साली चाचणीकरता अणुस्फोट केला. तो अणुस्फोट मात्र भूमीच्या अंतर्गत खोलवर केला. त्यामुळे स्फोट झाला तेव्हा ताबडतोब आसपासची जमीन वितळली. त्याचा ज्वालामुखीसारखा लाव्हारस तयार झाला आणि त्या लाव्हारसालासुद्धा वितळल्यानंतर निवण्याकरता वेळच न मिळाल्याकारणाने त्याचे काचेत रूपांतर झाले. हे होत असताना सारा किरणोत्सार हा जमिनीमध्ये जिवंत गाडला गेला आणि त्याचा उपसर्ग कोणत्याही प्रकारे पर्यावरणाला झाला नाही. भारताने मग १९९८ सालीही चाचणीकरता अणुस्फोट केले. या अणुस्फोटानंतर, जगभर अशी मान्यता उदयास आली, की चाचणी अणुस्फोट जमिनीच्या खाली खोलात करावेत, म्हणजे किरणोत्साराचा प्रसार होणार नाही. त्यामुळे चाचणीकरता भूमीअंतर्गत स्फोट, हे धोरण जगाने भारताच्या अनुभवावरून स्वीकारले.

'अणुविवेक' नावाच्या राजहंस प्रकाशनाने १९९५ साली प्रकाशित केलेल्या एका पुस्तकात[२], लेखक दिलीप कुलकर्णी म्हणतात, ''अण्वस्त्रे ही विनाशकारी, प्रलयंकारी आहेत हे आपण जाणतो. परंतु अण्वस्त्रांच्या चाचण्याही तितक्याच घातक आहेत हे आपल्याला ठाऊकच नसते. अणुवीज ही स्वच्छ, स्वस्त आणि सुरक्षित आहे या भूलथापेवर आपण भाबडेपणाने विश्वास ठेवतो!'' हे विधान वस्तुस्थितीवर आधारित नाही. वस्तुतः भारताकरता अणुऊर्जेचा इतिहास

अत्यंत आश्वासक राहिलेला आहे. भारतातल्या शास्त्रज्ञांनी 'अणुवीज ही स्वच्छ, स्वस्त आणि सुरक्षित आहे' हे वेळोवारी सप्रमाण सिद्धही केलेले आहे. भाभा अणुसंशोधन केंद्रात कसे काम चालते आणि देशातले बिनीचे शास्त्रज्ञ अपार कष्ट करून देशास जगात सर्वांपुढे कसे ठेवतात हे, मनोविकास प्रकाशनाच्या एका नव्याच पुस्तकात[३] तपशिलाने लिहिले आहे.

''भारतीय वैज्ञानिक संस्थांमधील एक अव्वल यशस्वी संस्था असलेल्या भाभा अणुसंशोधन केंद्राच्या आत नेमके काय चालते याची उत्सुकता सर्वांच्या मनात असते. त्याचे कथन या यशाचे साक्षीदार असलेले आल्हाद आपटे उत्कृष्टतेबरोबरच अधिकारवाणीने करू शकतात. अणुकार्यक्रमाचा इतिहास सुस्पष्टपणे, संबंधित मानवी कंगोरे, निगडित परिस्थितीचा संदर्भ, अनुषंगिक मनोरंजक व चित्तवेधक गोष्टी यांनी सजवून रंजकपणे प्रस्तुत केला आहे. भाभा अणुसंशोधन केंद्राचे दार किलकिले करून आतील वैज्ञानिक विश्वाचे दर्शन घडवणारा मराठीतील पहिलाच ग्रंथ.'' असे त्याचे वर्णन त्यात सांगितलेले आहे. या पुस्तकास डॉ. अनिल काकोडकर ह्यांची प्रस्तावनाही लाभलेली आहे.

भारताच्या भूमीअंतर्गत चाचणी अणुस्फोटांमध्ये किरणोत्साराचे प्रदूषण झाले नाही. मनुष्यहानी झाली नाही. चिटपाखराचेही त्यात नुकसान झाले असा अहवाल नाही. भारतातील अणुऊर्जेचा इतिहास किरणोत्सारावरील विजयाचाच इतिहास आहे. हा विजय अभूतपूर्व आहे. याचा आपल्याला अभिमान वाटला पाहिजे.

त्यापूर्वी आधुनिक जगास अणुऊर्जेची ओळखच झालेली नव्हती. अणूच्या अंतरंगात अपार ऊर्जा दडलेली असते. ती मुक्त करता येते असा शोधच मुळी या घटनेने लागला होता. अणूतील संहारक ऊर्जेचे तर प्रात्यक्षिकच झालेले होते. पुढील दहा वर्षांत अणुऊर्जेच्या नियंत्रित विमोचनाचे मार्गही शोधले गेले. भारत, अणुऊर्जेच्या दोहनार्थ सर्वाधिक चपळाईने सिद्ध झाला. डॉ. होमी भाभांच्या पुढाकाराने अणुऊर्जा आयोगाचा[४] जन्म १९४८मध्येच झाला. ३ ऑगस्ट १९५४ रोजी भारतीय अणुऊर्जा विभागाची स्थापना झाली. अणुऊर्जा आयोगाने निर्धारित केलेल्या धोरणांची अंमलबजावणी करण्याची जबाबदारी या खात्यावर सोपवण्यात आली. संसदेने मंजूर केलेल्या अंदाजपत्रकी मर्यादांतर्गतचे भारत सरकारचे सर्व प्रशासकीय आणि आर्थिक अधिकार या विभागाला प्रदान करण्यात आले. डॉ. होर्मसजी जहांगीर भाभा, भारतीय अणुऊर्जा आयोगाचे पहिले अध्यक्ष झाले. २४ जानेवारी १९६६ रोजी माऊंट ब्लांकवरील दुर्दैवी विमान अपघातात त्यांचा मृत्यू होईपर्यंत त्यांनी ही जबाबदारी सांभाळली. त्यांना भारतीय अणुऊर्जा संशोधनाचे जनक मानले जाते. त्यांच्या दूरदृष्टीतूनच भारतीय अणुऊर्जा कार्यक्रमाचा उदय झाला.

विश्वकिरणांच्या वर्षावांवर त्यांनी मोलाचे संशोधन केले होते. ते ब्रिटनमध्ये राहूही शकले असते. तिथे त्यांना सन्मानही मिळाला असता. मात्र, पुरेसा सन्मान आणि आर्थिक पाठबळ मिळत असेल तर देशातच राहून, इतर सुदैवी देशांत असलेल्या शैक्षणिक संस्थांच्या तुल्यबळ संस्था, आपल्या देशातच उभ्या करणे हे आपले कर्तव्य आहे असे त्यांचे मत होते.[५] टाटा मूलभूत विज्ञान संस्था, ॲटॉमिक एनर्जी एस्टॅब्लिशमेंट ट्रॉम्बे (ए.ई.ई.टी., भाभांच्या अपघाती मृत्यूनंतर याच संस्थेचे नामकरण भाभा अणुसंशोधन केंद्र असे करण्यात आले) आणि त्याची प्रशिक्षण शाळा, या भारताच्या संशोधनक्षेत्रावर चिरकाल राहणारा ठसा उमटवणाऱ्या संस्था त्यांनीच स्थापन केल्या. अशा देशप्रेमी विज्ञान नेतृत्वाचा आपल्याला अभिमान वाटला पाहिजे.

होमी नसरवानजी सेठना[६] ह्यांनी भारतीय अणुऊर्जा आयोगाची जबाबदारी सांभाळली. १९७२ ते १९८३ अशी एकूण ११ वर्षे ते अणुऊर्जाआयोगाचे अध्यक्ष राहिले. भारतातील पहिली अणुभट्टी 'सायरस' नावाची ४०० लक्ष वॉट औष्णिक क्षमतेची अणुभट्टी होती. १९५६ ते १९५८ दरम्यान 'सायरस'च्या उभारणी प्रकल्पाचे ते व्यवस्थापक होते. भारतातील पहिल्या प्ल्युटोनियम कारखान्याचे अभिकल्पन आणि उभारणीही त्यांच्याच नेतृत्वाखाली करण्यात आली. १९६४ सालीच त्यांनी प्लुटोनियम तयार केलेले होते. प्लुटोनियम या किरणोत्सारी जड धातूचा उपयोग अणुस्फोटके तयार करण्यासाठी होत असतो. अणुऊर्जेपासून विद्युतऊर्जा निर्माण करण्यासाठीही त्याचा उपयोग होऊ शकतो. तशा विद्युतऊर्जा निर्मितीची संयंत्रे तयार करावी लागतात. भारताने तर अणुऊर्जादोहनार्थ एक संपूर्ण कार्यक्रमच तयार केला होता. या साऱ्याचा आपल्याला अभिमान वाटला पाहिजे.

मात्र अणुसंयंत्र चालवले जाते तेव्हा त्याचा अणुस्फोटाशी काहीही संबंध नसतो. अणुस्फोटासारखे किरणोत्सार त्यात निर्माणच होत नाहीत. संयंत्र चालवण्यामधून जो किरणोत्सार होतो त्याचे प्रमाण अत्यंत नगण्य असते आणि त्याचा मनुष्यजातीला कुठलाही अपाय होत नाही. संयंत्रात किरणोत्साराचा प्रसार होऊ शकत नाही आणि अणुस्फोटासारखा संयंत्राचा स्फोट तर कधीही होऊच शकत नाही, कारण दोन्हींच्या संकल्पनाची उद्दिष्टे मुळातच निरनिराळी असतात.

भारताने २८ ऑक्टोंबर १९६९ रोजी अणुऊर्जादोहनार्थचे पहिले संयंत्र तारापूर येथे स्थापन केले होते.[७] त्यात प्रत्येकी १६ कोटी वॉट विद्युतनिर्मिती क्षमतेच्या दोन अणुभट्ट्या उभारण्यात आलेल्या होत्या. आजमितीस भारताची अणुऊर्जेपासून विद्युतनिर्मितीची स्थापित क्षमता ८.१८ अब्ज वॉट इतकी आहे. या दरम्यान वाढत्या प्रमाणात ऊर्जानिर्मिती करत असताना गेल्या ५५ वर्षांच्या इतिहासात एकही उल्लेखनीय दुर्घटना या प्रकल्पांत झालेली नाही आणि उल्लेखनीय किरणोत्सार तर नाहीच नाही. अणुऊर्जादोहनाचा आपला इतिहास पूर्णनियंत्रित, सुरक्षित ऊर्जाविमोचनाचा राहिलेला आहे. स्थापित क्षमतेच्या पूर्ण क्षमतेने संयंत्र वापराचे प्रमाण आपल्याकरता गौरवास्पद राहिलेले आहे. संपूर्ण संयंत्र इंधनभरणार्थ वा देखरेखीकरताही न थांबता सलग एक वर्षाहून अधिक काळपर्यंत चालवत ठेवण्याचा विक्रमही आपण अनेकदा केलेला आहे. कैगा जनरेटिंग स्टेशन युनिट-१, आपण १३ मे २०१६ पासून तर ३१ डिसेंबर २०१८ पर्यंत सलग चालवलेले आहे. हा ९६२ दिवसांचा आपण रचलेला एक जागतिक विक्रम आहे.[८] त्याचाही आपल्याला अभिमान वाटला पाहिजे.

असे लक्षात आलेले आहे, की वातावरणातील अतितरल धूलिकणांचा प्रमुख स्रोत कोळशावर चालणारे विद्युतप्रकल्प असतात.[९] देशात एकूण विजनिर्मिती ही सुमारे ४४२ अब्ज वॉट इतकी आहे. त्यातील सुमारे ५० टक्के वीज ही कोळसा वा तत्सम इंधनांपासून तयार केली जात असते. त्यामुळे उद्भवणारे अतितरल धूलिकण, मानवी मृत्यूंचा दर वाढवत असतात. त्यातील गंधकप्राणिल (सल्फर डाय ऑक्साइड), काजळी (ब्लॅक कार्बन) आणि धात्विक धूळ पर्यावरणाचा ऱ्हास घडवत असते. असा ऱ्हास अणुसंयंत्रामध्ये होतच नाही. अणुसंयंत्रामध्ये कोळशाच्या संयंत्रांप्रमाणे कर्बप्रदूषण होत नाही. त्यांत होणारे कर्बप्रदूषण अत्यंत नगण्य असते. त्यामुळे पर्यावरण पूरक असा आपल्याला प्रकल्प निवडायचा असेल तर, कोळशाच्या संयंत्राच्या तुलनेत अणुसंयंत्र हे पसंत करायला हवे.

कोळशापासून विद्युतनिर्मिती करण्याच्या प्रकल्पामध्ये वातावरणातील वायू कर्बप्रदूषित तर होत असतोच, पण त्यासोबत राखसुद्धा उत्पन्न होत असते. एकूण राखेच्या निष्पन्नापैकी २० टक्के राख खाली उरते. मात्र ८० टक्के राख उडून वातावरणास प्रदूषित करत असते. कोळशाच्या विद्युतनिर्मितीमुळे वातावरणामध्ये राखेचे ढिगारेच्या ढिगारे निर्माण होतात. त्या राखेचे काय करायचे हे कोणालाही समजत नाही. अत्यंत हलकी आणि सहज उडून जाणारी तरल स्वरूपाची राख तर पर्यावरण खराब करत असतेच शिवाय त्या राखेच्या पसरण्यामुळे जमिनी नापीक होत असतात. भारतीय वनखात्याच्या १४ सप्टेंबरच्या परिपत्रकात, विवक्षित कालावधीत, खाली उरलेली १०० टक्के राख निरनिराळ्या उपयोगांत वापरली जावी असे म्हटले आहे.[१०] मात्र हे केवळ ५० टक्केच साधले जाऊ शकले आहे. अशा मोठ्या प्रमाणातील प्रदूषणाच्या समस्या अणुऊर्जाप्रकल्पांत असतच नाहीत.

भारतातील जलविद्युतप्रकल्पांची अनुमानित क्षमता सुमारे १४८ अब्ज वॉट इतकी आहे.[११] सुमारे ८४ अब्ज वॉट इतकी विजेची मागणी ती भागवू शकते. मात्र सध्या भारतात यातील केवळ २० टक्के क्षमताच वापरली गेलेली आहे. २००८ साली पूर्ण झालेल्या तिस्ता जलविद्युत-प्रकल्पातील वीज एका एककास रु. १.५३ एवढ्या कमी दराने उपलब्ध होत असते. विजेच्या शिखर मागणीस भागवण्याकरता जलविद्युतप्रकल्पच प्राधान्याने वापरले जात असतात, कारण ते सत्वर सुरू वा बंद करता येतात. मात्र जलविद्युतप्रकल्पाच्या दर दशलक्ष वॉट स्थापित क्षमतेपाठी सुमारे ०.७६ हेक्टर जमीन, पाणलोटक्षेत्राखाली बुडून जात असते. जलविद्युत प्रकल्पामध्ये पाणलोट क्षेत्राच्या जमिनीवर पाणी भरल्याकारणाने पर्यावरणाचा खूप ऱ्हास होतो. ती भूमीही पाण्याखाली जाते आणि तिचा वापर मनुष्याकरता होऊ शकत नाही. अशा प्रकारची कुठलीच समस्या अणुसयंत्राच्या संदर्भात उपस्थित होत नाही. अणुविद्युतप्रकल्पांची जमिनीची गरज यामानाने नगण्यच असते.

गेल्या तिमाहीत भारतातील सौरविद्युत उत्पादन एकूण विजनिर्मितीच्या सुमारे २० टक्क्यांपर्यंत वाढले आहे.[१२] देशातील सुमारे ४३ टक्के वीज आज पुनर्नविनीक्षम स्रोतांपासून तयार होत आहे. ती सुमारे १९० अब्ज वॉट इतकी आहे. देशात एकूण विजनिर्मिती ही सुमारे ४४२ अब्ज वॉट इतकी आहे. यात अणुऊर्जा केवळ ८ अब्जवॉटस इतकी नगण्य आहे. अणुऊर्जा स्वच्छ आहे, सुरक्षित आहे, तुल्यखर्चीक आहे आणि तिच्यातील आपला अनुभवही आजवर गौरवास्पद राहिलेला आहे. त्यामुळे आपल्याला अणुऊर्जेचा विकास करून आपल्या विकासास गती देण्याची आवश्यकता आहे.

४ मार्च २०२४ रोजी पंतप्रधान नरेंद्र मोदींनी, भारताच्या तीन टप्प्यांच्या अणुकार्यक्रमातील, दुसऱ्या टप्प्यातील ऐतिहासिक प्रवेश, कळपक्कम येथील ५० कोटी वॉट विद्युतक्षमतेच्या, 'प्रारूप शीघ्र प्रजनक अणुभट्टी'च्या गर्भातील

इंधनभरणास सुरुवात करताना पंतप्रधान नरेंद्री मोदी. सोबत (उजवीकडून डावीकडे) अणुऊर्जा आयोगाचे विद्यमान अध्यक्ष डॉ. अजितकुमार मोहंती, भारताचे सुरक्षा सल्लागार अजित डोभाल, भाभा अणुसंशोधन केंद्राचे संचालक विवेक भसीन आणि भाविनीचे अध्यक्ष के. व्ही. सुरेशकुमार

इंधनभरण्यास सुरुवात होताना प्रत्यक्ष उपस्थित राहून अनुभवला. या प्रकारची ही पहिलीच अणुभट्टी असल्याने तिला 'प्रारूप' म्हणजे पथदर्शी असे म्हटलेले आहे. शीघ्रगती विरक्तकांवर (फास्ट न्यूट्रॉनवर) ती चालत असल्याने तिला 'शीघ्र' म्हणतात. मात्र ती जेवढे इंधन खर्च करते, त्याहून जास्त इंधनाची निर्मितीही ती त्याच वेळी करत असते, त्यामुळे तिला 'प्रजनक' अणुभट्टी असे म्हटले जाते. या अर्थाने ती पुनर्नविनीकरणक्षम आहे असेही म्हणता येईल.

इंधनभरणा पूर्ण होताच अणुभट्टीची क्रांतिकतेकडे पहिली वाटचालही सुरू होईल. मग यथावकाश विद्युतनिर्मितीही सुरू होईल. 'आत्मनिर्भर भारत' धोरणानुसार ही अणुभट्टी, भारतीय अणुविद्युत निगम मर्यादित (भाविनी– BHVINI-Bharatiya nabhikiya Vidyut Nigam) ही नोंदित पेढी निर्माण करत आहे. पूर्णतः स्वदेशी बनावटीची संकल्पना करून, तशीच ती घडवलेली आहे. भारतातील २००हून अधिक मध्यम व लहान उद्योगांचाही या कार्यात सहभाग राहिलेला आहे. भारताचा अणुकार्यक्रम अशा उद्देशाने तयार केलेला आहे, की दीर्घकालीन ऊर्जासुरक्षा साध्य व्हावी आणि त्याच वेळी शाश्वत विकासही व्हावा.

भारताने संपूर्ण अणुइंधनचक्रावरील सर्वंकश सामर्थ्ये प्राप्त करून घेतलेली आहेत. सरकारने २००३ साली 'भाविनी'स भारताची सर्वात प्रगत अशी प्रारूप शीघ्र प्रजनक अणुभट्टी उभारण्यास तसेच चालवण्यास संमती दिली. ही कार्यान्वित होईल तेव्हा, रशियानंतर भारत हा दुसरा असा देश ठरेल, ज्याने शीघ्र प्रजनक अणुभट्टी व्यापारी स्तरावर सुरू केलेली आहे.

आपल्या देशात युरेनियम साठे मर्यादित आहेत आणि थोरियम साठे विपुल प्रमाणात उपलब्ध आहेत. त्यांच्यापासून दीर्घकालीन ऊर्जासुरक्षा प्राप्त करणे गरजेचे आहे. भारताने त्यासाठी तीन टप्प्यांचा अणुकार्यक्रम अवलंबलेला आहे. त्याचा उद्देश देशातील आण्विक स्रोतांचा इष्टतम वापर करण्याचा आहे. हा कार्यक्रम क्रमवार आहे. प्रत्येक टप्प्याकरता इंधनक्रम योजलेले आहेत. वापरलेल्या इंधनाची पुनर्प्रक्रिया करून पुढील टप्प्यातील इंधन मिळवता येत असते. हे तीन टप्पे पुढीलप्रमाणे आहेत.

१. नैसर्गिक युरेनियम इंधनावर चालणाऱ्या, दाबित जड पाणी अणुभट्ट्या, २. प्लुटोनियम इंधनावर चालणाऱ्या, शीघ्र प्रजनक अणुभट्ट्या आणि ३. थोरियम–युरेनियम चक्रात, युरेनियम–२३३ इंधनावर चालणाऱ्या, प्रगत अणुभट्ट्या.

पहिल्या टप्प्यातील दाबित जड पाणी अणुभट्ट्यांचा कार्यक्रम, भारतीय अणुऊर्जा महामंडळ मर्यादित (एन.पी.सी. आय.एल. –NPCIL- Nuclear Power Corporation of India Limited) ही नोंदित पेढी चालवत आहे. दुसऱ्या टप्प्यातील शीघ्र प्रजनक अणुभट्ट्यांचा कार्यक्रम 'भाविनी' पुढे नेत आहे.

भाविनी ही भारत सरकारच्या अणुऊर्जाविभागाच्या प्रशासकीय नियंत्रणातील नोंदीत पेढी आहे. तिचा उद्देश तामिळनाडूतील कळपक्कम येथे, पहिली ५० कोटी वॉट विद्युतक्षमतेची शीघ्र प्रजनक अणुभट्टी उभारणे आणि तिचे कार्यान्वयन करण्याचे आहे. त्यानंतर देशाला दीर्घकालीन ऊर्जासुरक्षा पुरवण्याकरता भारत सरकारच्या अणुऊर्जा कार्यक्रमाखाली, विद्युत निर्मितीकरता भावी प्रजनक अणुभट्ट्यांची उभारणी, कार्यान्वयन, संचालन व देखभाल यांची जबाबदारीही भाविनीस दिलेली आहे.

शीघ्र प्रजनक अणुभट्टी प्रकाराची ही सुरुवात आहे. भावी काळात ६० कोटी वॉट क्षमतेच्या आणखी २ शीघ्र प्रजनक अणुभट्ट्या, प्रारूप अणुभट्टीलगतच कळपक्कम येथे उभारल्या जाणार आहेत. त्या, देशास दीर्घकालीन ऊर्जासुरक्षा पुरवतील अशी अपेक्षा आहे. कळपक्कम येथील इंदिरा गांधी अणुऊर्जासंशोधनकेंद्रात (सेंटर फॉर ॲटॉमिक रिसर्च) विकसित केलेल्या अभिकल्पन आणि तंत्रज्ञानाचे आधारे ही प्रारूप अणुभट्टी उभारली जात आहे.

सुरुवातीस प्रारूप शीघ्र प्रजनक अणुभट्टीत युरेनियम प्राणील व प्लुटोनियम प्राणील यांचे मिश्रण इंधन म्हणून वापरले जाईल. इंधनाभोवतीचे आच्छादन इंधनाच्या पुनर्निर्मितीकरता वापरले जाते. या भागास पांघरूण (ब्लँकेट) म्हणतात. इंधनातून बाहेर पडणारे शीघ्र विरक्तक (न्यूट्रॉन) यात शोषले जाऊन यातील धातूचे रूपांतर विदलनक्षम धातूत होते. पुनर्प्रक्रियेनंतर हा विदलनक्षम धातू मग इंधन

म्हणून वापरता येतो. वापरल्या जाणाऱ्या इंधनाहून नव्याने निर्माण होणारे इंधन जास्त असते, म्हणूनच अशा प्रकारच्या अणुभट्टीस प्रजनक अणुभट्टी म्हटले जात असते. युरेनियम-२३८चा उपयोग पांघरूण म्हणून केला जाईल. थोरियम-२३२ विदलनक्षम नाही. मात्र पांघरूण म्हणून वापरल्यास त्याचे अंशतः युरेनियम-२३३ या विदलनक्षम धातूत रूपांतरण होत असते. म्हणूनच या टप्प्यात थोरियम-२३२चा उपयोगही पांघरूण म्हणून केला जायचा आहे. रुपांतरणात तयार होणाऱ्या युरेनियम-२३३चा उपयोग तिसऱ्या टप्प्यातील अणुभट्ट्यांत इंधन म्हणून केला जाणार आहे. जगात थोरियम चा साठा आपल्याच भूमीत सर्वाधिक आहे. तिसरा टप्पाही कार्यान्वित झाल्यावर, भारतातील थोरियमसाठ्याचा पूर्णांशाने वापर होऊ लागून, आपल्या दीर्घकालीन ऊर्जासुरक्षेकरता, आपण त्याचा उपयोग करून घेऊ शकू, कारण अशा प्रकारे वापरल्यास स्वदेशी थोरियम देशाला २५० वर्षांहूनही अधिक काळ वीज पुरवू शकेल असे अनुमान आहे.

सौरऊर्जा आणि पवनऊर्जा हे पुनर्नवीनीकरणक्षम स्रोत वगळता, मनुष्यनिर्मित सर्व विद्युतप्रकल्पांमध्ये अणुविद्युत प्रकल्प हे सर्वाधिक दीर्घकालीन ऊर्जापुरवठा करण्यास सक्षम आहेत. त्यांच्याहून इतर कोणताही प्रकार हा अधिक काळ ऊर्जा पुरवू शकत नाही. मात्र कोळशाची व इतर खनिज तेलांवर आधारित विद्युत यांहून अणुऊर्जा प्रकल्प खूप दीर्घकाळ ऊर्जापुरवठा करू शकतात.

अणुऊर्जा प्रकल्पांत निर्माण होणाऱ्या, वापरलेल्या आण्विक इंधनातील सक्रिय किरणोत्सारी अवशिष्ट पदार्थांतील किरणोत्सार निराळा करून, संघनित करून, काचेत बंद करण्याचा आणि जमिनीत पुरून टाकण्याच्या तंत्राचाही आपण भारतात विकास केलेला आहे. त्यामुळे संपूर्ण अणुइंधनचक्राबाबत आपण स्वावलंबी झालो आहोत. एवढेच नव्हे तर, त्यामुळे होऊ शकणारे संभाव्य किरणोत्सार प्रदूषणही आपण नामशेष केलेले आहे. असे करू शकणाऱ्या मोजक्या देशांत आपणही आलो आहोत. याचा आपल्याला अभिमान वाटला पाहिजे.

ऊर्जेविना विकास होऊ शकत नाही. सर्वसामान्य इंधनांवर चालणारी संयंत्रे आपल्याला सुमारे ५० टक्के ऊर्जा पुरवतात खरी, मात्र प्रदूषणाची किंमत मोजून. प्रदूषणाविना ते साध्य करायचे तर अणुऊर्जा हवीच. त्याशिवाय दीर्घकालीन ऊर्जा सुनिश्चित करायची तरीही अणुऊर्जा हवीच.

त्यामुळे उपलब्ध ऊर्जांचा विचार करता भारतात आज तरी अणुऊर्जा ही एक आशादायक संभावना बनून राहिलेली आहे. सौर आणि पवन ऊर्जांव्यतिरिक्त आपल्या गरजा भागवण्याकरताची अपार क्षमता अणुऊर्जेत आहे. ती पर्यावरण स्नेही आहे, पर्यावरणपूरक आहे आणि आपले तिच्या तंत्रावर संपूर्ण नियंत्रणही प्रस्थापित झालेले आहे. तिच्या बाबतीत आपण पूर्णतः स्वावलंबी झालेलो आहोत. दीर्घकालीन ऊर्जासुरक्षेचा विचार तर अणुऊर्जेविना केलाच जाऊ शकत नाही. अशा परिस्थितीत आपले धोरण सौरऊर्जेस सर्वात अनुकूल आहे. २०४० सालपर्यंत आपली एकूण ऊर्जेच्या ४० टक्के वीज सौर असणार आहे. तरीही, अणुऊर्जेचे दोहन करून आपण दीर्घकालीन ऊर्जासुरक्षा सुनिश्चित करावी हेच शहाणपणाचे ठरेल. जागतिक तापमानवाढीस रोखणारे ठरेल. तसे करण्यास आज आपण पात्र आहोत, याचाही आपल्याला अभिमान वाटला पाहिजे.

संदर्भ

१. एन्रिको फर्मी : अणुयुगाचा प्रणेता, मूळ इंग्रजी लेखक : टेड गॉटफ्रीड, प्रकाशक : युनिव्हर्सिटी प्रेस, प्रकाशनकाल : १९९९, मालिका : आधुनिक युगाचे कर्ते, वितरक : ओरिएंट लॉंगमन लिमिटेड, किंमतः रु. १२५/- फक्त.

२. अणुविवेक, दिलीप कुलकर्णी, राजहंस प्रकाशन, १९९५, रु. ८०, पृष्ठे : १४३

३. भारताची अणुगाथा, आल्हाद आपटे, मनोविकास प्रकाशन, २०१७, रु. ४३०, पृष्ठे : ३५९

४. अणुऊर्जा आयोग http://www.aec.gov.in/

५. होर्मसजी जहांगीर भाभा https://anuvad-ranjan.blogspot.com/2012/04/blog-postš13.html

६. के.एस.पार्थसारथी ह्यांचा 'करंट सायन्स' जर्नलमधील होमी नसरवानजी सेठना ह्यांचेवरील लेख https://www.currentscience.ac.in/Volumes/100/08/1245.pdf

७. https://www.npcil.nic.in/content/253_1_OperatingPerformance.aspx

८. https://www.npcil.nic.in/WriteReadData/userfiles/file/Major_Achievements_Report_English_17012019_01.pdf

९. https://www.nih.gov/news-events/nih-research-matters/deaths-associated-pollution-coal-power-plants

१०. https://cag.gov.in/uploads/journal/august-2015/issues-in-utilization-of-ash-by-thermal-power-plants-in-the-country.html

११. https://wrd.maharashtra.gov.in/Site/Upload/PDF/faqhp.pdf

१२. https://www.mercomindia.com/solar-share-power-mix-q1-24

१३. PFBR BHAVINI Brochure-6 Pages-Released June 2018 https://bhavini.nic.in/

१४. भारतसरकारचे प्रसिद्धीपत्रक https://pib.gov.in/PressReleaseIframePage.aspx?PRID=2011347

– नरेंद्र गोळे

nvgole@gmail.com

सायली घाग

पर्यावरणपूरक जीवनशैली – भाग १

वृक्ष आमचे मित्र तयांना तोडू नका कोणी
धरती छाया करती माया
पसरवून ही काया
पाने, फुले अन् फळे
तयांची लाख मोल ही किमया
जतन तयांचे करू या आपण प्रेमाप्रेमाने
देती सारे जे जे जवळी मनापासूनी वृक्ष
वृक्ष म्हणू की ऋषी म्हणू त्या
हे तर जनहित दक्ष
वसा तयांचा देत राहणे
जपू या मनोमनी
वृक्ष आमचे मित्र त्यांना तोडू नका कोणी

दिनू आज वर्गात विजया वाड यांची 'वृक्ष आमचे मित्र' ही कविता शिकला. ही कविता पाठ करतकरतच दिनूला गाढ झोप लागली आणि अहो आश्चर्यम्! झाडच दिनूच्या स्वप्नात आले.

त्या जुन्या प्रचंड झाडाचा विस्तार बघूनच दिनूच्या छातीत धडकी भरली. पण झाडाने मायेने त्याच्या पाठीवरून आपली एक पारंबी फिरवली. ते म्हणाले, अरे दिनूबाळा, तुम्ही मुलं कविता छान पाठ करता आणि म्हणताही छान. तुझी कविता मला आवडली. सांग बरं, आम्ही तुला का आवडतो?

दिनू उत्साहाने म्हणाला, ''झाडकाका, तुमच्याकडे पाहिलं ना की खूप शांत वाटतं! प्रखर उन्हात तुम्ही उभे असता, पण आमच्यासाठी मस्त सावलीची सोय करता, किती छान ना! कितीतरी पक्षी तुमच्या फांद्यांवर घरटी बांधतात. त्यांच्या पिल्लांना आसरा देता, व त्यांना संरक्षण पण देता!''

झाडकाका कौतुकाने म्हणाले, ''अरे वा दिनू, तू नुसती कविता पाठ करत नाहीस बर का, तू छान विचारपण करतोस! तू सांग बरं, तू तुझ्या हाताने एखादे झाडे लावलेस का?''

दिनू गोंधळला, तो म्हणाला, ''झाडकाका, पण मी कशाला लावायला हवं झाड? मला वाटलं झाडं आपली आपण उगवतात!''

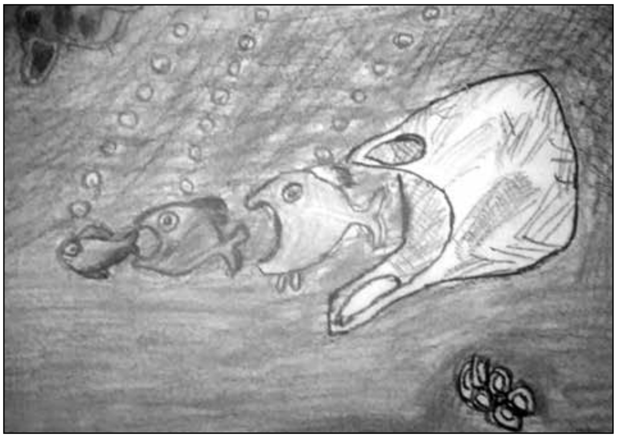
झाडकाका हसले. ते म्हणाले, ''तुझं म्हणणं बऱ्याच अंशी खर आहे. परंतु झाडं आपोआप उगवत नसतात बरं का बाळा, कुठूनतरी कुणाकडून तरी झाडांच्या बिया जमिनीवर पडतात. पावसाळा असेल तर त्या रुजतात. त्यांचे मग मोठे वृक्ष बनतात. सर्वच झाडं अशी वाढत नाहीत बरं का. माणसं अनेक ठिकाणी मुद्दाम वृक्षारोपण करतात. प्रत्येक माणसांचे ते कर्तव्यदेखील आहे.''

दिनू विचार करत म्हणाला, ''खरं आहे तुमचं झाडकाका, मी विचारच केला नव्हता कधी याबद्दल. आता तुम्ही सांगत आहात तर मी नक्की एक तरी झाड लावणार आहे.''

झाडकाका प्रसन्न हसले. ते म्हणाले, ''तुझ्यासारखी समंजस मुलं भेटली की समाधान वाटतं.''

दिनू म्हणाला, ''पण झाडकाका, आमच्या घराजवळच रस्ता मोठा करताना कितीतरी मोठी झाडं कापली गेली. आम्हाला खूप वाईट वाटलं होतं तेव्हा!''

झाडकाका म्हणाले, ''फळं, फुलं, औषधं, फर्निचर, जळण या दैनंदिन गरजेसाठी तसंच इमारती, कारखाने यांच्या उभारणीसाठी तुम्ही माणसं झाडं कापता. तुमच्या गरजा वाढत चालल्या आहेत. झाडं कापून तुम्ही ज्या वसाहती बांधत आहात, त्यात नैसर्गिक वातावरण उरतच नाही. मग मात्र



ग्लोबल वॉर्मिंग! ग्लोबल वॉर्मिंग! असा टाहो फोडता!''

दिनू म्हणाला, ''झाडकाका, अगदी खरं आहे तुमचं! आई परवाच म्हणत होती की काही वर्षांपूर्वी आपल्या भागात छान वारा सुटायचा, ताजी हवा यायची, पण आता सारं बदललं आहे. झाडं तोडल्यानं ग्लोबल वॉर्मिंग होतं का हो झाडकाका?''

झाडकाका म्हणाले, ''अरे, ग्लोबल वॉर्मिंगसाठी ते एकच कारण नाही. त्यासाठी अनेक कारणं आहेत. कार्बन डायऑक्साइड, मिथेन, नायट्रोजन ऑक्साईड, क्लोरोफ्ल्युरोकार्बन आणि पाण्याची वाफ हे हरितगृहवायू आहेत. यांचे सतत वाढणारं प्रमाण हेही ग्लोबल वॉर्मिंगचं आणखी एक महत्त्वाचं कारण आहे. आणि त्यासाठी तुम्ही माणसंच सर्वाधिक जबाबदार आहात बरं का बाळा!''

झाडकाकांची खंत ऐकून दिनूला वाईट वाटले, काय बोलावे ते कळे ना! मग तो म्हणाला, ''पण झाडकाका, यांचं प्रमाण का वाढत आहे? आणि माणसं नेमकी काय करतात हो?''

झाडकाका म्हणाले, ''यांचं प्रमाण वाढत का आहे? अरे मानवी लोकसंख्या जितकी अधिक असते तितक्या त्यांच्या गरजाही अधिक असतात. विविध गरजा पुरवण्यासाठी ऊर्जेची ही गरज भासते. सन १९६०मध्ये जागतिक लोकसंख्या ३०० कोटी होती, ती गेल्या ६३ वर्षांमध्ये ८१० कोटींपेक्षा अधिक झाली आहे. त्यांच्यासाठी शेतीउत्पादन व इतर जीवनावश्यक गोष्टींची निर्मिती त्या प्रमाणात वाढणं अपेक्षितच आहे, त्यामुळे नैसर्गिक स्रोतांवर ताण आला आहे.''

दिनू त्यांना म्हणाला, ''झाडकाका, त्याचवेळी वैज्ञानिक प्रगतीपण अतिशय वेगानं होत आहे. तुम्ही ते बदल पाहिले असतील ना हो?''

झाडकाका उसासा टाकून म्हणाले, ''हो, पाहिली आहे मी ही वैज्ञानिक प्रगती. गेली कित्येक शतकं पाहात आहे! पण त्याचा प्रत्यक्ष संबंध वाढत्या प्रदूषणाशीदेखील आहे. कृषी व दूधउत्पादनं जी १० ते १२ पटींनी वाढली, त्याचं प्रतिबिंब जनावरांच्या विष्ठेची व कृषीटाकाऊ स्रोतांची बेसुमार वाढ होण्यातदेखील दिसतं आहे. त्यांच्या अनियंत्रित विघटनातून मिथेनची निर्मिती गेल्या साठ वर्षांमध्ये तिप्पट तरी वाढली आहे. मिथेन हा पर्यावरणास कार्बन डायऑक्साइडच्या तुलनेत सुमारे २१ पट अधिक घातक आहे. मिथेन पर्यावरणात कमीत कमी १४ वर्षं टिकून राहतो म्हणजे गेल्या तीन-चार दशकांतील त्याचं वातावरणातील एकत्रित प्रमाण खूप वाढलं आहे. साहजिकच त्याचे परिणाम जागतिक तापमानवाढीवर होत आहेत!''

दिनू म्हणाला, ''अरे बापरे! ह्यातला नेमका खोल अर्थ मला समजला नाही, पण हे चित्र भीतिदायक आहे हो. आमच्या शहरात कचऱ्याचं प्रमाणही वाढलं आहे. आमच्या टीचर सांगत होत्या की कचऱ्यातूनही मिथेन निर्माण होतो म्हणून.''

झाडकाका म्हणाले, ''खरं आहे ते दिनू बाळा! विविध कचरास्रोतांचं अनियंत्रित विघटन होऊन त्यातून निर्माण होणाऱ्या मिथेनचं प्रमाण वाढत आहेच की! इसवी सन २०२०च्या जागतिक स्तरावरील एकूण हरितगृहवायू उत्सर्जनाच्या २४ टक्के उत्सर्जन हे वीज आणि उष्णतेसाठी कोळसा नैसर्गिक वायू आणि तेल जाळण्यातून, तर २२ टक्के उत्सर्जन शेती आणि जंगलतोड यातून झालं आहे. शिवाय भरमसाट वाढलेली वाहनांची संख्या त्यासाठी जबाबदार आहे.''

दिनू म्हणाला, ''ते मात्र खरं आहे हो झाडकाका. आमच्याच घरात चार माणसं आहेत, पण दोन मोटारी,

दोन स्कूटर आणि एक एक मोटरसायकल आहे. मी शाळेत बसने येऊ शकतो, पण आई म्हणते की बाबा तुला गाडीनं सोडतील. कशाला हवीत हो काका इतकी वाहनं?''

झाडकाका हसले, ''अरे, मलाही तेच सांगायचं आहे तुला, स्वतःच्या गरजा जितक्या वाढवत जाल, तितक्या त्या वाढणारच आहेत! कुठेतरी त्यावर नियंत्रण ठेवायला हवं, ते तुम्हीच ठेवायला पाहिजे, हो ना?''

दिनू म्हणाला, ''हो हो झाडकाका, मी नक्की प्रयत्न करणार आहे. आणखी सांगा ना माहिती ग्लोबलविषयी.''

झाडकाका म्हणाले, ''इसवी सन २०२२ मध्ये सर्वोच्च कार्बन डायऑक्साइड उत्सर्जित करणारी चीन, अमेरिका, युरोपीयन युनियन, आपला भारत, रशियन फेडरेशन आणि जपान हे देश होते. या उत्सर्जनात जीवाश्मइंधनाच्या ज्वलनातून निघणारा कार्बन डायऑक्साइड तसेच सिमेंट उत्पादन करताना तयार होणारं वायुउत्सर्जन यांचा समावेश आहे. मानवाच्या विविध क्रियांमुळे वातावरणात हरितगृहांचे प्रमाण वाढलं आहे.''

दिनू विचार करत म्हणाला, ''झाडकाका, ह्या गोष्टी मोठ्या माणसांना माहीत नाहीत का हो? सारखी तर ही माणसं मोबाइलवर काहीतरी करत असतात, मग त्यांच्या लक्षात कसं येत नाही ते?''

झाडकाका परत एक उसासा टाकत म्हणाले, ''अरे, खरा प्रश्न तोच आहे. कुणालाच हे समजून घ्यायचं नाही, कारण मग कृती करावी लागेल ना! ग्लोबल वॉर्मिंग हा जागतिक प्रश्न आहे, माझ्याशी त्याचा संबंध नाही, असंच त्यांना वाटतं बघ. आपण काही न करता ह्या लोकांना ग्लोबल वॉर्मिंग कमी व्हायला हवं आहे! असं कधी होऊ शकेल का? सांग बरं तू?''

दिनू म्हणाला, ''असं कसं होईल, प्रत्येकानं आपली जबाबदारी ओळखली पाहिजे.''

झाडकाका पारंब्या हलवत म्हणाले, ''तुला जे समजलं त्याच्या अर्धं जरी लोकांच्या लक्षात आलं आणि त्यांनी तशी कृती केली तर प्रश्न लवकर सुटेल.''

दिनू म्हणाला, ''झाडकाका, आमच्या टीचर सांगत होत्या की आर्क्टिक आणि अंटार्क्टिका परिसरात मिथेन वायू बर्फात बंदिस्त स्वरूपात आढळतो त्याला मिथेन हायड्रेस असं म्हणतात. जागतिक तापमानवाढीमुळे या प्रदेशातील बर्फ वितळून त्यातील मिथेन हायड्रेट विरघळतात आणि मिथेन मुक्त होतो. पण इतकी उष्णता त्यासाठी येते कुठून?''

झाडकाका म्हणाले, ''चांगला प्रश्न विचारलास दिनू बाळा तू! तुम्ही माणसं रोजचा कचरास्रोत नगरपालिकेच्या

गाडीत टाकता त्यात कमीत कमी अर्धा किलो तरी जैविक कचरास्रोत असतो म्हणजे रोज तीन हजार टन एवढा जैविक कचरास्रोत मुंबई डम्पिंगवर टाकला जातो. तिथे अनियंत्रित स्वरूपात त्याचं विघटन होत राहतं व मिथेन मुक्त होत राहतो. हा मिथेन ही उष्णता वाढवतो.''

दिनू म्हणाला, ''झाडकाका, ह्या कचऱ्याचं काय करायचं?''

झाडकाका म्हणाले, ''दिनू, तू मला सांग बरं, तुमच्या घरात अन्न टाकून देता का तुम्ही ताटात?''

दिनू म्हणाला, ''हो झाडकाका, रोज काही ना काही अन्न आम्ही कचऱ्यात टाकतो. त्यानं काय फरक पडतो?''

झाडकाका म्हणाले, ''अरे, असाच विचार प्रत्येक जण करतो, व त्यातूनच हा भस्मासुर निर्माण होतो. फळांच्या साली किंवा भाज्यांचे काही भाग आपण खाऊ शकत नाही. पण अन्न तर खाऊ शकतो ना? ते कशाला टाकून द्यायचं. कुणीच अन्न टाकलं नाही तर एक हजार टनांपेक्षा अधिक जैविक कचरा कमी होईल. तेवढा मिथेन कमी होईल. शिवाय एक हजार टन अन्नाची नासाडी होणार नाही!''

दिनू विचार करत म्हणाला, ''केवढा महत्त्वाचा विचार सांगितलात झाडकाका तुम्ही! मी आता हे सर्वांना सांगणार आहे, आणि अन्नाची नासाडी थांबवण्याचा प्रयत्न करणार आहे.''

झाडकाका हसले. त्यांनी पारंबीनं त्याच्या पाठीवर थाप दिली. आणि काय आश्चर्य! तो जागा झाला. आपण स्वप्न बघत होतो हे त्याच्या लक्षात आलं. आई म्हणाली, ''काय दिनू, झोपेत कुणाशी बोलत होतास? आणि हसतदेखील होतास. दिनूने उत्साहाने आईला स्वप्न सांगितले. आईने ते ऐकले आणि ती म्हणाली, बरं का दिनू, प्रदूषणासाठी आणखी एक जबाबदार घटक म्हणजे प्लास्टिक हा आहे.

इसवी सन १९५०मध्ये एक लाख टन निर्मिती होत असलेल्या प्लास्टिकचं उत्पादन सन २०२२ मध्ये ३९ कोटी टनांवर गेलं आहे. गेल्या साठ वर्षांत प्लास्टिकचं सुमारे ३५ अब्ज टन इतके प्रचंड उत्पादन झालेलं आहे. यातील वापरा आणि फेका स्वरूपाचं प्लास्टिक सर्वात त्रासदायक असतं, कारण त्याचं पुनर्चक्रांकन होत नाही. त्याचे सूक्ष्म किंवा अतिसूक्ष्म कण बनतात आणि ते कर्करोगजन्य असल्यामुळे मानवी आरोग्यासाठी मोठा धोका निर्माण करत आहेत!''

दिनूने बाबा आत येऊन ते सर्व ऐकत होते. ते म्हणाले, ''वा वा, दिनू तुझी आई किती छान माहिती देत आहे बघ. तुम्हाला हे माहीत आहे का, की माणसाद्वारे घरी, उद्योगक्षेत्रात आणि वाहतुकीसाठी केला जाणाऱ्या तेल, गॅस आणि कोळशाच्या वापरामुळे हवामानात झपाट्याने बदल होत आहेत!''

दिनूची आई म्हणाली, ''हो, मी कॉलेजमध्ये तेच शिकवते. जैवइंधन ज्यावेळी जाळलं जातं, त्यावेळी त्यातून ग्रीन हाऊस गॅसचं उत्सर्जन होतं. यात कार्बन डायऑक्साइडच (CO_2) प्रमाण जास्त असतं. या वायूमुळे सूर्याकडून आलेली उष्णता परत वातावरणात फेकली न जाता या वायूंच्या रेणूंमध्ये पकडली जाते. आणि त्यामुळे पृथ्वीवरचं तापमान वाढतं. एकोणिसाव्या शतकाच्या तुलनेत आता जगभरातलं तापमान १.२ अंश सेल्सिअसनं वाढलेलं आहे. तर वातावरणातल्या कार्बन डायऑक्साइडचं प्रमाण चक्क ५० टक्क्यांनी वाढलंय!''

दिनूचे बाबा म्हणाले, ''हवामानबदलाचे विपरीत परिणाम होणं टाळायचं असेल तर जगाचं तापमान वाढण्यापासून रोखणं गरजेचं असल्याचं शास्त्रज्ञांनी म्हटलंय. सन २१००पर्यंत जागतिक तापमानवाढीचं प्रमाण १.५ अंश सेल्शियसपर्यंत रोखणं गरजेचं आहे. वेळीच पावलं उचलली नाहीत तर या शतकाच्या अखेरपर्यंत पृथ्वीचं तापमान २ अंशांनी वाढण्याची भीती आहे. काहीही केलं नाही तर पृथ्वीचं तापमान ४ अंश सेल्सियसनं वाढेल आणि परिणामी विनाशकारी उष्णतेची लाट येईल, समुद्राची पातळी वाढल्यानं लाखो लोकांची घरं पाण्याखाली जातील आणि पृथ्वी ग्रहाचं आणि यावरच्या जैवसृष्टीचं कधीही भरून न येणारं नुकसान होईल.''

आई म्हणाली, ''आता चर्चा थांबवू या. आज दिनूला सुट्टी आहे, घरी बसून या विषयी एक छान निबंध लिही बरं का दिनू. थोडी माहिती या पुस्तकात आहे, आणि झाडकाका आहेतच तुला मदत करायला!''

सर्व जण हसले. दिनू म्हणाला, ''हो, पण आई, त्यासाठी झोपावं लागेल मला, कारण झाडकाका तर स्वप्नातच भेटतात!''

आई म्हणाली, ''काही झोपूबिपू नको. पुस्तकं वाच, नेटवर मी साईट सांगते, त्या बघ. आणि तुला जे काही कळेल ते निबंधात लिही! खायला भरपूर करून ठेवलंय, पण काही टाकायचं नाही, हे लक्षात ठेव.''

बाबा म्हणाले, ''दिनू, हवामानबदलामुळं आपली (मानवाची) जीवनशैली बदलू शकते. सुपीक जमिनीचं रेताड जमिनीत रूपांतर होईल. पाण्याच्या कमतरतेमुळं पिकं, अन्न मिळणंदेखील कठीण होईल. समुद्राच्या पातळीत होत असलेल्या वाढीमुळं काही भागांत प्रचंड उष्णता वाढेल, आणि ते ठिकाण निवास करण्यास योग्य राहणार नाहीत. चीन, जर्मनी, बेल्जियम, नेदरलँड्समध्ये आलेल्या पुरामध्ये हे पाहायला मिळालं. हवामानात टोकाचे बदल जाणवतील. उष्णतेची लाट, मुसळधार पाऊस, वादळं हे सर्व वारंवार होईल, त्याचं प्रमाणही वाढत जाऊन मानवी जीवनासाठी ते धोकादायक ठरेल.''

दिनू विचार करत म्हणाला, ''आई, बाबा, हे जे तुम्ही सांगत आहात ना, ते माझ्या मित्रांना काहीच माहिती नाही, कारण त्यांच्या घरी अशी चर्चा होतच नाही. प्रकाश, विनू आणि अथर्व या तिघांचेही आईबाबा इतके बिझी असतात, की त्यांना वेळच मिळत नाही. मी निबंध लिहीन, पण मला एक आयडिया आली आहे. मी त्यांना इकडे बोलावू का? म्हणजे आम्ही चर्चा करत यावर अधिक माहिती मिळवू.''

आई म्हणाली, ''सुंदर कल्पना आहे दिनू! पण चौघं एकत्र आल्यावर माझ्यासाठी आणि बाबांसाठी नवे उद्योग करून ठेवू नका बरं का! नाहीतर एक म्हणता भलतंच व्हायचं! टॉयलेट अस्वच्छ करू नका. तुम्ही मुलं आता मोठी झालात. टॉयलेटच्या चांगल्या सवयी हाही जीवनशैलीचा भाग आहे.''

दिनू म्हणाला, ''हो आई, किती सूचना देशील! मी सर्व ऐकेन. तू जा बरं आता, तुला उशीर होतोय.''

आई आणि बाबा घराबाहेर पडले. दिनू विचार करत बसला. मित्र घरी आल्यावर काय काय करायचे याचा त्याने कच्चा आराखडा बनवला. मित्र येईपर्यंत काय करायचे, म्हणून त्याने त्याच्या नवीन इयत्तेतील पर्यावरणाचे पुस्तक उघडून वाचायला सुरुवात केली.

– सायली घाग
sayalig2710@gmail.com

अभय यावलकर

पर्यावरणपूरक सौरसाधने

सौरऊर्जा हा सद्य:परिस्थितीत परवलीचा शब्द झालेला आहे. देशात हरित ऊर्जेचे वातावरण निर्माण झाल्याने प्रदूषणाच्या बाबतीत जाणीवजागृती अनेक कुटुंबांमध्ये दिसून येत आहे. आजमितीला देशात सौरऊर्जेच्या कामाला गती मिळाल्याचे दिसून येत आहे. यासाठी सरकारचे प्रोत्साहन महत्त्वपूर्ण ठरत आहे. घराघरांवर वीजनिर्मिती करिता फोटोव्होल्टाइक पॅनल, पाणी गरम करण्यासाठी सौर बम्ब लावले जात आहेत. तर माउंट अबू, तिरुपती बालाजी, साईबाबा इत्यादी धार्मिक संस्थानांनी भाविकांसाठी जेवण तयार करण्यासाठी सौरऊर्जेचा वापर मोठ्या प्रमाणावर सुरू केलेला आहे. अर्थातच या वापरामुळे इंधन-बचतीसोबत प्रदूषण कमी करण्यास खूप मोठी मदत होत आहे. आजतागायत पारंपरिक इंधने कधीच संपुष्टात येणार नाही असा एक अंदाज होता. परंतु सत्य परिस्थिति फार काळ लपून राहात नाही. केरोसिन आज खुल्या बाजारात उपलब्ध नाही. भावी पिढीला एखाद्या बाटलीत बघण्यासाठी कुठेतरी उपलब्ध होईल अशी परिस्थिती केरोसिनची आहे.

मात्र या पारंपरिक इंधनांमुळे मोठी क्रांती केल्याचे आपणासर्वांना बघावयास मिळाली. मानवाला सुखकर अशा अनेक वस्तूंचा उपभोग घेता आला तो केवळ इंधनामुळेच. जमिनीपासून आकाशात झेप घेता आली ती इंधनामुळेच, मूलभूत गरजा भागवताना मेहनत आणि वेळ वाचला तोही इंधन उपलब्ध आहे म्हणूनच. अर्थात सुख मिळणे ही नाण्याची एक बाजू झाली, पण इंधन ज्वलनामुळे झालेले वायूप्रदूषण ही नाण्याची दुसरी बाजू जिच्यामुळे संपूर्ण जैवविविधतेवर विपरीत परिणाम झाल्याचे आपण पाहत आहोत.

हे प्रदूषण थोपवता येणे शक्य आहे का? सौरऊर्जा सर्वांना वापरता येण्याजोगी आहे का? असल्यास किती खर्चीक? पारंपरिक इंधने किती प्रदूषण करतात? पर्यायी पवनऊर्जा, सौरऊर्जा यांच्यामुळे प्रदूषण होत असेल काय? असेल तर किती? असे अनेक प्रश्न सर्वसामान्य व्यक्तींना पडणे स्वाभाविकच आहे. या प्रश्नांची उत्तरे सकारात्मक आणि पर्यावरणाला पूरक आहेत.

गेल्यावर्षी G 20 परिषदेने या प्रदूषणावर काही ठोस निर्णय घेण्याचे ठरवले आहे. औद्योगिकीकरण, वाहनांचा नको तेवढा वापर यामुळे पारंपरिक इंधनांचा वापर आणि अपव्यय वाढला. परिणामी कार्बनउत्सर्जन वाढले. मात्र हे कार्बनउत्सर्जन थोपवण्यासाठी कोणतेही पर्याय उपयोगात आणले गेले नाही. याचाच परिणाम म्हणजे जागतिक तापमानवाढ झाल्याचे सर्वांनाच अनुभवास येत आहे. या तापमानवाढीमुळे निसर्गसृष्टीवर विपरीत परिणाम सुरू झाले आहेत. दरवर्षी येणारी वादळे, अवकाळी पाऊस, उन्हाळ्यात वाढलेले तापमान हे सर्व सजीवसृष्टीला हानिकारक आहे. म्हणूनच पर्यावरणदिनाचे औचित्य साधून आपला ग्रह कसा तारून ठेवता येईल याचा विचार करून प्रदूषणविरहित मार्गांचा अवलंब करण्याचा सर्वांचा प्रयत्न असतो. 'झाडे लावा झाडे जगवा' असा संदेश नेहमी वाचनात येतो. झाडे लावलीही जातात, परंतु ती किती टिकतात किंवा टिकवली जातात? आपल्या देशातील एकूणच क्षेत्रफळावर ३३ टक्के जंगल असणे आवश्यक आहे. आजमितीला फक्त १५ टक्के जंगल अस्तित्वात आहे. भारतीय लोकसंख्येपैकी ४१ टक्के लोक अजूनही लाकूड, शेण किंवा इतर बायोमास स्वयंपाकासाठी इंधन म्हणून वापरतात आणि दरवर्षी सुमारे ३४० दशलक्ष टन कार्बन डायऑक्साइड एकत्रितपणे वातावरणात उत्सर्जित करतात. हे प्रमाण हरितगृह परिणामातून निर्माण होणाऱ्या

गॅसच्या १३ टक्के आहे. आमच्या नजरा फक्त शहरावर असतात. मात्र खरा ग्रामीण भाग पाहायला आम्ही जातच नाही आणि त्यामुळे सत्य वास्तव दिसत नाही. ही परिस्थिती हळूहळू बदलते आहे ती तंत्रज्ञानाच्या विकासामुळे. कार्यक्षम चूल म्हणजेच सुधारित चुली, एलपीजी गॅस, सीएनजी गॅस, इंडक्शन प्लेट यामुळे प्रदूषणाचे प्रमाण काहीसे कमी झाले आहे. नवनवीन तंत्रज्ञानामुळे या साधनांमध्ये सुधारणा करून कार्यक्षमता वाढलेली अनुभवास मिळते. जोपर्यंत इंधनज्वलन आहे तोपर्यंत कार्बनउत्सर्जन असणारच आहे. ते पूर्णतः कमी करण्यासाठी सौरऊर्जेचा वापर महत्त्वाचा ठरणार आहे.

शक्तिमान सूर्य

इरस्तोस्थानस या विद्वानाने आरशांच्या मदतीने शत्रूची जहाजे जाळली होती अशी आख्यायिका आजही ऐकावयास मिळते. फ्रान्समधील ओदिली येथे धातू वितळवण्याची भट्टी अस्तित्वात आहे. या उदाहरणांवरून सूर्याकडे काय आहे आणि तो काय करू शकतो याची कल्पना यायला हरकत नासावी. आजमितीला मात्र ५० हजार लोकांचा स्वयंपाक, लाखो भाविकांच्या स्नानासाठी गरम पाणी, मेगावॉटमध्ये वीजनिर्मिती आणि पावसासाठी अब्जावधी लिटर पाण्याची वाफ करण्याची ताकद फक्त आणि फक्त सूर्याकडे आहे. म्हणूनच सौरऊर्जा तंत्रज्ञान आज फायदेशीर ठरत आहे. एवढेच नव्हे तर संपूर्ण देशाला वीज पुरवून दुसऱ्या देशांना वीज पुरवता येईल इतकी क्षमता फक्त आपल्या देशाला मिळणाऱ्या सूर्यप्रकाशाची आहे. म्हणूनच भारताला सूर्यप्रकाशाचा देश म्हटले जाते.

सौरऊर्जेमुळे प्रदूषण होत असेल काय? असाही प्राथमिक विचार मनात येऊ शकतो. सूर्याकडून मिळणारी उष्णता आणि प्रकाश हा हायड्रोजन आणि हिलियमच्या मिश्र प्रक्रियेमुळे निर्माण होतो. ही प्रक्रिया होताना Ultra violet आणि Infra red किरण निर्माण होतात. हे किरण म्हणजे एक प्रकारचे प्रदूषण आहे. परंतु त्याचा विपरीत परिणाम इतर नैसर्गिक घटकांवर होऊ नये यासाठी ओझोन थर निसर्गानेच तयार करून ठेवला आहे. आपल्यापर्यंत पोचणारी सूर्याची किरणे लघुतरंग स्वरूपाची असतात. सजीवांच्या वाढीसाठी ती आवश्यकही असतात. म्हणजे एक प्रकारे सूर्यकिरण मानवासाठी वरदान आहे. दरदिवशी वनस्पती त्यांचे अन्न तयार करताना सौरऊर्जेचा म्हणजेच प्रकाशऊर्जेचा वापर करतात. पृथ्वीला मिळणाऱ्या सूर्यप्रकाशापैकी फक्त १ टक्का सूर्यप्रकाश वनस्पती प्रकाशसंश्लेषण प्रक्रियेसाठी वापरतात. त्यामुळेच आज अन्नधान्य उत्पादित करता येत आहे. शेवटी ही सौरऊर्जा आपल्या सर्वांच्याच उपयोगाची आहे. अन्नधान्य उत्पादन हा एक जसा महत्त्वाचा भाग आहे त्याचप्रमाणे वीज, उष्णता आणि कृत्रिम प्रकाशनिर्मितीदेखील तेवढीच महत्त्वाची गरज आहे. यासाठीही सौरऊर्जा आपणा सर्वांनाच अत्यावश्यक आहे. पृथ्वीवर प्रतिमीटर सुमारे १००० वॉट इतकी सौरऊर्जा मिळत असते. या सौरऊर्जेचा वापर गेल्या दशकापासून अधिक वाढला आहे ही अभिमानाची बाब आहे. कारण आजवर आम्ही औष्णिक विजेवर जास्तीत जास्त अवलंबून होतो. परंतु पारंपरिक इंधनस्रोतांचा वापर

वाढू लागला तसतसे कार्बनउत्सर्जन वाढू लागले. शिवाय हे इंधनस्रोत वाढत्या लोकसंख्येमुळे कमी पडू लागलेत. त्यामुळेच नवनवीन पर्याय माणूस शोधू लागला. शेवटी गरज ही शोधाची जननी आहे. त्यामुळेच आज सौरऊर्जेचा वाढता वापर आपणास पाहावयास मिळत आहे.

सौरऊर्जेवर चालणारी साधने आणि प्रदूषण

कोणतीही साधननिर्मिती करताना त्यामागे उच्च ध्येय असायला हवे. साधन समाजउपयोगी, कमीत कमी नैसर्गिक साधनसंपत्तीचा उपयोग करून तयार होणारे, वेळ वाचवणारे, पुन्हा पुन्हा उपयोगात येणारे, पुनर्निमिती होऊ शकणारे आणि कमीत कमी किमतीचे साधन उच्च ध्येयवादी असू शकते. यामुळे प्रभूषण आणि कार्बनउत्सर्जनासारखा प्रश्न आपोआपोच सुटतो. तरीही मूलतः नगण्य प्रमाणात निर्मितीसोबत प्रदूषणही येणारच. परंतु पारंपरिक पद्धतीच्या तुलनेने हे प्रदूषण अल्प असल्याने निश्चितच पर्यावरणाला पूरक ठरणार आहे. आजमितीला सौरऊर्जेच्या उष्णताऊर्जेवर अन्न शिजवणारा सोलर कूकर, सोलर वॉटर हीटर, सौर वाळवणी यंत्र तर प्रकाशऊर्जेचा उपयोग करून घेण्यासाठी सौर फोटो वोल्टाइक सेल यंत्रणा निर्मिती करणे शक्य झालेले आहे.

सोलार पॅनल

फोटोव्होल्टाइक सेल यालाच PV सेल असे म्हटले जाते. PV सेलचा उपयोग कॅलक्युलेटर, घड्याळ, खेळणी, कंदील यांना ऊर्जा पुरवण्यासाठी केला गेला. आज मात्र वीजनिर्मिती आणि त्यातही स्वस्त आणि कार्यक्षम सेल निर्मितीची स्पर्धा सुरू झालेली दिसून येते. अर्थात ती आपली गरज आणि बाजारपेठ मिळत असल्याने उत्तमोत्तम दर्जा देण्याचा सर्वांचा प्रयत्न आहे.

सौर PV सेल निर्मिती – PV सेल सिलिकॉनपासून तयार केले जातात. सिलिकॉन हे मेटॅलॉईड्स म्हणजे धातूही नाही आणि अधातूही नाही. दोघांच्या मधील अवस्था. मात्र याचे गुणधर्म या दोघांमध्ये सापडतात. सेमीकंडक्टर (अर्धवाहक) असलेल्या सिलिकॉनवर बोरॉन या रसायनाचा लेप देतात आणि त्याची अत्यंत बारीक फिल्म तयार केली जाते. ही फिल्म टफन्ड म्हणजे काचभट्टीत काचेला सुमारे ९०० अंश सेल्सिअसपर्यंत तापवली जाते. त्यामुळे काच कठीण होते. सहजासहजी फुटत नाही. काचेवर अंथरली जाते.

हे सेल वीजनिर्मिती करत घरावर, औद्योगिक कारखान्यावर, सरकारी कार्यालये आणि पडीक जमिनीवर वीजनिर्मितीकरता लावले जात आहेत.

वीजनिर्मिती करणाऱ्या सौर फोटोवोल्टिक सेलमधून पहिल्या वर्षात प्रति किलोवॉट सुमारे ५० ग्राम कार्बन डायऑक्साइड तयार करतो. पण तसे पहिले तर कोळसा वापरून जी वीजनिर्मिती होते त्यापेक्षा २० पटींनी हे कार्बनउत्सर्जन कमी आहे. साधारणपणे २ युनिट वीजनिर्मिती १ किलोग्रॅम कोळसा जाळला जातो. त्यातून सुमारे २.४ किलोग्रम इतका कार्बन डायऑक्साइड तयार होतो. त्यामुळे सौरफोटोव्होल्टाइक सेल तयार करताना फक्त एकदाच वरील प्रमाणे प्रदूषण होते. मात्र हेच १ किलो वॉट सोलार पॅनेल तीन वर्षे वापरल्यानंतर या कार्बन उत्सर्जनातून पूर्णपणे मुक्तता होते ती कोणतेही इंधन न जाळता केलेल्या वीजनिर्मितीमुळे.

फोटोव्होल्टाइक सेलची महान देणगी

दिवसा पडणाऱ्या किमान ५ तासांच्या सूर्यप्रकाशामुळे जास्तीत जास्त वीजनिर्मिती होत असते. १ किलो वॉट सौर पॅनेल दिवसभराच्या काळात ४ ते ५ युनिट वीजनिर्मिती करतात. या सौर PV सेलचे आयुर्मान २५ वर्षे इतके आहे. पण संपूर्ण २५ वर्षे तेवढीच वीज मिळेल असे नाही तर आयुष्य कमी होईल त्याप्रमाणे त्याच्या कार्यक्षमतेत फरक पडत जाईल. याचा अर्थ असाही नव्हे की २५ वर्षे पूर्ण झाली की लगेच सर्व यंत्रणा बंद पडेल. त्यातील काही सेल पूर्ण निकामी होतील तर काही काही काळ चालू राहतील. आता प्रश्न असा आहे की सेलचे आयुष्य संपले की या सेलचे काय करायचे, हेदेखील एकप्रकारचे प्रदूषण मोठ्या प्रमाणावर होणार आहे. कारण आज मोठ्या प्रमाणावर लावलेले सेल २५ वर्षांनी एकदमच बदलावे लागतील. पण तंत्रज्ञानाने याबाबतीत महत्त्वाची पावले उचलली आहेत. या सेलचा पुनर्वापर करून मूल्यवर्धनासोबत प्रदूषण टाळता येणार आहे. पूर्वी २५ वर्षे असलेले आयुष्य आता ३० वर्षांपर्यंत पुढे नेता आलेले आहे. कार्यक्षमतेच्या बाबतीत पूर्वीच्या तुलनेतही बऱ्याच सुधारणा पाहावयास मिळतात. पूर्वी एक सेल धूळ, पक्ष्यांची विष्ठा अथवा अन्य कारणाने झाकला गेल्यास बंद होत असे. त्यामुळे सेल गरम होऊन बंद होत असे. आता मात्र एक सेल बंद झाला तरी बाकी सर्व सेल चालू राहतात.

सिलिकॉननंतर कॅडमियम आणि कॉपर यांचाही अर्धवाहक म्हणून उपयोग सुरू झाला आहे. याची अत्यंत पातळ फिल्म असून कॉपर, इंडियम, गॅलियम, डिसेलेनाइड सारख्या सेमीकंडक्टर सामग्रीच्या अत्यंत पातळ थरांपासून बनवले जातात. या सेल्सच्या थरांची जाडी फक्त काही

मायक्रोमीटर आहे-म्हणजे, मीटरच्या काही दशलक्षांश इतकी. ही थिन-फिल्म सोलर सेल लवचीक आणि हलके असतात. कोणत्याही छोट्यात छोट्या यंत्रणेसाठी, पाठीवरील बॅगवर लावण्यासाठी किंवा घरातील खिडक्यांवर लावण्यासाठी या सेलचा उपयोग केला जातो. अर्थात ज्यांना कमी ऊर्जा लागते अशा उपकरणांसाठी या फिल्म वापरल्या जातात.

सेलचा तिसरा प्रकार म्हणजे गॅलियम आणि इंडियम; तसेच, आर्सेनिक आणि अँटीमनी हे अर्धवाहक पदार्थ. यापासूनही सेल तयार केले जात असून या सेलचे तंत्रज्ञान महागडे असले तरी सेल अतिकार्यक्षम असतात. हे सेल अनेकदा उपग्रह, मानवरहित हवाई वाहने आणि इतर महत्त्वाच्या उपकरणांमध्ये वापरले जातात.

उष्णताऊर्जा आणि वाचणारे इंधन

सूर्याकडून अफाट उष्णता आपल्याला प्राप्त होत आहे. या उष्णतेचा उपयोग अन्न शिजवण्यासाठी होत आहे. सूर्यकडून येणारी उष्णता एकवटून सुमारे ३०० डिग्री सेल्सियसपर्यंत तापमान निर्माण केले जाते. या उष्णतेवर प्रचंड दाब असलेली पाण्याची वाफ करून वाफेवर क्षमतेनुसार २५/५० हजार नागरिकांसाठी अन्न शिजवता येते. हे तंत्रज्ञान शेफलर नावाच्या तज्ज्ञाने तयार केले असून shflerTechnolgy आज प्रसिद्ध आहे. हजारो लोकांचा स्वयंपाक, धातू वितळण्याची भट्टी सौरऊर्जेवर चालत असेल तर ४-५ व्यक्तीसाठीचा स्वयंपाक प्रत्येक घरोघरी सौरचुलीत होऊ शकतो . अर्थात यासाठी उत्तम सूर्यप्रकाशाची जागा गच्चीवर मिळणे आवश्यक आहे. या सूर्यचुलीत आवरण असलेल्या पेटीवर दोन काचांच्या मदतीने उष्णता साठवली जाते आणि सुमारे १२० अंश सेल्सियसपर्यंत तापमान वाढते. अन्न उत्तम प्रकारे शिजते. जीवनसत्त्व टिकून राहत असल्याने अन्नाची चव अप्रतिम लागते. अन्न शिजवण्याची प्रक्रिया जशी होते तसेच शेकडो-हजारो माणसांसाठी स्नानासाठी पाणी गरम करण्याचेही तंत्रज्ञान उपलब्ध असून त्यासाठीही उष्णतेचा वापर केला जातो. यात तांब्याच्या/हवा बंद काचेच्या नळ्यांचा वापर केला जातो. तांब्याच्या नळ्या आवरण असलेल्या पेटीत बंद करून वरील बाजूस काचेने झाकलेले असते. तांबे उत्तम उष्णता वाहक असल्याने या नळ्यांमधून सुमारे ७० अंश सेल्सियसपर्यंत पाणी गरम मिळते. एकंदरीत सूर्याकडून मिळणाऱ्या उष्णतेचा प्रवास पुढील काळात वीजनिर्मिती केंद्रातील सयंत्र फिरवण्यास निश्चित फायदेशीर ठरतील. त्याचबरोबर औद्योगिक कारखान्यांना लागणाऱ्या बॉयलरसाठीही सौरतंत्रज्ञान उपयोगी ठरेल यात शंका नाही. अर्थातच यामुळे अब्जावधी रुपयांचे इंधन या संस्थानांकडून वाचत असून कार्बन डायऑक्साइड, कार्बन मोनॉक्साइड, सल्फर ऑक्साइड इ वायूंचे प्रदूषण पूर्णपणे बंद झालेले आहे. शिवाय नैसर्गिक साधनसंपत्तीचा ऱ्हास थांबल्यामुळे जैवविविधता टिकून राहण्यास मदतच झाली आहे.

विंड मिल

सौर पॅनेल असो किंवा विंड मिल, तयार करताना पाणी, धातू, वीज याचा वापर होतोच. हा वापर 'वन टाइम' आहे. दर दिवशी यासाठी कोणतेही इंधन वापरायचे नाही किंवा दैनंदिन खर्चही करायचा नाही. त्यामुळे ही ऊर्जा मिळवून देणारी साधने हरित ऊर्जेच्या क्रांतीला पूरक ठरणार आहेत. १ मेगा वॅट क्षमतेच्या विंडमिल ५ एकर जमीन व्यापतात. त्यामुळे जी जमीन पडीक आहे, तेथे कोणतेही पीक घेता येत नाही, ही जमीन कायम स्वरूपी विंड मिलसाठीच उपयोगात येत असल्याने शक्यतो डोंगराळ उंच भागात किंवा समुद्रकिनारीची जागा विंड मिलसाठी निवडली जाते. विंड मिलचे पाते सुमारे ५० फूट लांब असते. निरनिराळ्या क्षमतेच्या विंड मिल आता उपलब्ध असून अतिशय कार्यक्षमतेने कार्य करतात. ताशी ४ ते ६ किलोमीटर वेगाने वाहणाऱ्या वाऱ्यावर या विंड मिल फिरतात. फिरताना यामुळे पक्षी, प्राणी याना काहीसा धोका संभवतो. पण त्या परिसराला संरक्षक भिंत घातल्यास हे धोके टाळता येतात.

सद्य:परिस्थितीत भारतात सुमारे ३० गिगावॉटचे उद्दिष्ट विंड मिलद्वारे तर ५०० गिगावॉटचे उद्दिष्ट २०३० सालापर्यंत ठेवण्यात आले आहे. पैकी ८० गिगावॉट सोलार पॅनेल लावण्यात आले आहे. यामुळे हरितऊर्जा क्षेत्रात रोजगार संधी उपलब्ध झाल्या आहेत. हरितऊर्जा निश्चितच पर्यावरणाला आणि मानवी जडणघडणीला पूरक ठरणार असल्याने दिवसेंदिवस तिचा वापर वाढेल आणि मोबाइलच्या किमतीप्रमाणे त्यावरची उपकरणेदेखील स्वस्त होतील. आजही ही उपकरणे स्वस्त आहेत, भावीपिढीचा विचार मनात ठेवून केलेली ही गुंतवणूक त्यांना आणि पर्यावरणाला निश्चित पूरक ठरणार आहे, यात शंका नाही.

– अभय यावलकर
विज्ञान आणि सौरऊर्जा अभ्यासक
rnsolar.777@gmail.com

डॉ. जान्हवी गांगल

मासिक पाळीची समस्या : आरोग्य व पर्यावरण

आयुष्यातील काही गोष्टींबाबत आपण विलक्षण संकोच बाळगतो, मोकळेपणाने बोलत नाही. त्यामुळे अज्ञान, अर्धवट ज्ञान, गैरसमज, भीती यांना बळी पडून संकटास आमंत्रण देतो. स्त्रियांची मासिक पाळी व त्याच्याशी निगडित जननेंद्रियांची स्वच्छता व आरोग्य हा त्यापैकीच एक महत्त्वाचा विषय!

वास्तविक नियमित, प्रमाणशीर मासिक पाळी येणे, हे मुलगी वयात येण्याचे, तिची प्रजननसंस्था कार्यान्वित होत असल्याचे लक्षण आहे. त्यापूर्वीच्या काही वर्षांपासून तिच्या शरीरात अंतर्गत व बाह्य बदल होत असतात. मेंदूतील हायपोथलॅमस व पिट्युटरी ग्रंथींद्वारा स्रवलेल्या उत्प्रेरकामुळे मुलीच्या अंडाशयाची वाढ होते व त्यातून स्रवणाऱ्या हॉर्मोन(अंर्तस्राव)मुळे पुढील बदल घडतात. ही अतिशय गुंतागुंतीची रासायनिक प्रक्रिया असून त्यावर मेंदूतील उपरोक्त ग्रंथींचे नियंत्रण असते (व त्यासंबंधी त्यांना योग्य ज्ञान व माहिती असणे अपेक्षित आहे.) वयात आल्यावर म्हणजेच प्रजननसंस्था कार्यक्षम झाल्यावर, दरमहा अंडाशयातून एक बीज बाहेर पडून गर्भाशयात येते, ते फलित झाल्यास, फलित बीजाचे संगोपन करण्यासाठी, गर्भाशयाचे आतील आवरण पोषक व गादीसारखे जाड, गुबगुबीत होते परंतु गर्भधारणा न झाल्यास हे आवरण सुटू लागते व त्यातील रक्तवाहिन्यांसह रक्तस्रावाच्या रूपात बाहेर पडते म्हणजेच पाळी येते. या घडामोडी साधारणपणे दर महिन्याला चक्राकार पद्धतीने घडत असतात म्हणून त्याला 'मासिक पाळी' 'menstrual cycle'असे म्हणतात. ही नियमित शारीरिक क्रिया असून त्यात अपवित्र, घाण, निषिद्ध काहीही नाही.त्यामुळे या कालावधीत स्त्रियांना दूषित लेखणे, भेदभाव करणे योग्य नाही.

एकीकडे स्त्रीचा सृजनशक्ती म्हणून उदोउदो करायचा आणि दुसरीकडे त्यासाठी तिच्या शरीरात होणाऱ्या बदलांबाबत चुकीचा दृष्टिकोन बाळगायचा, त्यांना अस्पृश्य, निषिद्ध समजून हीन वागणूक द्यायची, ही परिस्थिती केवळ आपल्या देशातच नव्हे तर जगभरातील देशांत दिसून येत असे. शिवाय याविषयी संकोच, अज्ञान, अर्धवट ज्ञान, गैरसमज असल्याने त्यादेखील अन्यायकारक वागणूक व अनारोग्य यास बळी पडत.

खरे तर याविषयी १) योग्य शास्त्रीय माहिती असणे, २) पाळीच्या दिवसात लाज, त्रास, गैरसोय वा कलंकविरहित निःसंकोचपणे आयुष्य जगता येणे, तसेच ३) पाळीतील स्राव शोषण्याची योग्य, सुरक्षित साधने, पुरेशा प्रमाणात उपलब्ध असणे व ती वापरण्यासाठी पुरेशा सुविधा उदाहरणार्थ, पाणी, साबण व सुरक्षित जागा मिळणे हा त्यांचा हक्क आहे. ४) शिवाय ही साधने वापरल्यावर त्यांची योग्य ती विल्हेवाट लावण्याची सुविधा माहीत असणे व उपलब्ध असणे, अत्यंत गरजेचे आहे.

परंतु बऱ्याच स्त्रिया (विशेषतः गरीब व अशिक्षित) यापासून वंचित असतात. त्यामुळे अन्यायकारक भेदभाव, बहिष्कृत वागणूक किंवा मुलींची शाळा/अभ्यास बुडणे, बायकांना कामावर जाता न येणे, मानसिक कुचंबणा, अस्वच्छतेमुळे होणारे आजार इत्यादी प्रश्न निर्माण होतात. युद्धे, आक्रमणे, कोव्हिडसारखी महामारी, दुष्काळ अशा काळात, जगभरात हे प्रश्न अधिक गांभीर्याने जाणवतात कारण साधनांची कमतरता व विशेषतः गरिबांना ती मिळवण्यासाठी येणाऱ्या अडचणी!

या समस्येकडे लक्ष वेधण्यासाठी व 'मासिक पाळीतील स्वच्छता व एकंदरीत आरोग्य' यासाठी उपाययोजना करण्यास विविध सामाजिक व आरोग्यसंस्थांना उद्युक्त करण्यासाठी संपूर्ण जगभरात २८ मे हा दिवस जागतिक मासिक पाळी स्वच्छता दिन (World Menstrual Hygiene Day) म्हणून

पाळला जातो. २८ मे (२८/०५) हाच दिवस का बरे निवडला असावा? तर मासिक पाळीचे चक्र साधारणपणे २८ दिवसांचे व त्यात पाळी साधारणपणे ५ दिवसांची म्हणून पाचवा महिना-मे!

२०१४ सारी जर्मनीतील एका स्वयंसेवी संस्थेद्वारे हा दिवस प्रथम साजरा झाला. हळूहळू जागतिक पातळीवर या समस्येबद्दल जाणीव निर्माण झाली. सर्वेक्षणातून समस्यांचे गंभीर धक्कादायक स्वरूप समोर आले.

स्त्रियांची अवहेलना, भेदभाव, ही वागणूक व त्यांच्या कार्यक्षमतेवर येणाऱ्या मर्यादा इत्यादी समस्या लक्षात घेता,

- २०१९ मध्ये मासिक पाळीमुळे स्त्रीच्या कार्यक्षमतेवर मर्यादा येऊ नयेत म्हणून 'No more Limits'चा नारा देण्यात आला,
- २०२१ मध्ये मासिक पाळीतील स्वच्छता व आरोग्यासाठी मोठ्या प्रमाणावर गुंतवणूक व कृती करण्याची गरज अधोरेखित करण्यात आली.
- २०२२ सालचा नारा होता We are Committed!
- २०२३ साली, सन २०३०पर्यंत मासिकपाळीतसुद्धा स्त्री सर्वसामान्यांसारखे आयुष्य जगू शकेल अशा सुधारणा प्रत्यक्ष कृतीद्वारे घडवून आणण्याचा संकल्प केला गेला.
- आणि या वर्षीचा २०२४चा नारा आहे Together for a Period Friendly World - जिथे मासिक पाळीसंबंधीची साधने, सोयी, पाळीसंबंधी ज्ञान व शिक्षण व periodfriendly समाजव्यवस्था असेल अशा जगाच्या उभारणीसाठी एकत्रित येऊन या....

थोडक्यात स्त्रियांच्या मासिक पाळीसंबंधित समस्यांचे निराकरण व स्वच्छ सुरक्षित पर्यावरण ह्यांचे महत्त्व अधोरेखित केले आहे.

यासाठी आपण काय करू शकतो?

अ) मासिक पाळी, जननेंद्रियांचे कार्य, आरोग्य, स्वच्छता याबाबत शाळांतून, समाजात प्रबोधन करणे.

ब) कलुषित पूर्वग्रह, भेदभाव बाजूला सारून स्त्रियांना समान वागणूक देणे, त्या कालावधीत आवश्यक सुविधा (साधने, स्वच्छता राखण्यासाठी पुरेसे पाणी, साबण, आडोसा) पुरवणे, सहकार्य करणे.

क) योग्य, सुरक्षित, कमीत कमी अपायकारक, आणि वापरण्यास सुलभ पर्यायांची निवड व पुरवठा.

ड) वापरलेल्या साधनांचे स्वच्छ, सुरक्षित संकलन व विल्हेवाट लावण्यासाठी व्यवस्था.

उपलब्ध पर्याय :

१) पूर्वी बायका फारशा घराबाहेर पडत नसल्याने कापडाची घडी वापरत, जी वारंवार बदलून, योग्य प्रकारे धुऊन, उन्हात वाळवून पुन्हा वापरता येई. त्यादृष्टीने ती सवय पर्यावरणपूरक मानता येईल. परंतु वारंवार बदलावे लागणे, लाज व दडपण यामुळे उन्हाऐवजी अंधाऱ्या आडजागी सुकवणे, ते पुरेसे न वाळल्यास त्यामुळे खाज, पुरळ, जंतुसंसर्ग अशा आरोग्याच्या समस्या जाणवत. शिवाय डागांचे मानसिक दडपण, हालचालींवर बंधन येणे आदी मुळे स्त्रियांना या दिवसांत जगणे 'नकोसे' वाटल्यास नवल नाही.

स्वच्छ, नरम कापडाची निवड, पुरवठा व वापर, दीर्घ वापरांती विल्हेवाट, यासाठी महिलांना योग्य माहिती देणे आवश्यक.

२) स्त्रीचे कार्यक्षेत्र विस्तारल्यावर मात्र त्याऐवजी 'एकदाच वापरा व फेका' या धर्तीवर वापरण्यास सोपी अशी सॅनिटरी नॅपकिन अल्पावधीतच लोकप्रिय झाली. सोय, आकार, वजन इत्यादी दृष्टीने त्यावर संशोधन होऊन वेगवेगळे प्रकार बाजारात आले. त्याबरोबरच 'त्यांच्या अफाट कचऱ्याची निर्मिती, संकलन व विल्हेवाट' ही प्रचंड समस्या निर्माण झाली. मासिक पाळीची साधने पुरवठा करण्याबरोबरच ती टाकायची कुठे हाही महत्त्वाचा प्रश्न विचारात घेणे आवश्यक आहे. हे सॅनिटरी नॅपकिन एक तर टॉयलेटमध्ये टाकून फ्लश केले जातात, जे अत्यंत चुकीचे आहे. ते पाण्यात फुगून अडकल्याने, पाइप, चेंबर, नाले तुंबतात. त्यामुळे सार्वजनिक आरोग्यास हानिकारक समस्या उद्भवतात.

त्यांच्या संकलनाची वा विल्हेवाटीची वेगळी व्यवस्था नसल्याने कचऱ्याच्या डब्यात टाकले जातात. खरे तर ते 'ओल्या' किंवा 'सुक्या' कचऱ्यात टाकता कामा नये, नाही तर या वर्गीकरणाचा उद्देशच फसतो. बेजबाबदारपणे असेच उघड्यावर वा कचराकुंडीत टाकल्यास कावळे, मांजर कुत्रे इत्यादीद्वारा इतस्ततः विखुरले की दिसायला, स्वच्छतेच्या, सामाजिक स्वास्थ्याच्या दृष्टीने वाईटच!

म्हणून ते कागदात गुंडाळून घातक कचऱ्याच्या डब्यात किंवा खास बनवलेल्या सॅनिटरी नॅपकिन संकलन बिनमध्ये टाकले जावेत. आजकाल असे बिन्स, सार्वजनिक ठिकाणी (शाळा, कॉलेज, मॉल, बस / रेल्वेस्थानके) ठेवलेले आढळतात. मात्र त्यांची संख्या वाढवणे, तसेच ती बिन वारंवार रिकामे करून, त्यांची सफाई राखणे, याकडे लक्ष पुरवणे आवश्यक आहे. घरगुती स्तरावर, वापरलेले पॅड कागदात गुंडाळून वेगळ्या पिशवीतून, सुक्या कचऱ्याबरोबर द्यावे.

संकलित नॅपकिन विशिष्ट रासायनिक प्रक्रियेने, किंवा विशिष्ट पद्धतीने जाळून (incineration), अन्यथा (landfill)

डंपिंग ग्राऊंडवर टाकून नष्ट केले जातात. (उघड्यावर नुसतेच जाळल्यास त्यातील प्लास्टिक व रसायने जळून घातक विषारी वायू हवेत मिसळतात.) यासाठी छोटे incineratorsदेखील सार्वजनिक ठिकाणी लावलेले आढळतात, परंतु त्यांची संख्या अपुरी आहे. जी आहेत त्यांचा वापर त्यांच्या क्षमतेपार झाल्यास, त्यांची पुरेशी देखभाल न केल्यास ते निरुपयोगी ठरतात व शेवटी महिलांना नाइलाजाने खराब नॅपकिन कचराकुंडीत टाकावी लागतात.

कचराकुंडीतून डंपिंग ग्राऊंडवर टाकलेले पॅड या दुर्गंधी, त्यावर वाढणाऱ्या जंतूंच्या संसर्गामुळे पर्यावरणास घातक ठरतात. तसेच त्यातील ७०-९० टक्के घटक प्लास्टिक असून तो अविघटनशील आहे. त्यामुळे शेकडो वर्षे तिथेच पडून राहतील. ऊन, वारा, पाऊस यांचा परीणाम होऊन हवा, पाणी व जमिनीचे प्रदूषण व पर्यायाने आरोग्यावर गंभीर परिणाम करत राहतील.

सॅनिटरी नॅपकिनमधील कृत्रिम शोषक जेल व ब्लिचिंग एजंट, डिओडरंट यासारखी इतर रसायने यांचा त्वचेवर खाज, पुरळ, ॲलर्जी इत्यादी परिणाम दिसतात.

३) हीच गोष्ट, पर्यायी टॅम्पूनची, जी आकाराने लहान व वापरण्यास सोपी असली तरी 'वापरा-फेका' तत्त्वानुसार हानिकारक, कचरानिर्मितीस कारणीभूत ठरतात.

एखाद्या शहरातील दर लाख स्त्रियांनी दरमहा वापरून फेकलेले, दहा ते वीस लाख नॅपकिन/टॅम्पून डंपिंग ग्राऊंडवर जमा होतात, व शेकडो वर्षे तसेच पडून राहतात, यावरून या समस्येची व्याप्ती व गांभीर्य लक्षात यावे.

शिवाय हे पर्याय महाग असल्याने, दरमहा खर्चाचा भार सोसावा लागतो, व योग्य काळजी न घेतल्यास ॲलर्जी, कोरडेपणा, पुरळ व जंतुसंसर्ग असे परिणाम भोगावे लागतात.

४) त्यामुळे तुलनेने नवा, चौथा पर्याय पुढे आला आहे जो वापरण्यास सुलभ व आरोग्यासाठी सुरक्षित आहे म्हणून स्त्रीरोगतज्ज्ञांनी पुरस्कृत केला आहे, तो म्हणजे menstrual cup, जो मेडिकल ग्रेड लॅटेक्सने किंवा सिलिकॉनने बनवला जातो. अतिशय नरम व निष्क्रिय अशा पदार्थाने बनवलेला हा कप पाळीच्या दिवसात योनीमार्गात सरकवला की तिथे फिट बसतो व निघणारा स्राव त्यात गोळा होतो, जो ठरावीक वेळाने, किंवा मलमूत्र विसर्जनाच्या वेळी ओतून फ्लश करता येतो व कप परत जागी सरकवता येतो. याचे निर्जंतुकीकरण करणे सोपे असून, योग्य ती स्वच्छता पाळल्यास 'आपले आरोग्य आपल्या हातात' राहते. एक स्त्री आपला एकच कप पुनःपुन्हा असा ७-८ वर्षे वापरू शकते त्यामुळे कचरा होत नाही, म्हणजेच पर्यावरणपूरक आहे, ही अत्यंत महत्त्वाची जमेची बाजू आहे. तसेच, खरेदीची किंमत सुरुवातीला जास्त वाटली तरी हा कप ७-८ वर्षे वापरता येत असल्याने, दरमहा खर्च अगदीच नगण्य आहे. थोडक्यात No Rash-No Trash-Minimum Cash असा हा उपयुक्त पर्याय आहे

शिवाय हा कप वापरणाऱ्या महिला चालणे, धावणे, सायकल चालवणे, इतकेच काय पण पोहणे इत्यादी क्रिया सहजपणे, दडपणाविना पार पाडू शकतात. म्हणून जगभरात यांचा प्रचार व प्रसार वाढतोय. आपल्या देशातदेखील यासंबंधी जागरूकता वाढत आहे. स्त्रीरोगतज्ज्ञांच्या स्थानिक, राज्य, राष्ट्रीय पातळीवरील संघटना यांचा पुरस्कार करत आहेत. महिलांचे आरोग्य व पर्यावरण संरक्षणाच्या दृष्टीने ते आवश्यक आहे. इतकेच नव्हे तर सुरुवातीला हा खर्च न परवडणाऱ्या, गरीब गरजू महिलांसाठी, सधन वर्गाने, देणगी स्वरूपात 'कप'चा पुरवठा केल्यास त्यांच्या मासिक पाळीचा प्रश्न कायमस्वरूपी सोडवता येईल व पर्यावरणसंरक्षण साधता येईल. यासाठी स्वयंसेवी संस्थांद्वारा त्यांना आधी माहिती व योग्य ते प्रशिक्षण देणे आवश्यक आहे. तसेच, सुरुवातीला त्यांच्या शंका व अडचणी सोडवण्यासाठी तज्ज्ञांचे मार्गदर्शन व सहकार्य मिळाल्यास सॅनिटरी नॅपकिनऐवजी menstrual cup वापरण्यास महिला मोठ्या संख्येने उद्युक्त होतील.

आजकाल काही संस्था, मदत म्हणून छोट्या खेड्यातून, आदिवासी पाड्यातून सॅनिटरी नॅपकिनचे मोफत वितरण करतात. त्याऐवजी (reusable sanitary napkins) पुनर्वापर करण्याजोगे कापडी नॅपकीन्स किंवा menstrual cup यांचा पुरस्कार, पुरवठा व ते वापरण्याचे प्रशिक्षण... देणे अधिक सयुक्तिक ठरेल.

अशा रितीने २८ मेच्या जागतिक मासिक पाळी स्वच्छतादिन व ७ जूनच्या पर्यावरण दिनानिमित्त, स्त्रियांना सामान्य जीवन समानतेने व सुलभतेने जगता यावे म्हणून menstrual cup च्या वापराचा व वापरासाठी प्रोत्साहन देण्याचा संकल्प करू या.

– डॉ. जान्हवी गांगल
doctorsushma60@gmail.com

चुकीची दुरुस्ती

मे विज्ञानधारा अंकात डॉ. सुषमा गांगल यांच्या लेखात दोन चुका झाल्या आहेत. त्यांचे नाव डॉ. जान्हवी गांगल असे आहे. चुकून त्यांच्या पूर्वाश्रमीचे नाव छापले गेले. लेखाचे शीर्षक स्वच्छतेचे आम्ही भोक्ते असे छापले गेले आहे. ते कृपया औषधी कचऱ्याची सुरक्षित विल्हेवाट असे वाचावे. लेखामध्ये नजरचुकीने झालेल्या या चुकांबद्दल आम्ही दिलगीर आहोत.

– शरद काळे

प्राक्तन वडनेरकर

शहरी नद्या का मरत आहेत? नदी आणि नदीत्व

आपण शहरातील एखाद्या नदीकाठी गेलोय, नदीतील पाणी सहज ओंजळीत घेऊन पितोय, असे कोणताही सुशिक्षित नागरिक करणार नाही. एक तर नदीत पाणीच नाही आणि असले तर ते फक्त पाणीच असेल असे सांगणे शक्य नाही. अशी अवस्था महाराष्ट्रात जवळपास सर्वच मोठ्या नद्यामंध्ये आहे. नदी म्हणजे राडारोडा टाकण्याची हक्काची जागा. शहरात जागा नाही म्हणून रस्ता, मेट्रो बांधायची जागा, नाही तर सुशोभीकरणाच्या नावाखाली नदीचा कॅनॉल बनवून उद्याने करण्याची जागा. एकूणच जगभरात शहरी नदीची अशीच काहीशी ओळख आपल्याला आहे.

खरी नदी कशी असते हे आपण पूर्ण विसरलो आहोत. नदीचा तो नादब्रह्म, नितळ खळाळणारे पाणी, नागमोडी वळणे घेत जाणारा प्रवाह, सुंदर हिरवेगार नदीचे काठ हरवले आहेत कुठेतरी!

तुमच्या शहरातील नदी खळाळत वाहिलेली कधी पाहिली आहे का तुम्ही? नाद करते का ती नदी? मग तिला आपण नदी का म्हणावे? नदीतून पाण्याबरोबर रस्त्यावरची घाण, रसायने, प्लास्टिक, मलमूत्र सगळे काही वाहत असते, मग ती फक्त जलमाला कशी? पावसाळ्यात लोकांच्या घरात शिरलेली नदी ही आपण नेहमी पाहतो, मग ती तटिनी कशी? नदी म्हणजे नुसते पाणी नव्हे. जीवन समृद्ध करते ती नदी. खळाळत नाद करणारे पाणी, आनंदाने गाणारे पक्षी-प्राणी, डोंगर, हिरवेगार काठ, झरे, ओढे, भूजल, पाऊस सगळ्यांना सामावून घेणारी शाश्वत व्यवस्था म्हणजे नदीत्व. तेच कुठे तरी हरवले आहे असे वाटते.

यावर्षी हिवाळी अधिवेशनात मुख्यमंत्री एकनाथ शिंदेनी नद्यांबाबत एका प्रश्नाला उत्तर देताना माहिती दिली की महाराष्ट्रातील ५५ नद्या ह्या प्रदूषित पाणी, जलपर्णी आणि इतर कारणामुळे नामशेष होण्याच्या मार्गावर आहेत. हे विधान करण्यामागे संदर्भ होता, केंद्रीय प्रदूषण नियंत्रण मंडळाच्या (सीपीसीबी) २०२२-२३च्या नदीतील प्रदूषणाच्या अहवालाचा. अहवालानुसार अतिप्रदूषणामुळे नद्यांची परिस्थिती दिवसेंदिवस गंभीर होत आहे.

दरवर्षी सीपीसीबी 'नॅशनल वॉटर मॉनिटरिंग नेटवर्क' (NWMP) अंतर्गत देशातील नद्यांमधील पाण्याच्या गुणवत्तेचे मूल्यांकन केले जाते. २०२२-२३ सालच्या अहवालासाठी देशभरातील २८ राज्ये आणि ७ केंद्रशासित प्रदेशांमध्ये ६०३ नद्यांचा अभ्यास करून निरीक्षणे नोंदवण्यात आली. नदी प्रदूषित आहे की नाही हे अनेक घटकांवर अवलंबून असू शकते, परंतु या अहवालासाठी बायोकेमिकल ऑक्सिजन डिमांड (BOD) ह्याचा विशेष विचार करण्यात आला.

पहिल्यांदा आपण हे BOD काय आहे हे समजून घेऊ. बायोकेमिकल ऑक्सिजन डिमांड हा पाण्याची गुणवत्ता आणि प्रदूषण समजून घेण्यासाठीचा महत्त्वाचा दर्शक घटक आहे. ह्या माध्यमातून पाण्यातील सूक्ष्मजीवांना आवश्यक असलेल्या ऑक्सिजनबाबत सांगितले जाते. नदीतील जास्त BOD चे प्रमाण सेंद्रिय प्रदूषकांचे उच्च कॉन्सन्ट्रेशन दर्शवते, ज्यामुळे पाण्यात विरघळलेल्या ऑक्सिजनच्या पातळीत घट होते.

महाराष्ट्रात ५५ नद्यांमधील काही पट्टे असे आढळले जेथे नदीचा BOD हा ३ मिलीग्रॅम प्रती लिटरपेक्षा (mg/L) जास्त नोंदवला गेला. त्या नद्यांना प्रदूषित नद्या म्हणून या अहवालात घोषित करण्यात आले. ह्या प्रदूषित नद्यांना BOD कॉन्सन्ट्रेशनवर आधारित पाच भागांत विभागण्यात आले. जिथे BOD चे प्रमाण 30 mg/L ह्यापेक्षा जास्त म्हणजेच अती चिंताजनक आहे, त्या नद्यांना प्रायोरिटी १ मध्ये टाकण्यात आले. जिथे हे प्रमाण 20-30 mg/L ते

प्रायोरिटी २, 10-20 mg/L प्रायोरिटी ३, 6-10 mg/L प्रायोरिटी ४ तर 3-6 mg/L प्रायोरिटी ५ असे विभागण्यात आले.

त्यानुसार महाराष्ट्रात एकूण ५५ प्रदूषित नद्यांपैकी ४ नद्या ह्या प्रायोरिटी १ म्हणजेच अती चिंताजनक आहेत. देशातील सर्वात जास्त प्रदूषित नद्या महाराष्ट्रात आहेत, हे नक्कीच आपल्यासाठी भूषणावह नाही. महाराष्ट्र राज्यानंतर सर्वात जास्त प्रदूषित नद्या ह्या मध्य प्रदेश राज्यात असून तिथे एकूण १९ नद्या प्रदूषित आहे. प्रायोरिटी १ म्हणजेच अती चिंताजनक प्रदूषित नद्या ह्या गुजरात आणि उत्तर प्रदेश राज्यात सर्वात जास्त आहेत. हे आकडे केंद्रीय प्रदूषण आयोगाने नोंदवलेल्या प्रातिनिधिक नद्यांमधील आहे आणि नक्कीच ह्यापेक्षा जास्त नद्या प्रदूषित आहेत हे सांगायला तुम्हा-आम्हाला निरीक्षणे नोंदवायची गरज नाही.

नदीचे नदीत्व हरवण्याची प्रथम सुरुवात होते ती प्रवाहाचे पाणी वळवण्यापासून किंवा अडवण्यापासून.

अनेक शतकांपासून माणूस नदीचा प्रवाह अनेक कारणांसाठी अडवत आला आहे. इसवी सनाच्या चार हजार वर्षापूर्वी भटकणारा आदिमानव नदीकिनारी स्थायिक झाला. नदीमुळे त्याला पाण्याचा कायमस्वरूपी स्रोत मिळाला. कालांतराने सिंधू नदीकाठी हडप्पा, नाईल नदीकाठी इजिप्शियन, युफ्रेटिसकाठी मेसोपोटियन अशा अनेक संस्कृती उदयास आल्या. शहरे वाढली, कालांतराने लोकसंख्या वाढत गेली.

त्याच प्रमाणात अन्नधान्याची, पिण्याच्या पाण्याची गरजही वाढत गेली. आता जास्त पाण्याची गरज भागवण्यासाठी, शेतीसाठी, उद्योगधंद्यांसाठी माणसाने नदीचे पाणी सुरुवातीला वळवायला आणि नंतर अडवायला सुरुवात झाली. अनेक धरणे बांधली गेली. एका अभ्यासानुसार मागील सहा दशकांत जगभरात जवळपास १५ मीटरपेक्षा जास्त उंचीची जवळपास ६० हजार धरणे बांधली गेली. हे सर्व नदीवरचे प्रयोग माणसाने स्वतःच्या गरजा आणि फायद्यासाठी केले. आज एकट्या महाराष्ट्र राज्यात १८२१पेक्षा जास्त धरणे असून त्यात १००० मोठी धरणे आहेत. कोयना, उजनी, जायकवाडी, भंडारदरा यांसारखी अनेक मोठी धरणे ही शेतीचे सिंचन, ऊर्जानिर्मिती, उद्योगधंदे यांसारख्या अनेक गोष्टीसाठी बांधली गेली. अजूनही वैनगंगा नदीवर गोसीखुर्द धरण आपण बांधत आहोत. ह्या धरणांमुळे नदीला नदीचे पाणी मिळत नाही, मग ती नदी कशी राहणार? अनेकदा अशा कोरड्या नद्या आणि सुकलेली पात्रे बघून मन होऊन जाते. जे काही मुळा-मुठेत, मिठी, पवना यांसारख्या नदीत दिसते ते नदीचे पाणी नसून बहुतांश वेळा शहराचे सांडपाणीच असते.

ही धरणे अन्न-ऊर्जा-पाण्याच्या सुरक्षिततेसाठी आवश्यक असली तरी त्यावर फक्त माणसाचा अधिकार नाही ना. नदीचा प्रवाह बदल्याने पाण्याच्या पातळीत आणि नदीच्या प्रवाहासोबत वाहून येणाऱ्या गाळावर परिणाम होतो. निसर्गाचे संतुलन बिघडते. पाण्याच्या पातळीत बदल झाल्याने जीवसृष्टीवर त्याचा गंभीर परिणाम होतो. एकूणच नदीवर अवलंबून असलेल्या जीवांचे पूर्ण जीवनचक्र धोक्यात येते. परंतु माणूस धरण बांधताना याचा विचार करत नाही.

नदीचे नदीत्व हरवते ते तुम्ही आम्ही केलेल्या प्रदूषणामुळे. घरगुती-औद्योगिक सांडपाणी आणि शेतातून वाहून येणाऱ्या खतांमधून नायट्रोजन, फॉस्फरस यांसारखे नुट्रीएंट मोठ्या प्रमाणावर नदीत येतात. त्यामुळे सूक्ष्मजंतू आणि जलपर्णीच्या वाढीस गती मिळते आणि त्यामुळे नदीतील ऑक्सिजन कमी होतो, परिणामी नदीमध्ये कमी ऑक्सिजनचे प्रदेश तयार होतात, जिथे जलचर राहू शकत नाही. जलपर्णी-विषारी शेवाळांचे प्रमाण वाढते. ह्या सर्व प्रक्रियेला नदीचे युट्रोफिकेशन असे म्हणतात.

त्याचबरोबर पाऊस पडला की तो झाडांच्या माध्यमातून जमिनीत शोषला जातो आणि उरलेला पाऊस हा नदीत येऊन मिळतो. पण तो नदीत येतो तेव्हा नदीमध्ये जमिनीवरील रसायने, कचरा, प्लास्टिक सगळेच नदीत घेऊन येतो. ह्यामुळे नदीचे प्रदूषण होते हे आपल्या सर्वांना माहीत आहे. एका आंतराष्ट्रीय संस्थेच्या अभ्यासानुसार जवळपास १६ टक्के माशांच्या जाती पश्चिम घाटामध्ये नामशेष होण्याच्या मार्गावर आहेत. म्हणूनच काय, एकेकाळी इंद्रायणी नदीमध्ये सहज सापडणारा डेक्कन महासीर (टोर खुदरी) मासा औद्योगिक प्रदूषणामुळे आता सहज सापडत नाही.

नदीचे नदीत्व संपण्यासाठी नदीच्या आजूबाजूचा अधिवास नाहीसा होणे हेपण तेवढेच कारणीभूत असते. नदी, ओढे, तलाव यांच्या काठालगत असलेला दलदलीचा प्रदेश म्हणजेच नदीची फुप्फुसे. आज आपल्या नद्यांची फुप्फुसे सुजलेल्या शहरांमुळे, माणसाच्या अतिक्रमणामुळे आणि नदीचा प्रवाह धरणांसाठी अडवल्यामुळे संसर्गित झाली आहेत. हा प्रदेश असा असतो जिथे पाण्यातील पर्यावरण जमिनीवरील पर्यावरणात विलीन होते. याला इंग्रजीमध्ये रायपेरिअन प्रदेश म्हणतात. एकूण जामिनीचा आकार विचारात घेतला, तर रायपेरिअन प्रदेशांनी व्यापलेला भाग तसा फार कमी आहे; पण ते ज्या सोयी पुरवतात त्यावरून त्याचे महत्त्व लक्षात येते. वरवर पाहता हे सोपे दिसत असले तरी येथील पर्यावरण हे नक्कीच अधिक वैविध्यपूर्ण आणि जटील असते.

या भागातील जैविक रचना, भूगोल, हायड्रोलॉजी (जलविज्ञान), वातावरण, अन्नसाखळी आणि केमिस्ट्री ही भोवतालच्या भागापेक्षा वेगळी असते. ह्या मातीत ओलावा जास्त असल्याने येथील वनस्पती जास्त दाट आणि कधी कधी उंच असतात. आपण ड्रोनमधून वा सॅटेलाईट इमेजेसमधून पाहिले तर हा प्रदेश हिरव्या रक्तवाहिन्याप्रमाणे वाटतो. हे प्रदेश जैवविविधतेने समृद्ध असतात आणि त्यांच्या जवळच्या प्रदेशातील क्षेत्रापेक्षा सुपीकदेखील. पूरनियंत्रण करणे, पाण्याचा वेग कमी करून भूजलाची पातळी वाढवणे यांसारख्या अनेक सेवा हे प्रदेश देतात. हे प्रदेश जमिनीवरून येणाऱ्या पाण्याच्या प्रदूषणापासून नदीला वाचवण्याची शेवटची ढाल असतात. ते एक प्रकारे अडथळे आणि मोफत फिल्टरचे काम करतात. त्याचे महत्त्व न समजल्याने माणूस मात्र त्याला हक्काची जागा समजून अनेकदा त्याठिकाणी राडारोडा टाकतो,अतिक्रमण करतो, महामार्ग बांधतो.

प्रत्येक नदीला–ओढ्याला तिचा एक पाणलोट असतो. त्या पाणलोटक्षेत्रात पडलेला पाऊस हा भूजल, झरे, ओहोळ, ओढे यांच्या माध्यमातून नदीपर्यंत पोहोचत असतो. म्हणजेच पाणलोटक्षेत्रातील भूजल, झरे, ओढे, नाले हे काही वेगळे नाहीत तर ते नदीचेच भाग आहेत. मग यांना वेगळे करून कसे चालेल?

शाश्वत पद्धतीने जलसुरक्षा करायची असेल, नदी वाचवायची असेल तर भूजल वापराचे नियोजन आणि व्यवस्थापन करणे तेवढेच आवश्यक आहे. आज इतकी धरणे बांधूनही पाण्यासाठी भूजल हाच मुख्य स्रोत बहुतांश भारतीयांसाठी आहे. भूजलाचा अति उपसा झाल्याने दोनतृतीयांश भारतातील भूजलाची पातळी लक्षणीयरीत्या खालावली आहे. ह्यामुळे नदीला येणारे पाणी कमी झाले आहे. पाणलोटातील जमीन वापराचा, झाडझुडपांचा, डोंगरांचा थेट संबंध नदीत्वाशी आहे. आपण बांधकाम करून झरे बुजवणार असू, पाणलोटक्षेत्रात खूप सारे बोरवेल खोदणार असू तर नदीत पाणी कोठून येईल? नदी वाचवायची असेल तर प्रथम नदीचे अस्तित्व मानायला हवे. झरे, ओढे, भूजल वाचले तरच नदी वाचणार आहे हे आपण समजून घ्यायला हवे.

भारतात पाऊस म्हणजेच मान्सून हा पाण्याचा मुख्य स्रोत आहे. नद्यांना प्रामुख्याने फक्त पावसाळ्यात पाणी मिळते. त्यामुळे वेगवेगळ्या ठिकाणी पाण्याचा विसर्ग नियंत्रित करण्यासाठी हे पाणी जलाशयांमध्ये साठवणे अत्यावश्यक आहे. धरणांशिवाय देश त्याच्या आपल्या विकासाबाबद्दल विचार करू शकत नाही म्हणून धरणे हे आपल्या व्यवस्थेचा अविभाज्य भाग आहेत. वास्तविक पाहता आपली सुजलेली शहरे, त्यातील लोकसंख्या, उद्योगधंदे, शेती आणि त्यामुळे झालेले प्रदूषण यांचा विचार करून धरणे किंवा नागरी बांधकाम नकोच हे म्हणणे योग्य नाही. महात्मा बुद्धांनी सांगितल्याप्रमाणे नदीचे नदीत्व जपण्यासाठी कोणत्याही टोकाच्या उपायांपेक्षा मध्यम मार्गाचा उपाय करायला हवा.

शेतीतील प्रदूषणापासून वाचण्यासाठी लाकडी किलच्यांचे खड्डे फिल्टरचे काम करतात. नदीतील विशिष्ट प्रकारची तरंगती झाडे म्हणजेच फ्लोटिंग वेटलँड किंवा नदीकाठी स्थानिक झाडे लावणे यांसारख्या अनेक शाश्वत आणि स्वस्त उपचारांनी नदीचे नदीत्व सुधारता येते. नदीच्या नदीत्वाचा आणि पर्यावरणाचा अभ्यास करून गरजेनुसार नक्कीच तांत्रिक उपाय करता येतात. असाच एक आगळावेगळा प्रयोग म्हणजे पर्यावरणीय पाणी. ऑस्ट्रेलियासारख्या काही देशांमध्ये तेथील नदीचा आणि पर्यावरणाचा सखोल अभ्यास करून पर्यावरणाच्या स्वास्थ्यासाठी विशेष पाणी सोडले जाते. नदीला तिच्या हक्काचे काही पाणी पर्यावरणीय पाण्याच्या माध्यमातून परत दिले जाते. आज या निसर्गासाठी धरणातून सोडल्या जाणाऱ्या पाण्यामुळे नदीतील क्षारांचे (Salinity) कमी झाले आहे. जलपर्णीच्या वाढीवरदेखील नियंत्रण ठेवता येणे शक्य झाले आहे. नैसर्गिक नदीची नक्कल का होईना केल्यामुळे काही काळासाठी का होईना दलदलीच्या भागात हे पाणी आणले जाते. कार्बनमुळे अन्नाची साखळी पुन्हा कार्यान्वित होते. त्यानंतर नदी भवतालचे परिसर पक्ष्यांसाठी चुंबकाप्रमाणे काम करतात. आज हे पर्यावरणीय पाणी १२० प्रकारच्या नदी पक्ष्यांसाठी ५० स्थानिक प्रकारच्या माशांसाठी हे वरदान ठरले आहे. आज या भागात नदीवर जवळपास २० लाख लोक अवलंबून आहेत. एकूणच नदीत्व सुधारल्याने सबका साथ सबका विकास होऊ शकतो हे ह्या पर्यावरणीय पाण्याने दाखवून दिले आहे.

नदीचे नदीत्व तुमच्यामाझ्यासारख्या माणसाने हिरावून घेतल्याने नद्या मरत आहेत. नदी आणि नदीत्व जपणे ही चैनीची गोष्ट नसून ती प्राथमिक गरज आहे. चला तर मग, आपल्या नदीच्या शाश्वत नदीत्वासाठी आपण आपापली भूमिका पार पाडू या.

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

डॉ. वर्षा केळकर-माने

न्यूट्रिजिनॉमिक्स - वैयक्तिक आहाराची नवीन दिशा

आपले वडील मंडळी नेहमीच सांगतात, आरोग्य कमावावे लागते, ते विकत मिळत नाही की वडिलोपार्जित येत नाही. एक ना अनेक डाएटचे प्रकार सध्या ऐकण्यात आहेत. डायबेटिससाठी असलेली औषधे ही सध्या वजन कमी करण्यासाठी सामान्यजन वापरात आहेत. कोणी वजन कमी करू पाहतात तर कोणी उंची वाढवू पाहते. अनेक Nutraceutical supplementsचीसुद्धा बाजारात रेलचेल आहे. आहारचे तसेच व्यायामाचे अनेक प्रकार आपण सर्व आत्मसात करू पाहतो. उद्देश एकाच, एक आरोग्यपूर्ण जीवन जगणे.

Indian Council of Medical Researchने अलीकडेच भारतातील विविधता, वांशिकता आणि खाण्याच्या सवयी लक्षात घेऊन आहारविषयक १७ मार्गदर्शक तत्त्वे जारी केली आहेत. ही तत्त्वे आपल्या देशातील सांस्कृतिक आणि प्रादेशिक आहारपद्धती सामावून घेत आखली आहेत. ही तत्त्वे २०२४ आपल्या खाण्याच्या सकस सवयींना प्रोत्साहन देण्यासाठी तसेच असंतुलित आहारामुळे होणाऱ्या दीर्घकालीन आजारांना प्रतिबंध करण्याच्या दृष्टीने एक महत्त्वाचे साधन आहे. निरोगी जीवनशैली जगण्यासाठी ही मार्गदर्शक सूची आपण सर्वांनी वाचून आत्मसात करण्यासारखी आहे. http://nin.res.in ह्या संकेत स्थळावर आपल्याला ही मोफत उपलब्ध आहेत. निरोगी राहण्यासाठी स्वस्थ मनाची तसेच योग्य आहाराची सांगड घालणे गरजेचे आहे. पोटभर जेवणानंतर मिळणाऱ्या समाधानाची तुलना इतर कशाशीही करता येणार नाही.

भारतात, Marasumus, Kwashiorker आणि Keratomalacia असे कुपोषणाचे गंभीर प्रकार जवळजवळ नाहीसे झाले असले, तरीही कुपोषण, रक्तक्षय (anemia) मात्र सार्वजनिक आरोग्य समस्या म्हणून कायम आहेत. मुलांमध्ये विशेषतः कुपोषणाचे लक्षणीय प्रमाण दिसून येते. एकाच वेळी, अनेक राज्यांमध्ये overweight आणि obesity / लठ्ठपणाचे प्रमाण वाढत आहे, ज्यामुळे कुपोषणाचे दुहेरी ओझे निर्माण होत आहे.

एका सर्वेक्षणानुसार भारतातील एकूण आजारांपैकी ५६.४ टक्के आजार हे नि:सत्त्व आहारामुळे होतात. ह्यालाच disease burden असेही म्हटले जाते. आहार-विहाराचे आपल्या स्वस्थ जीवनशैलीत एवढे महत्त्व आहे की केवळ सकस आहार आणि नियमित व्यायामामुळे कोरोनरी हृदयरोग टाइप २ मधुमेह आणि उच्च रक्तदाबामध्ये लक्षणीय प्रमाणात घट होऊ शकते.

राष्ट्रीय पोषण सर्वेक्षणाच्या २०१९ (CNN) अहवाहलानुसार लहान मुलांनामध्ये असंतुलित आहारामुळे लहान वयात मधुमेह आणि उच्च रक्तदाबाचा धोका संभवतो. कुपोषित व सामान्य-वजन असलेल्या किशोरवयीन मुलांमध्ये altered metabolic biomarkers आढळल्याने सार्वजनिक आरोग्याची चिंता वाढते आहे (टेबले १).

Category	Age (years)		
	1–4	5–9	10–19
Anemia (%)	40.6	23.5	28.4
Micronutrient deficiencies			
Iron deficiency (%)	32.1	17.0	21.5
Folate deficiency (%)	23.4	28.2	36.7
Vitamin B12 deficiency (%)	13.8	17.2	30.9
Vitamin A deficiency (%)	17.5	21.5	15.6
25 Hydroxy vitamin D (%)	13.7	18.2	23.9
Zinc deficiency (%)	19.0	16.8	31.7
Non-communicable diseases			
Overweight (%)	-	3.7	4.9
Obesity (%)	-	1.3	1.1
Pre-Diabetes (%)	-	10.3	10.4
Diabetes (%)	-	1.2	0.6
Elevated HbA1c (>5.8 & <=6.4%)	-	9.2	9.5
Elevated HbA1c (>6.4%)	-	0.1	0.2
High total cholesterol (%)	-	3.2	3.7
High LDL (%)	-	3.3	3.8
Low LDL (%)	-	26.1	28.2
High triglycerides (%)	-	34.0	16.1
High serum creatinine (%)	-	7.0	6.6
Hypertension (%)	-	-	4.9

(CNNS, 2019)

Table 1 DGIš07thšMayš2024šfin

Table 20. Recommended intakes of Dietary Folate for various physiological groups

Category	Physical activity level	Age group	EAR	RDA	TUL (µg)
			(µg/d*)		
Adult men	Sedentary	>18y	250	300	1000
	Moderate				
	Heavy				
Adult women	Sedentary	>18y	180	220	1000
	Moderate				
	Heavy				
Pregnant	-	-	480	570	1000
Lactating	-	0–6 m	280	330	1000
	-	6–12 m	280	330	
Infants	-	0–6 m	---	25 (AI)	
	-	6–12 m	71	85	
Children	-	1–3 y	97	120	6-9 y 300
	-	4–6 y	111	135	
	-	7–9 y	142	170	
Boys	-	10–12 y	180	220	9-17 y 600-800
Girls	-	10–12 y	186	225	
Boys	-	13–15 y	238	285	
Girls	-	13–15 y	204	245	
Boys	-	16–18 y	286	340	
Girls	-	16–18 y	223	270	

*1 µg of food/dietary folate = 0.5 µg of synthetic folic acid taken on empty stomach or 0.6 µg folic acid taken with meals; AI: Adequate intake.

Nutrition research मध्ये सर्वसाधारणपणे ठरावीक वयाच्या व्यक्तींच्या समप्रमाणात पौष्टिक गरजा असतात असे मानले जाते. त्यामध्ये प्रौढांच्या तुलनेत मुलांच्या आणि स्त्रियांच्या तुलनेत पुरुषांच्या भिन्न गरजांचा आराखडा मांडला जातो. बहुतेक देशांतील आहारविषयक मार्गदर्शक तक्ते कमतरतेमुळे होणारे रोग टाळण्यासाठी काय खावे व खाऊ नये हे सांगतात,

https://www.nin.res.in/RDšshortšReportš2024.html

पोषणाच्या संकल्पनेत आहाराची गरज किंवा मांडणी ही वयाप्रमाणे, स्त्री, पुरुष, लहान, मध्यवयीन तसेच वृद्ध व्यक्तींप्रमाणे केली जाते. हे तक्ते आहारातील कमतरतेमुळे होणाऱ्या रोगावरपण उपाय सुचवतात. उदाहरणार्थ, व्हिटामिन एची कमतरता असल्यास गाजर, मासे, आंबा, तसेच काही पालेभाज्यांचा आहारात समावेश करावा असे सुचवले जाते. तसेच, सी व्हिटॅमिन मुबलक प्रमाणात मिळण्याकरता लिंबू, आवळा, ह्याचे सेवन केले जावे असे सांगितले जाते.

परंतु आहाराचा आणखी खोलवर जाऊन विचार करणारे, जनुकांच्या कार्याशी त्याचा संबंध जोडणारे उदयोन्मुख शास्त्र सध्या अनेक रोगांवर नियंत्रण तसेच उपाय सुचवू इच्छित आहे. ह्या नवीन क्षेत्राचे नाव म्हणजेच Nutrigenomics/Nutrigenetics. न्यूट्रिजेनेटिक्स. ह्या शब्दाचा प्रथम प्रयोग डॉ. आर.ओ. ब्रेनन यांनी १९७५मध्ये त्याने लिहिलेल्या ‘न्यूट्रिजेनेटिक्स’ या पुस्तकात केला.

न्यूट्रिजेनेटिक्स आणि न्यूट्रिजिनॉमिक्स म्हणजे एखाद्या व्यक्तीच्या अनुवांशिक पार्श्वभूमीचा आहारावर कसा परिणाम होतो किंवा आहाराचा एकाद्या व्यक्तीच्या जनुकीय अभिव्यक्तीवर कसा होतो ह्याचे सखोल अभ्यास करणारे शास्त्र. ह्या hybrid science मध्ये molecular biology, biochemistry, nutrition, genomics, epidemiology, bioinformatics, and molecular medicine ह्या सर्व विषयांचा एकत्रित विचार करणे गरजेचे आहे. त्यामुळे जनुकांच्या अभिव्यक्तीवर पोषणाच्या प्रभावाचा उलगडा करणे शक्य होईल व रोगांच्या नियंत्रणाला, व उपचार पद्धतीला एक वेगळेच वळण प्राप्त होईल.

ह्या अभ्यासाने जनुके आणि पोषक घटकांमधील प्रचलित सहसंबंध स्पष्ट होतील. रेड्डी इत्यादींच्या मते (२०१८), आरोग्य आणि रोग हे DNA-RNA प्रथिने-metaboliteच्या माहितीद्वारे परिभाषित केले जातात, ज्याला एकत्रितपणे molecular fingerprint म्हणतात. अन्नाची गुणवत्ता, हवामान तसेच बाकीच्या वातावरणाचा आपल्या आरोग्यावर सकारात्मक किंवा कधी कधी गंभीर परिणाम होत असतो. मनोविकार आणि न्यूट्रिजिनॉमिक्स यांच्यातील संभाव्य संबंध दर्शवणाऱ्या hypothesisचा अलीकडेच वैज्ञानिकाने अभ्यास सुरू केला आहे. न्यूट्रिजिनॉमिक्सचा योग्य अभ्यास व वापर केल्यास मनोरुग्णांना लागणारी औषधांची गरज कमी होऊन योग्य आहाराद्वारे त्यांचे आयुष्य सुखकर होऊ शकते अशी शास्त्रज्ञांना खात्री आहे.

अन्नाचा, डीएनए stability, repair आणि जनुकीय अभिव्यक्तिवर प्रभाव होतो ही संकल्पना अलीकडेच आहारविज्ञानामध्ये अधोरेखित झाली आहे. आपल्या आहारातील असंख्य घटक, अनुवांशिक आणि एपिजेनेटिक

घटना बदलून आपल्या आरोग्यावर परिणाम करताच असतात. न्यूट्रिएंट आणि आपली जनुके दोन पातळ्यांवर परस्परसंवाद करतात : न्यूट्रिएंट जनुकांची अभिव्यक्ती प्रवृत्त करू शकतात तसेच बंद पण करू शकतात ज्यामुळे विशिष्ट फिनोटाइप बदलू शकतात. याउलट, सिंगल न्यूक्लियोटाइड पॉलिमॉर्फिझम (जनुकांमधील काही फरकांमुळे) महत्त्वपूर्ण चयापचयाच्या मार्गांमध्ये बदल करून त्यांच्याशी संवाद साधणाऱ्या पोषक घटकांच्या क्षमतेवर प्रभाव टाकू शकतात.

ह्या जीनोमिक संशोधनाचा संकल्पनात्मक आधार पाच तत्त्वांवर आधारित आहे

१) आहारातील सामान्य रसायने आपल्या जनुकांच्या रचनेवर किंवा अभिव्यक्ती वर परिणाम करू शकतात.

२) काही विशिष्ट परिस्थितीत आणि काही व्यक्तींमध्ये, आहार हा अनेक रोगांसाठी एक गंभीर घटक ठरू शकतो.

३) काही आहार-नियंत्रित जनुके (diet regulated genes) दीर्घकालीन रोगांच्या प्रारंभामध्ये/ त्यांच्या प्रसारमध्ये प्रमुख भूमिका बजावतात.

४) आहारामुळे निरोगी, तंदुरुस्त बनणारे शरीर किंवा त्याच आहारामुळे रोगजन्य स्थिती निर्माण करण्याची क्षमता ही त्या व्यक्तीच्या अनुवांशिक पार्श्वभूमीवर अवलंबून असू शकते.

५) एखाद्या व्यक्तीची पौष्टिक गरज, स्थिती आणि जीनोटाइप माहीत करून घेतल्यावर त्याप्रमाणे त्याच्या आहारात सुधारणा केल्यास दीर्घकालीन रोग टाळण्यासाठी, किंवा झालेला रोग बरा करण्यास मदत होऊ शकते.

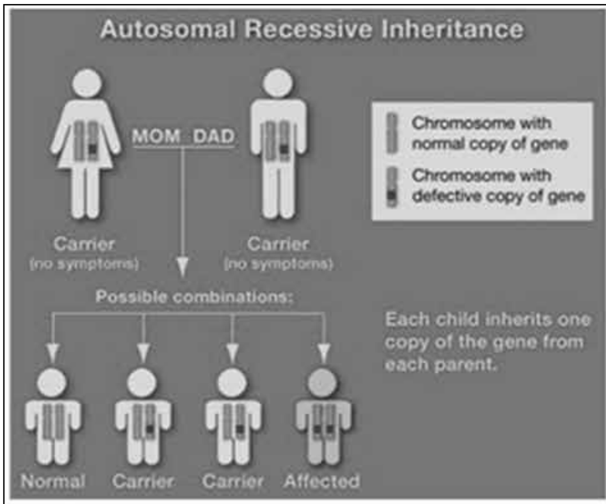
सन १९०८ साली जगापुढे मांडलेल्या inborn errors of metabolism ह्या गॅरोडच्या महत्त्वपूर्ण संशोधनामुळे आहार आणि अनुवांशिकता phenotype ठरवतात हे सिद्ध झाले. त्यानंतर फेनीलेकेटोनुरियासारख्या (Phenylketonuria) रोगाचे नियंत्रण डाएटने होऊ लागले. ह्या रोगाचे कारण म्हणजे फेनिलॅलानिन हायड्रॉक्सिलेस (PH) नामक enzyme ची अनुवांशिक कमतरता.

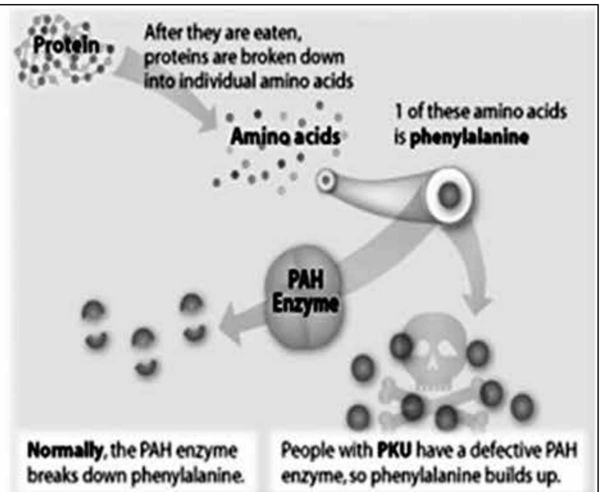
आहार आणि आरोग्य किंवा रोगजन्य स्थितीचे दुसरे उदाहरण म्हणजे लॅक्टोज असहिष्णूता/intolerance. जगभरातील (भारतासह) अंदाजे ६५ टक्के प्रौढांमध्ये लहानपणानंतर लॅक्टोजच्या (दुधामधल्या साखरेच्या) पचनामध्ये बिघाड होतो.

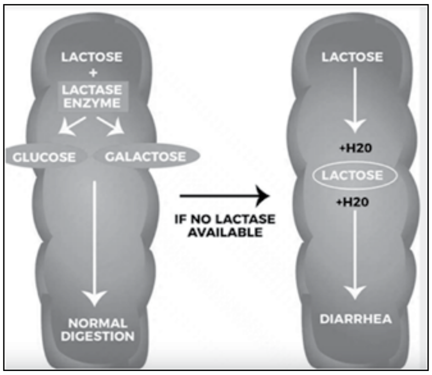
लॅक्टेज (Lactase) नावाच्या एन्झाइमच्या साहाय्याने आपल्या शरीरात लॅक्टोजचे रूपांतर ग्लुकोजमध्ये होते.

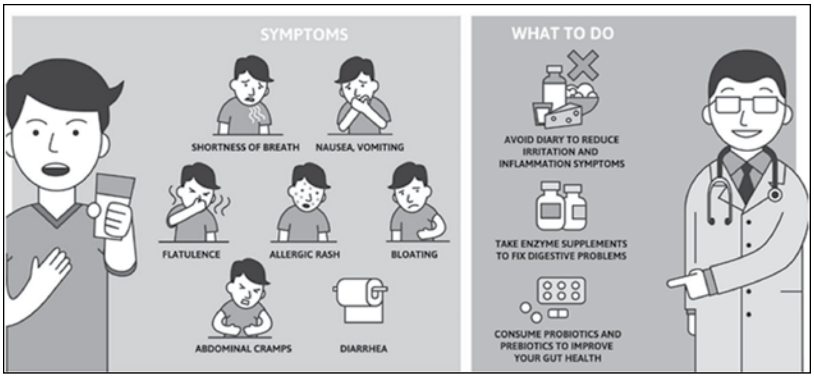
लहान बाळ जसे मोठे होते तसे आईच्या दुधाची गरज कमी होऊन बाळाच्या वाढीसाठी solid foods सुरू केले जातात. त्यामुळे आपापले शरीर लॅक्टोज एककोडिंग जनुक बंद करून त्याचे कार्य कमी करून इतर पाचक एंझंयम्सची जनुके सक्रिय करते. परिणामी कधी कधी काही बाळांना दुग्धजन्य पदार्थ पचवता येत नाहीत. २००२ मध्ये, लॅक्टोज असहिष्णूतेस कारणीभूत जनुकांचा शोध लागला.

ही असहिष्णूता काही वेळा अनुवांशिक असल्याने जन्मजात त्या बालकाच्या शरीरात लॅक्टेजची पातळी कमी असते, तर कधी म्हातारपणामुळे शरीरातील लॅक्टेज कमी होते. तणाव किंवा काही वेळा काही अपघातामुळे/ खाण्याच्या चुकीच्या सवयी यासारख्या इतर कारणांमुळेसुद्धा हे एंझाइम निष्क्रिय होऊ शकते / आपल्या शरीरात बनायचे बंद होऊ शकते. शास्त्रीय संशोधनाप्रमाणे मानवांमध्ये लॅक्टोज lactose पचवण्याची क्षमता ६००० वर्षांपूर्वी उदयास आली. त्याआधी जगातील कोणत्याही माणसांमध्ये ही साखर पचवता येत नव्हती. भारतात, गुजरात आणि राजस्थानच्या तसेच इतर









देशात जेथे पशुपालन सुरू झाले तेथील विशिष्ट लोकांत हा गुण निर्माण झाल्याचे दाखले आढळतात.

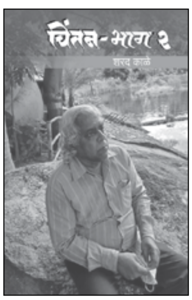
सन १९९० ते २००३ या कालावधीत मानवी जीनोम प्रोजेक्टद्वारे मानवी जीनोमचा अनुक्रम निश्चित केला. यामुळे न्यूट्रिजिनॉमिक्सच्या प्रगतीचा मार्ग मोकळा झाला. २००७मध्ये, जनुक, आहार आणि रोग यांच्यात अनेक परस्परसंबंध उघडकीस आले. सध्या chronic आजारांची कारणमीमांसा उलगडण्यासाठी न्यूट्रिजिनॉमिक्सवर जगभरात संशोधन व प्रगती होत आहे.

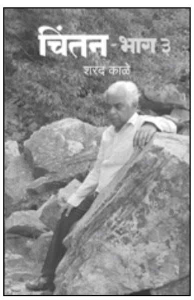
विशिष्ट आहारातील घटकांची भूमिका स्पष्ट करण्यासाठी न्यूट्रिजिनॉमिक्सचा वापर कसा केला गेला आहे याचे एक उदाहरण कॉफी आणि हृदयरोगावरील अभ्यासातून येते.

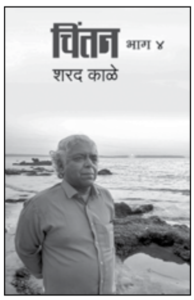
जगभरात झालेल्या ह्या अभ्यासातून या दोन्हीचा परस्परांशी संबंध आहे का ह्याची तपासणी केली. काही शास्त्रज्ञांनी आसा निकष काढला की कॉफी हृदयरोगाची जोखीम वाढवते, तर काहींचे म्हणणे होते की त्याचा कोणताही परिणाम होत नाही तर काहिनी दुसऱ्या टोकाचे निरीक्षण दिसून येऊन कॉफेमुळे हृदयरोगाची जोखीम कमी होते असे आढळून आले. ह्या भिन्न भिन्न निरीक्षणाचे कारण म्हणजे एक विशिष्ट CYP1A2 जनुकांचे व त्याच्या भिन्नतेचे अस्तित्व. CYP1A2 च्या variants मुळे काहींमध्ये कॅफिनचे जलद गतीने चयापचय होतो तर काहींमध्ये ही गती अतिशय धीमी होते. ह्यामुळे हृदयरोगांवर होणारे भिन्न परिणाम दिसून येतात. न्यूट्रिजेनॉमिक्सच्या उपयोगाची अशी अनेक उदाहरणे सध्या समोर येत आहेत. परंतु हे शास्त्र प्रत्यक्षात उपचारांसाठी वापरायच्या आधी त्यावर आणखी सखोल, तसेच वेगवेगळे ethnic groups घेऊन अभ्यास करणे गरजेचे ठरेल. आपणसुद्धा जागरूक राहून जाहिरातींना बळी न पडता योग्य आहाराची निवड करणे गरजेचे आहे. जीवनाच्या सर्व क्षेत्रांत जैवतंत्रज्ञानाने क्रांती केली आहे. सुदृढ, रोगमुक्त जीवनाच्या दिशेने वैयक्तिक आहार क्रांती घडवेल ह्यात शंका नाही.

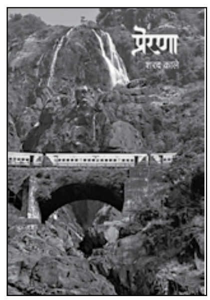
– डॉ. वर्षा केळकर माने
प्राध्यापक आणि विभागप्रमुख, जैवतंत्रज्ञान विभाग, मुंबई विद्यापीठ
varshakelkar@hotmail.com

ग्रंथाली
शरद काळे यांची विज्ञानविचार आणि जीवन यांची सांगड घालणारी पुस्तके









मूल्य ६०० रु.	मूल्य ७५० रु.	मूल्य ७५० रु.	मूल्य ५०० रु.	मूल्य ४०० रु.	मूल्य ३५० रु.
सवलतीत ३५० रु.	सवलतीत ४५० रु.	सवलतीत ४५० रु.	सवलतीत ३०० रु.	सवलतीत २५० रु.	सवलतीत २१० रु.

डॉ. जयंत वसंत जोशी

बलुतेदारी आणि पर्यावरण

बलुतेदार पद्धत भारतात अतिप्राचीन काळापासून अस्तित्वात होती. भटक्या अवस्थेतून माणूस गुहांमध्ये, जलस्रोतांच्या जवळ स्थिरावू लागला. शिकारीबरोबरच शेती करून, आवश्यक त्या वनस्पती वाढवून अन्न मिळवण्याची कला तो हळूहळू शिकला. अर्थात या सर्व प्रक्रियेत फार मोठा कालावधी गेला. हे स्थैर्य येत असताना आवश्यकतेनुसार त्याच्या गरजा व प्राधान्यक्रमही बदलत गेले. गुहेतून झोपडी, घर, बहुमजलीघर ते गगनचुंबी इमारती असा प्रवास सुरू असताना घर बांधण्यासाठी, घरात लागणाऱ्या वेगवेगळ्या वस्तूंच्या निर्मितीसाठी, शेतीसाठी लागणाऱ्या साधनांसाठी वेगवेगळी कौशल्ये असलेल्या मनुष्यबळाची आवश्यकता निर्माण होत होती. ती कौशल्ये हळूहळू विकसित होत गेली व त्या त्या काळात ती लोकांनी आत्मसात केली. एका पिढीकडून दुसऱ्या पिढीकडे हस्तांतरित होऊ लागली. वर्षानुवर्षे व पिढ्यानपिढ्या ते विशिष्ट काम केल्यामुळे त्यातील बारकावे समजू लागले. अनुभवाने त्या कामात, त्या कुटुंबाने कौशल्य प्राप्त केल्यामुळे पुढे तोच त्या कुटुंबाचा व्यवसाय झाला. त्या काळी चलनव्यवस्था नसल्याने वस्तूच्या किंवा सेवेच्या मोबदल्यात आपल्याकडे असलेली दुसरी वस्तू देणे अशा प्रकारे वस्तू-विनिमय पद्धत अस्तित्वात आली. या पद्धतीत मुख्यतः शेतकरी होते. शेतकरी हा धान्य पिकवत असे आणि समाजातील जे घटक शेतकरी नव्हते ते इतरांस वेगवेगळ्या वस्तू, सेवा पुरवत असत. यामध्ये जे शेतकऱ्यांच्या नैमित्तिक स्वरूपाच्या गरजा पुरवत त्यांना 'अलुतेदार' म्हणत. जे महत्त्वाच्या व नेहमीच्या गरजा भागवीत त्यांना 'बलुतेदार' असे म्हणत.

शेतीकामासाठी लागणारे नांगर, वखर यासारखे लाकडी साहित्य तसेच घर बांधकामात लागणारे दरवाजे, खिडक्या, चौकटी घरात लागणारे पाट, पोळपाट, लाटणे, लाकडी खेळणी यांसारख्या वस्तू स्थानिक सुतार तयार करत. त्यासाठी लागणारे लाकूड स्थानिक झाडांच्या लाकडापासूनच मिळवले जात असे. हे करत असताना बेसुमार वृक्षतोड न करता विशिष्ट वयोमान झालेली विशिष्ट प्रकारची झाडे विशिष्ट कामासाठी वापरली जात व त्याच हेतूने त्या प्रकारची नवीन झाडे लावलीही जात.

घर बांधण्यासाठी लागणाऱ्या विटा, घरात लागणारे माठ, रांजण, पणत्या यांसारख्या मातीच्या वस्तू स्थानिक कुंभार बनवत असत. त्यासाठी लागणारी माती जवळपासचीच असे. वापर झाल्यावर, फुटल्यावर ह्या वस्तू पुन्हा मातीत विघटित होत. त्यामुळे त्याची विल्हेवाट लावण्याची समस्या नव्हती.

शेतीकामासाठी, जनावरांना बांधण्यासाठी दोर (चऱ्हाट) लागतात. शेतीसाठी व घरात वेगवेगळ्या आकाराच्या टोपल्या, सुपे लागतात. हे सर्व साहित्य सध्या प्लास्टिकपासून तयार केलेले मिळते. पूर्वी या सर्व वस्तू मांग समाजाचे बांधव वनस्पतींपासून तयार करत. दोर घायपत नावाच्या वनस्पतीपासून, नारळाच्या शेंड्यांपासून तर टोपल्या, दुर्डे, सुपे बांबूपासून तयार केले जात.

शेतीकामासाठी लागणारी कुदळ, टिकाव, विळे, खुरपे, नांगराचे फाळ, कुऱ्हाड, बैलगाड्यांच्या चाकाच्या धावा तसेच घरकामासाठी लागणाऱ्या विळ्या, सांडशी (चिमटा), उचटणे ही लोखंडी अवजारे व साधने स्थानिक लोहार स्वताच तयार करत असत. त्यासाठी लागणाऱ्या कोळसा, गोवऱ्या यासारख्या पूरक वस्तू स्थानिक पातळीवरच उपलब्ध होत. त्या वस्तूंची डागडुजी, दुरुस्ती यातून त्या कुटुंबांना खात्रीचा रोजगार मिळत असे.

एखादे पाळीव जनावर मेले तर त्याची कातडी काढून

त्यापासून शेतीला पाणी शेंधण्यासाठी मोट, चाबूक, लगाम, पायताणे यासारख्या वापरासाठीच्या वस्तू तयार केल्या जात. हे काम चांभार समाज करत असे. कातडी काढून उरलेला मृतदेह जमीनीत पुरला जात असे. त्यातून मृतदेहाचे विघटन होऊन वनस्पतींना आवश्यक पोषकद्रव्ये जमिनीत तयार होत. यातून पर्यावरणाचा समतोल राखला जाई.

शहरीकरण, औद्योगिकीकरण व त्यानंतर जागतिकीकरणाच्या रेट्यात ही बलुतेदारी व्यवस्था पूर्णतः कोलमडली. वेगवेगळ्या कामांसाठी लागणाऱ्या, स्थानिक पातळीवर तयार होणाऱ्या वस्तूंच्या घाऊक निर्मितीमुळे काही वस्तू स्वस्तात मिळू लागल्या. त्यासाठी लागणारा कच्चा माल शेकडो किलोमीटर, काही बाबतीत तर हजारो किलोमीटर अंतरावरून आणला जाऊ लागला. तसेच तयार झालेले उत्पादन जगाच्या पाठीवर कुठेही पाठवले जाऊ लागले. यासाठी लागणाऱ्या वाहतूकव्यवस्थेसाठी इंधन मोठ्या प्रमाणात वापरले जाऊ लागले. पर्यायाने मोठ्या प्रमाणात ध्वनिप्रदूषण व हवाप्रदूषण होऊ लागले. या सर्व उद्योगाचा फायदा काही मोजक्या कारखानदारांनाच मिळू लागला. कारखानदारीमुळे कच्च्या मालासाठी अमर्याद खाणकाम होऊ लागले. उद्योगांना मोठ्या प्रमाणात पाणी लागते त्यामुळे पाण्याचा वापर वाढला. उद्योगातून निर्माण होणाऱ्या, सजीवांना अपायकारक अशा सांडपाण्याचा प्रश्न निर्माण झाला. त्याचा परिणाम शेतीला उपलब्ध होणाऱ्या पाण्यावर झाला. जमिनीतून अमर्याद पाणी उपसले जाऊ लागले. त्यातून पर्यावरणाचे संतुलन बिघडले, ध्वनिप्रदूषण, वायुप्रदूषण व जलप्रदूषणात वाढ झाली.

हे सर्व आधुनिकीकरण होत असताना जुन्या बलुतेदारी प्रथा बंद पडत असल्या तरी नवीन सेवा देणाऱ्या क्षेत्रांचे दरवाजेही उघडले जात आहेत. मोठ्या शहरात आधुनिक तंत्रज्ञान वापरून जी गगनचुंबी गृहसंकुले उभी राहात आहेत त्यात राहणाऱ्यांची संख्या हजारोत असते. जी साधारण एखाद्या गावाच्या लोकसंख्येइतकी असते. त्या गृहसंकुलात सुतार, सोनार, न्हावी, परीट, चांभार या सेवा तर लागतातच, त्याचबरोबर विजेची उपकरणे दुरुस्ती करणाऱ्या, दूरध्वनी, भ्रमणध्वनी सेवा देणाऱ्या, दुरुस्ती करणाऱ्या, विविध पूरक वैद्यकीय सेवा देणाऱ्या व्यवस्था अशा सेवा लागतात. या व अशा प्रकारच्या सर्व सेवा देणाऱ्या संस्थांकडून नवनवीन टाकाऊ पदार्थ तयार होत आहे, जे पर्यावरणाला मारक आहे. त्याची विल्हेवाट लावणाऱ्या किंवा त्याचा अन्य पद्धतीने वापर करणाऱ्या व्यवस्थाही उभ्या रहात आहेत. ज्याला आपण भंगार म्हणतो, ते सर्व भंगार एकत्र गोळा केले जाते. त्याचे वर्गीकरण करून त्याच्यावर प्रक्रिया करता येते. कागद, पुठ्ठे, कापड,

प्लास्टिक, वेगवेगळे धातू, इलेक्टॉनिक्स साधनांचे वेगवेगळ्या भागांचे वर्गीकरण करून त्यातून मौल्यवान धातू पुन्हा मिळवणे यासारख्या नवीन व्यवस्था उभ्या राहात आहेत.

सुतारकामातून निर्माण झालेले लाकडाचे छोटे तुकडे, भुसा, कपड्यांच्या कारखान्यात निर्माण होणारा कापडाच्या तुकड्यांचा कचरा, चामड्याच्या कारखान्यात निर्माण होणारे चामड्याचे छोटे तुकडे याचा वापर करून वेगवेगळ्या कलाकृती तयार केल्या जातात. विद्युतपुरवठा करणाऱ्या तारांचे, घरातील विद्युततारांचे नुतनीकरण यातून निर्माण होणारा धातूंच्या तारांच्या कचऱ्यावर प्रक्रिया करून तांबे, ॲल्युमिनियम यासारखे धातू पुन्हा मिळवून त्याचा वापर केला जातो. वाहने, भ्रमणध्वनी यासारख्या साधनांत विद्युत घटांचा (बॅटरी सेल) वापर मोठ्या प्रमाणात वाढला आहे. त्यांचा वापर झाल्यानंतर ते टाकाऊ होतात ते इतस्ततः पडून राहिले तर वाया जातात. विशिष्ट प्रकारच्या टाकाऊ वस्तू मोठ्या प्रमाणात जमा झाल्या तर त्यावर प्रक्रिया करणे आर्थिकदृष्ट्या परवडण्यासारखे असते. या दृष्टीने असा विशिष्ट प्रकारचा कचरा एकत्र करून त्याच्यावर प्रक्रिया करणे सोपे जाते. या सर्वाला घनकचरा म्हणून संबोधले जाते. अशा विविध, विशिष्ट प्रकारच्या घन कचऱ्यांचे वर्गीकरण करून ते वेगवेगळ्या ठिकाणी असलेल्या त्या त्या कारखान्यात पाठवले जाते. तेथे त्याच्यावर प्रक्रिया करून शक्य असलेले पदार्थ वेगळे करून त्याचा पुनर्वापर केला जातो.

या सर्वातून एक बलुतेदारीची सुधारित नवीन आवृत्ती सुरू झाली आहे. त्यासाठी आवश्यक कौशल्य प्राप्त करून त्या क्षेत्रात नैपुण्य मिळवणाऱ्यांना नवीन रोजगारसंधी उपलब्ध झाल्या आहेत. या सर्व नवबलुतेदारीत विज्ञानाची भूमिका फार महत्त्वाची आहे.

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

आनंद घैसास

इलेक्ट्रॉनिक कचऱ्यापासून मौल्यवान आणि मूळ धातूंची पुनर्प्राप्ती

तुम्हाला सांगितले, की दरवर्षी जमीनभरावासाठी (लँडफिलसाठी) करोडो रुपयांची मौल्यवान धातूंची संपत्ती आपण कचऱ्यातून वाया घालवतो तर ते पटेल का? नाही ना? पण ते अगदी खरे आहे.

पाहा हं, तुम्ही आता ज्या खोलीत आहात तिथे आजूबाजूला पाहिल्यास, तुम्हाला अनेक इलेक्ट्रॉनिक उपकरणे सहज दिसून येतील. दैनंदिन जीवनात आज इलेक्ट्रॉनिक उपकरणांवर आपले अवलंबित्व वाढत आहे आणि वेगवान तांत्रिक प्रगती सतत अद्ययावत नूतन वस्तू (मॉडेल) बाजारात आणत आहे. अर्थातच जुनी, थोडी कमी उपलब्धी असणारी, (जसे ५ जी आल्यावर आपोआप २जी, ३जी, ४जी मोबाइल बाद झाले) नाकाम झालेली उपकरणे टाकून दिली जात आहेत, ती कचऱ्यात पूर्वीपेक्षा अर्थातच अधिक प्रमाणात जातात, ती अखेर कचरा डेपोच्या जमीनभरावासाठीच (लँडफिलवरच) पाठवली जातात.

अनेक मूलद्रव्ये आणि मौल्यवान धातू हे इलेक्ट्रॉनिक उपकरणांमधील आवश्यक घटक असतात, किंवा उपकरणांमधील विविध साधने बनवण्यासाठी ते वापरात आणलेले असतात. या धातूंचे गुणधर्म त्यांच्या पुनर्वापरासाठी खरं तर आदर्शवत असतात. तरीही, अभ्यासातून असे दिसून येते की केवळ १५-२० टक्के इलेक्ट्रॉनिक उपकरणेच पुनर्प्राप्त (रिसायकल) केली जातात. ती जमिनीच्या भरावात जाऊन बसण्याऐवजी पुनर्प्राप्त करून, परत मिळवून, विकली जातील अशा स्थितीत आणता येतील, किंवा ती पुन्हा वापरात आणली जाऊ शकतील, असा मौल्यवान धातूंचा एक मोठा अप्रयुक्त खंड या कचऱ्यात मोडतो. परंतु तो नाहक आपल्या उपयुक्ततेतून बाहेर फेकला जातो. या उपकरणांमधून असे धातू प्रभावीपणे पुनर्प्राप्त केल्याने इलेक्ट्रॉनिक्स रिसायकलिंगचा आर्थिक भार कमी करण्यापासून खाण खनिजाची एकूण मागणी कमी होण्यापर्यंतचे अनेक पर्यावरणीय फायदे मिळू शकतात.

इलेक्ट्रॉनिक कचऱ्याचे प्रमाण आहे तरी किती?

इलेक्ट्रॉनिक कचरा (बहुतेक वेळा ई-कचरा म्हणून संदर्भित केला जातो) ही घरगुती वापरातील साधनांपासून, संगणक ते व्यावसायिक यंत्रसामग्रीपर्यंत इलेक्ट्रॉनिक घटक ज्यात समाविष्ट आहेत त्या कचऱ्याला दिलेली एक व्यापक संज्ञा आहे.

पारा, शिसे आणि ब्रोमिनेटेड फ्लेम रिटार्डंट यांसारख्या विषारी रसायनांच्या उपस्थितीमुळे ई-कचरा हा 'घातक कचरा' म्हणूनही वर्गीकृत केलेला आहे. ई-कचरा हे प्लास्टिक आणि धातूंचे एक जटिल मिश्रण असते. घातक रासायनिक घटकांसह असल्याने योग्य प्रकारे त्याचे कचरा व्यवस्थापन करणे हे कष्टाचे (घटकांचे विलगीकरण करणे ही गुंतागुंतीची रासायनिक आणि भौतिक प्रक्रिया असते) आणि त्यामुळे खर्चीकही बनवते. या समस्यांमुळे, ई-कचऱ्याचे उच्च प्रमाण लँडफिलमध्ये पाठवले जाते आणि त्याचा फारच कमी पुनर्वापर केला जातो.

जागतिक ई-कचरा मॉनिटर २०२० अनुसार, २०१९मध्ये ५३.६ दशलक्ष टन ई-कचरा लँडफिलमध्ये टाकण्यात आला - जो सुमारे ३५० क्रूझ जहाजांच्या वजनाएवढा भरतो. यात पाच वर्षांत सुमारे २१ टक्क्यांची वाढ झालेली दिसते. अंदाजे ५७ अब्ज डॉलर किमतीचे सोने, चांदी, तांबे, प्लॅटिनम आणि इतर पुनर्प्राप्त करण्यायोग्य धातू यातून परत मिळवण्याऐवजी आणि ते पुन्हा वापरण्याऐवजी ते तसेच टाकण्यात आले किंवा जाळले गेले.

ई-कचरा हा पर्यावरणाचा मोठा प्रश्न आहे; तथापि, हे

मूलभूत आणि मौल्यवान असलेल्या धातूंचे मोठ्या प्रमाणावर वापर न केलेले अपारंपरिक संसाधन आहे. २०१९मध्ये युनायटेड स्टेट्सने सुमारे १५ टक्के ई-कचऱ्याचे संकलन आणि पुनर्वापर केले असे दाखवले गेले आहे. युरोपमध्ये ई-कचरा पुनर्वापरासाठी कठोर नियम आहेत आणि आज सुमारे ४२.५ टक्के तिथल्या ई-कचऱ्याच्या पुनर्वापराचा दर आहे, जो जगाच्या सरासरीपेक्षा लक्षणीयरीत्या चांगला आहे. तथापि, त्यातही सुधारणेला नक्कीच वाव आहे.

ई-कचऱ्यामध्ये सोने, चांदी, तांबे, निकेल आणि पॅलेडियम यांसारखे अनेक मूलभूत आणि मौल्यवान धातू असतात. हे धातू वेगळे काढण्यासाठी प्रभावी पद्धत असायला हवी तरच त्यांचा पुनर्वापर केला जाऊ शकतो किंवा त्यातून उच्च शुद्धतेचा धातू पुनश्च प्राप्त केला जाऊ शकतो. तसा तो काढल्यास ई-कचराप्रक्रिया आणि पुनर्वापराचा खर्च भरून काढण्यासाठी तो विकला जाऊ शकतो. हे धातू सामान्यत: मुद्रित सर्किट बोर्डमध्ये आढळतात, ज्यामुळे ते सर्वाधिक धातू-मूल्याचे घटक बनतात. यामुळे मुद्रित सर्किट बोर्ड हे इतर कचऱ्यापेक्षा धातू पुनर्प्राप्तीसाठी (मेटल रिकव्हरीसाठी) एक आकर्षक स्रोत बनतात. तथापि, त्यात असलेले धातू, सोल्डरिंग आणि पॉलिमरचे विविध आणि वैविध्यपूर्ण मिश्रण असते. ही रचना पुनर्वापर प्रक्रिया गुंतागुंतीची करते आणि धातूची पुनर्प्राप्ती सुधारण्यासाठी त्या तंत्रज्ञानाचा विकास आणि सुलभीकरण आवश्यक आहे.

धातू पुनर्प्राप्ती मूल्य

मुख्यत: धातूचे मूल्य इलेक्ट्रॉनिक उपकरणांच्या मुद्रित सर्किट बोर्डमध्ये (PCBs) असते आणि त्यातले धातूंचे प्रमाण ई-कचऱ्याच्या प्रकारानुसार बदलते. ई-कचऱ्याचे कॅट१, कॅट२, कॅट३, कॅट४ अशा चार श्रेणींमध्ये वर्गीकरण केले जाते.

कॅट१ मध्ये फ्रीज, वॉशिंग मशिन, एअर कंडिशनर, स्टोव्ह इत्यादी मोठ्या घरगुती उपकरणांचा समावेश आहे. कॅट२ मध्ये व्हॅक्युम क्लिनर, टोस्टर, मायक्रोवेव्ह ओव्हन आणि तत्सम छोटी उपकरणे असतात. कॅट३मध्ये संगणक, फोन आणि मोबाइल, वैयक्तिक संगणक आणि टॅब्लेट यांसारखी इतर IT आणि दूरसंचार उपकरणे समाविष्ट आहेत. तर कॅट४ मध्ये टीव्ही, मॉनिटर, ऑडिओ उपकरणे, स्पीकर, व्हिडिओ कॅमेरे इत्यादींसारख्या वस्तूंमधील इलेक्ट्रॉनिक्सचे प्रतिनिधित्व करते.

या श्रेणी आपल्याला PCB चे वर्गीकरण, त्यांच्या ग्रेडनुसार करण्यास आणि धातूतील सामग्रीवर आधारित त्याचे मूल्य मोजण्यास मदत करतात. उदाहरणार्थ, कॅट१ आणि कॅट२ हे निम्न स्तर (लो-ग्रेड) PCB एम्बेड करण्यासाठी ओळखले जातात, तर कॅट३ आणि कॅट४ हे उच्च-दर्जाचे PCB एम्बेड करण्यासाठीचे आहेत असे ओळखले जातात.

खालील तक्त्यामध्ये आपण PCBमधील आधारभूत आणि मौल्यवान धातूंची सामग्री त्यांच्या श्रेणी वर्गीकरणावर आधारित कशा आहेत ते पाहू शकतो.

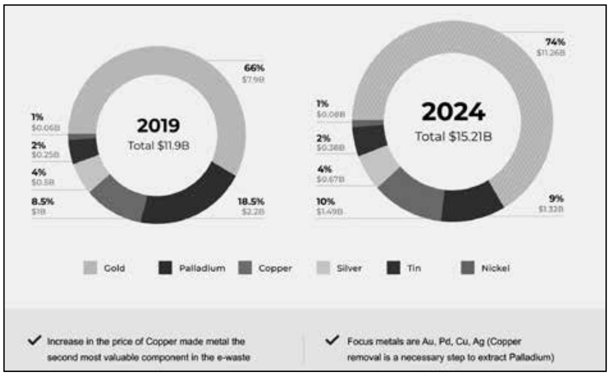
विविध ई-कचरा श्रेणीतील PCBमध्ये पुनर्वापरासाठी धातूचे प्रमाण किती मिळेल. ग्लोबल ई-वेस्ट मॉनिटर २०२०ने नोंदवलेल्या माहितीच्या आधारे, या ४ पैकी प्रत्येक श्रेणीसाठी निर्माण झालेला कचरा आहे. प्रत्येक श्रेणीमध्ये PCB टक्क्यांच्या अंदाजानुसार, प्रत्येक श्रेणीमध्ये कचरा PCB चे प्रमाण आणि प्रत्येक धातूसाठी संबंधित बाजारमूल्य (२०१९ नुसार) :

पुढील कोष्टकात २०१९मधील विविध ई-कचरा श्रेणींमध्ये प्रत्येक धातूचे सरासरी मूल्य दाखवले आहे. येथे धातूची प्रति किलो किंमत ही २०१९ ची सरासरी किंमत आहे. एकूण किमती आणि मूल्ये यूएस डॉलरमध्ये आहेत. यात आज नक्कीच वाढ झालेली असणार. ई-कचऱ्याच्या निर्मितीमध्ये वाढ होण्याच्या अंदाजावर आधारित, २०१९च्या तुलनेत २०२१ मध्ये जागतिक पातळीवर ७ टक्के अधिक ई-कचरा निर्माण होईल अशी अपेक्षा होती. विविध वर्गांमधील ई-कचऱ्याचे वितरण बदललेले नाही असे गृहीत धरून, जागतिक विविध श्रेणीतील ई-कचरा आणि पीसीबी यांचे अनुमान केले तर ते साधारण पुढीलप्रमाणे येते. ई-कचऱ्यातून एकूण संभाव्य धातू पुनर्प्राप्तीचे मूल्य सध्या सुमारे १५ अब्ज डॉलर असावे आणि या ई-कचऱ्याचे प्रमाण वर्ष-दर-वर्ष ३.५ टक्के दराने वाढण्याचा अंदाज आहे. ई-कचऱ्याच्या कॅट३ प्रकारात सर्वाधिक प्रमाण सोन्याचे आहे.

पीसीबीमध्ये	तांबे	चांदी	सोने	पॅलेडियम	कथिल	निकेल
कॅट१	१३%	०.०१%	०.००३%	०.००३%	१.४९%	०.०७%
कॅट२	११%	०.०२%	०.००२%	०.००१%	२.७०%	०.११%
कॅट३	२०%	०.१७%	०.०४०%	०.०१%	०.६९%	१.१३%
कॅट४	१७.२५%	०.०८%	०.०१०%	०.००२%	०.७३%	०.२६%

	किंमत डॉलर/किलो	४९,१३६	५३,५८१	६	५७३	१४	१८.६	
	पीसीबी वजन (हजार टन)	सोने (दशलक्ष डॉलर)	पॅलेडियम (दशलक्ष डॉलर)	तांबे (दशलक्ष डॉलर)	चांदी (दशलक्ष डॉलर)	निकेल (दशलक्ष डॉलर)	कथिल (दशलक्ष डॉलर)	एकूण (अब्ज डॉलर)
कॅट १	६५	९७	१०५	५१	४	१	१८	०.२७
कॅट २	२८८	२८३	१५४	१९०	३३	४	१४५	०.८
कॅट ३	२८२	५,५४३	१,५११	३३८	२७४	४५	३६	७.७५
कॅट ४	४०२	१,९७५	४३१	४१६	१८४	१५	५५	३.०८
एकूण		७.९ अब्ज	२.२ अब्ज	१८ अब्ज	०.५ अब्ज	०.०६ अब्ज	०.२५ अब्ज	११.९ अब्ज

पुढील तक्त्यामध्ये आपण इ-कचऱ्यातील धातूंचे वितरण धातूच्या सामग्रीनुसार न करता मूल्यानुसार असे अनुमानित आहे :



ई–कचरा पुनर्वापरासाठी प्रक्रिया मार्ग

इलेक्ट्रॉनिक कचरा हा स्मार्ट फ्रिजपासून हँडहेल्ड गेम कन्सोलपर्यंत विविध आकार, प्रकार आणि जटिलतेमध्ये येऊ शकतो. याचा अर्थ असा, की त्यांची पुनर्प्राप्ती प्रक्रिया सर्व उपकरणांसाठी कधीही एकसमान असू शकत नाही. कचऱ्याचे वर्गीकरण करणे अत्यावश्यक असते आणि त्यातून होणारी पुनर्वापर प्रक्रिया अधिक जटिल होते आणि त्यातून धातू वेगळा काढण्याची प्रक्रिया सुरू होण्यापूर्वी त्यावर अनेक प्रक्रिया करणाऱ्या चरणांची आवश्यकता भासते.

भौतिक/यांत्रिक पृथक्करण

वर्गीकरण प्रक्रियेतील पहिली पायरी म्हणजे इलेक्ट्रॉनिक उपकरणाचे लहान घटकांमध्ये पृथक्करण करणे आणि त्यातले घातक घटक काढून टाकणे. हे घटक नंतर पुनर्वापरासाठीच्या सामग्रीमध्ये आणि इतर धातूयुक्त मिश्रणांमध्ये, मुद्रित सर्किट बोर्डमध्ये वर्गीकृत केले जाऊ शकतात. वेगळे करण्याच्या प्रक्रियेसाठी विशेषत: पुढील पायरीवर जाण्यापूर्वी सामग्रीची मोठ्या प्रमाणात हाताने केलेली क्रमवारी आवश्यक असते. अधिक स्वायत्त पृथक्करण आणि वर्गीकरण पद्धती विकसित होऊ लागल्या आहेत. उदाहरणार्थ, ॲपलने लियाम आणि डेझी हे रोबो विकसित केले आहेत, जे एकाच वेळी अनेक आयफोन उघडून वेगळे करण्यास आणि पुनर्वापरासाठी त्यातल्या घटकांचा पुनर्वापर करण्यासाठी वेगळे निवडण्यास सक्षम आहेत. अशा स्वायत्त वर्गीकरणाच्या विकासामुळे श्रम वाचू शकतात, वेळ आणि खर्च कमी होऊ शकतो आणि क्रमवारीचा एक टप्पा सुलभ होऊ शकतो.

पुन्हा वापरता येण्याचे घटक आणि मुद्रित सर्किट बोर्डांसह धातू-असलेले घटक लहान तुकड्यांमध्ये वेगळे करण्यासाठी भौतिक प्रक्रिया करणे ही पुढील पायरी आहे. यामध्ये घटकांचे आटोपशीर तुकडे करण्यासाठी श्रेडर, ग्राइंडर किंवा पल्व्हरायझर वापरून आकार कमी करण्याच्या अनेक टप्प्यांचा समावेश असतो.

धातू आणि अधातू तुकड्यांच्या भौतिक वर्गीकरणादरम्यान काही प्रमुख पद्धती वापरल्या जातात. श्रेडिंग किंवा पल्व्हरायझेशनमुळे धातू आणि अधातूंचा आकार बदलतो. काही धातू मऊसर असतात आणि दाबाखाली गोलाकार आकार घेतात, तर धातू नसलेल्या वस्तूंचा आकार तसाच राहतो. शिवाय वेगवेगळ्या विशिष्ट गुरुत्वाकर्षणाच्या बाजूने या आकाराच्या प्रभावाचा फायदा भिन्न गुणधर्माचे तुकडे वेगळे करण्यासाठी घेतला जाऊ शकतो.

द्रव-आधारित वर्गीकरण तुकड्यांमध्ये वर्गीकरण करण्यासाठी धातू आणि अधातूंच्या भिन्न विशिष्ट गुरुत्वाकर्षणाचा वापर करते. प्रक्रिया केलेले पीसीबी द्रव द्रावणात ठेवले जातात, अनेकदा टेट्राब्रोमोएथेन किंवा सीटोन

आणि अधातू पृष्ठभागाच्या जवळ वर तरंगतात, तर धातू तळाशी बुडतात. द्रवीय विलगीकरण ही एक सरळ प्रक्रिया आहे; तथापि, त्याची कार्यक्षमता कमी आहे आणि त्यातल्या कणांचा आकार आणि प्रकाराने ते प्रभावित होते.

दुसरी प्रक्रिया म्हणजे इलेक्ट्रोस्टॅटिक पृथक्करण. त्याच्या नावानुसार, ही प्रक्रिया वीजप्रवाहक्षमतेवर आधारित असणाऱ्या सामग्रीला वेगळे करते. अधातू तुकडे जे वीजवाहक नसतात, ते कंपनपडदे (स्क्रीन) वापरून वेगळे पाडले जातात. या पद्धतीची मर्यादा अशी आहे की ती फक्त लहान कणांच्या आकारांपुरती मर्यादित आहे.

शेवटी, तांब्यासारख्या किंवा लोहसंयुक्त धातू पुनर्प्राप्त करण्यासाठी चुंबकीय पृथक्करण वापरले जाते. चुंबकीय पृथक्करण केवळ तेव्हाच प्रभावी असते, क्रशिंग करण्यापूर्वी ते केले जाते. चुंबकीय पृथक्करण प्रथम केले जाते, आणि त्यानंतर क्रशिंग केले जाते आणि नंतर त्यावर इलेक्ट्रोस्टॅटिक प्रक्रिया केली जाते.

भौतिक क्रमवारीत अनेक प्रमुख मर्यादा आहेत ज्या त्याचा मोठ्या प्रमाणात वापर करण्यास प्रतिबंध करतात. वर्गीकरण पद्धती मौल्यवान धातू गमावण्याची आणि उच्च शुद्धतेपर्यंत तो धातू पुनर्प्राप्त न करण्याची उच्च क्षमता निर्माण करतात. याव्यतिरिक्त, या पद्धती वापरण्यासाठी उच्च कार्यक्षमता आणि ऊर्जा खर्च होतात.

याखेरीज धातूंचे विलगीकरण करण्यासाठी अधिक क्लिष्ट पायरोमेटलर्जी, इलेट्रोरिफायनिंग, स्मेल्टिंग, अॅक्टिव्हेटेड कार्बन अॅबसॉर्पशन, द्रवीय विद्रव्यतेतून विलगीकरण अशा अनेक पद्धती आता विकसित केल्या जात आहेत. त्या प्रभावी ठराव्यात हीच सदिच्छा. एक मोठा व्यवसाय याबाबतीत सुरू व्हायला हरकत नाही. वाया जाणारे धातू त्याने पुनर्वापरात येतील.

– आनंद घैसास
anandghaisas@gmail.com

क्रॉल झिरकोनियम पदकाचे मानकरी डॉ. आनंद गर्दे

डॉ. आनंद एम. गर्दे, वेस्टिंगहाऊसमधून ३७ वर्षांच्या सेवेनंतर सन २०१६मध्ये अभियंता एमेरिटस म्हणून सेवानिवृत्त झाले. त्यांचे आण्विक झिरकोनिअम उद्योगातील योगदान अतिशय महत्त्वाचे आहे. झिरकोनियमच्या धातुविज्ञानाशी संबंधित त्यांच्या कार्यात त्यांनी अनेक महत्त्वाच्या विषयांचा अभ्यास केला आहे. त्यात अणुइंधन निर्मिती; मिश्रधातूचा विकास; हॉट-सेल परीक्षा; पदार्थांच्या विकीरीत आणि अविकीरीत गुणधर्मांचे, ते वापरणाऱ्या ग्राहकांना आलेल्या समस्यांचे निराकरण यांचा समावेश आहे. त्याचे अनेक शोधनिबंध प्रसिद्ध झाले असून त्यांना मिळालेली पेटंट त्यांच्या नावीन्यपूर्ण क्षमतांचे प्रदर्शन करतात. त्यांनी अनेक आंतरराष्ट्रीय तांत्रिक परिषदांमध्ये शोधनिबंध सादर केले आहेत. त्यांनी अमेरिकन विद्यापीठात पदार्थविज्ञान विषयातील पदवी अभ्यासक्रम शिकवला आहे. या क्षेत्रातील सर्वोच्च असलेले क्रोल झरकोनियम पदक त्यांना सन २०१९मध्ये सन्मानपूर्वक देण्यात आले. आण्विक पदार्थांच्या माहिती विश्लेषणातील त्यांचा अनुभव दांडगा आहे. निवृत्तीनंतरही ते झिरकोनिअम सिम्पोसिया आणि क्रोल मेडल कमिटीसाठी सतत स्वयंसेवी भावनेने कार्य करत आहेत.

आनंद गर्दे यांनी सन १९६७मध्ये मुंबई इंडियन इन्स्टिटयूट ऑफ टेक्नॉलॉजीमधून मेटलर्जिकल इंजिनीअरिंगमध्ये तंत्रज्ञानाची पदवी प्राप्त केली, सन १९७०मध्ये सिराक्युज विद्यापीठातून मेटलर्जिकल इंजिनीअरिंगमध्ये विज्ञानात पदव्युत्तर पदवी प्राप्त केली आणि सन १९७३मध्ये फ्लोरिडा विद्यापीठातून मटेरियल सायन्समध्ये पीएच.डी. ही पदवी मिळवली. या महाराष्ट्राच्या आणि भारताच्या सुपुत्रास आमच्या मनःपूर्वक शुभेच्छा.

पाचू, क्रामरीन आणि बेरिलीयम

कुसुमसुत

रत्ने कुणाला आवडत नाहीत? तुम्ही कधी बेरील नावाच्या रत्नासंबंधी फारसे ऐकले नसेल, पण पाचू म्हटलं की मात्र कान टवकारतात! तो सुंदर हिरवा रंग डोळ्यांसमोर येतो. बेरील आणि पाचू ही रत्ने इजिप्शियन, मायन, भारतीय या विविध प्राचीन संस्कृतींमध्ये वापरली जात होती. ती दोन्ही एकाच खनिजपासून बनलेली आहेत, हे समजायला मात्र इसवी सन १७९८ साल उजाडावे लागले! फ्रेंच रसायन आणि औषध तंत्रज्ञ निकोला लुई व्हॉक्केलिन यांनी बेरील आणि पाचूमध्ये बेरिलीयम हे धातू मूलद्रव्य असते, असे सर्वप्रथम दाखवले. पाचू आणि बेरील व्यतिरिक्त बेरिलीयम असलेली रत्ने म्हणजे क्रामरीन, मॉर्ग्यानाइट, गॉशेनाइट आणि मॅक्झिझे ही आहेत. बेरीलमध्ये लाल, हिरवा आणि सोनेरी अशी तीन रंगांची रत्ने पाहावयास मिळतात.

बेरील आणि पन्ना म्हणजे पाचू ही खनिजे बेरीलियम सिलिकेट आहेत आणि ती प्राचीन जगाला ज्ञात होती; सम्राट नीरो ग्लॅडिएटोरियल मारामारी पाहण्यासाठी एका मोठ्या पाचूचा वापर करत असे असे मोठ्या प्लिनीने लिहून ठेवले आहे. पाचूचा सुंदर हिरवा रंग क्रोमियमच्या अंशामुळे प्राप्त होतो. प्लिनीने रोमन लोकांद्वारे वापरात आलेल्या ज्या विविध मौल्यवान दगडांची चर्चा केली आहे, त्यातील विशेषत: स्मारागडस ह्या रत्नाला पाचू वा पन्ना म्हणून भाषांतरित केले जाते, परंतु खरे तर विविध हिरव्या रत्नांपैकी पाचू एक होता. रोमनकाळात सूर्याच्या उन्हापासून डोळ्यांचे रक्षण करण्यासाठी सन गॉगल किंवा सूर्यचष्मे नव्हते! म्हणून उघड्या नाट्यगृहात किंवा खेळाच्या मैदानात प्रेक्षक सूर्यप्रकाशापासून रक्षण करण्यासाठी अशा नैसर्गिक गॉगलचा वापर करत असावेत. नीरो तर रोमन सम्राट होता! त्यामुळे त्याने मोठा पाचू वापरणे अशक्य कोटीतील नव्हते!

या रत्नांमधील ऑक्सिजनच्या गुणोत्तरावरून त्यांचा स्रोत ओळखता येतो कारण ऑक्सिजन-१८ आणि ऑक्सिजन-१६चे समस्थानिक गुणोत्तर हे, ते खनिज कोठे आढळते त्यानुसार बदलते. या अभ्यासातून, रोमन लोकांना त्यांचे पाचू प्रामुख्याने ऑस्ट्रियामधून मिळाले, काही भरतवर्षातून म्हणजे बरेच दूरवरून तिथे पोहोचले. भारतातील मोगल शासकांना काही पाचू दक्षिण अमेरिकेतील कोलंबियामधून कदाचित पॅसिफिक ओलांडून व्यापाराद्वारे मिळाल्याचे मत विविध इतिहास संशोधकांनी व्यक्त केले आहे.

बेरिलीयमचे मुख्य उद्‌गम बेरील आणि बर्ट्रांडाइट आहेत, जे सिलिकेटदेखील आहे. कधी कधी बर्ट्रानाइडचे खरोखरच प्रचंड स्फटिक तयार होतात, अमेरिकेमधील मेनमध्ये सापडलेला एक पाचू ५ मीटरपेक्षा जास्त लांबीचा होता आणि त्याचे वजन सुमारे २० टन होते. सन १८२८मध्ये फ्रेंच रसायनतज्ज्ञ अँटोनी अलेक्झांडर-ब्रूटस बुसी आणि जर्मन रसायनतज्ज्ञ फ्रेडरिक वोहलर यांनी स्वतंत्रपणे ते बेरीलमधून शुद्ध स्वरूपात मिळवले. बेरीलॉस असे बेरील या रत्नाला ग्रीक भाषेत संबोधले जाते असे. त्यावरून या मूलद्रव्याला बेरिलीयम असे नाव मिळाले. बेरिलीयम च्या क्षारांना वैशिष्ट्यपूर्ण गोडसर चव असते. चव गोडसर असली तरी हा धातू माणसासाठी विषारी

असतो. सुरुवातीला ज्या शास्त्रज्ञांनी ही चव घेतली, त्याचे घातक परिणाम त्यांना भोगावे लागले होते. ग्रीक भाषेत ग्लिकिस म्हणजे गोड, यावरून ग्लॉशियम या नावानेही हे धातू मूलद्रव्य ओळखले जात असे. परंतु धातूच्या विषारी गुणधर्मामुळे ते नाव प्रचलित झाले नाही. सन १९४९मध्ये इंटरनॅशनल युनियन ऑफ प्युअर अँड प्लाइड केमिस्ट्री या रसायन व तंत्रज्ञान शाखेच्या नियंत्रक मंडळाने बेरिलीयम हे नाव स्वीकारले. बेरिलीयमचे उत्पादन बेरील (Be3l2(SiO3)6) आणि (4BeOL2SiO2LH2O) या खनिजांपासून रासायनिक पद्धतीने केले जाते. बेरिलीयम क्लोराइड आणि मीठ यांच्या वितळलेल्या मिश्रणातून विद्युतविघटनातूनही बेरिलीयम मिळवता येते.

महाउत्पातात म्हणजेच बिग बँगच्या वेळी फक्त हायड्रोजन, हेलियम आणि लिथियम ही तीन मूलद्रव्ये तयार झाली. क्रमवारीतील चौथे मूलद्रव्य, बेरिलीयम, विश्वामध्ये तुलनेने दुर्मिळ आहे. कारण ते ताऱ्यांच्या आण्विक भट्टीतदेखील तयार होत नाही. हा धातू बनवण्यासाठी एक सुपरनोव्हाच लागतो, ज्यामध्ये जड केंद्रकांचे विघटन होऊ शकते.

या धातू मूलद्रव्याचा अणुक्रमांक ४ असून त्याच्या अणुकेंद्रकात ४ प्रोटॉन व ४ न्यूट्रॉन आहेत. त्याच्या अणुकेंद्रकाभोवती चार इलेक्ट्रॉन प्रत्येकी दोन असे दोन कक्षांमधून फिरत असतात. आवर्तसारणीत चौथ्या क्रमांकावर असलेले हे धातू मूलद्रव्य दुसऱ्या (2E) गटात व दुसऱ्या ओळीत विराजमान झालेले आहे. 2E गटातील धातू मूलद्रव्यांना अल्कलाइन अर्थ मेटल्स असे संबोधले जाते. त्यांच्या बाह्य कक्षेत दोन इलेक्ट्रॉन असतात. म्हणजे सर्वसाधारणपणे त्यांची धारणशक्ती दोन असते. या गटात बेरिलीयम व्यतिरिक्त मॅग्नेशियम, कॅल्शियम, स्ट्रॉनशियम, बेरीयम आणि रेडियम ही धातू मूलद्रव्ये आहेत. बेरिलीयम चे एकच स्थिर समस्थानिक आहे. (Be-9) त्याची तीन किरणोत्सर्गी समस्थानिके आहेत, ती म्हणजे (Be-7, Be-8 आणि Be-10). विविध किरणोत्सर्गी प्रक्रियांमध्ये ते निर्माण होतात, पण अर्धआयुष्य अतिशय कमी असल्यामुळे त्यांचे प्रमाण नगण्यच राहाते.

बेरिलीयम हा चांदीसारखा पांढरा, चमकदार आणि तुलनेने मऊ धातू आहे. साधारण तापमानाला किंवा अतितप्त बेरिलीयमवर हवा किंवा पाण्याचा प्रभाव पडत नाही. सर्वात हलक्या वजनाच्या धातूंपैकी एक असा हा धातू आहे. हा धातू स्टेनलेस स्टीलपेक्षा १.३३ पटीने अधिक लवचीक आहे. तीव्र नायट्रिक आम्लाचा त्याच्यावर काहीही परिणाम होत नाही. उष्णतेचा शीघ्रवाहक असलेला ह्या धातूमध्ये चुंबकीय गुणधर्म अजिबात नसतात. यातून क्ष-किरणे आरपार जाऊ शकतात. या धातूवर अल्फा कणांचा मारा केला तर त्यातून न्यूट्रॉन मुक्त होतात. त्यामुळे अणुभट्टीत ह्याचा उपयोग होऊ शकतो. साधारण तापमानाला याचे ऑक्सिडेशन होत नाही. काचेवर ह्या धातूचे ओरखडे पडू शकतात.

बेरीलीयम धातूमधून क्ष-किरणे आरपार जाऊ शकतात म्हणून क्ष-किरण स्रोतनळीत बेरिलीयमच्या पत्र्याची खिडकी वापरतात. पोलोनियम पासून निघणारे अल्फा कण जर या धातूवर पडले तर त्यातून न्यूट्रॉन निर्माण होतात, म्हणून न्यूट्रॉनचा उद्‌गम किंवा स्रोत म्हणून याचा उपयोग होऊ शकतो. अणुभट्टीत किरणोत्सारी समस्थानिके बनवण्यासाठी या न्यूट्रॉन उद्‌गमाचा उपयोग करता येतो. अणुभट्टीत न्यूट्रॉन नियंत्रक म्हणून बेरिलीयमचा उपयोग होतो. साखळीची प्रक्रिया अखंडपणे चालू राहण्यासाठी काही न्यूट्रॉन शोषून घेण्याची गरज असते, त्यासाठी बेरिलीयमसारख्या धातूचा उपयोग होतो. त्याच्या अणूंमध्ये हे न्यूट्रॉन शोषून घेण्याची क्षमता असते. २ टक्के बेरिलीयम आणि ९८ टक्के तांबे (बेरिलीयम ब्राँझ) ह्या मिश्र धातूचा वापर गायरोस्कोप आणि तत्सम उपकरणांमध्ये त्यांची झीज कमी करण्यासाठी करतात. २ टक्के बेरिलीयम आणि ९८ टक्के निकेल ह्या मिश्रधातूचा वापर स्प्रिंग बनवण्यासाठी करतात. वेल्डिंग करण्यासाठी जे इलेक्ट्रोड वापरतात, त्यातही ह्या निकेल बेरिलीयम मिश्रधातूचा वापर होतो. ठिणगी पडू नये अशी अपेक्षा असते, तिथे विद्युत उपकरणांच्या दुरुस्तीमध्ये वापरण्यासाठी, स्क्रू ड्रायव्हर, पक्कड यासारखी जी हत्यारे वापरतात, त्यात या निकेल बेरिलीयम मिश्रधातूचा वापर करतात. बेरिलीयमचे काही मिश्रधातू विंडशिल्ड, वाहनांच्या ब्रेकच्या चकत्यांसाठी आणि अंतराळयानाच्या विविध भागांसाठी करण्यात येतो. आण्विक ऊर्जेसाठी अणुभट्टीत तसेच सिरॅमिक उद्योगात बेरिलीयम ऑक्साइडचा वापर होतो.

बेरिलीयमचा वापर औद्योगिकदृष्ट्या तीन प्रकारांमध्ये केला जातो : शुद्ध धातू म्हणून, बेरिलीयम ऑक्साइड म्हणून आणि सामान्यतः, तांबे, ॲल्युमिनियम, मॅग्नेशियम किंवा निकेलसह मिश्रधातू म्हणून. बेरिलीयम ऑक्साइड (याला बेरीलिया म्हणतात) त्याच्या उच्च उष्णता क्षमतेसाठी ओळखले जाते आणि विशिष्ट संवेदनशील इलेक्ट्रॉनिक उपकरणांचा तो एक महत्त्वाचा घटक आहे. बेरिलीयम मिश्रधातूंचे दोन प्रकारांमध्ये वर्गीकरण केले जाते: उच्च बेरीलियम असलेला मिश्र धातू ज्यात ३० टक्के बेरिलीयम असू शकते आणि वर वर्णन केलेले, कमी बेरिलीयम

असलेला मिश्रधातू (२-३ टक्के बेरिलीयम). फ्लाय ॲश (कोळशावर चालणाऱ्या पॉवर प्लांटचे उपउत्पादन) आणि स्लॅग, गार्नेट, सिलिका वाळू आणि पिचलेल्या काचेसारख्या विविध वापरून झालेल्या अंशांमध्ये बेरिलायमचे ट्रेस प्रमाण असू शकते.

बेरिलीयम आणि त्याचे क्षार विषारी असतात आणि ते अत्यंत काळजीपूर्वक हाताळले पाहिजेत. बेरिलीयम आणि त्याची संयुगे बेरिलीयमच्या गोडपणाची पडताळणी करण्यासाठी त्याच्या प्रारंभिक प्रयोगकर्त्यांप्रमाणे चाखू नयेत. विशिष्ट कार्यसंहिता पाळल्यास धातू, त्याचे मिश्रधातू आणि त्याचे क्षार हाताळले जाऊ शकतात, परंतु योग्य सुरक्षा उपायांशी पूर्णपणे परिचित झाल्याशिवाय बेरिलीयमशी खेळ करण्याचा कोणताही प्रयत्न करू नये.

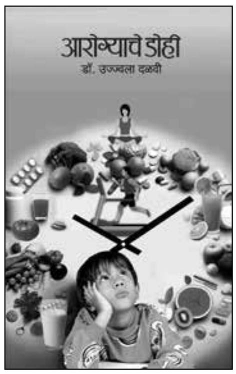
अंतराळ संशोधन आणि उद्योगांमध्ये मोठ्या प्रमाणावर बेरिलीयम वापरण्याची पूर्वीची योजना प्रत्यक्षात येऊ शकली नाही. हे मूलद्रव्य हलके व कणखर असल्यामुळे अंतराळात वापरण्यासाठी सुरुवातीला बेरिलीयम हा आदर्श धातू वाटू लागला होता. एके काळी असे वाटले होते की बेरिलीयम पावडरचा वापर रॉकेटसाठी इंधन म्हणून केला जाईल, कारण ते जाळल्यावर प्रचंड उष्णता निर्माण होते. परंतु त्याचा वापर तेवढ्या प्रमाणावर झाला नाही. दरवर्षी ५०० टनांपेक्षा कमी धातूचे शुद्धीकरण केले जाते. धोकादायक आणि विषारी असल्यामुळे त्याचा उपयोग जिथे टाळता येणार नाही अशाच ठिकाणी केला जातो. बेरिलीयमची कोणतीही ज्ञात जैविक भूमिका नाही आणि त्याच्या कणांमुळे किंवा धुळीमुळे फुप्फुसांची तीव्र जळजळ होते आणि श्वासोच्छ्वास अडतो. ज्यांचा बेरिलीयमशी दीर्घकाळ संपर्क असतो, त्यांच्या फुप्फुसाची ही स्थिती उद्‌भवते. या स्थितीला बेरिलीओसिस म्हणतात. हा रोग शरीरात दृग्गोचर होण्यासाठी संपर्कानंतर पाच वर्षांपर्यंत लागू शकतो आणि ज्यांना त्याचा त्रास होतो त्यापैकी सुमारे एकतृतीयांश लोक अकाली मरतात आणि बाकीचे कायमचे अपंग होतात. बेरिलीयम मिश्रधातू वापरणाऱ्या उद्योगातील कामगारांना त्याचा सर्वात जास्त धोका असतो. सुरुवातीच्या प्रकारचे फ्ल्युरोसंट दिवे बनवणारे कामगार या दिव्यांमध्ये बेरिलीयमयुक्त ऑक्साईडचा लेप देत असत. सन १९५०मध्ये या प्रकारच्या दिव्याचे उत्पादन कायमस्वरूपी बंद झाले.

बेरिलीयम हा धातू, अमेरिकन सायन्स अँड टेक्नॉलॉजी असोसिएशनच्या मते, सेल फोन, इतर पोर्टेबल उपकरणे आणि कॅमेऱ्यांमध्ये वापरला जातो. बेरिलीयम हे एचआयव्ही आणि इतर रोगांसाठी रक्त तपासण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या विश्लेषणात्मक उपकरणांच्या काही भागांमध्ये अंशात्मक वापरले जाते. नासाच्या जेम्स वेब स्पेस टेलिस्कोपमध्ये आरसे तयार करण्यासाठी वापरण्यात येणारा प्राथमिक घटक बेरिलीयम होता, असे नासाने म्हटले आहे. युरोपीयन कमिशनने बेरिलीयमला युरोपीयन युनियनसाठी २० अत्यंत आवश्यक असलेल्या कच्च्या मालांपैकी एक म्हणून सूचीबद्ध केले आहे. अमेरिकन भूगर्भीय सर्वेक्षणानुसार, अमेरिकन सेना विभाग बेरिलीयम धोरणात्मक आणि अत्यावश्यक साहित्य म्हणून वर्गीकरण करतो, कारण ते राष्ट्रीय सुरक्षेसाठी आवश्यक असलेल्या उत्पादनांचा अविभाज्य भाग आहे. अमेरिका हाच जगातील आघाडीचा बेरिलीयमचा स्रोत आणि उत्पादक आहे. स्पोर माउंटन, युटाह येथे बेरिलीयमची फक्त एक खाण असून, ही खाण सन २०१० मध्ये जगभरात उत्खनन केलेल्या ८५ टक्के बेरिलीयमचा स्रोत होती.

बेरिलीयमने अणुसिद्धांताविषयीचे आपले ज्ञान वाढवण्यात ऐतिहासिक भूमिका बजावली कारण त्याने मूलभूत कण, न्यूट्रॉन शोधण्यात मदत केली. बेरिलीयमची भूमिका सन १९३२मध्ये जेम्स चॅडविक यांनी शोधून काढली. रेडियममधून निघणाऱ्या अल्फा-किरणांसह (जे हेलियम केंद्रक आहेत) त्यांनी बेरिलीयमच्या नमुन्यावर भडिमार केला. त्यात त्यांनी असे निरीक्षण नोंदवले की या भडिमारानंतर एक नवीन प्रकारचे उपअणू किंवा कण उत्सर्जित होत होते. त्या कणांना वस्तुमान होते, परंतु कोणताही विद्युतभार मात्र त्यांच्यावर नव्हता. रेडियम आणि बेरिलीयम मिश्रण अजूनही संशोधनासाठी न्यूट्रॉन तयार करण्यासाठी वापरले जाते. ●

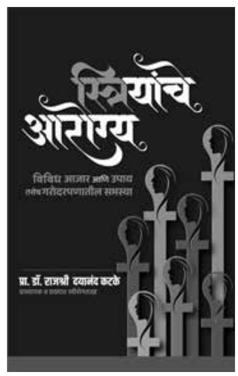
॥ग्रंथाली॥❋॥

आरोग्याचे डोही
डॉ. उज्ज्वला दळवी



मूल्य ४५० रुपये
सवलतीत २८० रुपये

स्त्रियांचे आरोग्य
प्रा. डॉ. राजश्री दयानंद कटके

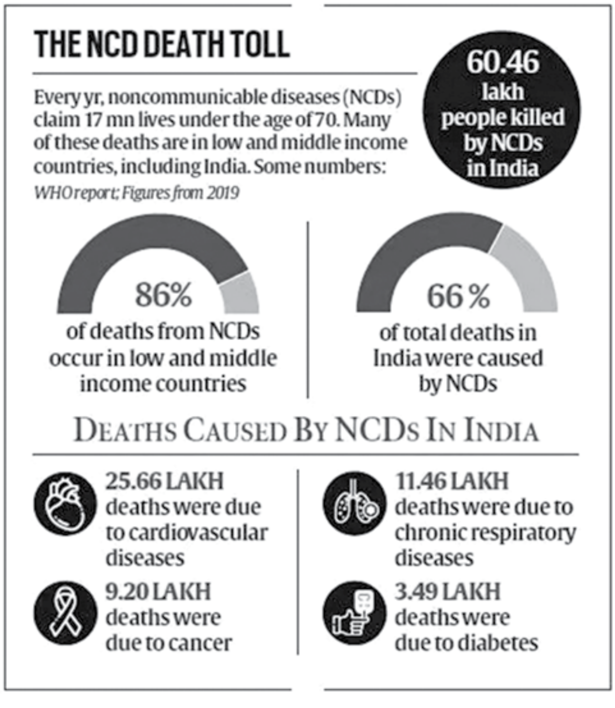


मूल्य २०० रुपये
सवलतीत १२० रुपये

डॉ. स्वाती बापट

माझे आरोग्य, माझी जबाबदारी

गेल्या सव्वा शतकामध्ये भारतीय जनतेचे सरासरी आयुर्मान कसे-कसे वाढत गेले याबद्दलची माहिती मागच्या लेखामध्ये आपण घेतली. एकोणिसाव्या शतकाच्या सुरुवातीला बरेचसे मृत्यू संसर्गजन्य रोगामुळे होत होते. हळूहळू जशा वैद्यकीय सोयी-सुविधा, सार्वजनिक स्वच्छता, स्वच्छ पेयजल, सुरक्षित माता-बालसंगोपन, सार्वजनिक लसीकरण इत्यादी सुधारणा होऊ लागल्या, तसतसे संसर्गजन्य रोगांचे प्रतिबंधन होऊ लागले. हळूहळू करत, अशा रोगांमुळे होणाऱ्या मृत्यूचे प्रमाण कमी होत गेले आणि गेल्या शतकाच्या शेवटापर्यंत ते बरेच कमी झाले. त्याचबरोबर भारतीय नागरिकांचे सरासरी आयुर्मान वाढू लागले. इंडियन काऊन्सिल ऑफ मेडिकल रिसर्चने (ICMR) प्रसिद्ध केलेल्या २०१७ सालच्या एका अहवालानुसार, भारतात असंसर्गजन्य रोगांमुळे होणाऱ्या मृत्यूंच्या प्रमाणात १९९० ते २०१६ या कालावधीमधे लक्षणीय वाढ झाली. आजच्या घडीला भारतीयांमध्ये होत असलेल्या सर्व मृत्यूंमध्ये ६० ते ६५ टक्के मृत्यू हे असंसर्गजन्य रोगांमुळे होतात असे अधिकृत आकडेवारीवरून आपल्याला समजते. हे आजार केवळ मृत्यूंनाच (Mortality) कारणीभूत आहेत असे नाही, तर या आजारांमुळे अपंगत्व अथवा प्रकृती अस्वास्थ्य (Morbidity) होण्याचे प्रमाणही खूप जास्त आहे. मुख्यत्वेकरून, हृदय व रक्तवाहिन्यांचे रोग, उच्च रक्तदाब, मधुमेह, पक्षाघात, तीव्र श्वसनरोग, कर्करोग, मूत्रपिंडाचे रोग, रस्त्यांवरील अपघात आणि मानसिक अस्वास्थ्य असे अनेक आजार असंसर्गजन्य आजारांमधे मोडतात. कर्करोगांपैकी, प्रामुख्याने स्तनाचा, तोंडाचा व गर्भाशयाच्या मुखाचा कॅन्सर यांचे प्रमाण आपल्या देशामध्ये फार जास्त आहे.



साठ वर्षांच्या वरच्या नागरिकांना वयोवृद्ध नागरिक (elderly population) समजले जाते. या वयोगटामध्ये सर्वच प्रकारचे आजार जास्त प्रमाणात उद्भवतात. सध्या भारतीयांचे सरासरी आयुर्मान ७० वर्षे झालेले आहे. संयुक्त राष्ट्र लोकसंख्या निधी (UNFP) आणि इंटरनॅशनल इन्स्टिट्यूट फॉर पॉप्युलेशन सायन्सेस (IIPS) या दोन्ही संस्थांनी केलेल्या सयुंक्त संशोधनाचा अहवाल, India aging report-2023 या नावाने प्रसिद्ध झाला आहे. या अहवालानुसार आज आपल्या देशाच्या लोकसंख्येच्या साधारण १०.५ टक्के लोक, म्हणजेच जवळपास १५ कोटी नागरिक साठ वर्षांच्या वरच्या वयाचे, किंवा वयोवृद्ध आहेत. पुढील काही वर्षांमध्ये भारतीयांचे सरासरी वयोमान वाढून, ८० वर्षे किंवा त्यापेक्षा

अधिक होण्याची शक्यता वर्तवली जात आहे. ही बाब लक्षात घेता, पुढील बारा वर्षांमध्ये आपल्या देशाच्या त्यावेळच्या लोकसंख्येच्या साधारण १५ टक्के लोक, म्हणजेच जवळपास २३ कोटी लोक वयोवृद्ध गटामध्ये असतील, असा अंदाज व्यक्त केला गेला आहे. आपल्या देशामधील वयोवृद्ध लोकांची सध्याची संख्या लक्षात घेतली तरीही देशाच्या आरोग्यव्यवस्थेवर, वृद्धापकाळातील आजारांच्या उपचारांचा आर्थिक भार पडत आहेच. त्याचबरोबर पुढील काही वर्षांमधे वृद्धांची संख्या वाढत गेल्यावर तो भार मोठ्या प्रमाणात वाढत जाणार आहे. सर्व भारतीयांचे आरोग्य अगदी त्यांच्या वृद्धापकाळापर्यंत उत्तम राहावे, यासाठी भारत सरकारचे आरोग्य खाते काम करत आहेच. त्याअंतर्गत अनेक वेगवेगळे आरोग्य-प्रकल्प राबवले जातात. असंसर्गजन्य आजारांमुळे होणारे प्रकृतिअस्वास्थ्य आणि मृत्यूचे प्रमाण लक्षात घेता, या आजारापासून जनतेला वाचवण्यासाठी आपल्या देशाची आरोग्यव्यवस्था विशेष भर देत आहे. यासाठी National Programme for the prevention and control of Cancer, Diabetes, Cardiovascular diseases and Stroke (NPCDCS) असा एक प्रकल्प देशपातळीवर राबवला जात आहे. आहे. यामधे आरोग्य संवर्धन, प्राथमिक प्रतिबंध, लवकर निदान आणि योग्य उपचार, असे सर्व मार्ग अवलंबले जातात.

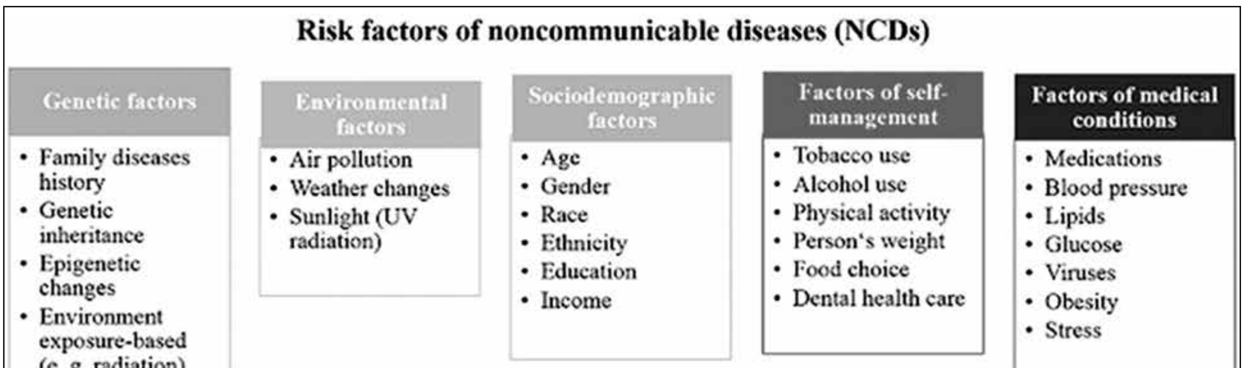
परंतु, आपल्या देशाची प्रचंड लोकसंख्या, आणि त्या लोकसंख्येच्या प्रमाणात, अजूनही अपुऱ्या असलेल्या वैद्यकीय सोयी-सुविधा बघता, सरकारी पातळीवरचे सगळे प्रयत्न प्रत्येक भारतीय नागरिकापर्यंत पोहोचणे आज तरी अवघड दिसत आहे. म्हणूनच आपण वैयक्तिक पातळीवर असा विचार करणे आवश्यक आहे, की 'माझे आरोग्य ही माझी जबाबदारी आहे'. तसेच वैयक्तिक पातळीवर रोगप्रतिबंधनासाठी कटिबद्ध राहणे आवश्यक आहे. संसर्गजन्य रोगांपासून स्वतःला सुरक्षित ठेवण्यासाठी आवश्यक असलेले उपाय, उदाहरणार्थ, लसीकरण, अन्न व पेयजलसुरक्षा, हात धुणे, मास्क वापरणे, इत्यादी सर्वसामान्य नागरिकांना माहिती असतात. याबाबत जनजागृतीसुद्धा सतत होत असल्यामुळे बरेचसे नागरिक सजग असतात. मात्र, असंसर्गजन्य रोगापासून आपण कसे दूर राहावे, यासाठी आवश्यक असलेली पुरेशी शास्त्रीय माहिती अनेकदा उपलब्ध नसते. म्हणूनच वैयक्तिक पातळीवर असंसर्गजन्य रोगाला प्रतिबंध करण्याबाबत जागरूकता दिसत नाही. एखादा आजार अथवा रोग जडलेल्या रुग्णावर उपचार करण्यावरच खाजगी आरोग्य सेवांचा भर असतो. खाजगी वैद्यकीय व्यावसायिकांकडून किंवा रुग्णालयांकडून असंसर्गजन्य रोग प्रतिबंध करण्यासाठी आरोग्य-संवर्धन अथवा या आजारांना दूर ठेवण्यासाठी योग्य ते समुपदेशन केले जाते असे नाही. सामान्य नागरिकही सर्वसाधारणपणे काही आजार झाल्यावरच वैद्यकीय उपचार घेण्यासाठी धावतो. त्यामुळे एखाद्याला आजार झाला असेल तर त्यावर उपचार होऊ शकतात, पण त्या-त्या आजाराचे निदान होण्याआधी अशा आजारामुळे झालेले शरीराचे नुकसान टाळता येत नाही.

खाजगी वैद्यकीय सेवा घेताना रुग्णावर आर्थिक भार खूप पडत असतो. त्यामधे वैद्यकीय व्यावसायिकाची तपासणी फी, रक्त-लघवी व इतर तपासण्यासाठी होणारा खर्च, औषधाचा खर्च, रुग्णालयामध्ये भरती व्हावे लागले तर त्यासाठी लागणारा खर्च, असे अनेक खर्च असतात. हे निव्वळ आपल्याला सहजी दिसण्यासारखे किंवा जाणवण्यासारखे खर्च झाले. याचबरोबर सहजी न जाणवण्यासारखे अनेक खर्चदेखील असतात. रुग्णालयामध्ये गेल्यावर रुग्णाचा स्वतःचा वेळ तर खर्च होत असतोच; पण तिथपर्यंत जाण्या-येण्याचा, बाहेर जेवण्या-खाण्याचा खर्चही असतोच. तसेच, आजारी व्यक्तीला आजारपणाच्या काळामध्ये आपले काम थांबवावे लागते किंवा नोकरीच्या ठिकाणी रजा घावी लागते, त्यामुळेही रुग्णाचे आर्थिक नुकसान होत असते. असे आर्थिक नुकसान केवळ आजारी पडलेल्या व्यक्तीचेच होते असे नाही तर त्याबरोबर कुटुंबातील इतर सदस्यांचेही होत असते. एकूण काय तर, आजारपणामधे आजारी व्यक्तींच्या शरीराच्या नुकसानाबरोबरच संपूर्ण कुटुंबाचे थोडेफार आर्थिक नुकसान होत असते, हेही आपण लक्षात घेतले पाहिजे, आणि म्हणूनच आरोग्यसंवर्धन आणि रोगप्रतिबंधनावर आपण भर दिला पाहिजे. तसेच यासाठी सरकारी पातळीवर कितीही प्रयत्न चालू असले तरीही प्रत्येक नागरिकाने वैयक्तिक पातळीवर प्रयत्न करणेही तितकेच आवश्यक आहे.

भारतामध्ये असंसर्गजन्य आजार, हे केवळ वृद्ध नागरिकांमध्ये दिसून येतात असे नाही. प्रौढ किंवा मध्यमवयीन वयोगटामधील नागरिकांमधेही असंसर्गजन्य आजारांचे प्रमाण लक्षणीय आहे व त्या प्रमाणात खूपच वेगाने वाढ होत चालली आहे. रोगप्रतिबंध ही रोगनिवारणाच्या आधीची पायरी असते व ती अत्यंत महत्त्वाची असते. यासाठी एका ठरावीक वयानंतर, काही वैद्यकीय तपासण्या दरवर्षी करून घेणे आवश्यक असते. अनेक असंसर्गजन्य आजारांची प्रारंभिक लक्षणे फारशी त्रासदायक नसतात. बऱ्याचदा मधुमेह किंवा उच्च रक्तदाब अशासारख्या आजारांमध्ये रुग्णाला त्या आजाराची काहीही लक्षणे जाणवत

नसतात. सहजी म्हणून केलेल्या तपासणीत किंवा वार्षिक तपासणीमध्ये या आजारांचे निदान अनेकदा अचानकच होते. तपासण्यांमधल्या एखाद्या-दुसऱ्या तपासणीत काही गडबड दिसून आल्यास, रुग्णाला जीवनशैलीमध्ये सुधारणा करायचा सल्ला दिला जातो. त्यातल्या काही तपासण्या वरचेवर करून घ्यायला सांगितल्या जातात. आजाराची काहीच लक्षणे नसल्यामुळे अशा तपासण्या करण्याकडे दुर्लक्ष होते. डॉक्टरांनी नेमून दिलेल्या तपासण्या नियमित करून न घेतल्यास या आजारांचे वेळच्या वेळी निदान होत नाही किंवा निदान व्हायला खूपच उशीर होतो. मधुमेह, उच्च रक्तदाब, अशा प्रकारच्या आजारांची लक्षणे दिसण्याच्या बरेच आधी, शरीरातील अवयवांचे किंवा पेशींचे या आजारामुळे होणारे नुकसान सुरू झालेले असते, हे आपण लक्षात घेतले पाहिजे. बऱ्याचदा आजार बळावल्यावर, त्या-त्या रोगाचे निदान होते. त्यानंतर वैद्यकीय उपचार सुरू केले जातात, पण तोपर्यंत शरीरातील एखाद्या अवयवाचे गंभीर नुकसान होऊन गेलेले असते. दुर्दैवाने, आपल्या समाजामध्ये नियमित वैद्यकीय तपासणीला फारसे महत्त्वच दिले जात नाही. आपल्या देशातील अनेक नागरिक तर आर्थिक समस्यांशी झुंझत असतात. त्यांच्याकडे अशा नियमित वैद्यकीय तपासणीसाठी पैसेच नसतात. त्यामुळे समाजामधील आर्थिकदृष्ट्या दुर्बल घटक तर नियमित वैद्यकीय तपासण्यापासून तसाही दूरच राहतो. त्यातून, बऱ्याच नागरिकांची अशी धारणा असते, की 'मला सध्या काही त्रास होत नाहीये, तर मी कुठल्याही वैद्यकीय तपासण्या का करून घेऊ?' काही जणांना तर असेही वाटते, की आपण तपासण्या करायला गेलो आणि काहीतरी आजार निघाला तर औषधे सुरू होतील, त्यापेक्षा तपासण्या करायलाच नकोत! काहींच्या मते, हल्ली डॉक्टर गरज नसताना उगीचच तपासण्या करायला सांगतात. अशा तिन्ही प्रकारच्या लोकांमधे मोडणारे बरेचसे लोक सुशिक्षित व आर्थिकदृष्ट्या सुस्थितीतले असतात, हे मोठेच दुर्दैव आहे.

रोगप्रतिबंधन व रोगनिवारण यावर भाष्य करण्याबरोबरच आपण 'आरोग्य' या संकल्पनेची व्याख्याही समजून घेऊ. World Health Organization (WHO) जागतिक आरोग्य संघटना १९४८ साली अस्तित्वात आली. त्याच वर्षी या संस्थेने आरोग्य किंवा Health या संकल्पनेची व्याख्या जाहीर केली. त्या व्याख्येनुसार, 'आरोग्य म्हणजे, संपूर्ण शारीरिक, मानसिक, भावनिक, सामाजिक व आध्यात्मिक खुशालीची स्थिती.' या व्याख्येचा सखोल विचार करता असे लक्षात येईल की केवळ एखादी व्यक्ती आजारी किंवा अशक्त नाही, म्हणजे त्या व्यक्तीचे आरोग्य उत्तम आहे किंवा ती व्यक्ती निरोगी आहे, असे नव्हे. सर्वसामान्यपणे, आरोग्याबाबत बोलताना आपण केवळ शारीरिक व्याधीचाच विचार करत असतो किंवा त्याबाबतच बोलत असतो. प्रत्यक्षांत आरोग्याच्या व्याख्येमध्ये फक्त शारीरिक आजारांचा विचार न करता, इतरही पैलूंचा समावेश केला गेलेला आहे. याचे कारण असे आहे की आरोग्याच्या व्याख्येमधले हे वेगवेगळे पैलू एकमेकांवर अवलंबून असतात. म्हणजेच, या व्याख्येतील एखादा पैलू गडबडला तरीही त्या व्यक्तीच्या संपूर्ण आरोग्यावर परिणाम होतो, हे निश्चित असते. म्हणजे असे पाहा, की आपल्याला दोन-चार दिवस साधा ताप आला तरी चिडचिड होऊन किंवा मनोमन घाबरेघुबरे होऊन आपले मनःस्वास्थ्य बिघडू शकते. तसेच, काही कारणामुळे आपले भावनिक व मानसिक आरोग्य बिघडले असले की त्याचा परिणाम आपल्या शारीरिक आरोग्यावर दिसून यायला लागतो. अशा व्यक्तीला वरचेवर डोके दुखणे, पोट दुखणे, भूक न लागणे अशी शारीरिक आजाराची लक्षणे दिसू लागतात. या आजारांना आधुनिक वैद्यकीय भाषेमध्ये psycosomatic disorders असे संबोधले जाते. तसेच, मनुष्य हा समूहप्रिय प्राणी आहे. आपल्याला लोकांशी बोलणे-



भेटणे आणि एकूणच लोकसंग्रह व लोकसंपर्क आवडतो. तेव्हा, आपले सामाजिक आरोग्य हेही अत्यंत महत्त्वाचे आहे हे लक्षात घ्यायला हवे. कोव्हिड साथीच्या काळामध्ये आपल्याला घराबाहेर पडण्यास मज्जाव केला गेला होता. त्या काळामध्ये अनेकांना एकलकोंडेपणाचा खूप त्रास झाला व त्याची परिणती, त्यांचे शारीरिक आरोग्य बिघडण्यामध्ये झाली. आरोग्याच्या व्याख्येची व्याप्ती थोडीशी वाढवून, काही जण त्यामध्ये आर्थिक आरोग्य व आपल्या पर्यावरणाचे आरोग्य या पैलूंचाही समावेश करतात. त्यालाही सबळ कारण आहे. आर्थिक आरोग्य चांगले असले की आपले भावनिक व मानसिक आरोग्यही चांगले राहू शकते. तसेच, आपले पर्यावरण स्वच्छ असल्यास त्याचा आपल्या आरोग्यावर निश्चितच सकारात्मक परिणाम होतो, हेही आपल्याला माहीत आहे.

हृदय व रक्तवाहिन्यांचे रोग, उच्च रक्तदाब, मधुमेह, पक्षाघात, तीव्र श्वसनरोग, कर्करोग, किडणीचे रोग, रस्त्यांवरील अपघात आणि मानसिक अस्वास्थ्य, हे असंसर्गजन्य आजार सर्वसाधारणपणे गंभीर स्वरूपाचे आजार मानले जातात. या आजारांना आपल्यापासून दूर ठेवायचे असेल तर आधी आपल्याला हे आजार का होतात, याची कारणमीमांसा समजून घेतली पाहिजे. संसर्गजन्य रोग विशिष्ट जिवाणू किंवा किटाणू आपल्या शरीरात शिरल्यामुळे होतात, हे सर्वश्रुत आहे. परंतु असंसर्गजन्य आजार कुठल्याही एका विशिष्ट घटकामुळे होत नाहीत. असे आजार होण्यासाठी अनेक घटक कारणीभूत ठरतात (multifactorial origin). या आजारांना आपल्यापासून पूर्णपणे दूर ठेवणे शक्य नसते. कारण हे आजार होण्यासाठी कारणीभूत ठरणारे सर्व घटक आपल्या हातात नसतात. अशा घटकांना न बदलता येण्यासारखे घटक (non modifiable factors or fixed factors) म्हटले जाते. अशा घटकांमध्ये अनुवांशिकता (Heredity), वांशिकता (Ethnicity), लिंग (Gender), असे अनेक घटक सामील आहेत. पण असंसर्गजन्य आजार होण्यासाठी कारणीभूत ठरणारे अनेक घटक असेही आहेत की ते बदलता येणे सर्वस्वी आपल्या हातात असते. अशा बदल घडवता येणाऱ्या घटकांना आपण modifiable factors म्हणतो. हे सगळे घटक आपल्या जीवनशैलीशी निगडित असतात. जीवनशैलीत योग्य बदल करून आपण या असंसर्गजन्य आजारांना रोखण्यामध्ये बऱ्याच अंशी यशस्वी ठरू शकतो. आरोग्यदायी आहार, योग्य प्रमाणात व नियमित व्यायाम, व्यसनमुक्ती आणि ताणतणावाचे नियोजन, अशा योग्य वर्तणुकीमुळे हे आजार टाळता येऊ शकतात. या लेखमालेतील पुढील लेखांमध्ये आपण याबाबत सखोल माहिती घेणार आहोत.

– डॉ. स्वाती बापट
swateebapat@gmail.com

आरोग्य आणि आयुर्वेद

आयुर्वेद म्हणजे 'जीवनविज्ञान' असा अर्थ आहे. आयुर्वेदाचे ज्ञान औषध आणि उपचारापुरते मर्यादित नसून ते सामान्य लोकांसाठी, कुटुंबांसाठी, समुदायांसाठी तसेच चिकित्सकांसाठी उत्तम जीवनशैली कशी असावी याचे शिक्षण देते. मानवी उत्क्रांतीच्या इतिहासात, आयुर्वेद आणि स्थानिक आरोग्यपरंपरांनी परस्परांवर प्रभाव टाकला आहे. ते अपेक्षितही असते. आधुनिक काळात, आयुर्वेदावरील जैविक औषधांच्या प्रभावामुळे त्याचे वैद्यकीयीकरण होत आहे. गेल्या शतकात, जैविक औषधांमुळे मनुष्याला सकारात्मक प्रायोगिक प्राणी बनवले आहे. मनुष्यप्राणी अशी व्यक्ती असते, जिचे आकलन वैज्ञानिक पद्धतींनी होऊ शकते आणि वैद्यकीय ज्ञानाद्वारे ती नियंत्रित केली जाऊ शकते असा समज निर्माण करून दिला आहे! वैद्यकीयीकरणाकडे होणारा हा बदल आयुर्वेदाच्या ज्ञानावर, अध्यापनावर आणि अभ्यासावर कसा परिणाम करत आहे हे शोधणे गरजेचे आहे. कारण हे होत असताना मूळ आयुर्वेद हरवून तर जात नाही ना, हा महत्त्वाचा प्रश्न आहे. हे आयुर्वेद शिक्षण देताना, त्यासाठी आखलेल्या धोरणांवर, प्रमाणीकरण, व्यावसायिकीकरण, जैव-वैद्यकीकरण आणि औषधीकरण यासारख्या प्रक्रियांचा प्रभाव आणि योगदान शोधणे महत्त्वाचे आहे. आरोग्य आणि मानवी कल्याण राखण्यासाठी आयुर्वेदाचे प्राचीन ज्ञान आणि सराव वैयक्तिक, सामुदायिक आणि एकूणच आरोग्यसेवा देणाऱ्यांच्या पातळीवर लागू करणे आवश्यक आहे. ते वैद्यकीय व्यवस्थेपुरते मर्यादित राहणार नाही व सर्वंकष जीवनासाठी कसे उपयोगी पडेल ते पाहिले पाहिजे.

आनंद घारे

सर आयझॅक न्यूटन याचे संशोधन - भाग २

न्यूटनने सांगितलेले गतीचे कायदे

कायदा पाळा गतीचा, काळ मागे लागला, थांबला तो संपला। असे विष्णुशास्त्री चिपळुणकरांनी शंभर वर्षांपूर्वी त्यांच्या कवितेत लिहिले होते. माणसाने काळाची पावले ओळखून त्याच्याबरोबर राहायला हवे. काळ कोणासाठी थांबत नाही, तो पुढे जातच असतो आणि त्याच्यासोबत न जाणाऱ्याची फरफट होते अशा अर्थाने त्यांनी जीवनाचे हे तत्त्वज्ञान सांगितले होते. निसर्गामधल्या गतीचा कायदा खरोखरच काटेकोर आहे. कोणतीही गतिमान वस्तू काळाबरोबर पुढे पुढे जातच असते. ती स्वतःहून थांबूही शकत नाही. कोट्यवधी वर्षांपासून चंद्र पृथ्वीभोवती फिरत राहिला आहे आणि पृथ्वी स्वतःभोवती गिरकी घेतघेत सूर्याला प्रदक्षिणा घालत आली आहे. त्यांचे हे भ्रमण इतके अचूक असते की दिवसातले तास, मिनिटे आणि सेकंद आणि दिवसांचे आठवडे, महिने आणि वर्षे वगैरे कालावधी त्यांच्यावरून ठरवले जातात. अत्यंत बलिष्ठ समजले जाणारे गुरू, शुक्र, मंगळ, शनी आदि ग्रहसुद्धा कोट्यवधी वर्षांपासून ठरावीक कक्षांमधून ठराविक वेगाने सूर्याभोवती प्रदक्षिणा घालत राहिले आहेत. ते वाटेत क्षणभर थांबू शकत नाहीत किंवा त्याची कक्षा सोडून किंचितही इकडे तिकडे जाऊ शकत नाहीत.

सर आयझॅक न्यूटन यांनी हे सगळे स्पष्टपणे, ठामपणे आणि धीटपणे सांगितले एवढेच नव्हे तर तत्कालिन शास्त्रज्ञ आणि विद्वज्जनांना ते समजावून आणि पटवून दिले. त्यांनी ते मान्य करून आपल्या शिष्यांना शिकवले आणि पुढे त्याचा जगभर प्रसार होत राहिला. विज्ञान आणि तंत्रज्ञानाचे जगभरातले कोट्यवधी विद्यार्थी आजसुद्धा न्यूटनने सांगितलेल्या गतिविषयक नियमांचा अभ्यास करतात आणि आपल्या कामात त्यांचा उपयोगसुद्धा करतात. कणादऋषींनी लिहिलेले 'वैशेषिक सूत्र' यासारख्या काही प्राचीन भारतीय शास्त्रज्ञांच्या ग्रंथांमध्ये गतिविषयक निरीक्षणे किंवा नियमांचे सूचक उल्लेख सापडतात, पण ते ज्ञान किंवा विज्ञान मध्यंतरी काळाच्या ओघात लुप्त होऊन गेले होते. गुरुशिष्यपरंपरेमधून ते आपल्या काळापर्यंत येऊन पोचले नाही. आता शेकडो वर्षांनंतर त्यांच्या पुरातनकाळातल्या लेखनाचा शोध घेऊन आणि त्यांचे अर्थ लावून ते समजून घेण्याचे प्रयत्न होत आहेत. त्यामधून त्याची माहिती समोर येत आहे ही चांगली गोष्ट आहे. परंतु त्यामुळे न्यूटनने केलेल्या कामाचे मोल कमी होत नाही.

आपल्या आजूबाजूला नेहमी अनेक प्रकारच्या हालचाली चाललेल्या असताना दिसतात. सूर्य, चंद्र आणि चांदण्या आकाशात हळूहळू पूर्वेकडून पश्चिमेकडे सरकत जात असतात, तर जमिनीवर वारे आणि नद्या वाहात असतात आणि आपल्याबरोबर आणखी काही वस्तूंना ओढून नेत असतात. टेकड्या, डोंगर, पर्वत वगैरे अचल गोष्टी कधीच आपली जागा सोडत नाहीत. माणसे आणि पशुपक्षी वगैरे जीव कधी इकडून तिकडे जात असतात, तर कधी ते एका जागी बसलेले असतात. रस्त्यांवरून अनेक प्रकारची वाहने धावत असतात आणि कारखान्यांमध्ये किवा घरोघरी निरनिराळ्या यंत्रांची चाके फिरत असतात. या सर्व गोष्टी निसर्गाच्या काही विशिष्ट नियमांनुसारच घडत असतात. सर आयझॅक न्यूटन यांच्या आधी होऊन गेलेल्या काही शास्त्रज्ञांनीसुद्धा पदार्थांच्या स्थिर आणि गतिमान अवस्था यांचा अभ्यास करून काही निरीक्षणे केली होती आणि त्यावरील आपले विचार मांडले होते. न्यूटनने त्यांचा सखोल आणि पद्धतशीर अभ्यास करून त्यामधून सुसंगत असे निसर्गाचे मूलभूत नियम

शोधून काढले, त्यांची सुसंगत अशी समीकरणे तयार केली, ती गणितामधून सिद्ध केली आणि व्यवस्थित रितीने मांडली. न्यूटन यांनी त्या नियमांचे विवेचन आपल्या Mathematical Principles of Natural Philosophy या नावाच्या पुस्तकात व्यवस्थितपणे मांडले.

न्यूटनचा गुरुत्वाकर्षणाचा नियम जितका प्रसिद्ध आहे तितकेच त्याने सांगितलेले गतिचे तीन नियम प्रसिद्ध आहेत. या अत्यंत महत्त्वाच्या दोन्ही शोधांमध्ये परस्परसंबंध आहेत आणि न्यूटनने ते एकत्रच प्रसिद्ध केले होते. यातले काही नियम आपल्या सामान्यज्ञानाला धरून आहेत, तर काही त्याच्या पलीकडले, पण सहज पटण्यासारखे आहेत.

गतिचा पहिला नियम–

१. कोणतेही बाह्य बल (Force) कार्य करत नसेल, तर प्रत्येक वस्तू स्थिर राहते किंवा स्थिर वेगाने एकाच दिशेने मार्गक्रमण करत राहते.

पदार्थांच्या या गुणधर्माला जडत्व (Inertia) असे म्हणतात. जमिनीवर पडलेल्या एकाद्या दगडाला जोपर्यंत दुसरा कोणी ढकलत नाही, ओढत नाही, धक्का देत नाही किंवा उचलत नाही तोपर्यंत तो तिथेच पडून राहतो हे सर्वांनाच अनुभवामधून माहीत असते. त्यामुळे या नियमातला पहिला भाग हे एक सामान्य निरीक्षण आहे. धनुष्यामधून सोडलेला वेगवान बाण किंवा बंदुकीतून निघालेली गोळी एकाच वेगाने सरळ रेषेत पुढे पुढे जात राहते आणि आपल्या लक्ष्याचा वेध घेते असेच सर्वसाधारणपणे दिसते. परंतु वेगाने पुढे जात असलेल्या वस्तूचा वेग हळूहळू कमी होत अखेर ती वस्तू आपल्या आपण थांबते किंवा ती कधी कधी आपली दिशा बदलत असते, असे होतानाही आपल्याला दिसते. उदाहरणार्थ, चेंडूला हळूच जमिनीसरपट टोलवले तर तो काही अंतरावर जाऊन थांबतो आणि हवेत वर उडवला तरी तो वळत वळत खाली जमिनीवर येऊन पडतो. इथे जमिनीवरून सरपटत जाणाऱ्या चेंडूचे जमिनीशी होत असलेले घर्षण त्याच्या गतीला विरोध करून त्याचा वेग कमी करत असते. यामुळे तो वेग कमी होत होत शून्यावर आला की तो चेंडू तिथेच थांबतो. हवेत उडवलेल्या चेंडूचेसुद्धा हवेशी थोडेसे घर्षण होत असते, तसेच पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणामुळे तो चेंडू खाली खेचला जात असतो. त्यामुळे वर किंवा समोर जाता जाता तो चेंडू खालच्या बाजूने वळत जातो आणि आपल्याला त्याचा मार्ग वक्राकार होताना दिसतो. अशा प्रकारे या दोन्ही उदाहरणांमध्ये त्या चेंडूवर बाह्य बलाचा प्रभाव होत असतो. हे बाह्य बल नसते तर बॅट्समनने मारलेला प्रत्येक जमिनीलगतचा फटका न्यूटनच्या पहिल्या नियमाप्रमाणे वाटेत कुठेही न थांबता सीमारेषेच्या पार गेला असता आणि हवेत उडवलेला चेंडू तर आभाळात उंच उंच उडून पार अदृश्य होऊन गेला असता. झाडावरले सफरचंद आपली जागा सोडून खाली का येते याचा बोधही गतीच्या या नियमामुळे होतो.

२. गतीचा दुसरा नियम–

गतिमान वस्तूवरील बाह्य बलाच्या प्रमाणात त्याच्या वेगामध्ये त्या बलाच्या दिशेने बदल होतो.

हा नियम समीकरणाच्या किंवा सूत्राच्या स्वरूपात असा आहे : बल = वस्तुमान x त्वरण. वस्तूवर कार्य करत असणाऱ्या बलांची सदिश बेरीज ही त्या वस्तूचे वस्तुमान आणि तिचे त्वरण यांच्या गुणाकाराइतकी असते. सोप्या भाषेत सांगायचे झाल्यास एखाद्या वस्तूला जास्त जोर लावून ढकलले तर ती वस्तू अधिक वेग घेते आणि कमी जोर लावला तर कमी, तसेच लावलेला जोर समान असला तर जास्त जड वस्तू कमी वेग घेते आणि तुलनेने हलकी असली तर जास्त. हे नैसर्गिकच आहे, नाही का?

गतिमान वस्तूला तिच्या गतीच्या दिशेनेच कोणी ढकलले किंवा ओढले तर त्या प्रमाणात तिचा वेग वाढत जातो. उदाहरणार्थ, उंचावरून खाली पडत असलेल्या वस्तूला पृथ्वीचे गुरुत्वाकर्षण सतत खाली ओढत असते. त्यामुळे तिचा खाली पडण्याचा वेग वाढत जातो, उलट दिशेने जोर लावला तर तिचा वेग कमी होत जातो. जसा जमिनीवरून सरपटत पुढे जाणारा चेंडू घर्षणामुळे हळूहळू होत थांबतो. वरच्या दिशेने फटकारलेल्या चेंडूचा वर जाण्याचा वेग पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणामुळे कमी होत होत शून्यावर येतो आणि त्यानंतर तो चेंडू खाली यायला लागतो. चंद्रावरील पृथ्वीचे गुरुत्वाकर्षण त्याची दिशा सतत बदलत ठेवते आणि त्याला पृथ्वीभोवती फिरवत ठेवते म्हणजेच तिसऱ्याच दिशेने जोर लावला तर ती वस्तू त्या दिशेने वळते. या नियमाचाही गुरुत्वाकर्षणाच्या नियमाच्या शोधात उपयोग झाला होता.

३. गतीचा तिसरा नियम–

प्रत्येक क्रियेला तितकीच पण विरुद्ध दिशेने प्रतिक्रिया असते. किंवा एक वस्तू दुसऱ्या वस्तूवर बल लावते, त्याच वेळी, दुसरी वस्तूदेखील पहिल्या वस्तूवर उलट दिशेने तितकेच बल लावते. एक वस्तू दुसऱ्या वस्तूला जेवढ्या जोराने ढकलते किंवा ओढते तितक्याच जोराने ती दुसरी वस्तू पहिल्या वस्तूला विरुद्ध दिशेने ढकलते किंवा ओढते. आपण चालताना जमिनीला पायाने मागे ढकलतो त्याची प्रतिक्रिया

म्हणून ती जमीन आपल्याला तितक्याच जोराने पुढे ढकलते म्हणून आपण पुढे चालत जातो. आपण उभे राहून भिंतीवर हाताने दाब दिला तर ती भिंत आपल्या हाताला विरुद्ध दिशेने दाबते. त्या वेळी पायाखालची जमीन फार निसरडी असली तर त्यामुळे आपला पाय घसरून आपण मागे सरकतो. ज्याप्रमाणे पृथ्वी चंद्राला आपल्याकडे ओढत असते त्याचप्रमाणे चंद्रसुद्धा पृथ्वीला आकर्षित करत असतो. चंद्र आणि सूर्य यांच्या या गुरुत्वाकर्षणामुळे समुद्राला भरती आणि ओहोटी येते. थोडक्यात म्हणजे या जगात एकटे बल असतच नाही. सगळी बले परस्परविरुद्ध दिशेने लावलेल्या बलांच्या जोडीच्या रूपात असतात. गुरुत्वाकर्षण हे दोन पदार्थांमधले परस्परांना एकमेकांकडे ओढणे असते हे या नियमाला धरूनच आहे.

भोवरे किंवा चक्रे स्वतःभोवती गोल गोल फिरत असतात. चंद्र पृथ्वीभोवती आणि ग्रह सूर्याभोवती प्रदक्षिणा घालत असतात. याला वृत्तीय गती (Circular Motion) असे म्हणतात. न्यूटनने सरळ रेषेमधील गतीप्रमाणेच वृत्तीय गतीचाही अभ्यास करून हे तिन्ही नियम तिलासुद्धा कसे लागू पडतात हे दाखवून दिले. सरळ रेषेमधून पुढे जाणारी वस्तू काही फूट किंवा मीटर पुढे जाते, पण गोल फिरणारी वस्तू अंशांमध्ये पुढे जाते. ३६० अंशांचे एक पूर्ण वर्तुळ बनते आणि पुढच्या आवर्तनाची सुरुवात करते. ज्याप्रमाणे बलाचा रेषीय गतीशी (Linear Motion) संबंध असतो त्याचप्रमाणे आघुर्णाचा (Torque) वृत्तीय गतीशी (Circular Motion) असतो.. वर्तुळाच्या केंद्रबिंदूच्या दिशेने असलेल्या अभिकेंद्री बलाच्या प्रभावामुळे (Centripetal Force) त्या वस्तूला वृत्तीय गती मिळते आणि त्याची प्रतिक्रिया म्हणून त्या वस्तूला केंद्रापासून दूर नेऊ पाहणारे अपकेंद्री बल (Centrifugal Force) तयार होते. मेरी गो राउंडमध्ये आपल्याला त्याचा अनुभव येतो.

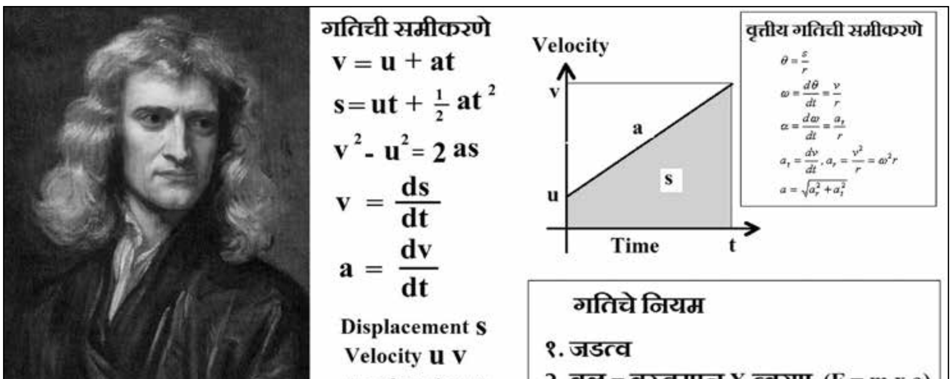
न्यूटनचे हे तीन नियम इतके प्रसिद्ध झाले की विज्ञानाशिवाय इतर साहित्यातसुद्धा त्याची उदाहरणे दिली जातात. आळशी ठोंब्याला कोणी हलवल्याशिवाय तो जागचा हलणार नाही किंवा सतत काम करत राहणाऱ्याला दुसऱ्या कुणीतरी थांबवावे लागते. (नियम १). अधिक जोर लावला तर कामे लवकर होतात आणि ढील दिला तर ती सुस्त गतीने होतात. (नियम २). ठोशाला ठोसा, जशास तसे (नियम ३).

या तीन नियमांबरोबरच न्यूटनने विस्थापन (Displacement), वेग (Velocity) आणि त्वरण (Acceleration) यांचेमधील संबंधाविषयीची तीन समीकरणे सांगितली. न्यूटनने सरळ रेषेमधील गतीप्रमाणेच वृत्तीय गतीचाही अभ्यास करून त्याविषयीची समीकरणे मांडली. त्यात रेषीय संज्ञांच्या ऐवजी वृत्तीय संज्ञा असतात एवढेच. ही मुख्य समीकरणे वरील चित्रात दिली आहेत.

हे नियम आणि ही समीकरणे यांच्यापासून स्थितीगतिशास्त्र (Mechanics) ही विज्ञानाची एक नवीन शाखा आणि स्थितिशास्त्र (Statics), गतिकी (Dynamics), शुद्धगतिकी (Kinematics), अनाधुनिक स्थितीगतिशास्त्र (Classical Mechanics) आदी त्याच्या उपशाखा निर्माण झाल्या आणि इंजिनीयरिंगमधील अनेक गणिते सोडवता येणे शक्य झाले. विज्ञान आणि गणितशास्त्र यांच्यामधले संबंध त्यापुढे घट्ट होत गेले. यामधून जगातील औद्योगिक क्रांतीला चालना मिळाली.

३. आयझॅक न्यूटनचे इतर संशोधन

न्यूटनचे शोध म्हणजे फक्त गुरुत्वाकर्षण आणि ॲक्शन-रिॲक्शन असे काही लोकांना वाटत असेल. त्यांना असलेली न्यूटनची माहिती सफरचंद किंवा इतरही गोष्टींचे पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणामुळे जमिनीवर पडणे



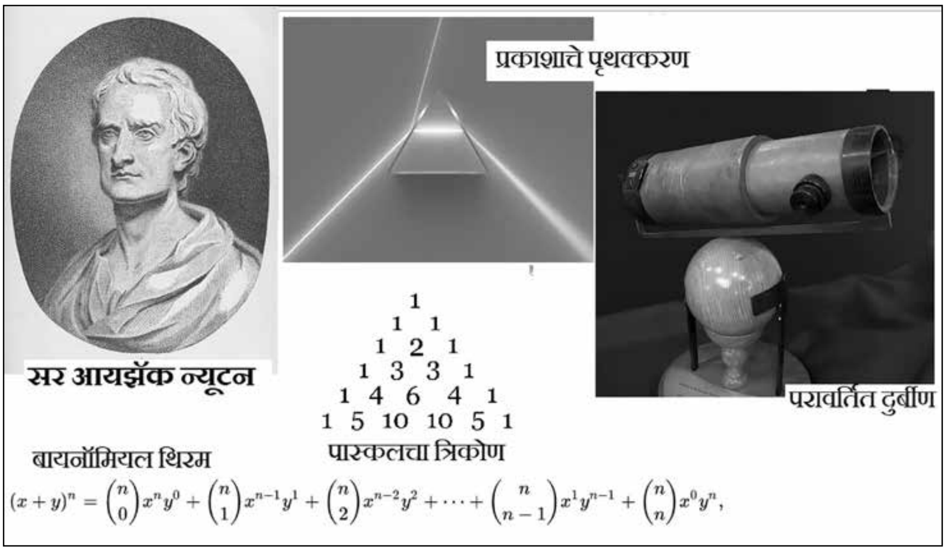
सर आयझॅक न्यूटन (१६४३- १७२७)

इथपर्यंतच मर्यादित असते. सूर्य, चंद्र, गुरू, मंगळ, शनी या सगळ्यांना पृथ्वी तिच्याकडे खेचत असते आणि ते सर्व गोल पृथ्वीला तसेच एकमेकांना स्वतःकडे ओढत असतात हे बहुतेकांच्या गावी नसते. गुरुत्वाकर्षण आणि गतीचे नियम या दोन संशोधनांमुळे न्यूटनने विज्ञानाच्या विकासाला चालना दिल्यामुळे त्याला खूप उंचीवर नेऊन ठेवले असले तरी न्यूटनने केलेले इतर विषयांमधील, विशेषतः गणितातील संशोधनसुद्धा अत्यंत महत्त्वाचे आहे.

गणित हा विषय न्यूटनच्या अत्यंत आवडीचा होता. त्याने या विषयाला वाहून घेऊन त्याच्या निरनिराळ्या शाखांमध्ये प्रावीण्य मिळवलेच, त्यातल्या प्रत्येक शाखेत त्याने नवी भर टाकली. त्याच्या आधी होऊन गेलेल्या पास्कल आदी शास्त्रज्ञांनी मांडलेल्या विचारांच्या आधाराने त्याने सर्वंकष स्वरूपातला बायनॉमियल थियरम मांडला. क्ष अधिक य अशा दोन संख्यांच्या बेरजेचा वर्ग, घन इत्यादी कितीही घातांकाचे मूल्य या सूत्राचा उपयोग करून काढता येते. त्यातली एक संख्या मोठी म्हणजे १००० यासारखी असली आणि त्यात १, २ किंवा ३ अशी एकादी लहान संख्या मिळवली तर १००१, १००२, १००३ अशी बेरीज येईल. त्या बेरजेचा वर्ग किंवा घन केला तर तो १००० या संख्येच्या वर्ग किंवा घनाहून किती प्रमाणात मोठा असतो अशा प्रकारची बरीच आकडेमोड करून त्यातून त्याने निश्चित असे निष्कर्ष काढले. एखाद्या चौरसाची किंवा चौकोनी ठोकळ्याची एक बाजू किंचित म्हणजे १ किंवा २ सहस्रांशपट इतकी वाढवली तर त्या चौरसाचे क्षेत्रफळ किंवा ठोकळ्याचे घनफळ किती सहस्रांशपट वाढेल अशा प्रकारच्या गणितात त्याचा उपयोग होतो. न्यूटनने याला वाढीचे शास्त्र असे नाव दिले होते. त्या अभ्यासामधूनच पुढे कॅल्क्युलस या गणिताच्या नव्या शाखेचा उदय झाला.

न्यूटनच्या आधी होऊन गेलेल्या कोपरनिकस, गॅलिलिओ आणि केपलर या शास्त्रज्ञांनी सूर्य आणि ग्रह यांच्या आकाशात दिसणाऱ्या भ्रमणाचे सूक्ष्म निरीक्षण करून खगोलशास्त्राचा भरपूर अभ्यास केला होता, त्यावरून खूप माहिती गोळा करून ठेवली होती, त्याच्या आधाराने सूर्यमालिकेची कल्पना मांडली होती. केपलरने तर ग्रहांच्या सूर्याभोवती होणाऱ्या परिभ्रमणाविषयी काही महत्त्वाचे नियम सांगितले होते. न्यूटनने त्यांचा सखोल अभ्यास केला, गुरुत्वाकर्षणाच्या सिद्धांताची जोड देऊन ते नियम गणितामधून सिद्ध केले आणि विश्वाच्या केंद्रस्थानी पृथ्वी नसून पृथ्वीसहित सारे ग्रहच सूर्याभोवती फिरतात या त्यांनी मांडलेल्या सिद्धांतांवर पक्के शिक्कामोर्तब करून त्यावर कायमचा पडदा पाडला. पाश्चिमात्य देशातल्या सर्व विद्वानांनी ते मान्य केले. गुरुत्वाकर्षण आणि गतिविषयक नियम यांवर न्यूटनने केलेल्या संशोधनाची माहिती आपण पाहिली. त्याने या व्यतिरिक्त विज्ञानाच्या इतर शाखांमध्येसुद्धा आपला ठसा उमटवला होता.

प्रकाशिकी (ऑप्टिक्स) या विषयावर न्यूटनने भरपूर संशोधन केले. पांढऱ्याशुभ्र सूर्यप्रकाशात सात रंग असतात आणि प्रिझममधून तो प्रकाश आरपार जातो तेव्हा अपवर्तनामुळे (रिफ्रॅक्शन) ते रंग वेगळे होतात इतकेच नव्हे तर त्यांना एका भिंगामधून पुन्हा एकत्र आणून पांढरा प्रकाश निर्माण करता येतो हे त्याने प्रयोगामधून दाखवून दिले. भिंगांमधून प्रकाशकिरण जात असताना अपवर्तन होते ते टाळण्यासाठी त्याने परावर्तनी दुर्बिण (रिफ्लेक्टिव्ह टेलिस्कोप)



तयार केली आणि त्यामधून आकाशातल्या ताऱ्यांचे अधिक चांगल्या प्रकारे स्वच्छ निरीक्षण केले. न्यूटनने एका अंधाराने भरलेल्या खोलीत निरनिराळ्या रंगीत वस्तू ठेवून त्यांच्यावर निरनिराळ्या रंगांचे प्रकाशझोत टाकले आणि त्या प्रकाशात त्या कशा वेगळ्या दिसतात हे पाहून असा निष्कर्ष काढला की रंगीत वस्तू विशिष्ट रंगाचे प्रकाशकिरण जास्त प्रमाणात परावर्तित करत असतात. तो पदार्थ आणि त्यावर पडणारे प्रकाशकिरण या दोन्हींच्या संयोगाने त्याचा रंग ठरतो. याला न्यूटनचा रंगाचा सिद्धांत असे म्हणतात. अतिसूक्ष्म अशा कणिकांपासून (कॉर्पसल्स) प्रकाशकिरण तयार होतात असे न्यूटनने सांगितले होते. त्या तत्त्वानुसार प्रकाशाचे परावर्तन आणि अपवर्तन या दोन्ही गुणांचे स्पष्टीकरण देता येत होते. पुढील काळात प्रकाशाच्या लहरी असतात हे सिद्ध करण्यात आले आणि क्वॉंटम थिअरीनुसार तो एकाच वेळी लहरी आणि कणिका अशा दोन्ही स्वरूपात असतो असेही सांगितले गेले.

प्रकाश हे जसे ऊर्जेचे एक रूप आहे त्याचप्रमाणे उष्णता हे दुसरे एक रूप आहे. न्यूटनने यावरसुद्धा संशोधन केले. अत्यंत तापलेला पदार्थ अधिक वेगाने निवतो पण कोमट पदार्थ हळूहळू थंड होतो या निसर्गाच्या नियमाचे पद्धतशीर संशोधन करून न्यूटनने तो एका समीकरणाच्या स्वरूपात असा मांडला. वस्तूचे तापमान बदलण्याचा वेग त्या वस्तूचे तापमान आणि सभोवतालच्या वातावरणाचे तापमान यांच्यामधील फरकाच्या समप्रमाणात असतो. बर्फासारखे थंडगार पाणी किंवा उकळते पाणी भांड्यांमध्ये भरून ठेवले तर ते किती वेळात सामान्य तापमानावर येऊन पोचेल याचे गणित या नियमानुसार करता येते.

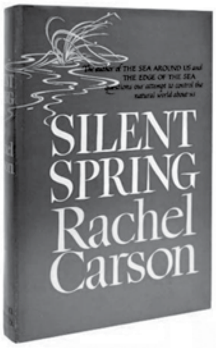
पृथ्वीचा आकार सपाट नसून गोलाकार आहे हे न्यूटनच्या आधीच्या काळातच सर्वमान्य झालेले होते. परंतु तो चेंडूसारखा नसून त्याचा विषुववृत्ताजवळचा मध्यभाग फुगीर आहे आणि दोन्ही ध्रुवांकडचा भाग चपटा आहे असे न्यूटनने सांगितले. अशा प्रकारचे अनेक विचार किंवा शोध त्याने जगाला दिले.

न्यूटनच्या जीवनकालातच इंग्लंडमध्ये काही राजकीय उलथापालथी झाल्या होत्या पण त्याच्या संशोधनाला त्याची प्रत्यक्ष झळ लागली नाही. त्याच कालावधीत इंग्लंडमध्ये तसेच जर्मनीसारख्या पाश्चात्त्य देशांमध्येसुद्धा इतर अनेक शास्त्रज्ञ गणित आणि भौतिकशास्त्रावर संशोधन करत होते. त्यामुळे न्यूटनने लावलेल्या काही शोधांवर आणखी काही शास्त्रज्ञांनी ते लावले असल्याचा दावा केला आणि त्यावर वादविवाद होत राहिले. त्या काळातली संपर्कसाधने आजच्यासारखी वेगवान नसल्यामुळे प्रकाशित झालेल्या पुस्तकांशिवाय इतर काही मार्ग नव्हते. ती पुस्तकेसुद्धा लॅटिनसारख्या सामान्य लोकांना अगम्य भाषेत असायची आणि ती सहजासहजी उपलब्ध होण्यासारखी नव्हती. कोणत्या शास्त्रज्ञाने कोणत्या काळात नेमके काय लिहून ठेवले आणि त्याने ते स्वतंत्रपणे सांगितले की दुसऱ्याने लिहिलेले वाचून सांगितले हे ठरवणे कठीणच असते आणि नंतरच्या काळात त्यामुळे काही फरक पडत नाही. कोणाच्या का प्रयत्नाने होईना, विज्ञानामध्ये भर पडत गेली हे महत्त्वाचे आहे. न्यूटनच्या संशोधनांचा एकंदर आवाका पाहता त्याने त्यात प्रमुख भाग घेतला असणार असे वाटते.

न्यूटनची अनेक महत्त्वाच्या पदांवर नेमणूक करण्यात आली होती. शास्त्रीय संशोधनासाठी काम करणाऱ्या रॉयल सोसायटीवर तर त्याने अनेक पदे भूषवली. सरकारी टांकसाळीसारख्या जागासुद्धा सांभाळल्या आणि त्या काळात तयार करण्यात आलेल्या नाण्यांची गुणवत्ता सुधारली. त्याने सार्वजनिक क्षेत्रात अनेक मानाची स्थाने भूषवली, त्यात खासदारपदसुद्धा होते. तो मनाने धार्मिक प्रवृत्तीचा होता आणि त्याने धर्मगुरूंना प्रत्यक्ष दुखावले नाही. एवढेच नव्हे तर त्याचा अतींद्रिय अद्भुत शक्ती किंवा चमत्कार यांच्यावरसुद्धा विश्वास होता आणि त्याने बराच काळ कृत्रिमरीत्या सोने तयार करणाऱ्या परिसाचा शोध घेण्यातही घालवला होता. त्या प्रयत्नात त्याने रसायनशास्त्रातसुद्धा काम केले होते. तीनशे वर्षांपूर्वीच्या काळात हे अनपेक्षित नव्हते. प्रत्येक क्रियेमागे काहीतरी ठोस शास्त्रीय कारण असायलाच हवे असा आग्रह त्या काळात धरला जात नसावा.

थोडक्यात सांगायचे झाल्यास सर आयझॅक न्यूटन हे एक बुद्धिमान, अभ्यासू, कष्टाळू आणि कल्पक असे संशोधक होऊन गेले. गणित, भौतिकशास्त्र आणि खगोलशास्त्र या विषयांमध्ये त्यांनी मौलिक शोध लावले. प्रायोगिक आणि सैद्धांतिक अशा विज्ञानाच्या दोन्ही बाजू त्यांनी उत्तम सांभाळल्याच, आपले संशोधन अत्यंत व्यवस्थितपणे सादर करून त्याला विद्वानांकडून मान्यता मिळवली. बुद्धिमत्तेच्या बाबतीत काही लोकांना न्यूटनपेक्षा आइन्स्टाइन उजवे वाटतात, पण ज्यांच्या शास्त्रीय संशोधनामुळे विज्ञानाच्या प्रगतीला प्रचंड वेग मिळाला आणि त्यामुळे जगाच्या इतिहासावर किंवा मानवजातीच्या जीवनावर परिणाम करणारी औद्योगिक क्रांती सुरू झाली, अशा वैज्ञानिकांमध्ये न्यूटनचाच पहिला क्रमांक लागतो.

– आनंद घारे
abghare@yahoo.com



मुलांनी काय वाचावे?

शरद काळे

सायलेंट स्प्रिंग - रॅचेल कार्सन

सायलेंट स्प्रिंग ही रॅचेल कार्सन यांनी सन १९६२मध्ये लिहिलेली आणि प्रकाशित केलेली पर्यावरणीय विज्ञान कादंबरी आहे. ही कादंबरी काल्पनिक नसून सत्य घटनांवर आधारित आहे. त्यासाठी लेखिकेने शास्त्रीय पुरावे दिले आहेत. दुसऱ्या महायुद्धानंतर कृत्रिम कीटकनाशकांच्या शोधामुळे शेतीक्षेत्रात क्रांती झाली खरी, पण रॅचेल कार्सन यांच्या संवेदनशील शास्त्रज्ञाच्या मनात कुठेतरी पाल चुकचुकत होती. जीवसृष्टीवर कीटकनाशकांचे वाईट परिणाम होतील असा त्यांचा अंदाज होता. आपल्या कादंबरीतून त्यांनी तो शास्त्रीय पुराव्यासह वाचकांसमोर ठेवला. थोड्याच दिवसात ही कादंबरी खूपच लोकप्रिय झाली व तत्कालीन वर्षांमध्ये सर्वात अधिक विकली जाणारी ठरली. आधुनिक पर्यावरणीय चळवळ सुरू करण्याचे श्रेय अनेकदा या कादंबरीला दिले जाते. रॅचेल कार्सन ह्या एक सागरी जीवशास्त्रज्ञ आणि निसर्ग संरक्षक होत्या. पर्यावरणावर कीटकनाशकांच्या पडणाऱ्या प्रभावाबद्दल त्या खूप चिंतित होत्या. सन १९५० आणि १९६०च्या दशकांमध्ये कृत्रिम रासायनिक कीटकनाशकांचा जागतिक स्तरावर व्यापक वापर वाढू लागला होता. विशेषत: डी.डी.टी. (डायक्लोरो डायफेनिल टेट्राक्लोरोइथेन) हे अतिशय परिणामकारक असलेले कीटकनाशक शेतीमधील महत्त्वाच्या पिकांवरील कीड नियंत्रण आणि मलेरियासारख्या घातक असलेल्या रोगाच्या नियंत्रणासाठी वरदान असल्याचे मानले जात होते. भारतासारख्या विकसनशील राष्ट्रांमध्ये त्यावेळी अन्नाचा प्रचंड तुटवडा जाणवत होता. प्रचंड लोकसंख्या आणि उपलब्ध अन्न यांचे प्रमाण कमालीचे व्यस्त होते. शेती उत्पादनातील कीटकांमुळे होणारे नुकसान कमी करण्याची आत्यंतिक आवश्यकता त्यावेळी होती. कीटकनाशकांचा आणि खतांचा वापर व नवीन सुधारीत वाणे यामुळे भारतीय शेतकऱ्यांनी हरित क्रांती करून दाखवली.

तथापि त्यानंतरच्या संशोधनातून काही असे वैज्ञानिक पुरावे मिळाले की त्यातून या रसायनांचे गंभीर पर्यावरणीय आणि आरोग्यावर होणारे परिणाम सिद्ध होत होते. सायलेंट स्प्रिंग कादंबरीची सुरुवात एका शहराविषयीच्या दंतकथेने होते. त्या शहरातील सर्व पशुपक्षी व जलचर जीवन नाल्यातील माशांपासून ते झाडांवरील पक्ष्यांपर्यंत - कीटकनाशकांच्या वापराच्या घातक परिणामांमुळे शांत झाले आहे. हे वर्णन पुस्तकाच्या पुढील भागासाठी मार्ग निश्चित करते. वन्यजीव, वनस्पती आणि मानवांवर अनियंत्रित कीटकनाशकांच्या वापराच्या प्रतिकूल परिणामांच्या पद्धतशीरपणे नोंदी यात मांडण्यात आल्या आहेत.

१. निसर्गाचा समतोल : कार्सनने असा युक्तिवाद केला की निसर्गाचे स्वतःचे नियंत्रण आणि संतुलन आहे आणि रसायनांच्या वापरामुळे हे संतुलन बिघडते.

२. रासायनिक प्रदूषण : कीटकनाशके माती, पाणी आणि हवा कशी दूषित करतात, अन्नसाखळीत साचतात यावर विस्तृत विवेचन केले आहे.

३. मानवी आरोग्य धोके : लेखिका मानवी आरोग्यासाठी संभाव्य आणि वास्तव धोके अधोरेखित करते, या रसायनांच्या संपर्कातून कर्करोग व इतर रोग कसे निर्माण होऊ शकतील याचेही विवेचन त्यांनी केले आहे. एखादा पर्यावरणीय पदार्थ कर्कजन्य आहे का, येणाऱ्या पिढ्यांसाठी घातक परिणाम निर्माण करणारा आहे का, या विषयी त्यांनी शास्त्रीय चर्चेची द्वारे उघडली आहेत.

४. रसायनांचे पर्याय : लेखिकेने कीटकनाशकांच्या घातक परिणामांची फक्त चर्चा केली असे नसून जैविक कीड

नियंत्रण पद्धती आणि इतर शाश्वत कृषी पद्धतींच्या पर्यायांचीही चर्चा या कादंबरीत केली आहे.

सायलेंट स्प्रिंग या कादंबरीने प्रसिद्ध झाल्याबरोबर फार मोठा जनक्षोभ निर्माण केला आणि अमेरिकेत धोरणात्मक बदल घडवून आणले. या पुस्तकामुळे कृषी वापरासाठी डी.डी.टी.वर प्रथम अमेरिकेत देशव्यापी बंदी घालण्यात आली. सन १९७० मध्ये अमेरिकन पर्यावरण संरक्षण एजन्सीच्या (ईपीए) निर्मितीला चालना या कादंबरीमुळेच मिळाली. ही फार महत्त्वाची घटना होती. कार्सनच्या कार्याने त्यानंतरच्या पर्यावरणीय कायदे आणि नियमांवर देखील प्रभाव टाकला, ज्यात हवा, पाणी आणि धोक्यात असलेल्या प्रजातींच्या संरक्षणावर लक्ष केंद्रित केले. या कादंबरीचे वाचकवर्गात जोरदार स्वागत होत असतांना, विशेषत: रासायनिक उद्योग आणि कृषी क्षेत्रातील काही लोकांकडून लेखिकेला टीकेचा भडिमार सहन करावा लागला. ते अपेक्षितही होते, कारण त्यांच्या अस्मितेला धक्का लागला होता व पोटावरही पाय येण्याची शक्यता निर्माण झाली होती. टीकाकारांनी असा युक्तिवाद केला की कार्सन यांनी कीटकनाशकांची फक्त काळीच बाजू रंगवली आणि रोग नियंत्रण आणि अन्न उत्पादनासाठी त्यांचे जे फायदे होते, त्याकडे संपूर्ण दुर्लक्ष केले. पण ह्या टीकेचा फारसा उपयोग झाला नाही. त्यांचे सखोल संशोधन आणि आकर्षक लेखन लोकमत आणि धोरण निर्मात्यांना प्रभावित करण्यात यशस्वी झाले.

सायलेंट स्प्रिंग मधील रॅचेल कार्सन यांचे लेखन वैज्ञानिक असले तरी काव्यात्मकदेखील आहे. त्यांचे युक्तिवाद सहजसुलभ असून सामान्य वाचकांसाठी भावनिकदृष्ट्या ते आकर्षक बनावे म्हणून त्यांनी रुक्ष असलेली वैज्ञानिक माहिती (डेटा) लालित्यपूर्ण गद्यात देण्याची दक्षता घेतली आहे. कीटकनाशकांच्या पर्यावरणीय प्रभावांचे दस्तऐवजीकरण करण्याचा त्यांचा प्रयत्न वाखाणण्याजोगा आहे. त्यात त्यांची नैतिक जबाबदारीची भावना त्यांनी ठिकठिकाणी व्यक्तही केली आहे. त्यामुळे ही कादंबरी पर्यावरण साहित्यातील प्रभावशाली ठरली आहे.

ही कादंबरी अनेक प्रकरणांमध्ये मांडण्यात आली आहे. प्रत्येक प्रकरण कीटकनाशकांच्या वापरातील विविध पैलू आणि त्याचे परिणाम हाताळते. काही प्रमुख प्रकरणांमध्ये खालील मुद्दे प्रभावीपणे मांडण्यात त्या यशस्वी झाल्या आहेत.

१. पहिल्याच प्रकरणात त्यांनी एक काल्पनिक शहर सादर केले आहे. कीटकनाशकांनी त्या शहरातील सर्व जीवन नष्ट केले आहे, आणि नैराश्याने ग्रासलेली वातावरणनिर्मिती केली आहे. अनियंत्रित रासायनिक वापराच्या संभाव्य परिणामांचे वर्णन त्यांनी या प्रकरणात केले आहे.
२. एका प्रकरणात लेखिकेने निसर्गाच्या सहनशक्तीच्या मर्यादा स्पष्ट केल्या आहेत. त्या करत असतांना त्यांनी पर्यावरणाचे संरक्षण करण्यासाठी मानवाने आपल्या जबाबदाऱ्या ओळखण्याची किती गरज आहे यावर चर्चा केली आहे.
३. मृत्यूचे अमृत या प्रकरणामध्ये कीटकनाशकांचे रासायनिक गुणधर्म, विशेषत: डी.डी.टी. आणि त्यांचे सजीवांवर होणारे विषारी प्रभाव तपशीलवार दिले आहेत.
४. पृष्ठभागावरील पाणी आणि भूगर्भातील समुद्र यांची चर्चा करतांना, कीटकनाशके पाण्याची प्रणाली कशी दूषित करतात, त्यामुळे जलचर आणि मानवी पाणीपुरवठा या दोन्हींवर कसा परिणाम होऊ शकतो यावर कार्सन स्पष्ट विवेचन करतात.
५. ह्या कादंबरीत मातीच्या आरोग्यावर कीटकनाशकांचा प्रभाव आणि सुपीक आणि उत्पादक जमिनीसाठी आवश्यक असलेल्या सूक्ष्मजीवांवर प्रकाश टाकला आहे.
६. पृथ्वीवरील हिरव्या आवरणाचे महत्व सांगणारे एक प्रकरण यात असून, त्यात सजीवांच्या विविध प्रजाती आणि परिसंस्थांच्या परस्परसंबंधांवर जोर देऊन, व्यापक पर्यावरणीय प्रभावांचा समावेश केलेला आहे.
७. कीटकनाशकांचा अनावश्यक कहर: कार्सन कीटकनाशकांच्या वापरामुळे जास्त प्रभावित झालेल्या क्षेत्रांचा अभ्यास सादर करतात, व त्यात होणाऱ्या संभाव्य नुकसानीचे अंदाज व्यक्त करतात.

रॅचेल कार्सन यांनी या कादंबरीत सखोलपणे कीटकनाशकांच्या विविध हानिकारक प्रभावांचे दस्तऐवजीकरण केले आहे. त्यासाठी आवश्यक ते वैज्ञानिक पुरावे आणि उदाहरणे सादर करून त्यांनी या रसायनांमुळे वन्यजीव, मानवी आरोग्य आणि व्यापक पर्यावरणाला जो गंभीर धोका निर्माण होण्याची शक्यता आहे, त्यावर विस्तृत चर्चा केली आहे. जैवसंचय आणि बायोमॅग्निफिकेशन म्हणजे कीटकनाशके व त्यांचे अंश सजीवांच्या ऊतींमध्ये कसे जमा होतात आणि अन्नसाखळीत पुढे जाताना ते कसे अधिक संचयित होत राहातात यावर भाष्य केले आहे. त्यांचा मानवांसह अन्नसाखळीतील इतर घटकांवर कसा प्रतिकूल परिणाम होतो ह्यावरही त्यांनी प्रकाश टाकण्याचा प्रयत्न केला आहे. रॅचेल कार्सन यांनी पर्यावरणातील अनेक कीटकनाशकांचे अंश कसे टिकून राहतात हे अधोरेखित केले आहे. हे कीटकनाशकांचे

अंश फक्त दीर्घकाळ टिकून राहतात असे नाही तर ते सक्रियही राहतात आणि त्यांच्या सुरुवातीच्या वापरापेक्षा पर्यावरणाचे जास्त नुकसान करत राहतात. काही कीटकनाशके कर्कजन्य नसतात, पण पर्यावरणात त्यांचे जे अंश निर्माण होतात, ते कर्कजन्य असू शकतात. कीटकनाशकांमुळे कर्करोग, पुनरुत्पादक समस्या आणि अनुवांशिक उत्परिवर्तन यासह मानवांमध्ये दीर्घकालीन आरोग्य समस्या निर्माण होण्याच्या संभाव्यतेबद्दल कादंबरीत चिंता व्यक्त करण्यात आलेली आहे. कार्सन यांनी या रसायनांना वापरासाठी मंजूरी देण्यापूर्वी दीर्घकालीन आरोग्यावरील परिणामांसाठी सर्वसमावेशक चाचण्यांच्या अभावावर टीका केली. त्याचा परिणाम म्हणजे नंतर या चाचण्या सक्तीच्या करण्यात आलेल्या आहेत. ह्या कादंबरीचे हे यशच म्हणावे लागेल.

या कादंबरीत रॅचेल कार्सन रासायनिक उद्योगांवर सुरक्षिततेपेक्षा नफ्याला प्राधान्य देण्याच्या प्रवृत्तीवर आणि या पदार्थांचे प्रभावीपणे नियमन करण्यात अपयशी ठरल्याबद्दल सरकारी संस्था या दोघांवर टीका करतात. हितसंबंधांचे संघर्ष आणि अपुरी देखरेख याकडे त्यांनी लक्ष वेधण्याचा प्रयत्न केलेला आहे. त्यामुळे ही धोकादायक रसायने वाढू दिली गेली असा त्यांचा आरोप आहे. यावर पर्याय काय असू शकतात? त्यांनी गंभीर धोक्याचा कंदील दाखवला असला तरी, रॅचेल कार्सन ह्या पूर्णपणे निराशावादी नाहीत. जैविक नियंत्रण (कीटक लोकसंख्येवर नियंत्रण ठेवण्यासाठी नैसर्गिक मित्र कीटक किंवा मित्र रोगजंतू वापरणे) आणि एकात्मिक कीटक व्यवस्थापन (पर्यावरणावर होणारा परिणाम कमी करण्यासाठी अनेक धोरणे एकत्र करणे) यासारख्या पर्यायी कीटक नियंत्रण पद्धतींची त्यांनी योग्य शब्दांमध्ये मांडणी केली आहे. कार्सन यांच्या कादंबरीने शक्तिशाली तंत्रज्ञानाचा परिणाम पूर्णपणे समजून न घेता त्यांचा वापर करण्याच्या नैतिक विचारांवर प्रकाश टाकत नव्या विचारांना चालना दिली आहे. त्यात पर्यावरणीय व्यवस्थापनासाठी सावधगिरीचा दृष्टीकोन आवश्यक आहे यावर जोर देण्यात आला. नवीन तंत्रज्ञानाचा मोठ्या प्रमाणावर अवलंब करण्यापूर्वी संभाव्य जोखमींचा काळजीपूर्वक विचार केला जावा हा विचार आता प्राधान्याने केला जातो, त्याचे बरेचसे श्रेय कार्सनबाईंचे आहे. या कादंबरीच्या प्रकाशनानंतर अनेक दशकांनंतरही, नवीन पर्यावरणीय आव्हाने उभी राहिली आहेत त्यामुळे सायलेंट स्प्रिंग चे महत्व अधोरेखित होते. अधिक पर्यावरणीय जागरूकता आणि जबाबदारीसाठी कार्सन यांनी केलेले आवाहन हवामान बदल, जैवविविधतेचे नुकसान आणि शाश्वत शेती याविषयीच्या चर्चेत महत्वाचे ठरत आहे.

थोडक्यात सांगायचे तर सायलेंट स्प्रिंग ही एक ऐतिहासिक महत्त्वाची शास्त्रीय कादंबरी आहे. मानवी करामती (!) आणि नैसर्गिक जग यांच्यातील नातेसंबंधाकडे पाहाण्याचा समाजाचा दृष्टिकोन या कादंबरीने बदलवला आहे. कार्सनचे आकर्षक युक्तिवाद आणि प्रभावी लेखन यांनी पर्यावरणीय समस्या सार्वजनिक संवेदनशीलतेच्या अग्रभागी आणल्या आणि पर्यावरण संरक्षणासाठी धोरण आणि दृष्टीकोनांमध्ये महत्त्वपूर्ण बदल घडवून आणले. म्हणूनच या कादंबरीचे महत्त्व कालातीत आहे. सर्वांनी वाचायलाच हवी अशी ही कादंबरी आहे.

•

जागतिक पर्यावरणदिन
५ जून २०२४

सन २०२४च्या जागतिक पर्यावरणदिनाचे औचित्य साधून 'आमची जमीन' या विषयाच्या अनुषंगाने जमीन पुनर्संचयित करणे, वाळवंटीकरण आणि दुष्काळावर मात कशी करता येईल, यावर लक्ष केंद्रित केले जाणार आहे. या पर्यावरणदिनाचे घोषवाक्य 'आपली जमीन आपले भविष्य आमची पिढी पुनर्बांधणीस कटिबद्ध आहे' असे असणार आहे. आपणही आपल्या देशात त्यासाठी प्रयत्न करत राहू.

अंकलेशवर येथील भरुच एन्व्हायरमेंटल इन्फ्रास्ट्रक्चर लिमिटेड या विषारी कचऱ्यावर काम करणाऱ्या कंपनीला निसर्गऋण संकल्पनेवर प्रशिक्षित करून जलद सेंद्रिय खत बनवण्याची कृती शिकवताना शरद काळे

उजवीकडून : डॉ. सुथार, मनोज पटेल, शरद काळे, संचालक अशोक पंजवाणी, दलवाडी, अतुल सक्सेना

महाराष्ट्र प्रदूषण नियंत्रण मंडळ

LiFE
Lifestyle for Environment

Scan the QR Code
to know more

moefcc Moefcc moefccgoi moef.gov.in