महाराष्ट्र प्रदूषण नियंत्रण मंडळ

LiFE
Lifestyle for Environment

॥ कचरामुक्त वसुंधरा ॥

मासिक विज्ञानपुस्तिका

विज्ञानधारा

ऑगस्ट २०२४ * मूल्य ५० रु. * पृष्ठे ५२

दिन असे आज स्वातंत्र्याचा

फडके झेंडा देशाचा, दिवस असे हा आनंदाचा
स्वातंत्र्यवीरांच्या स्मरणाचा, नतमस्तक होण्याचा
अनुभवतो स्वातंत्र्य आम्ही, किती ते सहजपणे
बजावतो हक्क आम्ही, किती ते स्वतंत्रपणे
दिन असे हा स्वातंत्र्याचा, दिन असे अभिमानाचा
निष्ठेने संकल्प करण्याचा, देशाचे देणे स्मरण्याचा
फडके झेंडा देशाचा, दिवस असे हा आनंदाचा
स्वातंत्र्यवीरांच्या स्मरणाचा, नतमस्तक होण्याचा
मातीशी नाते जपण्याचा, सीमेचे रक्षण करण्याचा
मातृभूमीचे ऋण स्मरण्याचा, ऋणातून उतराई होण्याचा
दिन असे हा निश्चयाचा, देशाप्रती व्यक्त होण्याचा
शान त्याची वाढविण्याचा, गौरवशाली बनविण्याचा
फडके झेंडा देशाचा, दिवस असे हा आनंदाचा
स्वातंत्र्यवीरांच्या स्मरणाचा, नतमस्तक होण्याचा
ध्यास जीवनी आनंदाचा, स्वातंत्र्य ते जपण्याचा
सजगतेने सावध राहण्याचा, हात धरूनी विज्ञानाचा
पुढे पुढे जात राहाण्याचा, हात धरुनी सर्वांचा
देशाची मान उन्नत ठेवण्याचा, देशाचा मान वाढविण्याचा
फडके झेंडा देशाचा, दिवस असे हा आनंदाचा
स्वातंत्र्यवीरांच्या स्मरणाचा, नतमस्तक होण्याचा

– शरद काळे

'ग्रंथाली'ची मासिक पुस्तिका

विज्ञानधारा

ऑगस्ट २०२४, वर्ष दुसरे
पुस्तिका तिसरी, 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.

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. जान्हवी गांगल / ५
प्लास्टिकच्या प्रदूषणाशी सामना

डॉ. स्वाती बापट / ९
स्थूलपणा व संप्रेरकांचे महत्त्व

आनंद घारे / १३
सेंट्रिफ्युगल पंप

डॉ. शर्वरी कुडतरकर / १७
मोत्यांची शेती

नरेंद्र गोळे / २०
पुरावनस्पतिशास्त्राचे जनक - प्रा. बिरबल साहनी

डॉ. तेजस्विनी देसाई / २७
विज्ञानातील भारतीय तारका

डॉ. जॉन डिसोझा / ३१
जनुकीय उपचार पद्धती (जीनथेरपी)

डॉ. राजेंद्र देवपूरकर / ३६
दूध आणि सूक्ष्मजीवशास्त्र

आनंद घैसास / ३८
दूरचे पाहताना... भाग २

कुसुमसुत / ४१
कार्बनचे अनन्यसाधारण महत्त्व

डॉ. जयंत वसंत जोशी / ४५
गवंडीकामातील विज्ञान आणि तंत्रज्ञान - १

शरद काळे / ४८
टोट्टोचान : द लिटल गर्ल ॲट द विंडो

संपादकीय...

ऑगस्ट २०२४चा 'विज्ञानधारा' अंक वाचकांच्या हाती देताना आनंद होत आहे. या महिन्यात १५ ऑगस्ट रोजी भारतीय स्वातंत्र्यदिन साजरा होतो, विज्ञानावर आधारित विचारांचे स्वातंत्र्य ही समाजाच्या प्रगतीसाठी आणि कल्याणासाठी मूलभूत आवश्यकता आहे. अंधश्रद्धा आणि अवैज्ञानिक विचारांचा अजूनही आपल्या समाजावर पगडा असल्याचे वारंवार जाणवते. एकविसाव्या शतकात हे अजिबात अपेक्षित नाही. स्वातंत्र्य मिळून आपल्याला ७७ वर्षे पूर्ण होत आहेत. वैज्ञानिक विश्व वेगाने धावत आहे. देशातील सर्वसामान्यांना विज्ञानावर आधारित वैचारिक स्वातंत्र्य आपण देऊ शकलो आहोत का, हा महत्त्वाचा प्रश्न आहे. ह्या प्रश्नाला जे अनेक प्रमुख पैलू आहेत, ते असे मांडता येतील:

१. बौद्धिक स्वायत्तता – राजकीय, धार्मिक किंवा व्यावसायिक हितसंबंधांच्या अवाजवी प्रभावाशिवाय संशोधन प्रश्नांचा पाठपुरावा करण्यासाठी आणि गृहितकांची तपासणी करण्याची स्वायत्तता सर्वांना असली पाहिजे. ही स्वायत्तता निःपक्षपाती आणि वस्तुनिष्ठ वैज्ञानिक चौकशीसाठी आवश्यक आहे. ही वैज्ञानिक प्रवृत्ती समाजात रुजली पाहिजे.

२. खुल्या दिलाने विचारमंथन – नवकल्पना, माहिती आणि निष्कर्षांची मुक्त देवाणघेवाण वैज्ञानिक प्रगतीसाठी महत्त्वपूर्ण आहे. मुक्त संप्रेषणामुळे संशोधकांना एकमेकांच्या कार्यावर, परिणामांची पडताळणी करण्यास आणि चौकटीबाहेर जाऊन सहयोग करता येतो. या प्रक्रियेत वैज्ञानिक नियतकालिके, परिसंवाद आणि ऑनलाइन व्यासपीठे महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावतात.

३. सारासार आणि तर्कावर आधारित विज्ञाननिष्ठ विचार–विचारस्वातंत्र्य कसे असावे? सारासार आणि तर्कनिष्ठ विचार सर्वांगीण प्रगतीसाठी आवश्यक असतात. विज्ञानावर आधारित विचारप्रणालीत प्रचलित सिद्धांतांवर प्रश्नचिन्ह उभे करता आले पाहिजे आणि स्थापित मानदंडांना आव्हान देता आले पाहिजे. प्रश्न आणि चाचणी ही प्रक्रिया वैज्ञानिक पद्धतीचा कणा आहे, ज्यामुळे अधिक मजबूत आणि विश्वासार्ह ज्ञान मिळते.

४. नावीन्य आणि तांत्रिक प्रगती – अप्रतिबंधित किंवा मुक्त स्वरूपाच्या वैज्ञानिक शोध, नवकल्पना, वैद्यकीय प्रगतीपासून तांत्रिक नवकल्पनांपर्यंत वैज्ञानिक प्रगतीला चालना देतात. नवीन कल्पना आणि तंत्रज्ञान विकसित करण्याच्या स्वातंत्र्यामुळे जीवनाचा दर्जा सुधारून जागतिक समस्यांचे निराकरण करता येणे शक्य होते..

५. धोरणनिश्चिती आणि निर्णयक्षमता – वैज्ञानिक विचारस्वातंत्र्य सुनिश्चित करते की निर्णय घेताना धोरणकर्त्यांना अचूक आणि विश्वासार्ह माहिती मिळू शकते. हवामानबदल, सार्वजनिक आरोग्य किंवा आर्थिक विकास संबोधित करणे असो, पुराव्यावर आधारित धोरणे समाजासाठी प्रभावी आणि फायदेशीर ठरण्याची अधिक शक्यता असते.

६. नैतिक बाबी – वैज्ञानिक स्वातंत्र्य महत्त्वाचे असले तरी ते नैतिक विचारांसह संतुलित असले पाहिजे. संशोधकांनवर त्यांचे कार्य नैतिकतेने चालवण्याची जबाबदारी आहे, त्यांच्या अभ्यासामुळे व्यक्ती, समुदाय किंवा पर्यावरणाला हानी पोहोचणार नाही याची खात्री करणे. नैतिक मार्गदर्शक तत्त्वे आणि पुनरावलोकन मंडळे वैज्ञानिक संशोधनाच्या संभाव्य गैरवापरापासून संरक्षण करण्यास मदत करतात. अशी मंडळे ठिकठिकाणी असली पाहिजेत.

७. सार्वजनिक विश्वास आणि प्रतिबद्धता – वैज्ञानिक विचारांचे स्वातंत्र्य टिकवून ठेवल्याने लोकांचा विज्ञानावरील विश्वास वाढतो. लोक पाहतात की वैज्ञानिक निष्कर्ष कठोर, निःपक्षपाती संशोधनाचे परिणाम आहेत, तेव्हा ते वैज्ञानिक प्रयत्नांवर विश्वास ठेवण्याची आणि समर्थन करण्याची अधिक शक्यता असते. सर्वसामान्यांना त्यात सामील करून घेण्यासाठी प्रभावीपणे विज्ञानमूल्ये रुजवण्याचे मार्ग विकसित करता आले पाहिजेत.

विज्ञानविचारांचे स्वातंत्र्य आंतरराष्ट्रीय सहकार्याला प्रोत्साहन देते. वैज्ञानिक आव्हाने अनेकदा राष्ट्रीय सीमांच्या पलीकडे जातात आणि जागतिक सहकार्यामुळे अधिक व्यापक आणि प्रभावी उपाय होऊ शकतात. खुल्या सहकार्यामुळे विविध संस्कृती आणि दृष्टिकोनांमधील अंतर कमी करण्यात मदत होते, ज्यामुळे वैज्ञानिक उपक्रम समृद्ध होतो.

विज्ञान ही एक गतिमान, स्वयं–सुधारणारी प्रक्रिया आहे जी काळानुरूप कठीण आव्हानांना सामोरे जाण्यास सक्षम आहे. नावीन्य, माहितीपूर्ण निर्णयक्षमता आणि जागतिक सहकार्याला चालना देण्यासाठी त्याचे जतन करणे महत्त्वाचे आहे.

विज्ञानधारा कार्यक्रमांमधून या विज्ञानाधारित विचार–स्वातंत्र्याची ओळख देशातील नवीन पिढ्यांना करून देण्याचा प्रयत्न केला जातो. प्रगल्भ समाजाची निर्मिती हा त्याचा उद्देश आहे. हे सातत्याने करत राहावे लागणारे काम असून त्याला मोजपट्टी नसते. उदाहरण द्यायचे झाले, तर आगीच्या भक्ष्यस्थानी पडणाऱ्या इमारती अजूनही आपल्या देशात आहेत, याचा अर्थ विज्ञान समाजात मुरलेले नाही. हे मुरण्यासाठी विज्ञानविचार स्वातंत्र्याची गरज आहे. अनेक प्रगत देशांमध्ये शिक्षण देताना या बाबीची दखल घेतली जाते. मुलांना शाळेत अशा मूलभूत धोक्यांविषयी जागरूक केले जाते. विविध क्षेत्रांमधील अशी अनेक उदाहरणे सांगता येतील.

स्वातंत्र्यदिनाच्या सर्वांना शुभेच्छा!

– शरद काळे
sharadkale@gmail.com

डॉ. जान्हवी गांगल

प्लास्टिकच्या प्रदूषणाशी सामना

प्रदूषणाच्या विळख्यात सापडलेल्या वसुंधरेला वाचवण्यासाठी शास्त्रज्ञ, उद्योजक नेतेमंडळी ऊहापोह करत असतात. इंधन ज्वलन, औद्योगिक प्रकल्पातून उत्सर्जित होणारे दूषित वायू व सांडपाणी, प्रचंड लोकसंख्येद्वारा निर्माण होणारा अतिप्रचंड कचरा, घनकचरा, सांडपाणी याबरोबरच प्लास्टिक चा अनिर्बंध वापर, व ते बेजबाबदारपणे फेकल्यावर विघटन न झाल्याने शेकडो वर्षे साचून राहणारा कचरा व त्याद्वारे होणारे प्रदूषण हा सर्वांच्याच चिंतेचा विषय आहे.

आजकाल जाऊ तिथे, रस्ते, रेल्वेमार्गाच्या दुतर्फा, बागा, माळराने, डोंगरदऱ्या, नदी-सागरकिनारे, गटारे इत्यादी ठिकाणी आपल्याला प्लास्टिकच्या पिशव्या, बाटल्यांचा खच दृष्टीस पडतो. याला कारण प्लास्टिकचा अनिर्बंध वापर व वापरांती फेकण्याचा बेजबाबदारपणा! असे प्लास्टिक विघटनशील नसल्याने ८००-९०० वर्षे असेच पडून राहील व दरम्यान त्यात आणखी भर पडून वाढेल. परंतु या दृश्य स्वरूपापेक्षा, यांचे पर्यावरण व अखिल जीवसृष्टीवर होणारे दूरगामी परिणाम अधिक गंभीर व चिंताजनक आहेत.

कचऱ्यातील प्लास्टिकचे विघटन होत नसले तरी त्यावर-

✻ वातावरणाचा परिणाम होऊन त्यातील विषारी घटक हवेत व पाण्यात मिसळून हवेचे, पाण्याचे व पर्यायाने जमिनीचे प्रदूषण होते, त्यातून उगवणाऱ्या वनस्पतीतून 'अन्नप्रदूषण' होते. या दूषित हवा, पाणी, अन्नाचे सेवन करणाऱ्या प्राण्यांचे आरोग्य बिघडते.

✻ एकीकडे नाले-गटारे तुंबून पूरपरिस्थिती निर्माण होणे याचा अनुभव दरवर्षी पावसाळ्यात 'मुंबईची तुंबई' होते तेव्हा घेतच असतो. तर दुसरीकडे जमिनीतील प्लास्टिकच्या थरामुळे पावसाचे पाणी जमिनीत न झिरपल्याने भूजल पातळी खालावणे, शेतेजंगले ओसाड होणे, इत्यादी गंभीर परिणाम दिसतात.

✻ इतकेच नव्हे तर नाले, नदी यातून वाहत गेलेला प्लास्टिकचा कचरा दूरवर समुद्र-महासागरात तरंगत गोळा होत त्यातून त्याची प्रचंड बेटे निर्माण झाली आहेत. तसेच, काही ठिकाणी जड वस्तू खाली तळाशी जमा होतात त्यात अडकून दरवर्षी सुमारे एक लाख जलचर मृत पावत आहेत!

✻ याहीपेक्षा भयंकर परिणाम मायक्रोप्लास्टिकमुळे उद्‌भवतात. प्लास्टिकचे तुकडे बारीक होत होत त्याचे सूक्ष्मकण, पाण्याबरोबर जलचर गिळतात. असे जलचर खाल्ल्याने आपल्या शरीरात गोळा होतात. थोडक्यात आपण फेकलेला कचरा, ताटातून पोटात गेल्याने, त्वचा, श्वसनसंस्था, पचनसंस्था, मज्जासंस्था, अंत:स्त्रावी ग्रंथी यांचे विकार, ॲलर्जी, काही जन्मजात विकार, कॅन्सर आदी व्याधींचे प्रमाण वाढते!

साऱ्या जगाला भेडसावणाऱ्या प्लास्टिकप्रदूषणाचे गांभीर्य लक्षात घेऊन प्लास्टिकचा सुयोग्य, मर्यादित वापर व योग्य ती विल्हेवाट लावण्यासाठी आपल्या सवयीत, वागणुकीत बदल करणे आवश्यक आहे.

त्यासाठी 3R म्हणजेच

(१) Refuse/reduce : प्लास्टिकचा वापर टाळणे वा कमीतकमी करणे, मानसिकता बदलून नवीन पर्याय वापरणे, (२) Reuse : शक्य तिथे पुनर्वापर, (३) Recycle : पुनर्चक्रीकरण : प्लास्टिक कचऱ्यातून पुन्हा प्लास्टिकच्या वस्तूंची निर्मिती करणे, हे उपाय सुचवण्यात आले आहेत.

मानवाने १८६२मध्ये प्लास्टिक बनवले, १९५०च्या सुमारास सर्व सामान्यांच्या वापरात आले. हलके, मजबूत, वॉटरप्रूफ, शिवाय विविध आकारांत, स्वरूपात रंगांत वस्तू

बनवता आल्याने अल्पावधीतच लोकप्रिय झाले. ते स्वस्त व मुबलक असल्याने तुटले की फेका, नवीन घ्या, असा अनिर्बंध वापर होऊन प्रचंड कचरा निर्माण होऊन साचू लागला.

* वास्तविक निसर्ग जे निर्माण करतो ते चक्राकार पद्धतीने पुन्हा वापरात आणतो, कचरा जमू देत नाही. प्लास्टिक मानवनिर्मित आहे त्यामुळे त्याचा कचरा जमू न देणे, योग्य विल्हेवाट लावणे ही आपली जबाबदारी आहे.

१९५०ते २०१८पर्यंत संपूर्ण जगात सुमारे ६.३ अब्ज टन प्लास्टिक बनवले गेले. त्यापैकी फक्त ९ टक्के रिसायकल होऊ वापरात आले, १२ टक्के जाळण्यात आले, उरलेले ७९ टक्के म्हणजे सुमारे ५ अब्ज टन प्लास्टिक साचून आहे.

एकट्या भारतात दरवर्षी ९४ लाख टन प्लास्टिकचा कचरा गोळा होतो. (दररोज २६००० टन म्हणजे ९००० हत्तींच्या वजनाएवढा) त्यापैकी ४० टक्के पुन्हा वापरात येतो, उरलेला साचून राहतो. यावरून या संकटाची व्याप्ती लक्षात यावी.

मग एवढा कमी कचराच रिसायकल का होतो? सगळा का होत नाही? आपण ओला-सुका कचरा वेगळा करून, प्लास्टिक भंगारवाल्याला दिले किंवा रिसायकल बिनमध्ये टाकले की पर्यावरण सुधारण्यास हातभार लावला म्हणून स्वतःला धन्य मानायचे का? सगळे प्लास्टिक रिसायकलवाल्यांपर्यंत पोचते का?

सगळे प्लास्टिक रिसायकल होण्यासारखे असते का? अशा असंख्य प्रश्नांची उत्तरे शोधण्यापूर्वी मुळात प्लास्टिकची माहिती करून घेऊ या.

प्लास्टिक कसे बनते?

भूगर्भातील तेल-क्रूड ऑईलवर प्रक्रिया करून बनलेल्या हायड्रोकार्बनच्या सूक्ष्म रेणूंच्या विशिष्ट साखळीरचनेनुसार व इतर घातलेल्या घटकांनुसार विशिष्ट व विविध गुणधर्मांचे प्लास्टिक बनते. त्यानुसार त्याला वेगवेगळी नावे दिली जातात व गुणधर्मानुसार त्यांच्या विविध वस्तू बनवल्या जातात.

वापरून तुटलेले, जुने फेकलेले प्लास्टिक गोळा करून, स्वच्छ करून, त्याचे बारीक तुकडे उष्णतेने वितळवून पुन्हा त्यापासून नव्या वस्तू बनवता येतात. त्याला ढोबळमानाने रिसायकलिंग किंवा पुनर्चक्रीकरण म्हणतात, ज्यायोगे फेकलेले प्लास्टिक वापरात येऊन, कचरा निर्माण होण्याचे प्रमाण कमी होईल व नवीन प्लास्टिक बनवण्याची गरज कमी होईल.

ही संकल्पना सोपी वाटली तरी संपूर्ण प्रक्रिया किचकट तांत्रिक, वेळखाऊ व खर्चीक असल्यास ते पुनर्चक्रीकरणासाठी स्वीकारले जात नाही. प्लास्टिकच्या साखळीच्या रचनेनुसार ते रिसायकल करण्याची प्रक्रिया सोपी की गुंतागुंतीची, हे ठरते.

एकंदरीत प्लास्टिकच्या उत्पादनापैकी बहुतांश हिस्सा हा पॅकेजिंगसाठी वापरला जातो, जो अल्पावधीतच निकामी ठरतो व फेकला जातो. दररोज निर्माण होणाऱ्या कचऱ्यात ह्याचे प्रमाण खूप असते. सामान्य लोकांच्या जागरूकतेने ते कमी करणे शक्य आहे. कसे ते पाहू या.

पुनर्चक्रीकरणाच्या दृष्टिकोनातून आपल्या सामान्य वापरातील मुख्यत्वे अन्न व रोजच्या वापरातील पदार्थ ठेवण्याच्या वस्तू (containers) व वेष्टनांसाठी (packaging) वापरल्या जाणाऱ्या प्लास्टिकच्या मूळ पदार्थांचे सात प्रकार आढळतात. त्यांना १ ते ७ क्रमांक दिले असून, ते RIC (Resin Identification Code) म्हणून संपूर्ण जगभर मान्य केले गेले आहेत. प्लास्टिकच्या वस्तू (बाटली, बरणी, डब्या झाकण, खेळणी, प्लेट, पाइप, कॅरी बॅग, रॅपर इत्यादी) बारकाईने पाहिल्यास कुठेतरी, बहुधा तळाशी, तीन बाणांनी बनलेल्या त्रिकोणात हा क्रमांक दिसून येतो.

हा त्रिकोण, त्या प्लास्टिकच्या recyclabilityची माहिती देतो. त्यातील अंक (RIC) प्लास्टिकच्या रचनेची, ते आरोग्यास सुरक्षित की अपायकारक, सहज पुनर्चक्रीकरण होण्याजोगे आहे की नाही याबद्दल माहिती देतो. कधी त्या त्रिकोणाखाली इंग्रजी आद्याक्षरे असतात ते त्या पदार्थाचे 'संक्षिप्त नाव' असते.

पदार्थाचा RIC, नाव, वापरून बनवलेल्या वस्तू, गुणधर्म, व त्यानुसार त्याचा पुनर्वापर, पुनर्चक्रीकरण शक्य आहे की नाही, यासंबंधी पुढील तक्त्यात माहिती दिली आहे.

सगळ्याच प्रकारचे प्लास्टिक रिसायकल होत नाही हे या तक्त्यावरून आपल्या लक्षात आले असेलच. क्रमांक १-२-४-५ गटाचे प्लास्टिक रिसायकल होऊ शकते पण क्रमांक '३-६-७ व इतर' या प्रकारात मोडणाऱ्या प्लास्टिकची, पुनर्चक्रीकरणप्रक्रिया कठीण, गुंतागुंतीची व खर्चीक असल्याने रिसायकल होऊ शकत नाही.

मात्र या प्लास्टिककचरा वेगळा गोळा करून

अ) Pyrolysis द्वारा भट्ट्यांतून उष्णता निर्माण करण्यासाठी,

ब) विशिष्ट प्रक्रियेद्वारे केरोसिनसारखे इंधन बनवण्यासाठी किंवा

क) रस्ते विटा बांधणीसाठी वापरला जाऊ शकतो. वेगवेगळ्या विभागांत यावर काम करणाऱ्या विविध संस्था कार्यरत आहेत. Rnisarg Foundation च्या website द्वारे याविषयीची माहिती उपलब्ध होऊ शकेल

मात्र भिन्न RICचे पदार्थ एकत्रितपणे कचऱ्यात

RIC	[illegible]	[illegible]	[illegible]	Can we	
				Reuse	Recycle
PET	Polyethylene Terephthalate Polyethylene Polyester	[illegible]	[illegible]	✗	✓
HDPE	High Density Polyethylene	[illegible]		✓	✓
PVC	Polyvinyl Chloride	[illegible] Tubes, Pipes, [illegible]	[illegible]	✗	✗
LDPE	Low Density Polyethylene	[illegible] Online Shopping Package	[illegible]	✓	✓
PP	Polypropylene	[illegible]	[illegible]	✓	✓
PS	Polysteryne	Disposable Plates, Containers, egg cartons, [illegible] Thermacol, Coffee Cups	[illegible]	✗	✗
Other	all other types, Acrylic nylon, fibreglass, Poly carbonates	[illegible]	[illegible]	✗	✗
MLP	Multi layered Plastic	[illegible]	[illegible] Recycling [illegible]	✗	✗
	Biodegradable Plastic, Non Woven	[illegible]	[illegible]	✗	✗

टाकल्यास, रिसायकल होऊ न शकणाऱ्या पदार्थांमुळे सगळेच डम्पिंग ग्राउंडवर जाते, व रिसायकल होऊ शकणारे प्लास्टिकदेखील तिथे साचून राहते. मूळ प्रश्न तसाच राहतो.

थोडक्यात, प्लास्टिकची योग्य रीतीने विल्हेवाट लावण्यासाठी पुढील बाबी लक्षात ठेवणे आवश्यक आहे.

१) कचऱ्याचे, ओला व सुका असे वर्गीकरण, जिथे कचरा निर्माण होतो तिथेच (at source) करणे.

ओल्या कचऱ्यापासून कंपोस्ट, बायोगॅस वगैरे बनवून झाडांचे पोषण करणे, जमिनीचा कस वाढवणे.

२) सुक्या कचऱ्याचे – काच, धातू, कागद, प्लास्टिक असे वर्गीकरण करून भंगारवाल्याकडे, रिसायकलिंगसाठी देणे.

यातील प्लास्टिक, अन्न वा इतर पदार्थांनी बरबटलेले असेल तर ते पुनर्चक्रीकरण प्रक्रियेसाठी न घेता, फेकून दिले जाते, म्हणून शक्यतो प्लास्टिकचे डबे, बाटल्या, पिशव्या धुऊन मगच रिसायकलिंगसाठी पाठवाव्यात.

तक्त्यात नमूद केलेले, पुनर्चक्रीकरण होऊ शकणारे आणि होऊ न शकणारे प्लास्टिक, एकत्रितपणे टाकल्यास, सर्वच प्लास्टिक, डंपिंग ग्राऊंडवर जाण्याची शक्यता वाढते. म्हणून १,२,४,५ गटातील प्लास्टिक वेगळे करून रिसायकलिंगसाठी देणे व ३,६,७मध्ये नमूद केलेले इतर सर्व प्रकारचे प्लास्टिक, रिसायकल होत नसल्याने व आरोग्यास घातक असल्याने, वर सांगितल्याप्रमाणे, योग्य ती विल्हेवाट लावणाऱ्या संस्था/उद्योग याकडे सुपूर्द करणे अत्यंत महत्त्वाचे आहे.

यासाठी एकतर आपणच आपल्या घरी, असे प्लास्टिक

वेगळे करून किंवा आपल्या सोसायटीच्या सफाई कामगारांना प्रशिक्षण देऊन त्यांना सांगितल्यास, कागद, धातू, कागद इत्यादीप्रमाणे, पुनर्चक्रीकरण योग्य प्लास्टिक विकून त्यांना उत्पन्नाचे साधन मिळेल, व सर्व सभासदांकडील '३,६,७ व इतर' गटाचे प्लास्टिक एका खोक्यात किंवा टाकीत साठवून कालांतराने संबंधित संस्थेला, योग्य विल्हेवाटीसाठी देता येईल.

RIC-4 पुनर्चक्रीकरण योग्य असले तरी त्यापासून बनवलेल्या अतिपातळ कॅरी बॅग्ज, रिसायकलिंगसाठी स्वीकारल्या जात नाहीत, कारण त्यांचे पातळ पापुद्रे, त्या मशिनरीच्या पाइपात चिकटून बसतात व मशिनरी निकामी होते, त्यामुळे त्या इतस्ततः फेकल्या जातात, गटारे नदीनाले, पाइप्स इत्यादीत साचून गटारे, नाले तुंबतात. पूर येतात. अन्नाबरोबर गाईम्हशींच्या पोटात गेल्याने त्यांचा मृत्यू ओढवण्यासारखे अनवस्था प्रसंग ओढवतात. ते पाहून त्यावरील बंदी योग्यच आहे, हे पटते.

प्लास्टिकच्या संदर्भात लक्षात ठेवण्याची महत्त्वाची बाब म्हणजे त्यात गरम अन्न ठेवणे वा अन्न गरम करणे टाळावे.

एकंदरीत, वस्तू खरेदी करताना यापुढे, त्यांची एक्स्पायरी डेट तपासण्याच्या बरोबरीने, वेष्टनावरील RIC क्र. तपासून शक्यतो पुनर्चक्रीकरणयोग्य वेष्टनातील पदार्थ निवडणे, उचित, व जागरूक ग्राहकाचे लक्षण ठरेल! उदाहरणार्थ, पुढील तक्त्यात सुचवलेले पर्याय :

एकंदरीत, प्लास्टिकचे प्रदूषण रोखण्यासाठी,

✻ त्याचे उत्पादन कमी करणे (जे आपल्या ताब्यात नाही.)

✻ उत्पादन व वापरावर बंदी घालणे (जे संपूर्णतः व्यवहार्य नाही.)

✻ जबाबदार नागरिक म्हणून कमीत कमी वापर करणे, त्यासाठी आपल्या सवयी, मानसिकता बदलून नवीन पर्यायांचा वापर करणे. उदाहरणार्थ, कापडी/कागदी पिशव्या, पाण्यासाठी काचेच्या वा धातूच्या बाटल्या, विघटनशील पदार्थ वापरणे.

✻ शक्य तेथे पुनर्वापर करणे.

✻ वापर टाळणे : ३,६,७ व इतर : कापडासारख्या दिसणाऱ्या non woven plastic च्या पिशव्या.

✻ रिसायकल किंवा योग्य ती विल्हेवाट लावण्यासाठी संबंधित संस्थेला सुपूर्द करणे,

✻ जबाबदार नागरिक म्हणून पुढील बाबतीत आग्रह धरणे, चळवळ उभारणे:

१) पाणी, कोल्ड ड्रिंक्सच्या बाटल्या संबंधित उत्पादक/वितरकांनी परत घेऊन रिसायकल करण्यास भाग पाडणे.

२) प्रत्येक वेष्टनावर RIC क्रमांक छापण्याची सक्ती करण्यासाठी आग्रह धरणे.

३) काही कंपन्याद्वारा वेष्टनावर, ते परत घेण्याचे मूल्य (Buy back cost) छापूनसुद्धा दुकानदार/वितरक ते परत घेण्याची टाळाटाळ करतात. साखळीतील सर्वांना जबाबदारी घेण्यास भाग पाडणे.

✻ प्लास्टिकला पर्यायी पदार्थ शोधण्यासाठी संशोधन व उत्पादन.

थोडक्यात, जागरूक नागरिक व जबाबदार वापरकर्ते म्हणून, प्लास्टिकच्या प्रदूषणाची समस्या सोडवण्यासाठी, डोळसपणे वापर, व योग्य ती विल्हेवाट लावण्याची खबरदारी घेत खारीचा वाटा उचलणे आपल्याला सहज शक्य आहे, नाही का?

साभार : Rnisarg Foundation च्या Know your Plastic प्रकल्पांतर्गत awareness campaign साठी संकलित माहिती.

– डॉ. जान्हवी गांगल
doctorsushma60@gmail.com

तुम्हाला माहीत आहे का?

किनारपट्टीच्या प्रदेशातून दरवर्षी सुमारे ८१ लाख टन प्लास्टिकचा कचरा महासागरात जातो.

अमेरिकेमधील खरेदीदार दररोज प्रति घरटी जवळजवळ एक तरी प्लास्टिक पिशवी वापरतात.

डेन्मार्कमधील दुकानदार वर्षाला सरासरी चार प्लास्टिक पिशव्या वापरतात.

सन २००० नंतर जेवढ्या प्लास्टिकचे उत्पादन जागतिक स्तरावर झाले आहे, ते प्लास्टिकचा शोध लागलेल्या दिवसापासून (सन १९०७) आजवर उत्पादित प्लास्टिकच्या निम्मे आहे!

जगातील निम्मे प्लास्टिक आशियामध्ये बनते. त्यातील सिंहाचा वाटा–२९ टक्के–जगातील १८ टक्के लोकसंख्या असलेल्या चीनमध्ये आहे.

जागतिक स्तरावर एकूण प्लास्टिकपैकी एकपंचमांशपेक्षा कमी प्लास्टिकचा पुनर्वापर केला जातो.

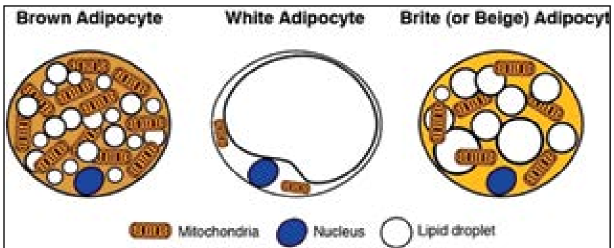
जगातील सुमारे ८ टक्के तेलउत्पादन प्लास्टिक बनवण्यासाठी आणि त्याच्या निर्मितीसाठी वापरले जाते. सन २०५०पर्यंत हा आकडा २० टक्क्यांपर्यंत वाढण्याचा अंदाज आहे.

डॉ. स्वाती बापट

स्थूलपणा व संप्रेरकांचे महत्त्व

मूल जन्माला आल्यापासून मोठे होईपर्यंत त्याचे वजन कसे कसे वाढत जाते, हे आपण, मागील महिन्याच्या लेखामध्ये थोडक्यात समजून घेतले होते. वयाच्या कुठल्याही टप्प्यावर शरीरामध्ये सामान्य प्रमाणापेक्षा जास्त चरबी साठली तर मनुष्य स्थूल होतो. तसेच, सामान्य प्रमाणापेक्ष खूपच जास्त चरबी साठली तर, मनुष्य अती स्थूल होतो. स्थूलपणाचे आपल्या आरोग्यावर अनेक दुष्परिणाम होऊ शकतात. आपल्या शरीरात साठणाऱ्या चरबीचे प्रकार, चरबी साठण्याची वेगवेगळी कारणे, व त्याबाबतचे काही सिद्धांत, आपण या लेखामध्ये समजून घेऊ या. तसेच, शरीरातल्या विशिष्ट भागांमध्ये चरबी साठली अथवा विशिष्ट प्रकारची चरबी साठली तर त्यामुळे आरोग्यावर काय परिणाम अथवा दुष्परिणाम होतात, याबद्दल अधिक माहिती जाणून घेऊ या.

आपल्या शरीरामध्ये चरबीची साठवणूक ही पांढऱ्या (White), फिकट तपकिरी (Beige) आणि तपकिरी (Brown) अशा तीन रंगांच्या चरबीमध्ये होत असते (आकृती क्र–१). या तीन रंगांच्या चरबी, शरीराच्या वेगवेगळ्या भागांमधे साठतात आणि त्यांचे शरीरातील कार्यही वेगवेगळे असते. तिन्ही प्रकारच्या चरबीमुळे आपले वजन वाढत असले तरी आपल्या आरोग्यावर होणारे त्यांचे परिणाम वेगवेगळे असतात. त्वचेखाली साठणारी चरबी (subcutaneous fat) आणि पोटातील अवयवांभोवती साठणारी चरबी (visceral fat) व हाडांच्या पोकळींमध्ये साठणारी चरबी म्हणजे पांढऱ्या व फिक्कट तपकिरी रंगाच्या चरबीचे मिश्रण असते. परंतु त्यामध्ये पांढऱ्या रंगाच्या चरबीचे प्रमाण जास्त असल्यामुळे, या चरबीला White dipose Tissue अथवा WT असे म्हणतात. शरीरात ऊर्जेची साठवणूक करणे, शरीराला उबदार ठेवणे, शरीरातील अवयवांना सुरक्षित ठेवणे व काही संप्रेरके व इतर जैविक द्रावणे यांचा रक्तामध्ये स्राव करणे, हे पांढऱ्या चरबीचे कार्य असते. करड्या रंगाच्या चरबीची गादी किंवा Brown Pad of Fat. (BT) थंड वातावरणामध्ये आपल्या शरीराचे तापमान वाढवते व शरीराचे तापमान संतुलित ठेवते. आईच्या गर्भात असलेल्या व नुकत्याच जन्मलेल्या बालकांमध्ये हे कार्य फार महत्त्वाचे ठरते. नवजात बालकांमध्ये brown pad of fat तसे कमी प्रमाणातच असते. या काळात ही मुले थोडेथोडेच दूध पिऊ शकत असल्याने त्यांना मर्यादित प्रमाणातच ऊर्जा मिळत असते. बाहेरचे तापमान कमी असल्यास त्यांचे शरीर गार पडू लागते. अशावेळी त्यांना मिळणारी बरीचशी ऊर्जा, शरीरात ऊब निर्माण करण्यासाठी



	Brown	White	Brite/beige
UCP1 Expression	Positive	Negative	Positive
Mitochondrial Density	High	Low	Medium
LD Morphology	Multi-locular	Uni-locular	Multi-locular
Primary Function	Thermogenesis Endocrine	Energy storage Endocrine	Thermogenesis? Endocrine?

शरीरातील चरबीच्या उतींचे (Tissue) प्रकार आणि त्यांची वैशिष्ट्ये (आकृती क्र–१)

खर्ची पडते. त्यामुळे त्यांच्या शरीरातील मेंदू, हृदय, फुफ्फुसे, मूत्रपिंडे, यांसारख्या महत्त्वाच्या अवयवांना ऊर्जा कमी पडून त्या अवयवांना इजा पोहोचू शकते. अशा प्रकारे होणाऱ्या इजेला cold stress असे म्हणतात. हे टाळण्यासाठी, नवजात बालकांना पहिले काही आठवडे गरम कपड्यांमध्ये गुंडाळून उबदार ठेवणे अत्यावश्यक असते. त्वचेखाली साठणारी चरबी ही आपल्या आरोग्याला फारशी घातक नसते. मात्र, पोटातील अवयवांभोवती साठणारी चरबी (Visceral fat), ही आपल्या आरोग्यासाठी अत्यंत अपायकारक असते. ही चरबी आपल्या शरीरामधे इन्सुलिन या संप्रेरकाला अवरोध (insulin resistance) निर्माण करते. त्यामुळे, शरीरामधे या प्रकारची चरबी प्रमाणाबाहेर वाढली, तर मधुमेह, उच्च रक्तदाब आणि हृदयरोग होण्याची शक्यता खूप वाढते. शरीराला आवश्यकतेपेक्षा अधिक ऊर्जा मिळाली, म्हणजेच positive energy balance झाला, तर ती अतिरिक्त ऊर्जा चरबीच्या स्वरूपात साठवली जाते. परंतु ती किती प्रमाणात साठेल, आणि वरील तीन प्रकारांपैकी कोणत्या प्रकारच्या चरबीमध्ये साठेल, हे ज्यावर ठरते, याबाबतचा सिद्धांत आपण जाणून घेऊ या.

एखाद्या व्यक्तीला स्थूलपणा का येतो, हे समजून घेण्यासाठी मांडल्या गेलेल्या अनेक सिद्धांतांपैकी एक सिद्धांत आपण गेल्या महिन्याच्या लेखामधे पहिला. त्या सिद्धांतानुसार, शरीराला मिळणारी ऊर्जा व खर्ची पडणारी ऊर्जा यांचे समीकरण दाखवणारी तराजूची आकृती आपण पाहिली होती. तराजूच्या डाव्या तागडीमध्ये अन्न-पेयांमधून आपल्या शरीराला मिळणारी ऊर्जा दिसत होती आणि ती ऊर्जा चार वेगवेगळ्या मार्गांनी कशी खर्ची पडते, हे उजव्या तागडीमधे दाखवलेले होते.शरीराला मिळणाऱ्या ऊर्जेपेक्षा खर्ची पडणारी ऊर्जा कमी असेल तर positive energy balance होतो व आपले वजन वाढते असा सिद्धांत मांडलेला होता. या अतिरिक्त ऊर्जेपैकी काही ऊर्जा, प्रथम 'ग्लायकोजन' या स्वरूपात साठवली जाते. परंतु शरीरात ग्लायकोजनचा साठा ठरावीक मर्यादेपर्यंतच होऊ शकतो. त्या मर्यादेपेक्षा अधिक ऊर्जेची साठवण चरबीमधे केली जाते. चरबीच्या साठवणुकीला मात्र कुठलीही मर्यादा नसते. त्यामुळे, जितका जास्त positive energy balance होईल, तितकी जास्त चरबी शरीरात साठत जाऊ शकते. चरबी साठत असताना चरबीच्या सर्व उती भरून जातात तेव्हा जास्तीची चरबी ओसंडून, फॅटी ॲसिडच्या स्वरूपात रक्तामध्ये वाहू लागते. रक्तात वाहणारी ही चरबी, यकृत, स्नायू व शरीरातील इतर अवयवांमध्ये साठू लागते. या अवयवामध्ये चरबी साठली की आपल्या शरीरात इन्सुलिन या संप्रेरकाच्या कार्याला अवरोध होऊ लागतो. या स्थितीला 'Lipotoxicity' असे संबोधले जाते. म्हणूनच, केवळ स्थूलत्व नव्हे तर, Lipotoxicity होऊन इन्सुलिनला अवरोध होणे, ही आपल्या आरोग्याच्या दृष्टीने खरी महत्त्वाची समस्या आहे.

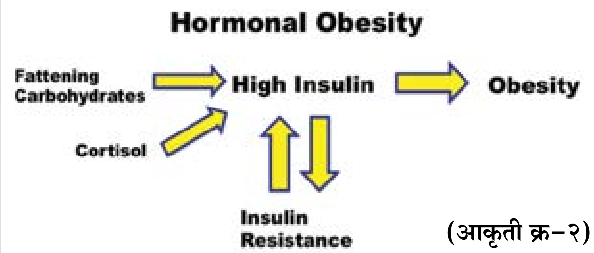
ऊर्जेची आवक-जावक दाखवणाऱ्या तराजूच्या सिद्धांतावरून असे वाटू शकते की एखाद्या व्यक्तीमध्ये positive energy balance झाला, की तिचे वजन वाढणारच. किंवा एखाद्या व्यक्तीने negative energy balance साधला तर तिचे वजन कमी होणारच. परंतु, अभ्यासाअंती असे दिसून आले, की काही व्यक्तींच्या शरीरामध्ये positive energy balance झाला, तरीही त्यांचे वजन त्या प्रमाणात वाढत नाही. तसेच, काही व्यक्तींनी सातत्याने negative energy balance साधला तरीही त्यांचे वजन म्हणावे तितके कमी होत नाही अथवा कमी झालेच तरी ते स्थिर राहू शकत नाही. म्हणजेच, वरकरणी सरळ वाटणारे energy balanceचे गणित सरसकट सर्व व्यक्तींमधे लागू पडत नाही. असे दिसल्यामुळे, energy balance च्या सिद्धांताबाबत अनेक शास्त्रज्ञ साशंक झाले. शरीरामध्ये positive energy balance झाल्यावर चरबीची साठवण होईल का? झालीच तर ती किती प्रमाणात होईल? ती अतिरिक्त चरबी, मांड्या व नितंबामध्ये साठेल, त्वचेखाली साठेल, की पोटातल्या अवयवांभोवती साठेल? काही व्यक्तींमध्येच चरबी साठून 'Lipotoxicity' होते, पण काही व्यक्तींमध्ये 'Lipotoxicity' होत नाही, त्याचे कारण काय? अशा सर्व प्रश्नांचा समाधानकारक खुलासा 'ऊर्जेच्या तराजूच्या' सिद्धांतावरून होत नव्हता. त्यामुळे, ऊर्जेच्या आवक-जावक सिद्धांतापेक्षा काही वेगळा सिद्धांत मांडता येईल का, हे पाहण्यासाठी जगभरातील शास्त्रज्ञांनी संशोधन सुरु केले.

जिवंत उतींच्या (tissues) भोवती खूप खाद्य ठेवल्यास, ते खाद्य त्या उती शोषून घेत आहेत का? हे तपासायचे काही शास्त्रज्ञांनी ठरवले. मात्र, त्यांना असे दिसले की सभोवताली मुबलक खाद्य असूनही उतींमधील पेशी ते खाद्य शोषून घेऊ शकत नव्हत्या. त्यातून असा निष्कर्ष काढला गेला की, खाद्य शोषून घेण्यासाठी पेशींना उद्युक्त करणारा एखादा विशिष्ट घटक असला पाहिजे. मग तो घटक कुठला असेल, याबाबत संशोधन चालू झाले. असे दिसून आले की मुबलक खाद्यासोबतच, इन्सुलिन हे संप्रेरक उपलब्ध असले, तर पेशी ते खाद्य शोषून घेऊ शकतात. त्यामुळे, वजनवाढीसाठी positive energy balance च्या सोबतच इन्सुलिन हे संप्रेरक आवश्यक आहे, असा सिद्धांत त्या शास्त्रज्ञांनी

मांडला. वैद्यकशास्त्रातील नियमाप्रमाणे, प्रत्येक सिद्धांताची योग्यायोग्यता तपासण्यासाठी तो तीन वेगवेगळ्या पातळ्यांवर सिद्ध करावा लागतो. सर्वप्रथम, प्रयोगशाळेत पेशींवर प्रयोग केला जातो. तो प्रयोग यशस्वी झाल्यास, जिवंत प्राण्यांवर तोच सिद्धांत तपासून पाहिला जातो. जिवंत प्राण्यांवरही तो सिद्धांत पडताळून बघण्यात यश मिळाले तर मग जिवंत व्यक्तींवर तोच प्रयोग सिद्ध होतो की नाही हे तपासले जाते. चरबीच्या उतींना खाद्य व इन्सुलिन देऊन केलेला प्रयोग काही जिवंत प्राण्यांवर संशोधकांनी करून बघितला. त्यासाठी प्राण्यांचे दोन वेगवेगळ्या गटामध्ये विभाजन केले. दोन्ही गटांतील प्राण्यांना भरपूर व पौष्टिक खाद्य दिले गेले. परंतु दोन्हीपैकी एकाच गटातील प्राण्यांना जास्तीच्या खाद्याबरोबरच इन्सुलिन या संप्रेरकांची इंजेक्शनेही दिली गेली. ज्या गटातील प्राण्यांना जास्तीचे खाद्य आणि इन्सुलिनची इंजेक्शन मिळाली, त्या गटातील प्राण्यांच्या वजनामध्ये सांख्यिकीदृष्ट्या लक्षणीय (statistically significant) जास्त वाढ झाल्याचे दिसून आले. मग असेच प्रयोग मानवी स्वयंसेवकांच्या दोन गटांवर केले गेले. त्यामध्ये असे दिसून आले, की स्वयंसेवकांच्या ज्या गटामधे positive energy balanceसोबतच इन्सुलिनची इंजेक्शन्स दिली गेली, त्याच गटातील लोकांमध्ये चरबीची लक्षणीय साठवण झाली होती. या सर्व प्रयोगांमुळे हा निष्कर्ष अधोरेखित झाला, की शरीरातील positive energy balance बरोबरच इन्सुलिन हे संप्रेरक वजनवाढीसाठी आवश्यक आहे. (आकृती क्र-२) रक्तातील साखरेचे प्रमाण नियंत्रित करणे हे इन्सुलिनचे एकमेव महत्त्वाचे कार्य आहे, असे आधी समजले जात होते. मात्र शरीराला अधिक प्रमाणात उपलब्ध झालेल्या ऊर्जेची साठवण चरबीच्या उतींमध्ये करण्याचे इन्सुलिनचे नवीन कार्य शास्त्रज्ञांना समजले. त्यामुळे त्यातले आणखी बारकावे जाणून घेण्यासाठी अनेक दिशांनी विचार व नववीन प्रयोग सुरू झाले.

स्थूलपणासाठी संप्रेरकांचे महत्त्व (आकृती क्र-२)

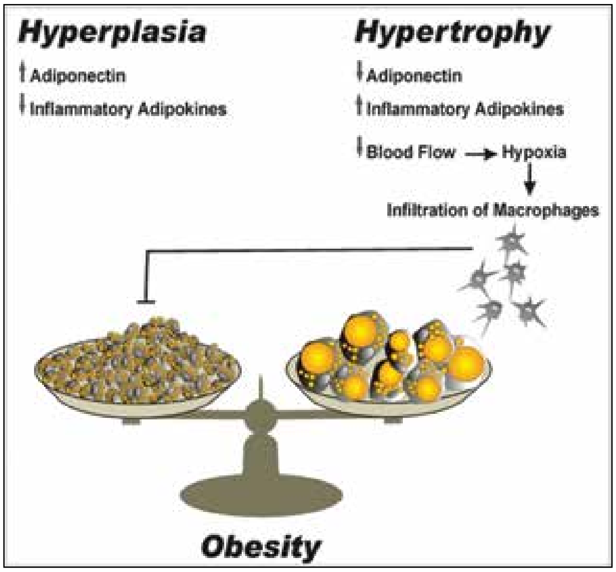
चरबीच्या उतींमधे (fat tissue) चरबीची साठवण होत असताना ती दोन वेगवेगळ्या प्रकारे होते. ती कोणत्या प्रकाराने होईल हे शरीरात स्रवणारी काही संप्रेरके ठरवतात. यातील पहिला प्रकार, म्हणजे उतींतील पेशींची सांख्यिकी वाढ (fat cell hyperplasia) होणे असा आहे. या प्रकारामधे चरबीच्या उतींमधील पेशींची संख्या वाढत जाते, पण प्रत्येक पेशीचा आकार लहान असतो. सर्वसाधारणपणे, लहान मुलांची वाढ होत असताना, चरबीची साठवणूक fat cell hyperplasia या पद्धतीने होत असते. अशा प्रकारच्या



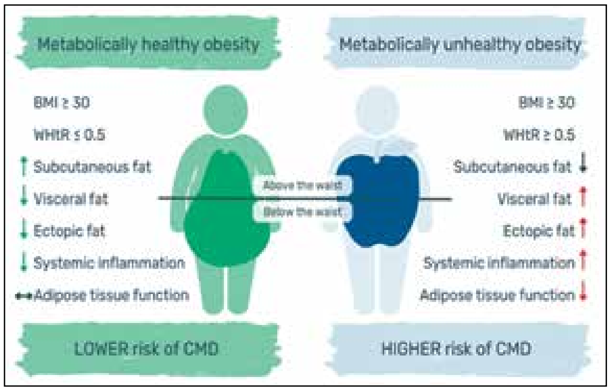
(आकृती क्र-२)

उतींमुळे नितंब आणि मांड्यांभोवती चरबी वाढते आणि ती साठवणूक आरोग्यपूर्ण मनाली जाते. शरीरात चरबी साठवण होण्याची दुसरी पद्धत म्हणजे चरबीच्या उतींमधील पेशींच्या आकारमानात वाढ (fat cell hypertrophy). या प्रकारात, चरबीच्या एकेका पेशींमधे अधिकाधिक चरबी साठत जाऊन, प्रत्येक पेशींचे आकारमान वाढत जाते. हे आकारमान २० मायक्रॉनपासून ३०० मायक्रॉनपर्यंतही असू शकते. अशा प्रकारे फुगलेल्या चरबीच्या पेशी रक्तवाहिन्यांपासून लांब-लांब जाऊ लागतात. त्यामुळे त्यांना प्राणवायूचा पुरवठा कमी-कमी होऊ लागतो. पेशींमध्ये या प्रकारे चरबीची साठवणूक झाल्यास शरीरामध्ये रक्तवाहिन्यांचे जाळे अपुरे पडणे, (low grade angiogenesis), low grade inflammation होणे, इन्सुलिनला अवरोध निर्माण होऊन रक्तातील साखर वाढणे, आवश्यकतेहून अधिक कोलॅजेन साठून adipokinin नावाच्या संप्रेरकाचे स्रवण होणे अशा प्रकारच्या आरोग्याच्या समस्या निर्माण होतात. म्हणूनच, fat cell hypertrophy या प्रकाराने चरबीची साठवणूक ही पोटातील अवयवांभोवती होते आणि ती आरोग्याच्या दृष्टीने धोकादायक असते. (आकृती क्र-३)

शरीरात positive energy balance झाल्यावर, fat cell hypertrophy या प्रकाराने चरबीची साठवणूक होईल किंवा नाही, हे आपल्या रक्तात इन्सुलिनचे प्रमाण किती आहे यावर ठरते. रक्तात इन्सुलिनची मात्रा अधिक असेल तर अतिरिक्त ऊर्जा fat cell hypertrophy या पद्धतीने साठवली जाते. दुर्दैवाने, अशा प्रकारे fat cell hypertrophy झालेल्याच उती, इन्सुलिनला अवरोध करू लागतात. त्यामुळे आपल्या रक्तातील साखर वाढू लागते. वाढलेल्या साखरेवर नियंत्रण आणण्यासाठी शरीरामधील इन्सुलिनची पातळी वाढवली जाते. या वाढलेल्या इन्सुलिनच्या पातळमुळे पुन्हा अधिकाधिक fat cell hypertrophy होऊ लागते. अशा प्रकारे हे दुष्टचक्र चालू राहते. सातत्याने Positive energy balance होत राहिला आणि शरीरामध्ये इन्सुलिनला अवरोध प्रमाणाबाहेर वाढला तर मुख्यत्वेकरून Type-2 diabetes आणि Non-alcoholic fatty Liver हे दोन आजार उद्भवू शकतात.



फॅट सेल हायपरप्लेसिया विरुद्ध फॅट सेल हाइपरट्रॉफी (आकृती क्र-३)



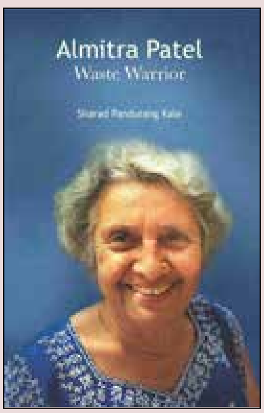
गायनॉकॉइड फॅट पॅटर्न आणि अँड्रॉईड फॅट पॅटर्न (आकृती क्र-४)

आपल्या शरीराच्या कोणत्या विशिष्ट भागांमध्ये चरबी साठली आहे, यावर स्थूलत्वाचे दोन प्रकार मानले जातात. गायनॉकॉईड फॅट पॅटर्नमध्ये शरीराच्या वरच्या भागामध्ये आणि पोटातील अवयवांभोवती कमी चरबी साठते. चरबीची अधिकांश साठवण त्वचेखाली तसेच नितंबाभोवती आणि मांड्यावर होते. असे झाल्यावर, शरीराचा आकार पेयर किंवा नाशपती या फळांसारखा सारखा दिसतो. सर्वसाधारणपणे मासिक पाळी चालू असलेल्या स्त्रियांमधे चरबीची साठवण अशा प्रकारे होते. याउलट अँड्रॉइड फॅट पॅटर्नमध्ये अधिकांश चरबीची साठवण पोटातील अवयवांभोवती होते व त्या मानाने त्वचेखाली कमी साठवण होते. शरीराच्या मधल्या भागात अधिक चरबी साठल्याने शरीराला सफरचंदासारखा आकार येतो. सर्वसाधारणपणे पुरुषांमध्ये आणि मासिक पाळी बंद झालेल्या स्त्रियांमध्ये चरबीची साठवण या प्रकारे होते. एखाद्या व्यक्तीच्या शरीरात साठलेली चरबी, वरील पैकी कुठल्या प्रकारात मोडते हे जाणून घेणे हे महत्त्वाचे आहे, कारण त्यावर त्या व्यक्तीचे आरोग्य अबलंबून असते. अँड्रॉइड फॅट पॅटर्नप्रमाणे चरबीची साठवण झाली तर आपल्याला Metabolic diseases म्हणजेच चयापचय बिघडण्याचे आजार होण्याची शक्यता असते. अशा व्यक्तींमध्ये इन्सुलिनच्या कार्याला अवरोध निर्माण होतो. त्यामुळे या व्यक्तींमध्ये स्थूलपणाबरोबरच Type-2 Diabetes, उच्च रक्तदाब, Polycystic ovary disorder असे Metabolic diseases होऊ शकतात. (आकृती क्र -४)

आपल्या शरीरामध्ये स्थूलपणा (Overweight) किंवा अतिस्थूलपणा (Obesity) आलेला आहे की नाही, हे प्रत्यक्ष आरोग्यतपासणीद्वारे कसे ठरवले जाते, याबद्दलची माहिती आपण पुढील लेखामध्ये घेऊ या.

– डॉ. स्वाती बापट
swateebapat@gmail.com

॥ग्रंथाली॥

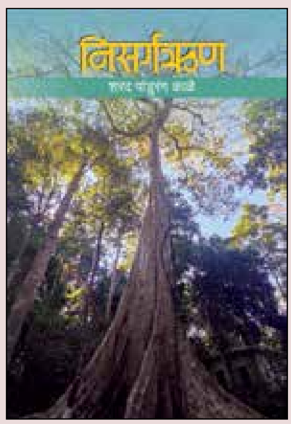


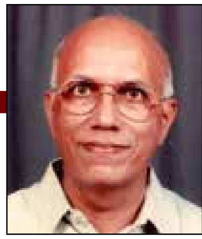
Almitra Patel
Waste Warrior
Sharad Kale

मूल्य ४०० रुपये
सवलतीत २५० रुपये

निसर्गऋण
शरद काळे

मूल्य ३०० रुपये
सवलतीत १८० रुपये



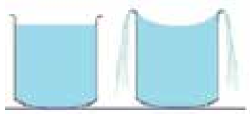


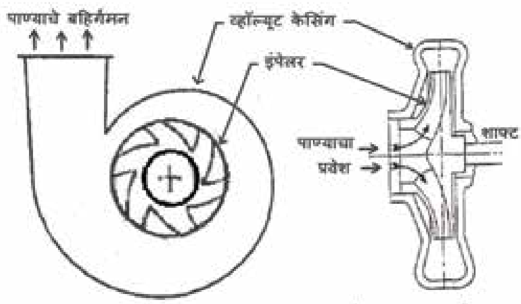
आनंद घारे

सेंट्रिफ्युगल पंप

कोणतीही वस्तू वर्तुळाकार मार्गाने गतिमान असताना केंद्रापासून दूर फेकली जाते असा अनुभव आपल्याला रोजच्या जीवनात येतो. लहान बाळाच्या पाळण्यावर टांगलेले खेळणे किंवा जत्रेतील मेरी गो राउंडमधले घोडे त्यांना जोडणारे चक्र फिरायला लागताच बाजूला फेकले जात असताना दिसतात. मोटारीतून जाताना वळणावर आपण बसल्याजागी बाहेरच्या बाजूला सरकतो. ही सेंट्रिफ्युगल फोर्सची उदाहरणे सुपरिचित आहेत. द्रवरूप पदार्थ वाहू शकत असल्यामुळे त्यांच्यावर होणारा परिणाम सहजपणे लक्षात येतो. मिक्सरमध्ये ताक घुसळताना ते भांड्याच्या कडेने वरपर्यंत उसळताना दिसते. चित्रात दाखवल्याप्रमाणे एका पातेल्यात पाणी भरले तर ते स्थिर असताना पाण्याची पातळी सपाट दिसते. पण ते पातेले गोल फिरवले की त्याच्या मध्यभागातले पाणी कडेला सरकते आणि पातेल्याबाहेर उसळते. पाण्याची पातळी वक्राकार होऊन मध्यभागी खड्डा पडलेला दिसतो. पातेल्याच्या फिरण्याचा वेग वाढवत नेला तर हा खड्डा अधिकाधिक खोल होत जातो आणि अधिकाधिक पाणी पातेल्याच्या बाहेर पडते.

सेंट्रिफ्युगल पंपाची रचना रॉकेलच्या किंवा सायकलच्या पंपांपेक्षा अगदीच वेगळी असते. आकृती १मध्ये दाखवल्यानुसार व्हॉल्युट केसिंग आणि इंपेलर हे या पंपाचे मुख्य भाग असतात. इंपेलरचा आकार अनेक वक्राकृती पाकळ्या असलेल्या फुलाच्या आकृतीसारखा असतो. फुलाच्या मधोमध देठ असते तसा या इंपेलरला एक दांडा जोडलेला असतो तो विजेच्या मोटारला जोडलेला असतो. मोटारने हा शाफ्ट गरगर फिरवला की इंपेलरचे चक्र फिरू लागते. हे चाक शंखासारखा आकार असलेल्या एका पात्रात बसवलेले असते. त्या पात्राला व्हॉल्युट केसिंग अशी संज्ञा आहे. इन्व्हॉल्युट या प्रकारच्या वक्ररेषेचा आकार देऊन बनवले जात असल्यामुळे त्या केसिंगला हे नाव दिले आहे. मध्यबिंदूपासून त्याच्या परीघापर्यंतचे अंतर सारखे वाढत जाणे हे या आकाराचे वैशिष्ट्य आहे.





आकृती १

इंपेलरच्या पाकळ्यांची रचना अशा प्रकारे केलेली असते की त्याचे चक्र फिरू लागताच त्या पाकळ्या त्यांच्या केंद्रबिंदूपाशी असलेल्या द्रवाला (पाण्याला) बाहेरच्या बाजूला वेगाने ढकलतात. विशिष्ट दिशेने केसिंगला आपटल्यानंतर ते पाणी केसिंगच्या आकारानुसार वक्ररेषेत फिरू लागते आणि त्याच्या मुखातून बाहेर पडते. केंद्रभागी रिकामी झालेली जागा नव्याने आत येऊ पाहणारे पाणी घेते. ते बाहेर फेकले गेले की आणखी नवे पाणी पंपात येते. अशा प्रकारे मध्यभागातून परीघाकडे पाणी येतच असते. इन्व्हॉल्युटच्या आकारामुळे केसिंगचा परीघ आणि इंपेलरचे वर्तुळ यामधली मोकळी जागा क्रमाक्रमाने वाढत जाते आणि त्यातून गोल फिरणाऱ्या पाण्याचा प्रवाह निर्माण होतो. इन्व्हॉल्युटच्या मुळापासून मुखापर्यंत वाहात आलेल्या पाण्याला बाहेर जाण्याचा मार्ग मिळाल्यावर ते पंपामधून वेगाने बाहेर पडते. अशा प्रकारे वर्तुळाच्या केंद्रापासून दूर जाण्याच्या प्रवृत्तीला सेंट्रिफ्युगल म्हणतात. यावरून अशा प्रकारच्या पंपांना सेंट्रिफ्युगल पंप असे नाव दिले आहे.

विहिरीवर बसवलेला सेंट्रिफ्युगल पंप सुरू केला की पंपाच्या पात्रातील पाणी गोल गोल फिरत पंपाबाहेर पडते, वातावरणाच्या दाबामुळे विहिरीतले पाणी पाइपातून वर चढून पंपात झालेली रिकामी जागा भरते आणि तेसुद्धा पंपाबाहेर पडते. अशा प्रकारे पाण्याचा ओघ चालत राहतो. भूमिगत पाण्याला रहाटाने उपसून जमिनीवर आणण्यासाठी माणसाला पडणारे कष्ट अशा प्रकारे वाचल्यानंतर पंपाच्या क्षमतेचा उपयोग करून माणूस अनेक नव्या गोष्टी करू लागला. ज्या भागात आधी पाटाचे पाणी उतारावरून वाहात जाऊ शकत नव्हते अशा उंचावरील जमिनींना पंपाद्वारे पाणीपुरवठा करून त्याही लागवडीखाली आणल्या, ठिबकसिंचन आणि फवारासिंचनाने झाडाच्या मुळांना किंवा त्यांच्या शेंड्यावर, जिथे हवे तिथे पाणी शिंपडता येऊ लागले, बहुमजली इमारती बांधून त्यांच्या वरच्या मजल्यापर्यंत पाणी पोचवण्याची सोय झाली, गावे आणि शहरे यांच्यासाठी पाणीपुरवठ्याच्या योजना करून नळावाटे घरोघरी पाणी पोचवले गेले, लग्न-समारंभासारख्या प्रसंगी सजावटीसाठी तात्पुरते कृत्रिम कारंजे थुईथुई नाचवले जाऊ लागले. अशी अनंत कामे पंपामुळे शक्य झाली. मोठ्या प्रमाणात कारखान्यांमध्ये होत असलेला पंपांचा वापर पाहिला तर पंप हे एक सर्वाधिक उपयोगाचे यंत्र आहे असे म्हणता येईल.

योग्य अशा पंपाची निवड करण्यासाठी सर्वात आधी दोन मुख्य बाबी पाहिल्या जातात. पहिली म्हणजे दर मिनिटाला किती गॅलन किंवा दर सेकंदाला किती लिटर किंवा घनमीटर पाणी त्याने पुरवायला हवे. याला पंपाची क्षमता किंवा कपॅसिटी म्हणतात. दुसरी बाब अशी, की ते पाणी किती उंचीपर्यंत वर उचलण्याची गरज आहे. याला हेड असे म्हणतात. पंपापासून जितक्या उंचीवर पाणी चढवायचे आहे तेवढा पाण्याचा दाब त्या पंपावर पडतो. त्यामुळे पंपाचे हेड आणि पाण्याचा दाब हे एकच बाब दाखवणारे शब्द आहेत.

सेंट्रिफ्युगल पंपाचे कार्य पाहता असे लक्षात येईल की त्याच्या इंपेलरचा व्यास जितका मोठा असेल तितक्या जास्त वेगाने पाणी परिघाकडे फेकले जाते आणि ते अधिक उंच जाऊ शकते. यामुळे जास्त हेड हवे असेल तर इंपेलरचा व्यास मोठा घेतात. इंपेलरची रुंदी वाढवली तर त्यात जास्त पाणी सामावले जाते आणि पंपाची कपॅसिटी वाढते. इंपेलरला जास्त वेगाने फिरवले तर दर मिनिटाला अधिक पाणी अधिक वेगाने बाहेर फेकले जाईल म्हणजे हेड आणि कपॅसिटी या दोन्ही गोष्टी वाढतील. याशिवाय आणखी काही उपाय करून पंपाची कार्यक्षमता आणि त्याचा उपयोग वाढवता येतो, पण या सर्व गोष्टींना मर्यादा असतात. त्यांचा विचार करून आणि मुख्य म्हणजे कमीत कमी खर्चात आपली गरज कशी भागवता येईल या दृष्टीने पंपाची निवड केली जाते. दुसऱ्या बाजूने विचार केला तर कधी कधी आपली गरज निश्चित नसते. तिच्यात वारंवार बदल होत राहण्याची शक्यता असते आणि त्यासाठी रोज वेगवेगळा पंप बसवता येत नाही. त्यामुळे आपण जो पंप बसवू त्याने आपली कमीत कमीपासून ते जास्तीत जास्त जेवढी गरज असेल ती पुरी करता येईल हे पाहावे लागते, किंवा तो पंप ज्या रेंजमध्ये काम करू शकेल त्यानुसार आपल्या गरजा कमी कराव्या लागतात.

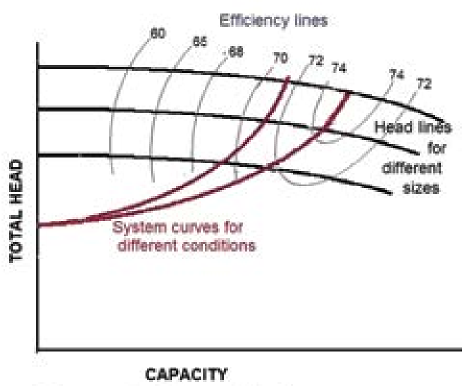
पंपाची निवड करण्याचा विचार करताना तो दर मिनिटाला अमुक इतके लिटर पाणी पुरवू शकतो याबरोबरच त्या पंपाने तेवढे पाणी किती मीटर उंच उचलले जाऊ शकते हेसुद्धा समजणे महत्त्वाचे असते. या दोन्ही संख्यांचा गुणाकार करून त्या पंपाच्या कार्यशक्तीची कल्पना येते. तो चालवण्यासाठी किती हॉर्सपॉवरचे इंजिन किंवा किती किलोवॅटची मोटार लागेल ते त्यावरून समजते. एकच विशिष्ट पंप काही प्रमाणात जास्त उंचीवर कमी पाणी चढवू शकतो आणि कमी उंचीवर जास्त पाण्याचा पुरवठा करू शकतो, पण या दोन गोष्टी थेट व्यस्त प्रमाणात नसतात. दर मिनिटाला दोनशे लिटर पाणी वीस मीटर उंचावर पोचवणारा पंप वीस लिटर पाणी दोनशे मीटर उंच उचलू शकत नाही. कदाचित पंचवीस तीस मीटरच्या वर पाण्याचा एक थेंबसुध्दा जाणार नाही. याचप्रमाणे पाण्याला खूप अधिक दाब देऊन उंच उचलू शकणारा पंप कमी दाबावर फार मोठा प्रवाह उत्पन्न करू शकत नाही. वीस लिटर पाणी दोनशे मीटर उंच उचलू शकणारा पंप वीस मीटरवरसुद्धा फक्त पंचवीस-तीस लिटर एवढेच पाणी पोचवेल. यामुळे कोणताही ठरावीक पंप किती दाबाचा किती प्रवाह निर्माण करू शकतो हे समजून घेणे आवश्यक असते.

नवीन पंपाचे उत्पादन करून ते बाजारात आणायच्या आधी त्याचा एक नमुना तयार करून त्याचे टाइप टेस्टिंग करतात. यासाठी त्या पंपाला जोडलेल्या नळाला एक प्रेशर गेज, फ्लोमीटर आणि व्हॉल्व्ह जोडतात आणि पंपाने उपसलेले पाणी त्यांच्यावाटे पुन्हा जलाशयात सोडले जाते. हा व्हॉल्व्ह पूर्णपणे बंद केला की पाइपमधून पाणी वाहण्याचा मार्ग बंद होतो. त्यामुळे इंपेलरने केंद्रामधून बाहेरच्या बाजूला ढकललेले पाणी पंपाच्या बाहेर पडू शकत नाही, ते पंपाच्या आतच बंदिस्त राहते आणि त्यामुळे पंपाच्या आतील पाण्याचा दाब वाढतो. त्यानंतर इंपेलरमुळे आतले पाणी मिक्सरमधल्या ताकासारखे जागच्या जागीच घुसळले जाते. इतर प्रकारची काही यंत्रे अशा प्रकारचा अडथळा आल्यास ओव्हरलोड होऊन बिघडतात, पण सेंट्रिफ्युगल पंप काही काळ सुरळीतपणे पाणी घुसळत राहतो. पाण्याच्या अंतर्गत घर्षणामुळे पाणी तापते आणि तापमान वाढल्यामुळे वेगळ्या प्रकारच्या समस्या निर्माण होतात, शिवाय

त्यात ऊर्जेचा अपव्यय होतो, या कारणांमुळे कोणीही मुद्दाम हा पंपही असा निष्कारण चालवू नये, पण चाचणी घेण्यासाठी तो तसा चालवला जातो आणि त्याने काही नुकसान होत नाही. पंपामुळे निर्माण होणारा हा पाण्याचा अधिकतम दाब असतो, पण तो प्रत्यक्ष व्यवहारात कुठल्याही कामाचा नसतो. पंप आणि पाइप वगैरेंच्या डिझाईनच्या आककडेमोडीसाठी हा आकडा विचारात घ्यावा लागतो.

त्यानंतर तो व्हॉल्व्ह थोडासा उघडला की त्यातून पाण्याचा प्रवाह सुरू होतो आणि पाण्याला वाहण्यासाठी वाट मिळाल्यामुळे त्याचा दाब कमी होतो. त्या प्रवाहाचे प्रमाण तसेच त्यावेळी असलेला पाण्याचा दाब हे दोन्ही वेगवेगळ्या उपकरणांमार्फत मोजून त्याची नोंद ठेवतात. जसजसा व्हॉल्व्ह अधिकाधिक उघडला जातो तसतसा पाण्याचा प्रवाह वाढत जातो आणि दाब कमी होत जातो. तो पूर्णपणे उघडल्यानंतर जेवढा प्रवाह त्यातून निघेल त्याहून जास्त प्रवाह मिळू शकत नाही. ही अधिकतम क्षमतासुद्धा नेहमी वापरली जातेच असे नाही. पाण्याचा प्रवाह आणि दाब मोजत असतानाच त्यासाठी किती वीज खर्च झाली याचीही मोजणी करून पंपाची कार्यक्षमता ठरवली जाते. जास्तीत जास्त कार्यक्षमता ज्यायोगे मिळेल अशा प्रकाराने पंपाचा उपयोग करणे शहाणपणाचे असते. ही सगळी मोजमापे आणि निष्कर्ष तक्त्यात मांडून ठेवली जातात आणि त्यांचा आलेख काढला जातो. याला पंप कॅरेक्टरिस्टिक्स म्हणतात. पंपाची निवड करण्यापासून तो प्रत्यक्षात कशा प्रकारे चालवायचा हे ठरवण्यापर्यंत अनेक प्रसंगी त्याचा उपयोग होतो.

असा एक आलेख आकृती २ मध्ये दाखवला आहे. एकाच प्रकारच्या तीन वेगवेगळ्या साइझच्या तीन वक्ररेषा यात दिसतात. साइझ वाढेल त्यानुसार त्या पंपातून अधिक दाब निर्माण होतो, तसेच अधिक प्रवाह मिळतो. ज्या पाइपिंग सर्किटमध्ये पाण्याचा प्रवाह जात असतो त्यात असलेल्या पाइपलायनी, त्यातील चढ-उतार, वळणे, व्हॉल्व्ह, मीटर वगैरे सर्वांमुळे प्रवाहाला जो अडथळा होतो त्यामुळे जास्त प्रवाहासाठी



Representative Characteristic Curves

आकृती २

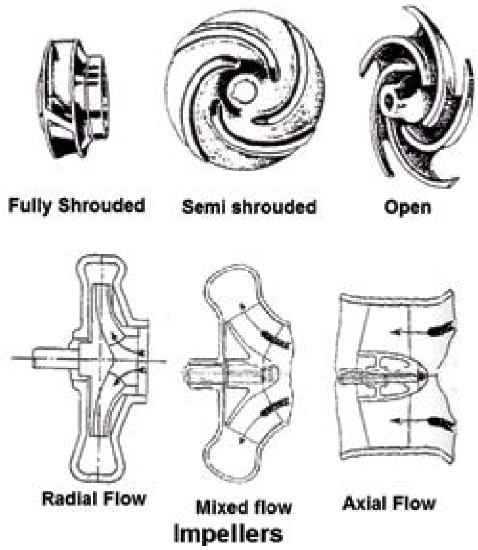
जास्त दाबाची गरज पडते. प्रवाह आणि दाब यांच्यामधला परस्परसंबंध लाल रंगाच्या दोन सिस्टीम कर्व्हमधून दाखवला आहे. लाल आणि काळ्या रंगांमधल्या वक्ररेषा ज्या बिंदूशी एकमेकींना छेद देतात त्याला ऑपरेटिंग पॉइंट म्हणतात. त्या विशिष्ट परिस्थितीमध्ये पंपातून पाण्याचा किती प्रवाह वाहेल आणि त्यासाठी पाण्याचा किती दाब निर्माण होईल या गोष्टी हा बिंदू दर्शवतो. आपल्या गरजेनुसार किती दाबावर किती पाण्याची आवश्यकता आहे हे पाहून त्यानुसार पंपाची निवड केली जाते आणि त्याचा वापर करताना तो ऑपरेटिंग पॉइंटच्या आसपास केला जातो.

इंपेलरचे प्रकार (आकृती ३)

पंपाची क्षमता तसेच कार्यक्षमता वाढवण्यासाठी अनेक उपाय योजले जातात. इंपेलरला वेगाने फिरवण्यामुळे पाण्याला गती मिळून त्याचा प्रवाह सुरू होत असल्यामुळे इंपेलर हा पंपामधील सर्वाधिक महत्त्वाचा पार्ट आहे. चित्रात दाखवल्याप्रमाणे इंपेलरची रचना तीन प्रकारे केली जाते. फुलाच्या पाकळ्या जशा मुळाशी त्याच्या देठाला जोडलेल्या असतात, त्याप्रमाणे ओपन इंपेलरची पाती त्याच्या मध्यभागी असलेल्या रिंगला जोडलेल्या असतात. हा इंपेलर फिरत असतो त्या वेळी परिघाच्या दिशेने फेकले जाणाऱ्या पाण्यातला काही भाग बाजूला ढकलला जातो आणि तिथल्या पोकळीतून केंद्राकडे परत येतो. यामुळे पंपाची कार्यक्षमता (एफिशियन्सी) थोड्या प्रमाणात कमी होते. पूर्णपणे बंदिस्त असलेल्या इंपेलरची पाती त्यांच्या दोन्ही बाजूंनी जोडलेल्या वर्तुळाकार चकत्यांमध्ये बंद असतात. त्यामुळे इंपेलरने ढकललेले सारे पाणी परिघाकडेच जाते आणि पंपाची कार्यक्षमता वाढते. सेमीश्राउडेड इंपेलरची पाती एका बाजूला एका चकतीला जोडलेली असतात तर दुसऱ्या बाजूला उघडी असतात. त्यामुळे पंपाची कार्यक्षमता इतर दोन प्रकारांच्या मध्ये असते.

हे तीन वेगळे प्रकार असण्याची गरज काय आहे असे वाटेल, पण तिन्ही प्रकारांचे काही वेगवेगळे फायदेसुद्धा आहेत. फुल्ली श्राउडेड इंपेलरची रचना गुंतागुंतीची असल्यामुळे तो बनवण्यात अडचणी असतात, त्यासाठी जास्त कच्चा माल लागतो आणि त्याला जास्त खर्च येतो. त्यामुळे पंपाची किंमत वाढते. ओपन इंपेलर बनवणे त्या मानाने सोपे असते आणि स्वस्त पडते. पंपाची कार्यक्षमता इतरही अनेक कारणांमुळे बदलते. त्यावर प्रभाव पाडणाऱ्या इतर बाबींवर नियंत्रण ठेवता येत नसेल तर कार्यक्षमता वाढवण्याच्या बाबतीत महागड्या इंपेलरचा फारसा उपयोग होणार नाही.

एफिशियन्सी वाढणे याचाच अर्थ ते मशीन चालवण्यासाठी कमी ऊर्जा लागणे असा होतो. हा पंप सतत दिवसभर किंवा



आकृती ३

दिवसातून जास्त वेळ चालवला जात असेल तर तितक्या प्रमाणात कार्यक्षमतेचा जास्त फायदा मिळून विजेची बचत होईल. परंतु त्या पंपाचा उपयोगच दिवसातला थोडा वेळ अधूनमधून होत असेल तर ती विजेची बचत तितकीशी जाणवणार नाही. काही ठिकाणच्या ग्रामीण भागात विजेच्या वापराचे मोजमाप करणारे मीटरच नसते. विजेच्या वापरासाठी दर महिन्याला एक ठरावीक रक्कम द्यायची असते. काही जागी विजेचा पुरवठा मोफत किंवा अल्पदराने केला जातो तर कधी कधी विजेची बिले माफ केली जातात. अशा ग्राहकांना कार्यक्षमतेची फार पर्वा करायचे कारण नसते. विजेची खपत कमी करण्यापेक्षा पंपाची किंमत कमी असणे त्यांच्या दृष्टीने अधिक आकर्षक असते.

मूळ किंमत कमी असल्यामुळे ओपन इंपेलरला पसंती दिली जाते, तर चालवण्याचा खर्च कमी पडत असल्यामुळे सतत चालत राहणाऱ्या पंपासाठी महाग असलेला बंदिस्त इंपेलर परवडतो. याशिवाय आणखी एक कारण आहे. इंपेलरच्या पात्यांना जोडलेल्या चपट्या पट्टीमुळे त्याला बळकटी येते आणि त्याचे आयुष्य वाढते. एका बाजूला पट्टी लावलेला सेमीश्राउडेड इंपेलर वापरला तर तुलनेने कमी किंमत, कमी खर्च आणि अधिक आयुष्य असे मिश्रण तयार होते. याखेरीज आणखी काही गोष्टींचा विचार केला जातो. पंपातून जे पाणी जाणार आहे ते कितपत स्वच्छ किंवा गढूळ आहे, त्यात कोणत्या प्रकारचा कचरा वाहून येण्याची शक्यता आहे, पंप बराच काळ वापरात नसला तर कसला गाळ त्यात साचू शकतो वगैरे बाबींमुळे पंपाच्या चालण्यात पडणारा फरक वेगवेगळ्या इंपेलरच्या बाबतीत कमी जास्त असतो. त्या सगळ्यांचा विचार करून त्यानुसार निवड करणे फायद्याचे असते.

सेंट्रिफ्युगल पंपांचे प्रकार

वर्तुळाच्या केंद्रबिंदूपासून त्याच्या परिघाला जोडणाऱ्या सरळरेषेला इंग्रजीत रेडियस असे म्हणतात आणि त्या रेषेने दर्शवलेल्या दिशेला रेडियल डायरेक्शन असे संबोधित केले जाते. उदाहरणार्थ, सूर्यापासून निघालेले सूर्यकिरण रेडियली सर्व बाजूंना जात असतात. सेंट्रिफ्युगल पंपाच्या इंपेलरच्या केंद्रापाशी असलेले पाणी असेच रेडियल दिशेने त्याच्या परिघाच्या पलीकडे ढकलले जात असते, असे आतापर्यंत दिलेल्या उदाहरणांवरून पाहिले. परंतु काही पंपांची रचना यापेक्षा थोडी वेगळी असते.

आपल्या घरातला सीलिंग फॅन छताला आणि जमिनीला समांतर अशा आडव्या प्लेनमध्ये फिरत असतो, पण त्याने निर्माण केलेला वारा मात्र त्याच्या काटकोनात वरून खाली येतो. मोटर लाँच आणि आगबोटीला जोडलेले प्रोपेलर गोल फिरता फिरता पाण्याला दूर ढकलतात आणि त्याच्या प्रतिक्रियेमुळे ती नौका पुढे सरकते. या तत्त्वाचा उपयोग पाणीपुरवठ्यासाठी काही पंपांमध्ये केला जातो.

नेहमीच्या साध्या सेंट्रिफ्युगल पंपात येणारे पाणी जलाशयामधून निघून एका नलिकेद्वारे इंपेलरच्या केंद्राजवळ पोचते. त्या वेळी त्याचा प्रवाह पंपाच्या अक्षाशी समांतर म्हणजे ॲक्शियल असतो. इंपेलरमध्ये तो रेडियल बनून केसिंगमध्ये जातो आणि तिथून टँजन्शियल दिशेने तो पंपाच्या बाहेर पडतो. अशा रितीने तो आपला मार्ग बदलत असतो. ॲक्शियल फ्लो या प्रकारच्या पंपात तो मुख्यत्वे ॲक्शियलच राहतो. या पंपातील इपेलरची रुंद आकाराची पाती इंपेलरच्या रिंगला तिरकस करून जोडलेली असतात. इंपेलर फिरू लागला की ही पाती त्यांच्या मागे असलेल्या पाण्याला पुढे ढकलतात. अर्थातच ते पाणी पात्यांसोबत गोल फिरतच पुढे जाते, पण केसिंगचा आकार असा दिलेला असतो की परिघाकडे जाण्याबरोबर पुढे जाण्याकडेच त्या पाण्याचा ओढा असतो.

पाण्याला विवक्षित उंचीवर उचलायची गरज नसेल आणि त्याच्या प्रवाहात विशेष अडथळे नसतील तर तो प्रवाह निर्माण करण्यासाठी जास्त दाबाची गरज पडत नाही. अशा प्रकारे कमी दाब आणि मोठा प्रवाह पाहिजे असेल तर त्यासाठी ॲक्शियल इंपेलरचा उपयोग केला जातो. मिक्स्ड फ्लो इंपेलरचा उपयोग करून ॲक्शियल आणि रेडियल या दोन्ही प्रकारांचा थोडा थोडा लाभ उठवला जातो. यातली पाती रुंदीला थोडी कमी असतात आणि त्यांचा तिरकसपणाचा कोनही वेगळा असतो.

– आनंद घारे
abghare@yahoo.com

डॉ. शर्वरी कुडतरकर

मोत्यांची शेती

'Queen of Gems' अशी सुंदर उपमा असलेले, नवरत्नांपैकी एक व हिऱ्यानंतर ज्याची गणना केली जाते असे मौल्यवान रत्न म्हणजे 'मोती' हे होय. सौंदर्याचे, प्रेमाचे, शुद्धतेचे आणि समृद्धीचे प्रतीक असलेले हे रत्न सर्वांच्याच आवडीचे असते. मोत्यांचा उल्लेख वेदा-पुराणांतही आढळतो. म्हणजेच पुरातनकाळापासून अगदी आतापर्यंत अशी या मोत्यांची कहाणी फार रंजक आहे. इजिप्तच्या क्लिओपात्राच्या गोष्टीतही मोत्यांच्या दागिन्यांचा उल्लेख आहे. क्लिओपात्रा ही इजिप्तची शेवटची राणी जी मुळात ग्रीक होती, तिने मौल्यवान मोत्यांचे दागिने वापरल्याचे दाखले आहेत. मोत्यांचा आंतरराष्ट्रीय व्यापार कित्येक शतकांपूर्वीपासून सुरू आहे. यामध्ये ग्रीस, रोम, इजिप्त, पर्शिया, चीन, भारत वगैरे देशांचा समावेश होतो.

हे मोती येतात कुठून? खाण्यासाठी उघडलेल्या एखाद्या शिंपल्यामध्ये पहिला मोती सापडला गेला असेल. हळूहळू मग मोत्यांसाठी शिंपले पकडले जात असावेत. आपल्याला तर माहीतच आहे की एका विशिष्ट शिंपल्यामध्येच मोती तयार होतो. शिंपल्यापेक्षा त्यांना कालवे म्हटले तर योग्य ठरेल. हे ऑयस्टर (oyster) या प्रकारात येतात. पूर्वी अशी कल्पना होती की दवबिंदूंचा किंवा पावसाचा थेंब या उघडलेल्या कालवात जर पडला तर त्याचा मोती बनतो. काहींच्या मते हे मोती म्हणजे कालवांची एकत्र साठलेली अंडी असावीत. विज्ञानाच्या मदतीने मग हळूहळू हे सगळे गैरसमज दूर होत गेले आणि आता सर्वांनाच हे ज्ञात आहे की काही ठरावीक प्रकारचे शिंपले किंवा कालवे अन्नग्रहण करतेवेळी चुकून आलेल्या टोकरी वाळूच्या कणाभोवती किंवा एखाद्या परजीवी प्राण्याभोवती एक आवरण तयार करतात जेणेकरून त्या वाळूच्या कणाचा किंवा परजीवी प्राण्याचा त्यांच्या माऊ व नाजूक शरीरास त्रास होऊ नये. बाहेरून शरीरात प्रवेश करणाऱ्या गोष्टी काढून टाकण्याची क्रिया या बिचाऱ्या शिंपल्यांच्या शरीरात विकसित झालेली नसते त्यामुळे ज्या गोष्टींचा शरीरात प्रवेश होतो त्या त्यांना स्वीकाराव्या लागतात. या चुकून आलेल्या आणि नको असलेल्या गोष्टी त्यांच्या मृदू-शरीरास टोचून नुकसान पोहोचवू शकतात. यावर उपाय म्हणून निसर्गाने यांना सुरक्षेची उपाययोजना म्हणून नेकर (nacre) स्त्रवण्याची क्रिया बहाल केली. त्याद्वारे हे शिंपले हजारो, सुंदर अशी चमकदार रंगीबेरंगी आवरणे त्या कणांवर अच्छादून त्याला मोत्या मध्ये रूपांतरीत करतात. एका कालवामध्ये एकापेक्षा जास्त मोती असू शकतात. हे चमकदार आवरण ८२ ते ८६ टक्के कॅल्शियम कार्बोनेटच्या (aragonite) स्फटिकांनी, दहा ते चौदा टक्के स्क्लेरोप्रोटिनने व दोन ते चार टक्के पाण्याने बनलेले असते. मोत्यांची शेती हा आजच्या घडीला करोडो रुपयांची उलाढाल असणारा व्यवसाय आहे. या मोत्यांचे तीन प्रकार असतात नैसर्गिक मोती, कृत्रिम मोती व नैसर्गिक संस्कारित मोती. निसर्गात एखाद्या शिंपल्याच्या शरीरात जाऊन अडकणाऱ्या वाळूच्या कणांमुळे तयार होणारे मोती हे फार दुर्मिळ असतात त्यांचे मिळण्याचे प्रमाणही आजकाल कमी होत चालले आहे. संस्करित मोती हे मानवी हस्तक्षेपाद्वारे शिंपल्यांमध्ये शस्त्रक्रियेद्वारे कण अलगद सोडून त्यावर शिंपल्यामार्फत बनत गेलेल्या आवरणामुळे तयार होतात तर कृत्रिम मोती म्हणजे मोत्यांसारख्या दिसणाऱ्या चमकदार आवरणाची आच्छादने देऊन कृत्रिम पद्धतीने कारखान्यात तयार करण्यात आलेले मोती होत. गोड्या पाण्यात केल्या जाणाऱ्या मोत्यांच्या शेतीमध्ये Lamellidens व Parreysia या जातींच्या शिंपल्यांचा उपयोग केला जातो.

भाक्रा, नांगल फिरोजपूर यासारख्या पंजाब व हिमाचल प्रदेशातल्या काही भागांत या जातींची मोत्यांच्या शेतीकरता लागवड केली जाते.

गोड्या पाण्यातले हे शिंपले पाणवनस्पती, चिखला-मधील जैविक पदार्थ तसेच एकपेशीय वनस्पतींना खाऊन जगतात. भारतात UGCच्या प्रकल्पांतर्गत GDVSU (Guru Angad Dev Veterinary and nimal Sciences University) लुधियाना येथे फिशरीज कॉलेजमध्ये प्रथमतः मोत्यांच्या शेतीची वैज्ञानिक पद्धतीने यशस्वी सुरुवात झाली.

याकरता काही योग्य जातींची निवड करून तुटलेल्या शिंपल्याच्या कवचाचा उपयोग करून शस्त्रक्रियेमार्फत त्याचे रोपण निवडलेल्या जिवंत शिंपल्याच्या शरीरात केले गेले. या रोपण केलेल्या शिंपल्यांना नायलॉनच्या जाळीदार पिशव्यांमध्ये घालून, बांबूच्या काठ्यांना अडकवून पाण्यात सोडले गेले. पाण्याची योग्यता व काही गुणधर्म नियमित तपासून आणि वेळोवेळी अन्नपुरवठा करून मोत्यांची शेती केली गेली. ठरावीक महिन्यांच्या काळानंतर हे शिंपले उघडून त्यातून मोत्यांचे यशस्वी उत्पादन घेतले गेले. Pinctata fucata, Pinctata margaritifera d Pinctata maxima या जातींच्या कालव्यांपासून उत्तम दर्जाचे मोती तयार होतात ज्यांना बाजारात चांगला भाव मिळतो. भारत, चीन, जपान, बांगलादेश, ऑस्ट्रेलिया, अमेरिका आणि फिलिपाइन्स यांसारखे देश मोती उत्पादनात उत्तम कामगिरी करत आहेत. भारतात शास्त्रोक्त पद्धतीने अभ्यास करून मोत्यांची शेती केल्यास त्यात चांगली वाढ होऊन परकीय चलनात भर पडू शकते. राफ्ट कल्चर या नावाने एक मत्स्यशेतीचा प्रकार आहे त्याचा उपयोग मोत्यांच्या शिंपल्याच्या लागवडीसाठी केला जातो. लाकडाच्या फळ्यांचा किंवा बांबूच्या काठ्यांचा उपयोग राफ्ट बनवण्यासाठी करतात.

राफ्ट म्हणजे एक प्रकारच्या तरंगणाऱ्या लहान होड्या असतात. परदेशात केल्या जाणाऱ्या शेतीमध्ये धातूच्या चटईप्रमाणे विणलेल्या पट्ट्यांचा वापर किंवा बऱ्याचदा सिमेंटच्या सांगाड्यांचा वापर यासाठी केला जातो. मोत्यांचे उत्पादन करणे ही दिसते तशी सोपी बाब नाही. पाण्याच्या वरून वाहणाऱ्या वाऱ्यापासून ते पाण्यात असलेल्या लहानात लहान घटकावर या मोत्यांचे उत्पादन अवलंबून असते. पाण्यात असणारे अनेक जैविक आणि रासायनिक घटकदेखील लागवड यशस्वी होण्याकरता महत्त्वाचे असतात. खाऱ्या पाण्यात शेती करण्याकरता वारा, भरती-ओहोटी, लाटा, पाण्याची खोली वगैरे घटकांचा सखोल अभ्यास असावा लागतो. या समुद्रात केल्या जाणाऱ्या मोत्यांच्या शेतीला पर्जन्यमान, वादळे, चक्रीवादळे यांच्या मर्यादा असतात.

अंदमान-निकोबार तसेच लक्षद्वीपच्या बेटांवर मोत्यांची शेती केल्यास ती सहज यशस्वी होऊ शकते कारण तिथला समुद्र कोरल रीफने वेढलेला असल्याने लाटांची, वादळाची तीव्रता तेथे थोडी कमी असते.

शेतीकरता वापरल्या जाणाऱ्या लहान शिंपल्यांना सीड (seed) किंवा स्पॅट (spat) असे म्हणतात. हॅचरीजमधून हे बियाणे विकत घेता येते. हे लहान आकाराचे शिंपले साधारण २० ग्रॅम वजनाचे झाले की त्यांच्यामध्ये शस्त्रक्रिया करून म्हणजेच चिमट्यांच्या साहाय्याने हलकेच उघडून त्यात न्यूक्लियस किंवा लहानसा शिंपल्याचा तुकडा इम्प्लांट केला जातो आणि असे रोपण केले गेलेले शिंपले उत्तम देखरेखीखाली ठेवले जातात. योग्य संगोपन करून योग्य वेळी मोती काढण्याकरता त्यांना उघडले जाते. अशा प्रकारच्या लागवडीला न्युक्लिएटेड लागवड असे म्हणतात. गोड्या पाण्याच्या शेतीमध्ये सध्या प्रदूषणामुळे मोत्यांचे उत्पादन कमी होत आहे.

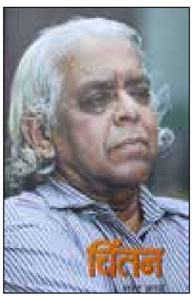
हे शिंपले एकाच जागी राहतात. त्यामुळे त्यांच्या राहत्या

जागी जे अन्न उपलब्ध असेल ते खाऊन ते जगतात. यांच्या खाण्याचा प्रकार फिल्टर फीडिंग असा आहे म्हणजेच या प्राण्यांमध्ये पाणी गाळण्याच्या क्रियेद्वारे अन्न मिळवले जाते. ही गाळण्याची क्रिया यांचे कल्ले (gills) करतात. पाण्यात आढळणाऱ्या सूक्ष्म वनस्पती, काही लहान कीटक तसेच प्लवक प्राणी खाऊन हे शिंपले आकाराने मोठे होत जातात.

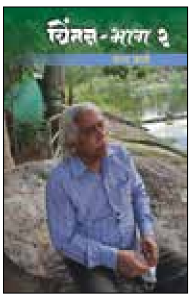
बऱ्याचदा काय होते की मोत्यांच्या शेतीकरता ज्या तळ्यांचा वापर केला जातो तेथे वारंवार जैविक तसेच रासायनिक खतांची फवारणी केली जाते. त्यामुळे पाण्यात मोठ्या प्रमाणात पोषक मूलद्रव्यांचे प्रमाण वाढते. या खतांमध्ये सोडियम व फॉस्फरस यांचा समावेश बऱ्याचदा असतो. त्यामुळे अशा पाण्यात COD चे (chemical oxygen demand) प्रमाण जास्त असते. ही खते अति प्रमाणात फवारल्यास प्रदूषणाचा स्रोत बनतात. पोषणद्रव्ये जास्त झाल्यामुळे सायनो बॅक्टेरिया किंवा ब्ल्यू ग्रीन अलगी (शेवाळे) मोठ्या प्रमाणात वाढतात. यांच्या वाढीमुळे पाण्यातला ऑक्सिजन कमी होत जातो व पाण्याचा पीएच (pH) वाढत जातो. जास्त प्रमाणात वाढलेल्या वनस्पती या मोत्यांच्या शिंपल्यांचे खाद्य नसल्याने शिंपल्यांच्या वाढीवर त्याचे परिणाम दिसून येतात. पर्यायाने मोत्यांच्या गुणवत्तेवरही परिणाम होतो. हे सर्व टाळण्यासाठी उत्तम नियोजनाची आवश्यकता असते. पॉलीकल्चर या प्रकारात वेगवेगळ्या माशांच्या प्रजातींसोबत मोत्यांच्या शिंपल्यांची लागवड केली जाते. मोत्यांची गुणवत्ता सुधारण्याकरता आजकाल जेनेटिक्स म्हणजेच आनुवंशशास्त्राची मदत घेतली जात आहे. या आनुवंशिक शास्त्राचा अभ्यास करून योग्य प्रतीचे, सूक्ष्मजीवांमुळे होणाऱ्या आजारांपासून वाचणारे, निसर्गातल्या वेगवेगळ्या परिस्थितीत तग धरून राहणारे, लवकर वाढणारे आणि असे इतर अनेक गुणधर्म असलेले मोत्यांचे शिंपले शास्त्रज्ञांना तयार करता येऊ लागले आहेत. मोत्यांच्या शिंपल्यांचे आतले आवरण ज्याला मॅन्टल (mantle) असे म्हणतात जिथून मोत्यावरचा चमकणारा पदार्थ तयार होतो. त्याचा अभ्यास Tissue culture (टिश्यू कल्चर) म्हणजेच उतींचे संवर्धन या शास्त्रात केला जात आहे. या मॅन्टलमधल्या काही पेशी ज्या कॅल्शियम कार्बोनेटच्या aragonite व conchiolin या पदार्थांच्या स्त्रवण्यास कारणीभूत आहेत त्यांना प्रयोगशाळेत बाजूला काढून (isolation) त्याद्वारे उत्तम दर्जाचे मोती बनवण्याचे प्रयोग यशस्वी रितीने चालू आहेत. नवनवीन तंत्रज्ञानाच्या व योग्य संशोधनाच्या मदतीने तसेच पर्यावरणाला हानी न पोहोचवता मोत्यांच्या शेतीमध्ये नक्कीच वाढ करता येईल जेणेकरून मोत्यांची आयात कमी होऊन मोत्यांच्या उत्पादनामुळे भारताचे निर्यातीद्वारे परकीय चलन आपोआपच वाढेल.

– शर्वरी कुडतरकर
samikshank@gmail.com

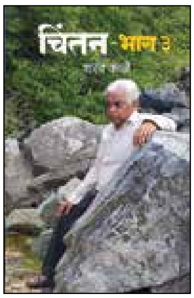
ग्रंथाली
शरद काळे यांची विज्ञानविचार आणि जीवन यांची सांगड घालणारी पुस्तके



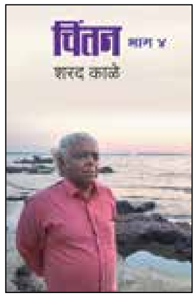
मूल्य ६०० रु. सवलतीत ३५० रु.



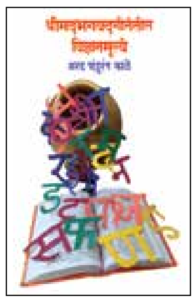
मूल्य ७५० रु. सवलतीत ४५० रु.

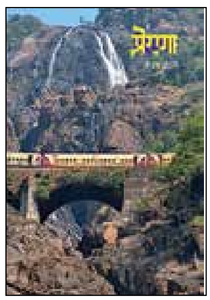


मूल्य ७५० रु. सवलतीत ४५० रु.



मूल्य ५०० रु. सवलतीत ३०० रु.


मूल्य ४०० रु. सवलतीत २५० रु.



मूल्य ३५० रु. सवलतीत २१० रु.

नरेंद्र गोळे

पुरावनस्पतिशास्त्राचे जनक - प्रा. बिरबल साहनी

(जन्म : १४ नोव्हेंबर १८९१, भेरा, पाकिस्तान; मृत्यू : १० एप्रिल १९४९, लखनौ, भारत)

ज्यांनी आवडेल तेच काम केले आणि जे काम केले ते त्यांना आवडले होते.

बिरबल साहनी यांनी १९११ साली गव्हर्नमेंट कॉलेज, लाहोर येथून पदवी प्राप्त केली. १९१४ साली इम्यान्युएल कॉलेज केंब्रिज येथून ते ट्रायपॉस पास झाले. १९१९मध्ये त्यांना लंडन विद्यापीठातून डी.एस.सी. पदवी मिळाली. १९२१मध्ये लखनौ विद्यापीठात ते वनस्पतिशास्त्राचे प्राध्यापक झाले. १९३३ साली ते विज्ञान विभागाचे अधिष्ठाता (डीन) झाले. १९४३ साली त्यांनी लखनौ विद्यापीठात भूगर्भशास्त्र विभागाची स्थापना केली. ३ एप्रिल १९४९ रोजी लखनौ इथे 'पुरावनस्पतिशास्त्र संस्थे'ची स्थापना झाली आणि १० एप्रिल १९४९ रोजी बिरबल निवर्तले. बिरबल साहनी अत्युत्कृष्ट वैज्ञानिक होते. कुशल संघटक होते. उत्तम माणूस होते. भारतातही, शासनातील अतिउच्च पदे सोडून, त्यांनी आपले संशोधन सुरूच ठेवण्याचा निर्णय घेतला. त्यांना भारतीय मूल्ये आणि परंपरा आवडत असत. विद्यार्थी आणि उदयमान वैज्ञानिकांकरता तर ते एक आदर्शच आहेत.

बिरबल यांच्या वडिलांचे नाव रुचिराम आणि आईचे नाव ईश्वरीदेवी होते. त्यांना असे वाटे, की मुलांनाच नव्हे तर मुलींनाही सर्वोत्तम शिक्षण मिळावे. त्यांची मुलगी लीला, पंजाबातील पहिली पदवीधारक होती. त्यांनी आपल्या मुलांना शिक्षणाचे स्वातंत्र्य दिले होते. त्यांच्या दोन मुलींसह बिक्रमजीत, बिरबल, बोधराज, मनोहरलाल, मुल्कराज, लक्षवंती, लीला या सात मुलांनी ब्रिटनमध्ये शिक्षण घेतले होते. रुचिराम यांना किरणोत्साराबाबत विशेष रुची असे. नोबेलविजेते लॉर्ड अर्नेस्ट रुदरफर्ड यांच्या प्रयोगशाळेतही त्यांनी संशोधनाकरता काही काळ घालवलेला होता. डेन्मार्कचे नोबेलविजेते भौतिकशास्त्रज्ञ निल्स बोहर यांचेशीही त्यांचा संबंध आलेला होता. रुचिराम यांच्या घरचे वातावरण शैक्षणिक होते. ते स्वतः रसायनतज्ज्ञ होते. लाहोर येथे ते रसायनशास्त्र शिकवत असत. त्या काळात ते सायकलवरून जागोजागी जाऊन विज्ञानावर व्याख्याने देत असत. १९१८ साली गव्हर्नमेंट कॉलेज, लाहोर येथून ते निवृत्त झाले. ते शास्त्रज्ञ होते आणि तल्लख निरीक्षकही होते. पंजाबातील ब्राह्मो समाजाचे ते एक नेते होते. सरकारी सेवेतून निवृत्त झाल्यावरही ते सक्रिय होते. त्यांचा दृष्टिकोन उदार होता. मुळात ते देशभक्त होते. स्वातंत्र्यलढ्यात त्यांनी भाग घेतलेला होता. त्यांच्या सर्वच मुलांवर त्यांच्या या सगळ्या कर्तृत्वाचा ठसा उमटलेला होता. बिरबल यांच्यावर विशेषत्वाने घरातील राष्ट्रीयत्वाचा खूप प्रभाव पडला. लाहोर, त्याकाळच्या भारतातील राजकीय चळवळींच्या केंद्रांपैकीचे एक केंद्र होते. जालियनवाला बाग हत्याकांडानंतर असहकार

चळवळ सुरू झाल्यावर, राष्ट्रीयत्व खोलवर रुजले गेले. प्रा. रुचिराम यांनी ब्रिटिश सरकारने त्यांना दिलेली पदवी परत केली आणि सरकारने दबाव आणूनही आपल्या भूमिकेत कोणताही बदल केला नाही. अशा घटनांनी युवा मनांवर अमिट असा ठसा उमटवला होता. त्यांच्या घरी अनेक स्वातंत्र्यसैनिक येत असत. भारतात परतल्यावर त्यांनी पाश्चात्त्य वेषभूषेचा त्याग केला. ते नेहमी भारतीय खादीचाच पोशाख नेसत असत.

जीवाश्मप्रेम हा बिरबल यांचा छंद होता. त्यांनी भारतात पुरावनस्पतिशास्त्रासारखे महत्त्वाचे अभ्यासक्षेत्र प्रस्थापित केले. त्यांना निर्विवादपणे भारतातील पुरावनस्पतिशास्त्राचे जनक मानता येईल. त्यांनी शास्त्रीय सत्ये उजागर केली. विज्ञानाच्या अभ्यासास त्यांनी वलय आणि चमकही प्राप्त करून दिली. ते संवेदनशील, न्यायनिष्ठ आणि सहृदय व्यक्ती होते. त्यांना पित्यापासून प्रखर देशभक्ती आणि विज्ञानप्रीती लाभली; तर औदार्य आणि सखोल श्रद्धा हे गुण त्यांना आईकडून लाभले होते.

गव्हर्नमेंट कॉलेज लाहोर इथे बी.एससी. करत असताना बिरबल यांनी वनस्पतिशास्त्राचा पर्याय निवडला होता. इथे त्यांची गाठ एका विस्मयकारक शिक्षकांशी पडली. ते प्रा. शिवराम कश्यप होते. ते विख्यात भारतीय शैवालशास्त्रज्ञ होते. त्यांचा बिरबल यांच्यावर खूपच प्रभाव पडलेला होता. त्यांनी बिरबल यांना चंबा, लेह, बालताल, उरी, पूंछ आणि गुलमर्ग इत्यादी हिमाचलप्रदेश आणि जम्मू व काश्मीर राज्यांतील ठिकाणांवर अनुभवाकरता नेलेले होते. बिरबल सुदैवी होते. उन्हाळ्याच्या सुट्ट्यांत, जोझिला खिंडीसारख्या अवघड प्रदेशातही भेट देण्याची संधी त्यांना लाभलेली होती. यामुळे बिरबल यांचे वनस्पतिशास्त्रातील स्वारस्य वाढीस लागले. त्यांच्या आयुष्यातील हा एक मोलाचा टप्पाच होता. घरी लावण्याकरता ठिकठिकाणी हिंडून वनस्पती गोळा करणे हाही त्यांचा एक छंदच होता. या वेळेपर्यंत त्यांनी वनस्पतिशास्त्रातच उच्चशिक्षण घेण्याचा निर्णय घेतलेला होता.

बिरबल यांचा स्वभाव हरहुन्नरी होता. युवा विद्यार्थी म्हणून त्यांनी आपल्या शाळेचे तसेच महाविद्यालयाचेही हॉकी खेळात प्रतिनिधित्व केलेले होते. ते टेनिसही खेळत असत. केंब्रिजमध्ये असताना 'इंडियन मजलिस'मध्ये ते टेनिस खेळत असत. त्यांना संगीतही आवडत असे. ते सतार आणि व्हायोलिनही वाजवत. त्यांची चित्रकला चांगलीच होती. या साऱ्यांमुळे त्यांचे आयुष्य अत्यंत संतुलित झालेले होते.

बिरबल यांनी ट्रायपॉस (केंब्रिजमधील पदवीकरताची अंतिम ऑनर्स) परीक्षा पार केली. मग ते पीएच.डी. करता काम करू लागले. आघाडीचे वनस्पतिशास्त्रज्ञ प्रा. अल्बर्ट चार्ल्स सिवर्ड हे त्यांचे मार्गदर्शक होते. भारतातील पुरावनस्पतिशास्त्रात प्रा. सिवर्ड यांचे नाव प्रसिद्धच होते. त्यांच्या मार्गदर्शनाखाली बिरबल यांनी पीएच.डी. करण्याच्या घटनेमुळे भारतातील पुरावनस्पतिशास्त्रास नवेच वळण लाभले होते. १९१५ साली, प्रा. सिवर्ड यांच्यासोबत केंब्रिज इथे काम करत असताना बिरबल यांनी, नवीन वनस्पतिशास्त्रज्ञ ('न्यू फायटोलॉजिस्ट') नावाच्या नियतकालिकात दोन शोधनिबंध प्रकाशित केले. त्यातच त्यांची क्रांतिक विचार करण्याची विश्लेषण क्षमता व्यक्त झाली होती. त्यांनी माऊंट पेल्लीअरवरून गोळा केलेल्या जीवाश्मांचा अभ्यास केला. पहिल्या शोधनिबंधात त्यांनी, जिंक्गो वनस्पतीच्या स्त्रीबीजांडातच परागकणांचे अस्तित्व असल्याचा अहवाल दिलेला होता. दुसरा शोधनिबंध एका सुरस नेच्याच्या (फर्नच्या) अभ्यासावर आधारित होता. क्वालालंपूर इथून संकलित केलेल्या या वनस्पतीचे शरीरशास्त्र अत्यंत विस्मयकारक असते. या वनस्पतीची धावती खोडे (स्टोलोन्स) खूप लांब असतात. जमिनीला समांतर जाणाऱ्या फांद्या असतात, ज्यांच्या टोकाशी नव्या वनस्पतींची वाढ होऊ शकणारे फुटवे असतात. याचे आणखी एक उदाहरण म्हणजे स्ट्रॉबेरीची वनस्पती. या प्रकरणात धावती खोडे १६ मीटर इतकी लांबवर जाऊ शकतात. पुढे त्यांचे जीवाश्मांवरील प्रेम वाढतच गेले. लवकरच त्यांना जणू तो छंदच जडला. त्यामुळेच ते भारतात महत्त्वाच्या पुरावनस्पतिशास्त्राची स्थापना करू शकले. त्यांना निर्विवादपणे भारतातील 'पुरावनस्पतिशास्त्राचे जनक' म्हटले जाऊ शकेल. १९१९मध्ये ते भारतात परत आले आणि त्यांनी शिकवण्याचा निर्णय घेतला.

पुरावनस्पतिशास्त्र हा शब्द पुरा आणि वनस्पतिशास्त्र अशा दोन शब्दांनी घडलेला आहे. खडकांतील जीवाश्मांत जपून ठेवल्या गेलेल्या वनस्पतींचा अभ्यास करून त्यांची ओळख पटवणे, या शास्त्राला पुरावनस्पतिशास्त्र म्हणतात. जीवाश्म पुरातन काळातील वनस्पतीचे प्रतिनिधित्व करतात. त्यामुळे त्या काळातील हवामानाची माहिती मिळवण्याकरता पुरातन वनस्पतींच्या ज्ञानाचा उपयोग होतो. वनस्पती हवामानातील बदलासोबत उत्क्रांत होतात. हवामान बदलल्यास वनस्पतीही बदलतात. उंच ठिकाणी आपल्याला शंक्वाकृती पाने आढळून येतात. वाळवंटात काटेरी वनस्पती उगवतात. उष्णकटिबंधीय भागांत रुंदपर्णी वनस्पती आढळून येतात. वनस्पतींबाबत अनुमान करून, त्यावरून हवामानाचे अनुमानही करता येऊ शकते. जीवाश्माच्या अभ्यासास आणखीही एक उपयुक्तता आहे. एखादी वनस्पती केवळ छोट्याशा कालपट्ट्यातच अस्तित्वात असेल आणि अवसादी खडकात जर त्या वनस्पतीचे जीवाश्म सापडले तर आपल्याला त्या अवसादी खडकाचा काळ समजू शकतो. अवसादी खडकाच्या

थराथरांतून ते जमा होत गेलेले असतात. पुढे नव्या साठ्यांचे वजन आणि पर्यवसायी तापमान खडकाला अधिकाधिक घट्ट करत जातात. खडक तयार होतात. 'वनस्पतींच्या शिजण्यातून' कोळसा तयार होतो. खडकात गाडलेल्या अवस्थेत उच्च तापमान आणि उच्च दाबाखाली वनस्पतींचा कोळसा उत्क्रांत होत असतो. खडकांच्या अभ्यासातून अंतर्भूत वनस्पती सूचित होऊ शकतात. जीवाश्मांच्या अभ्यासाने विसरलेला भूतकाळ उलगडत जातो. जीवाश्म भूतकाळात डोकावून पाहण्याची संधी देतात. उदाहरणार्थ, वनस्पतींचे जीवाश्म आपल्याला त्या काळातील वनस्पती कशा दिसत असतील याची कल्पना देऊ शकतात.

जीवाश्म निरनिराळ्या प्रकारचे असतात. काही वेळेला दीर्घकाळ खडकांत खोल गाडले गेलेले असतात. त्यामुळे वनस्पती तापमान आणि दाबापायी कोळपून जातात. भूतकाळातील अन्नधान्यांचे कोळपलेले अवशेष पुरातात्त्विक स्थळांतून आढळून आलेले आहेत. काही वेळेस गाडल्या जाताना वनस्पती चपट्या होतात, मात्र उत्खननात तरीही, त्या त्यांच्या सेंद्रिय अवशेषांच्या आकारांवरून आणि रूपरेषांवरून ओळखल्या जाऊ शकतात. मग त्या आकारांत आणि रूपरेषांत काहीसे विचलन झालेले असले तरी त्याचा अडथळा होत नाही. अशांना दाबजनित जीवाश्म म्हणतात. काही वेळेस खडकात पाने गाडली जातात. त्यातून मूळ सेंद्रिय पदार्थ वाहून जातात. तसे असले, तरी खडकांत त्यांचा ठसा उमटलेला दिसू शकतो. त्यांना आपण ठशांचे जीवाश्म म्हणतो.

काही वेळेला गाडलेल्या वनस्पतींतील सेंद्रिय पदार्थ किंवा त्यांचे अंश, बव्हंशी कीटक आणि जिवाणूंनी खाऊन टाकलेले असतात. मात्र कधी कधी तसे ते खाल्ले जाण्यापूर्वीच त्यावर पुढील थर चढत जातात. अनेकदा त्या वस्तूच्या पृष्ठभागाची वैशिष्ट्ये तिथे तयार झालेल्या क्षार अथवा खनिजांच्या साच्यांत साठवली गेलेली असतात. मूल वनस्पती वा त्यांचे अंश तिथून निघून गेलेले असले तरी, ते ठसे अभ्यासास उपलब्ध असतात. बिया वा फळे यांबाबत असे होऊ शकते. त्या साच्यांतून मऊ पदार्थ भरून मूळ जीवाश्मांच्या ठशांच्या प्रती काढल्या जाऊ शकतात.काही प्रकरणांत वनस्पतीच्या आतील मऊ पदार्थ परिसरात हरवून जातात वा वरीलप्रमाणे जिवाणूंकडून खाल्ले जातात, मात्र त्यांची रिकामी झालेली जागा आजूबाजूच्या क्षार वा खनिजांनी भरून जाते. नंतर त्याचा बाह्य थरही (मऊ, पण मूळ आतील पदार्थांहून टणक) नाहीसा होतो. मूळ पदार्थांचा एक ठसा मात्र उमटून राहतो. त्यालाच 'साचा' (कास्ट) म्हणतात.

वनस्पतींत परागकण आणि बीजांडे (स्पोअर्स) असतात. वनस्पतीचे हे प्रजननअवयव असतात. लहान लहान वस्तू असतात या. छोटे अंश. कधी कधी १/१००मिमी इतके लहान. प्रगत वनस्पतींना परागकण असतात तर तुलनेत प्राथमिक वनस्पतींना बीजांडे असतात. सामान्यतः (मात्र नेहमीच नाही) बीजांडे परागकणांहून लहान असतात. परागकणांचे बाह्य स्तर टणक असतात. बीजकवच (स्पोरोपोल्लेनिन) म्हटली जाणारी बहुवारिके असतात ती. अत्यंत कठीण परिस्थितीतही ती टिकून राहतात. वस्तुतः रासायनिकदृष्ट्या ती खूपच सशक्त असतात. एवढी की खडकापासून परागकण मिळवण्याकरता, खडकाचा नमुना आम्ल वा विम्लात उकळवावा लागत असतो. कर्बप्राणिले (कार्बोनेट) वा वालुका (सिलिका) विरघळतात तरीही परागकण टिकून राहत असतात. हे 'पुरातन परागकण' प्रत्येक वनस्पतीच्या पृष्ठभागांच्या वैशिष्ट्यांसहच्या एकमेवाद्वितीय आकाराने ओळख पटलेले असतात. चित्रवेचक विजक सूक्ष्मदर्शकाने (स्कॅनिंग इलेक्ट्रॉन मायक्रोस्कोपने) ही ओळख पटवली जात असते. परिणामी पुरा-परागकण आणि बीजांडे सूक्ष्मदर्शकाखाली तपासून, निराळी करून, ओळख पटवून ठेवता येतात. ज्या वनस्पतींचा ती अंश होती त्यांच्याबद्दलच्या माहितीचा त्यावरून बोध होतो. असा अभ्यास करणाऱ्या विद्याशाखेस बीजाणूशास्त्र किंवा पुराबीजाणूशास्त्र (पालिनोलॉजी किंवा पलिओ पालिनोलॉजी) असे म्हणतात.

काही वेळेस वनस्पती पाणवठ्याच्या तळाशी गाडल्या जातात. पाणी किंचित आम्ल असेल तर, त्याच्यात विरघळलेल्या स्वरूपात वालुका (सिलिका) असू शकते. तिथे त्यातील सेंद्रिय पदार्थ त्वरित खाऊन टाकण्याकरता खूपसे जिवाणू नसतील तर, विरघळलेल्या पदार्थांतील कर्बप्राणिले आणि क्वचित आजूबाजूच्या पाणथळ जागेत अस्तित्वात असलेली लोहासारखी मूलद्रव्ये वनस्पतीच्या अंतर्भागात शिरकाव करतात. उदाहरणार्थ, वनस्पतीच्या बुंध्यात वालुका भरलेल्या पेशी असतात. ही प्रक्रिया अत्यंत मंद असते. अनेक लक्ष वर्षे ती सुरू राहते. विचलनविहीन पद्धतीने ती दीर्घकाळ सुरू राहिल्यास, यथावकाश आतील सर्व पेशींतील सेंद्रिय पदार्थांची जागा वालुकेने भरली जाते. अश्मिभूत झाड (पेट्रिफाईड ट्री) उभे राहते. अशा जीवाश्मांना अश्मिभूतवनस्पतीजीवाश्म म्हटले जाते. दर्शनावरून तुम्हाला ती प्रत्यक्षातील वनस्पतीची फांदीच भासेल. मात्र स्पर्श करताच वा तिला उचलण्याचा प्रयत्न करताच ती अश्मिभूत असल्याचे तुमच्या लक्षात येईल. त्या फांदीचा पातळ काप घेतल्यास सूक्ष्मदर्शकाखाली पेशी संरचनाही पाहता येईल. इथे याची नोंद केली पाहिजे, की पानांसारख्या सर्वात मऊ अवयवांचे अश्मिकरण होण्यापूर्वीच ती सडून जातात.

दिंडोरी, मंडाळा आणि शिवनी (मध्यप्रदेश), बोलपूर (पश्चिम बंगाल), राजमहल (झारखंड) आणि जैसलमेर (राजस्थान) यांसारख्या काही ठिकाणी आजही आपण

अश्मिभूत लाकडे पाहू शकतो. कोट्यवधी वर्षांपूर्वी ही निर्माण झालेली आहेत. वस्तुतः यांपैकी घुघ्वा (दिंडोरी, मध्यप्रदेश) यासारख्या अनेक ठिकाणी त्यांभोवती असे नमुने, जीवाश्म उद्याने स्थापन करण्यात आलेली आहेत. तिथे आपल्याला भव्य वृक्ष ज्या जागी अश्मिभूत झालेले असतात तिथेच ते पाहता येतात. ते अतिप्रचंड आहेत (अनेक मीटर लांब आणि सुमारे अर्धा मीटर जाड). पाण्याच्या प्रवाहांनी सहजपणे जागचे हलू शकणारे नाहीत. सर्वाधिक शक्यता अशी आहे, की जिथे ते आज आपण पाहत आहोत तिथेच त्यांची निर्मितीही झालेली असावी.

घुघ्वा जीवाश्म उद्यान, दिंडोरी, मध्यप्रदेश

अश्मिभूत लाकडास मूळ वृक्षाच्या खोडाचा आकार आणि त्याची वैशिष्टचे लाभलेली असतात. जीवाश्मात क्वचितच कुठे काष्ठतंतू वा तत्सम सेंद्रिय पदार्थ शिल्लक राहिलेले असतात. प्रामुख्याने त्यात वालुका आणि इतर खनिजपदार्थ भरलेले असतात. वर्तमानातले आकारमान मूळ आकारमानाहून (उंची आणि व्यास) खूपच लहान असते. अश्मिकरण मंद आणि अविचलित झाल्यास खोडाच्या पेशी संरचनेचे बारकावे तरीही सुरक्षित राहू शकतात. अशांना अश्मिभूत जीवाश्मे म्हणतात. प्रयोगशाळेत अशांचे पातळ काप नमुने घेऊन सूक्ष्मदर्शकाखाली त्यांचा अभ्यास केला जाऊ शकतो. जीवाश्म झालेल्या वनस्पतींची ओळख पटवण्याकरता तो उपयुक्त ठरतो.

आणखी एका प्रकारचे जीवाश्मही असते ज्याला माग जीवाश्म किंवा जीवाश्म अवशेष म्हणतात. खडकात सापडलेले हे माग असतात. सेंद्रिय रचनेच्या हालचालींचे ते सूचक असते. त्या निघून गेल्यानंतरही माग मात्र शाबूत राहतात. प्राणीज विष्ठाही सुरक्षित टिकून राहू शकते. तांत्रिक भाषेत विष्टाश्म (कोप्रोलाईट) म्हटले जाणारे डायनासोर मल (पूप) हे एक उदाहरण आहे. यामुळे पुरावनस्पतिशास्त्रज्ञांना हे सिद्ध करणे शक्य झाले होते, की साडेसहा कोटी वर्षांपूर्वी पृथ्वीवर डायनासोर फिरत होते तेव्हा गवत अस्तित्वात होते. त्यामुळे आपल्या हे लक्षात येईल, की ओ'कीफे म्हणतात त्यानुसार द्रव विसरून जातात, मात्र खडक विसरत नाहीत. जीवाश्म भूतकाळातील मूल्यवान माहितीची स्मृती साठवून ठेवत असतात. निसर्गाचे हे लिखाणच असते. बिरबल साहनी खडकावरले ते लिखाण वाचू शकणारी व्यक्ती होते. त्यांच्या संशोधनक्षेत्राच्या निवडीच्या रहस्याचा माग, त्यांनी युवावस्थेत केलेल्या प्रयोगांशी आणि त्यांच्या परिवाराच्या पार्श्वभूमीशी जोडता येतो.

अनेक लोकांची अशी समजूत असते की पुरावनस्पतिशास्त्र हा विषय शुद्ध शैक्षणिक स्वरूपाचा असतो, त्याचा समाजास कोणताही उपयोग होत नाही. मात्र हे खरे नाही. ते शास्त्र आपल्याला हे सांगते, की पृथ्वीवर शस्य कसे निर्माण झाले, कसे उत्क्रांत झाले आणि प्रत्यक्षात वाटते त्याहून हे शास्त्र खूपच जास्त सुरस कसे आहे. वनस्पतींच्या जीवाश्मांच्या अभ्यासातून हाती आलेली काही सुरस माहिती पुढीलप्रमाणे आहे.

मध्यप्रदेशातील छिंदवाडा इथे फणसाचे एक झाड सुमारे साडेसहा कोटी वर्षांपूर्वी वाढलेले होते. लखनौ येथील बिरबल साहनी पुरावनस्पतिशास्त्र संस्थेत त्याचे जीवाश्म आपण पाहू शकतो. सामान्यतः असे मानले जाते की सीताफळाचे झाड भारतात पोर्तुगालमधून आले. मात्र सांची आणि मथुरेतील भारतीय मंदिरांतील भिंतींवरील शिल्पांत कोरलेले असल्याने लोकांच्या मनात त्याबद्दल शंका येत असे. पुढे सीताफळाच्या बिया/साल यांचे अवशेष संघोल (पंजाब) आणि मिर्झापूर व सोनभद्र (उत्तरप्रदेश) इथे आढळून आल्याने तो गैरसमज दूर झाला होता. कोळशाचे तसेच बियांचेही रेडिओकार्बन डेटिंगवरून हे सिद्ध झाले, की सीताफळ सुमारे ३,००० वर्षांपासून भारतात आहे. आणखी एक उदाहरण निलगिरी वृक्षाचे आहे. सामान्यतः अशी समजूत होती की तो वृक्ष आपल्याकडे ऑस्ट्रेलियातून आला. मात्र भारतातील साडेसहा कोटी वर्षांपूर्वीच्या जीवाश्मांत तो आढळून आल्याने ती समजूत खोटी ठरते.

हे वाचून तुम्हाला आश्चर्य वाटेल की, आज दोन-तृतीयांश वाळवंटी असलेला राजस्थान पूर्वी तसा नव्हता. सुमारे २५ लाख वर्षांपूर्वी राजस्थानात हिरवीगार जंगले होती. सुमारे १८ लाख वर्षांपूर्वीपर्यंत ती शाबूत होती. मधील अनेक टप्प्यांवर सशक्त वारे वाहत असत आणि वाळूच्या टेकड्या उभ्या राहिल्या होत्या. त्यामुळे शस्याच्या (शस्य - शाक, वनस्पती, हिरवळ) अस्तित्वाचे फारच थोडे पुरावे शिल्लक राहिले. मात्र ५ ते १० हजार वर्षांपूर्वी राजस्थानात खुली गवताळ मैदाने होती. परागकण आणि बीजांडे अशा प्रकारे आपल्याला, भूतकाळातील हवामानाची माहिती मिळवण्याची संधी देतात.

वनस्पतींचे जीवाश्म इतरही मोलाची माहिती देतात. भारतातील शेतकी परंपरांबाबत फार लोकांना माहिती नसते. भारतात ख्रिस्तपूर्व २३०० ते १५०० वर्षांपूर्वीपासून आपल्याकडे द्राक्षे पिकवली जातात. हा निष्कर्ष अवसादी (अवसादी - थरावर थर चढून निर्माण होणारे) खडकांत द्राक्षवेलींचे लाकूड आणि बिया यांचे जीवाश्म आढळून आल्यावरून काढण्यात आलेला आहे. पूर्वी लोक असे समजत असत की द्राक्षलागवड मोघल काळापासून सुरू झाली. मेंदी, चमेली, प्राजक्त आणि

लिंबू हे हरप्पा काळापासून इथेच असल्याचे आढळून आले आहे. दक्षिण भारतात २,५०० वर्षांहूनही पूर्वीपासून, रिठ्याचा आणि आवळ्याचा वापर केला जात असे. इतरही अनेक उदाहरणे अस्तित्वात आहेत.

याशिवाय आर्थिक महत्त्वाची काही उपयोजने आहेत. आपल्याला हे माहीत असते, की जमिनीत छिद्रे करून तेल मिळू शकते. तेल अश्मकूपांतून (ट्रॅप्स) आढळून येते. सामान्यतः 'तेलाची खोरी' अभेद्य अशा खडकांनी वेढलेली असतात, वर अवसादी टणक खडकांचे आवरण असते. त्यामुळे त्यातून तेल निसटून बाहेर जाऊ शकत नसते. तेलाचे गवेषण (गवेषण – जमिनीच्या खाली घेतलेला शोध, विशेषत: खनिजाचा) करताना छिद्र करतच राहता येत नाही. हे अत्यंत खर्चीक ठरू शकते. त्यामुळे हे महत्त्वाचे असते, की छिद्र योग्य ठिकाणीच घेतले जावे. काही कालावधींदरम्यानच तेलनिर्मिती झालेली आहे, म्हणून त्या कालावधीतील अवसादी खडकांतून परागकण इत्यादी आढळून येत असतात. त्या कालावधीची ते सूचना देतात. त्यामुळे असे परागकण आढळून आल्यासच, छिद्र पुढे खोल नेत राहता येते.

वनस्पतींपासूनच घडलेल्या कोळशाबाबतही असेच धोरण अवलंबले जाते. सुमारे २५ कोटी वर्षांपूर्वी, प्रामुख्याने गोंडवानायुगात, भारतात प्रचंड जंगले अवसादी खडकांत दडपली गेली. नंतरच्या कोट्यवधी वर्षांत त्यांचे रूपांतरण कोळशात झाले. भारतातील बहुतांश कोळसा त्याच कालावधीत निर्माण झालेला आहे. तो झारखंड, पश्चिम बंगाल, मध्यप्रदेश आणि पूर्व उत्तर प्रदेश इत्यादींत विखुरलेला आहे. सुमारे ५ कोटी ते १५ कोटी वर्षांपूर्वीच्या, तृतीयक कालावधीतील कोळसा फार थोडा आहे, तो बव्हंशी ईशान्य भारतात सीमित आहे. त्यातही जिथे परागकण, बीजाणू वा इतर पुरातन जीवाश्मांचा शोध लागलेला असेल तिथे, कोळसा आढळू शकेल असा योग्य स्तर शोधला जातो. उदककर्ब (पेट्रोलियम, डिझेल, उदककर्ब वायू) आणि कोळशाचे आपल्या आयुष्यांतील मोल लक्षात घेता, पुरावनस्पतिशास्त्र समाजाकरता किती मोलाचे आहे हे आपण समजू शकतो.

बिरबल यांच्यापाशी विषयाचे ज्ञान, संवादकौशल्य, संवेदनशीलता, यथातथ्यता आणि सहृदयता या सर्वच बाबी वैपुल्याने होत्या. १९१९ मध्ये ते इंग्लंडमधून भारतात परतले. बनारस हिंदू विद्यापीठाचे संस्थापक पंडित मदनमोहन मालवीय यांना असे वाटत होते की त्यांनी तिथे विद्यापीठात रुजू व्हावे. वस्तुतः प्रा. बिरबल साहनी तिथे प्राध्यापक म्हणून रुजूही झाले होते. मात्र त्यांना असे वाटू लागले, की तिथे राहून ते त्यांचा छंदच असलेले पुरावनस्पतिशास्त्रातील संशोधन, हवे तसे साध्य करू शकणार नाहीत. १९२० मध्ये त्यांचा विवाह त्यांच्या वडिलांचे निकटचे मित्र असलेल्या सुंदर दास सुरी यांची मुलगी सावित्री यांच्याशी झाला. त्या नेहमीच त्यांच्या सर्व कठीण काळात त्यांच्या पाठीशी उभ्या राहिल्या. लग्नानंतर वर्षभराच्या आतच ते लाहोर इथे पंजाब विद्यापीठात रुजू झाले. पुढे १९२१ मध्ये ते लखनौ विद्यापीठात गेले. लखनौमधील त्यांचा रहिवास सर्वाधिक राहिला.

प्रा. साहनी लखनौला प्राध्यापक म्हणून आले. त्यांच्यावर वनस्पतिशास्त्र प्रमुखपदाची जबाबदारी सोपवण्यात आली होती. ते आपल्या कर्तव्यांबाबत नेहमीच दक्ष असत. पदवीकरताच्या अभ्यासक्रमाची पुनर्रचना करण्याचे कार्य त्यांनी हाती घेतले. पद्धतशीरपणे त्यांनी बी.एससी. ऑनर्स आणि पदव्यूत्तर वर्ग, या अभ्यासक्रमांचीही व्यवस्था केली. ज्येष्ठ शिक्षकांनी नव्या विद्यार्थ्यांना विषयाची सुरुवात करून द्यावी यावर त्यांचा विश्वास होता. सामान्यतः ज्येष्ठ शिक्षक केवळ पदव्युत्तर वर्गच घेत असत. त्याच्या हे नेमके उलट होते. त्यांना असे वाटे, की ज्येष्ठ शिक्षकांचे उच्चतर अनुभव आणि त्यांची परिपक्वता यांमुळे ते विद्यार्थ्यांना विषयाचे बारकावे नीट शिकवू शकतील. त्यांच्यात विषयाप्रतीचे प्रेम निर्माण करू शकतील. त्यांना विषयाबाबतच्या संकल्पना सुस्पष्ट करून देऊ शकतील.

साहनी लोकप्रिय शिक्षक होते. त्यांच्या अभ्यासक्रमाचे नसलेले विद्यार्थीही काही वेळेस त्यांच्या वर्गांना येऊन बसत असत! जीवाश्मांचे, परिस्थितीचे वा संकल्पनेचे वर्णन करताना योग्य शब्द आणि शैली सुचणे ही त्यांना लाभलेली देवदत्त देणगी होती. फळ्यावर ते दोन्हीही हातांनी चित्र काढत असत आणि सुबोध रीतीने ते समजावूनही देत असत. त्यांचे संशोधननिबंध त्यांच्या दर्जाचा ठसाच घेऊन येत असत. त्यांचे सादरीकरण थोडक्यात आणि अत्यंत सुस्पष्ट असे. ते स्वभावाने परिपूर्णतेस बांधलेले होते. पुरावनस्पतिशास्त्रात ते असे विषय हाताळत असत जे वास्तव जगात मूळ स्वरूपात अस्तित्वातच नव्हते, म्हणून त्यांचे वर्णन करताना असामान्य सामर्थ्य लागत असे. शिकवताना ते पाठ्यपुस्तकाशी बांधलेले राहत नसत. त्यांच्या वर्गात ते त्यांच्या क्षेत्रातील अगदी अलीकडील शोधही घेऊन येत असत. त्यामुळे त्यांची व्याख्याने परिपूर्ण होत असत, सर्वाधिक उत्तेजक ठरत असत आणि विद्यार्थ्यांना विषय आकलनात त्याचा लाभही होत असे. त्यांनी १६ विद्यार्थ्यांना डॉक्टरल पदवीकरता मार्गदर्शन केले होते. त्या सगळ्यांनी आपापल्या कर्तृत्वाने नाव केलेले आहे.

प्रा. बिरबल साहनी यांनी एम.एससी.च्या विद्यार्थ्यांकरता परीक्षेचा विशेष विषय म्हणून पुरावनस्पतिशास्त्र हा विषय पहिल्यांदा सुरू केला. यामुळे देशात पुरावनस्पतिशास्त्रास उत्तेजना मिळाली. कल्पना अशी होती, की संभवतः कुशल प्राध्यापकांत आणि सुरुवातीसच विषयाची ओळख झाल्यामुळे

कुणा विद्यार्थ्यात त्याबाबतचे स्वारस्य जागृत होईल आणि तो या क्षेत्रात संशोधन करेल. नंतर कोलकाता, अलाहाबाद आणि इतरही काही विद्यापीठांत तसेच करण्यातही आले.

प्रा. साहनी यांनी शिकवण्यासोबतच संशोधनही सुरूच ठेवलेले होते. प्रशासकीय कामही ते करत होतेच. यू.के.मधील केंब्रिज विद्यापीठाने त्यांना १९२९ मध्ये सन्माननीय डी.एससी. पदवी प्रदान करण्याचा निर्णय घेतला. तेव्हा त्यांच्या कार्यास मोठीच मान्यता लाभली. त्यांचे संशोधन, शिक्षणकौशल्य यांमुळे लखनौ विद्यापीठातील वनस्पतिशास्त्रविभाग देशातील पुरावनस्पतिशास्त्र प्रशिक्षण आणि संशोधनाचे प्रमुख केंद्र झाला. असे स्पष्ट होऊ लागले होते, की पुरावनस्पतिशास्त्र भूगर्भशास्त्रापासून निराळे करता येत नाही. साहनींच्या प्रयासांना १९४३ मध्ये फळ लाभले. लखनौ विद्यापीठात भूगर्भशास्त्रविभाग स्थापन झाला. प्रा. साहनींनाच तहहयात त्याचे प्रमुख करण्यात आलेले होते.

प्रा. साहनी यांनी नाणी आणि इतर पुरातात्त्विक वस्तूंचा अभ्यास करण्यातही रुची दाखवली. हरयाणामध्ये जीवाश्मांच्या शोधात असताना त्यांना नाण्यांच्या साच्यांचा एक संग्रहच आढळून आला. ए क्ले सिल अँड सिलिंग ऑफ शुंग पिरियड फ्रॉम खोक्रा कोट माऊंड या शीर्षकाने त्यांनी १९३६मध्ये त्याचा अहवाल दिला. ते काम त्यांनी सुरूच ठेवले. आणखी उत्खननही केले. मग पुरातन भारतातील नाणी पाडण्याच्या तंत्रांवरील एक शोधप्रबंधही त्यांनी सादर केला. सहा वर्षांनंतर १९४१मध्ये त्यांनी यौद्धेय कॉईन मोल्डस फ्रॉम सनेट निअर लुधियाना इन सतलज व्हॅली हा आणखी एक शोधनिबंधही प्रकाशित केला. नाणेशास्त्रावरील त्यांच्या कामाकरता न्युमिस्मॅटिक्स सोसायटी ऑफ इंडियाने मेडल देऊन त्यांचा सन्मानही केला.

करेवा म्हणजे सुमारे ८०० ते १,८०० मीटर उंचीवर आढळून येणारी पायऱ्यांची भूसंरचना. ही संरचना एका तलावात जमा झालेली दिसून आली. अशा उंचीवर, पाणथळात निर्माण होणाऱ्या वनस्पतींची अपेक्षा नसते. मात्र तिथे पाणथळातील वनस्पती आढळून आल्याने, तो पैलू सुरस ठरला. तळे मुळात कमी उंचीवर होते. भूगर्भीय उलथापालथीत ते वर उचलले गेले

असावे. उलथापालथ म्हणजे पृथ्वीच्या कवचावरील भूपट्ट्यांच्या हालचाली. परस्परांवर धडकण्यामुळे हलका पट्टा वर उचलला गेला असावा. त्यामुळे सुरुवातीस निम्नस्तरावर असलेले हे साठे पुढे किमान २,००० मीटर वर उचलले गेले असावेत. त्या काळात असे स्पष्टीकरण देण्याकरता अंगी तशीच धमक असायला हवी होती. ती बिरबल यांच्यापाशी होती. त्या काळी अपरिचित समजली गेलेली ती संकल्पना आज जागतिक पातळीवर मान्यताप्राप्त झालेली आहे.

प्रा. साहनी एकूणात संपूर्ण दृश्य पाहण्यावर विश्वास ठेवत असत. त्यांना नेहमीच असे वाटे, की जेवढे अधिक जीवाश्म तुम्ही अभ्यासाल तेवढे चित्र अधिक स्पष्ट होत जाईल. त्यांनी केवळ भारतातीलच नव्हे तर इतर अनेक देशांतल्या नमुन्यांचाही अभ्यास केलेला होता. युरोपला भेट देत असत, तेव्हा शक्य तितके अधिक नमुने गोळा करत असत. वस्तुतः ते निवर्तले तेव्हाही, अनेक नमुने स्टॉकहोम इथे त्यांच्या भेटीच्या अपेक्षेने वेगळे काढलेले होते. त्यांनी भारताच्या अनेक भागांत क्षेत्रसहली काढल्या होत्या. हल्लीच्या झारखंडातील राजमहाल येथे ते वारंवार जात असत आणि आपला संग्रह समृद्ध करत असत. जम्मू-काश्मीरातील करेवा अवसादी खडकांवरही ते क्षेत्रसहली काढत असत. त्यांनी हिमाचल आणि उत्तरांचलातील ठिकाणांचेही गवेषण (गवेषण - जमिनीच्या खाली घेतलेला शोध, विशेषात: खनिजाचा) केले होते. सुरस हे आहे, की त्यांनी मोठ्या संख्येने अभ्यासलेले जीवाश्म, क्षेत्रभेटींतून न मिळता संग्रहालयांतून लाभलेले होते. त्यामुळे त्यांचे काही मित्र त्यांना खरोखरीचे 'जीवाश्म शिकारी' असे संबोधत असत! यामुळे त्यांना जगभरातील वनस्पतींबाबत एक सम्यक दृष्टिकोन लाभला, वनस्पतींतील उत्क्रांतीकडे ते अधिक उदार दृष्टीने पाहू लागले.

जीवाश्मांकरताची ठिकाणे सामान्यतः दूरस्थ असतात (आजही ती बहुतेक तशीच आहेत) आणि अभ्यासकर्त्यास बैलगाडीतून, सांदीफटींतून आणि चालतही खूप प्रवास करावा लागत असतो. हे काम काही सोपे नाही. जीवाश्मांच्या अभ्यासाकरता हवे ते ते, ते स्वतःच करत असत. मग त्या क्षेत्रसहली असोत, जीवाश्मांचे उत्खनन असो, पाठीवरून केलेली त्यांची वाहतूक असो, जीवाश्मांना फोडणे, कापणे, कुटणे, गुळगुळीत करणे वा त्यांची प्रकाशचित्रे काढणे असो. प्रा. साहनी तार-धनुष्याच्या (वायर-बोच्या) साहाय्याने कष्टपूर्वक खडक कापत असत आणि त्याचे काप तयार करत असत. हे काही सोपे काम नाही. जीवाश्म अवसादी खडकांत आढळून येतात. असे खडक, अवसादी पदार्थांच्या दाबाखाली येण्यामुळे, तसेच उच्च तापमानाच्या प्रभावामुळे, सामान्य खोलीवरही तयार होत असतात. सामान्यतः असे खडक

अग्निजन्य खडकांहून ठिसूळ असतात. जीवाश्म मात्र अत्यंत टणक असू शकतात. उदाहरणार्थ जीवाश्म अश्मिभूत लाकडाच्या स्वरूपात असू शकतात किंवा शुद्ध वालुकामय (चर्ट) स्वरूपात असू शकतात.

त्या काळी बहुतेक भारतीय शास्त्रज्ञांना पक्षपाताशी लढा देणे अवघड ठरत होते. वाजवी कालावधीत त्यांचे संशोधनकार्य प्रकाशित करण्यात अडचणी येत होत्या. परकीय नियतकालिकांतच ते प्रकाशितही करावे लागत असे. रमण, साहा, साहनी आणि इतरांच्या आपापसांत चर्चा झाल्यानंतर 'करंट सायन्स' नावाचे एक नवीन नियतकालिक १९३२मध्ये बंगळुरू इथे स्थापन करण्यात आले. त्याचे मानांकन उच्च आहे आणि आजही ते नियमितपणे प्रकाशित होत असते. प्रा. साहनी यांना असे वाटले की, भारतातील वनस्पति-शास्त्रज्ञांकरता विज्ञानाची चर्चा करण्याकरता एक व्यासपीठ हवे आहे. त्यामुळे त्यांनी पुढाकार घेतला आणि प्रमुख भूमिका पार पाडून, १९२०मध्ये 'इंडियन बॉटनिकल सोसायटी'ची स्थापना केली. १९२४मध्ये मागणी वाढू लागली म्हणून, 'नेचर' पत्रिकेच्या संपादकांनी भारतास भेट दिली आणि ते 'इंडियन बॉटनिकल सोसायटी'चे अध्यक्षही झाले. भारतातले विज्ञान अनेक विद्याशाखांतून प्रगतिपथावर होते. हे लक्षात घेता, 'रॉयल सोसायटी ऑफ लंडन'च्या धर्तीवर, 'इंडियन सायन्स अकॅडेमी'ची आवश्यकताही प्राकर्षाने जाणवत होती. चंद्रशेखर व्यंकट रमण आणि मेघनाद साहा यांच्याप्रमाणेच बिरबल साहनींनीही यात प्रमुख भूमिका बजावलेली होती. पुढे ते या संस्थेचे अध्यक्षही राहिले.

१९३०मध्ये प्रयागराज येथे 'नॅशनल अकॅडेमी ऑफ सायन्सेस'ची स्थापना झाली. तिच्या १५ संस्थापक सदस्यांपैकी बिरबल एक होते. १९३७ ते १९३९ या आणि १९४३ ते १९४४ या कालावधींत ते या संस्थेचे अध्यक्षही राहिले. चंद्रशेखर व्यंकट रमण बंगळुरू इथे अकॅडेमी स्थापन करण्याच्या प्रयत्नात होते त्यावेळीही प्रा. साहनींनी पुन्हा एकदा महत्त्वाची भूमिका बजावली होती. २४ एप्रिल १९३४ रोजी 'इंडियन अकॅडेमी ऑफ सायन्सेस' बंगळुरूची स्थापना झाली. त्याही संस्थेचे ते संस्थापक सदस्य होते. १९३४ ते १९४९ दरम्यान ते या संस्थेचे उपाध्यक्षही राहिले. जानेवारी १९३५मध्ये कोलकाता इथे स्थापना झालेल्या 'नॅशनल अकॅडेमी ऑफ सायन्सेस'च्या १२५ संस्थापक सदस्यांपैकीही ते एक होते. हल्ली ती संस्था, 'इंडियन नॅशनल सायन्स अकॅडेमी', नवी दिल्ली म्हणून ओळखली जाते.

प्रा. साहनी यांचा नेहमीच असा विश्वास होता, की एखाद्या विषयाच्या वायुगच्च भिंती उभ्या करून संशोधन संभवत नाही. आधीच उल्लेख केल्यानुसार, भूगर्भशास्त्राची पुरावनस्पतिशास्त्रातील भूमिका समजून घेण्याकरता आणि

पुरावनस्पतीशास्त्र संस्था, लखनौ, येथील इमारतीची कोनशिला.

उद्घाटनप्रसंगी प्रा. साहनी म्हणाले होते, की कोनशिला म्हणून, पत्थर हे काहीसे असामान्य स्मारक आहे. हेतुतःच तो या प्रयोगशाळेत घडवला गेलेला आहे. अनेक देशांतून आणलेल्या अनेकविध भूगर्भशास्त्रीय स्वरूपांतील अत्यंत पुरातनकाळापासून (६० कोटी वर्षांपूर्वीपासून) सर्वात अर्वाचीन (ख्रिस्तोत्तर) काळापर्यंत विखुरलेल्या काळातील निवडक खडक आणि जीवाश्मांपासून तो घडवलेला आहे.

लखनौ विद्यापीठात भूगर्भशास्त्राचा नवा विभाग सुरू करण्यासाठी त्यांनी अधिकारी व्यक्तींना आग्रह केला. लखनौ विद्यापीठात वनस्पतिशास्त्र विभागाचे प्रमुखपद सांभाळत असतानाच त्यांनी, भूगर्भशास्त्राचा नवा विभागही सुरू केला. त्या विभागाचे ते तहहयात प्रमुखही राहिले. ते महान संस्थासंघटक होते. भारतातील सर्व तिन्ही प्रमुख शैक्षणिक विज्ञानसंस्थांच्या स्थापनेत त्यांचा सहभाग होता. पुरावनस्पतिशास्त्राच्या अभ्यासास त्यांनी संस्थाबद्ध केले. लखनौमध्ये असलेली 'बिरबल साहनी इन्स्टिट्यूट ऑफ पालेओसायन्सेस' ही संस्था त्यांच्या अथक उत्साहाचे प्रमाणपत्रच आहे. त्यांचे ते एक जिवंत स्मारकच आहे. प्रा. साहनी सामर्थ्य वा पदाकरता झटले नाहीत. अशा या महान भारतीय शास्त्रज्ञास सादर प्रणाम!

संदर्भ : पुरावनस्पतिशास्त्राचे जनक प्रा. बिरबल साहनी
मूळ इंग्रजी लेखक : डॉ. चंद्र मोहन नौटियाल
मराठी अनुवाद : नरेंद्र गोळे
प्रकाशक : विज्ञान भारती
पृष्ठे - ३९, ऑक्टोबर २०२३

- नरेंद्र गोळे
nvgole@gmail.com

डॉ. तेजस्विनी देसाई

विज्ञानातील भारतीय तारका

परवाच एका मैत्रिणीशी विज्ञान-तंत्रज्ञान व संशोधन क्षेत्रात अग्रणी असणाऱ्या महिला शास्त्रज्ञांविषयी चर्चा करत होते. अचानक ती म्हणाली, 'भारतात कुठे अशा वैज्ञानिक आहेत? आंतरराष्ट्रीय पातळीवर ख्यातनाम पावलेल्या तर अगदीच कमी.' तिच्या या प्रश्नावर मी अवाक् झाले. कारण भारतीय महिला शास्त्रज्ञ म्हटलं, की कमला सोहोनी, कल्पना चावला, सुनीता विल्यम्स यांच्यापुढे आपली यादी सरकत नाही. शांतिस्वरूप भटनागर पुरस्कार विजेत्या असिमा चॅटर्जीपासून वैद्यकीय क्षेत्रात मोलाची कामगिरी करणाऱ्या डॉ. सिता आचार्य, डॉ. पदमकुमारी अग्रवाल, डॉ. इंदिरा हिंदुजा, औषधी वनस्पतींचा अभ्यास करणाऱ्या डॉ. जानकी अम्मल, भौतिकशास्त्रज्ञ ॲना मनी, डॉ. रोहिणी गोडबोले, डॉ. अदिती डे, भूगर्भशास्त्रज्ञ सुदिप्ता सेनगुप्ता, अदिती पंत अशी कितीतरी नावे नजरेसमोर तरळली. ही यादी सीमित असली तरी छोटेखानी नक्कीच नाही. या वैज्ञानिकांनी संशोधनक्षेत्रात केलेल्या कामगिरीची आंतरराष्ट्रीय पातळीवर दखल घेतली गेली आहे. अनेक शोधनिबंध त्यांच्या नावावर प्रकाशित झाले आहेत आणि अनेक मानसन्मान त्यांना मिळाले आहेत. परंतु विज्ञानक्षेत्रात काम करणाऱ्या मूठभर व्यक्ती सोडल्या, तर सामान्यजन या विदूषींच्या संशोधनकार्याशी परिचित नाहीत. त्या अर्थाने या 'काळोखातील लेकी' आहेत. त्यांचा जीवनसंघर्ष आणि त्यांचे संशोधन समजून घेण्याचा हा अल्पसा प्रयत्न.

समाजातील सर्वच स्तरांवर महिलांच्या कामाची विशेष दखल घेतली जात नाही. विज्ञान-तंत्रज्ञान क्षेत्रही त्यास अपवाद नाही. जागतिक पातळीवर सर्वोच्च समजला जाणारा शास्त्रशाखेमधील नोबेल पुरस्कार केवळ २५ महिला शास्त्रज्ञांना देण्यात आला आहे. (१९०१ ते २०२३ या कालावधीत एकूण ६४३ शास्त्रज्ञांना या पुरस्काराने गौरवण्यात आले). भारतातील सर्वोच्च समजला जाणाऱ्या शांतिस्वरूप भटनागर पुरस्काराने १९५८ ते २०२१ या कालावधीत एकूण ५५२ पुरुषांना गौरवण्यात आले तर, केवळ १९ महिलांनी या पुरस्कारांवर आपल्या नावाची मोहोर उमटवली आहे. मुळातच विज्ञानक्षेत्रात येणाऱ्या मुलींची संख्या तुलनेने कमी असते. याचे कारण सामाजिक जडणघडण आणि एकूणच समाजाच्या मानसिकतेत दडलेले आहे. 'मुळातच मुलींकडे गणिती कौशल्याचा अभाव असतो. त्यांच्याकडे अंगभूतच कलागुण आणि सौंदर्यदृष्टी असते,' अशी सरधोपट विधाने केली जातात. स्वतःला प्रगत आणि प्रगल्भ समजणाऱ्या तथाकथित विकसित युरोपीय राष्ट्रांमध्येसुद्धा १९२०पर्यंत हायस्कूलपर्यंतचे शिक्षण मुलींसाठी अंतिम मानले जात असे. विज्ञान, गणित या विषयांचा समावेश मुलींच्या अभ्यासक्रमात केला जात नसे. उच्चशिक्षण देणाऱ्या अनेक संस्थांमध्ये मुलींना प्रवेश नव्हता. या पार्श्वभूमीवर विज्ञान संशोधनक्षेत्रात महिला शास्त्रज्ञांनी मारलेली भरारी कौतुकास्पद आहे. या क्षेत्रात येणाऱ्या महिलांना करावा लागणारा संघर्ष एकेरी किंवा दुहेरी नसून अनेक पातळ्यांवर असतो. वैज्ञानिक म्हणून पुरुष वैज्ञानिकांना ज्या अडचणी येतात (उदाहरणार्थ, संशोधनासाठी आवश्यक सुविधांचा अभाव) त्या तर असतातच, पण त्याच्या जोडीला पात्रता असूनही केवळ स्त्री म्हणून संधी नाकारण्यापासून प्रापंचिक जबाबदाऱ्या पार पाडताना करावी लागणारी कसरत या सर्व बाबी विचारात घ्याव्या लागतात. हे जग पुरुषांचे आहे. या जगात स्त्रीला प्रथम आपले स्थान पक्के करून अस्तित्व सिद्ध करावे लागते आणि त्यानंतर तिचे ध्येय, स्वप्न आणि ध्येयाप्रती नेणारा प्रवास या बाबी येतात. म्हणून या स्त्री वैज्ञानिकांच्या प्रवासाची विशेष दखल घेणे आवश्यक

ठरतं. या स्त्री वैज्ञानिकांच्या जीवनसंघर्षावर आधारित साहित्याचा अभ्यास करताना अनेक रोचक(?) किस्से (खरे तर मन विषण्ण करणारे) समोर आले.

अशीच एक कथा आहे एकोणिसाव्या शतकात ब्रिटिश आर्मीमध्ये काम करणाऱ्या डॉ. जेम्स मिरांडा स्टुअर्ट बेरी यांची. १८०९मध्ये एडिनबर्ग विद्यापीठात प्रवेश मिळवण्यासाठी त्यांनी आपली ओळख लपवली आणि पुरुष विद्यार्थी म्हणून प्रवेश घेतला. १८१२मध्ये त्यांनी एम.डी. ही पदवी घेतली आणि शल्यविशारद म्हणून नाव कमावले. १८६५मध्ये त्यांचा मृत्यू झाल्यानंतर त्यांचे हे गुपित उघडकीस आले. भारतातील परिस्थिती तर अजूनच विदारक होती.

भारतात स्त्री-शिक्षण सुरू होऊन १७५ वर्षे झाली. 'लिहिता वाचता आले आणि हिशेब करता आला तरी पुरे',पासून सुरू झालेला हा प्रवास शिक्षक, प्राध्यापक, प्रशासकीय अधिकारी अशा पायऱ्या चढत पंतप्रधान, राष्ट्रपतीपदापर्यंत पोहोचला आहे. या प्रत्येक टप्प्यावर लिंगभेदभाव ठळक करणारी वर्गवारी दिसून येते. संख्यात्मक विचार करता बालवाडी शिक्षक ते प्राथमिक, माध्यमिक शिक्षक, प्राध्यापक, प्रशासकीय अधिकारी असा स्त्रियांचा उतरता क्रम लागतो. त्यातही विज्ञान अभियांत्रिकी क्षेत्रातील स्त्रियांची संख्या फारच कमी. कारण 'गरजेपुरतं शिकावं' ही मानसिकता. नोकरी करायची असेल तर शिक्षक किंवा एखाद्या बँकेत, कचेरीत लिपीक. कारण मुलगी कितीही शिकली तरी तिची मुळे स्वयंपाकघरातच! प्रापंचिक जबाबदाऱ्या सांभाळून, नव्हे चोख बजावून तिने तिचा काय तो विकास करावा, ही धारणा! 'संसारसुखाचा मार्ग पोटातून जातो' हे आपले ब्रह्मवाक्य! या महान तत्त्वाने अगणित तरुणींच्या स्वप्नांचा चुराडा केला. (मध्यंतरी इंटरनेटवर प्रकाशित झालेले पेप्सिकोच्या कार्यकारी अधिकारी इंद्रा नूयी यांच्या पत्राची खूपच चर्चा झाली आणि त्याची प्रशंसाही(?) झाली). एकोणिसाव्या शतकाच्या मध्यावर मुलींनी शाळेत प्रथम पाऊल टाकले आणि लवकरच वैद्यकीय क्षेत्रात तिने चंचुप्रवेश केला. ती विज्ञान-तंत्रज्ञान क्षेत्रात उतरली आणि तिचा हा प्रवास अव्याहत चालू आहे. अल्पावधीतच तिने खूप मोठी झेप घेतली. त्या काळातील रूढीपरंपरांना चिकटून असलेल्या समाजरचनेचा विचार करता, या मुलींनी दाखवलेले धारिष्ट्य आणि त्यांनी केलेला संघर्ष शब्दातीत आहे. कारण शिक्षण घेत असतानाच बालविवाहासारख्या अनिष्ट रूढीपरंपरांचा सामना त्यांना करावा लागला.

भारतातील पहिल्या महिला डॉक्टर म्हणून डॉ. आनंदीबाई जोशी परिचित आहेत. १८८६ मध्ये त्यांनी पेनसिल्वानिया-मधून वैद्यकीय पदवी घेतली. दुर्दैवाने त्यांचे लवकर निधन झालेने त्यांना वैद्यकीय सेवा देता आली नाही. त्याच वेळी, म्हणजे १८८६मध्ये डॉ. कादंबिनी गांगुली यांनी कोलकाता इथून वैद्यकीय पदवी घेतली. डॉ. कादंबिनी गांगुली कोलकाता मेडिकल कॉलेजमधून पदवी घेणाऱ्या पहिल्या डॉक्टर! पण औषधशास्त्र या विषयात अनुत्तीर्ण झाल्याने त्यांना एम.बी. (बॅचलर ऑफ मेडिसिन) ही पदवी घेता आली नाही. असे म्हटले जाते, की स्त्री शिक्षणाला विरोध असणाऱ्या प्राध्यापकांनीच जाणीवपूर्वक त्यांना अपयशी ठरवले. पण प्राचार्यांनी त्यांना (Graduate of Medical College of Bengal (GMCB)) ही पदविका प्रदान केली आणि त्यांचा वैद्यकीय सेवा करण्याचा मार्ग सुकर झाला. डॉ. रखमाबाई राऊत यांचा विवाह वयाच्या ११व्या वर्षी अशिक्षित अशा दादाजी भिकाजी यांच्याशी झाला. विवाहावेळी मान्य करूनही दादाजींनी शिक्षण पूर्ण केले नाही म्हणून रखमाबाईंनी सासरी जाण्यास नकार दिला. तेव्हाच या समाजाने त्यांना पूर्ण विरोध केला. प्रकरण कोर्टात गेले. रखमाबाई ही कायदेशीर लढाई जिंकल्या. या प्रकरणी समाजातून प्रखर टीका झाली. लोकमान्य टिळकांनी 'मराठा'मधून 'हिंदू धर्मातील रूढीपरंपरांचे पावित्र्य जपले जात नाही, हे हिंदू धर्मावरील आक्रमण आहे', अशी टीकेची

झोड उठवली. परंतु रखमाबाई खचल्या नाहीत. त्यानंतर १८९४मध्ये त्यांनी 'लंडन स्कूल ऑफ मेडिसिन'मधून वैद्यकीय पदवी घेतली आणि पुढे आयुष्यभर त्यांनी वैद्यकीय सेवा केली. डॉ. हैमबती सेन यांची कहाणीदेखील अगदी करुण आहे. वयाच्या नवव्या वर्षी विवाह आणि दहाव्या वर्षी त्यांना वैधव्य प्राप्त झाले. सासरच्या मंडळींनी संपत्तीचा वाट्यातून त्यांना बेदखल केल्याने हिंदू विधवा महिलांचे आश्रयस्थान असलेल्या वाराणसीमध्ये त्यांना आसरा घ्यावा लागला. तिथेच त्यांनी शिक्षण घेतले आणि शिक्षकाची नोकरी पत्करली. त्यावेळी सरकार वैद्यकीय शिक्षण घेणाऱ्या मुलींना महिना सात रुपये शिष्यवृत्ती देत असे, म्हणून त्यांनी सिल्दा, कोलकाता येथील कॅम्बेल मेडिकल कॉलेजमध्ये प्रवेश घेतला आणि १८९४मध्ये त्या सुवर्णपदकाच्या मानकरी ठरल्या. परंतु इथेही त्यांचे स्त्रीत्व आडवे आले. महाविद्यालयातील मुलांनी याविरुद्ध संप केल्याने द्वितीय क्रमांकाने उत्तीर्ण झालेल्या पुरुष विद्यार्थ्यास हे पदक देण्यात आले आणि हैमबतींना द्वितीय क्रमांकावर समाधान मानावे लागले.

डॉ. कमला सोहोनींची 'इंडियन इन्स्टिटट्यूट ऑफ सायन्स' येथील प्रवेशाची कहाणी तर प्रसिद्धच आहे. केम्ब्रिज विद्यापीठातून त्यांनी पीएच.डी. पदवी प्राप्त केली. ही पदवी घेणाऱ्या त्या पहिल्या भारतीय महिला. त्यांनी दूध आणि डाळींमधील प्रथिनांचा अभ्यास केला. भारतीय खाद्यसंस्कृती आणि त्यातील पोषणमूल्य यांचा त्यांनी सखोल अभ्यास केला. याचा उपयोग बालकांमधील कुपोषण अभ्यासण्यासाठी आणि कुपोषण कमी करण्यासाठी झाला. नोबेल विजेते शास्त्रज्ञ डॉ. हॉपकिन्स यांच्याबरोबर काम करण्याची संधी त्यांना मिळाली. शांतिस्वरूप भटनागर पारितोषिकाच्या मानकरी आणि रसायनशास्त्र विषयातील पदवी घेणाऱ्या कोलकाता विद्यापीठातील पहिल्या महिला डॉ. असिमा चॅटर्जी एका सनातनी हिंदू परिवारातून आल्या होत्या. त्यांच्या उच्च शिक्षणासाठी घरातील ज्येष्ठांचा विरोध होता. सुदैवाने त्यांचे आईवडील त्यांच्या पाठीशी खंबीरपणे उभे राहिले. औषधी गुणधर्म असणाऱ्या वनस्पतींचा त्यांनी अभ्यास केला. 'आयुष-५६' हे अपस्मार या आजारावरील प्रभावी औषध त्यांनी विकसित केले. 'पेशीजननशास्त्र' विषयाच्या संशोधन क्षेत्रातील आंतरराष्ट्रीय पातळीवरील एक अग्रगण्य नाव म्हणजे डॉ. एडेवलाथ कक्कट जानकी अम्मल. त्यांनी गोड उसाचे देशी वाण विकसित केले. 'उसामध्ये गोडवा भरणाऱ्या शास्त्रज्ञ' म्हणून त्या परिचित आहेत. त्यापूर्वी भारतात उसाचे उत्पादन मुबलक असले तरी त्यास गोडवा नसलेने दक्षिण-पूर्व आशियातून ऊस आयात केला जात असे. जनुकीय शास्त्रात संशोधन करणाऱ्या महाराणी चक्रवर्ती यांची प्रयोगशाळा हेच त्यांच्या बाळाचे दुसरे घर होते. प्रयोगशाळेत जाताना त्या आपल्या बाळालाही बरोबर नेत असत. त्यांच्या दुसऱ्या मुलाच्या जन्मावेळी त्या शेवटच्या दिवसापर्यंत काम करत होत्या व बाळाच्या जन्मानंतर दहाव्याच दिवशी प्रयोगशाळेत हजर! कार्बनी रसायनशास्त्रज्ञ डॉ. दर्शन रंगनाथन यांनी जैविक प्रक्रियांचा रेण्विय पातळीवर अभ्यास केला. डीएनएला ठरावीक ठिकाणी छेद देणारे रासायनिक विकर विकसित करण्यात त्यांचा मोलाचा वाटा होता. आंतरराष्ट्रीय पातळीवर त्यांचे अनेक शोधनिबंध प्रसिद्ध झाले. परंतु आयआयटी कानपूरमध्ये त्यांना कायमस्वरूपी नेमणूक मिळाली नाही. निरनिराळ्या संशोधन प्रकल्पावर काम करण्याची संधी त्यांना मिळाली आणि त्यातच त्यांना समाधान मानावे लागले. डॉ. राधा पंत या दिल्ली विद्यापीठातून बी.एससी. पदवी घेणाऱ्या पहिल्या स्त्री विद्यार्थी. पुण्यातून प्राथमिक शिक्षण घेतल्यानंतर त्यांच्या परिवाराने दिल्ली इथे स्थलांतर केले. १९३०मध्ये दिल्लीत शालेय शिक्षण पूर्ण केल्यानंतर त्यांना कोणतेही महाविद्यालय प्रवेश देण्यास तयार नव्हते. राधा यांच्या वडिलांनी अनेक महाविद्यालयांना भेट दिल्यानंतर सरतेशेवटी 'हिंदू कॉलेज'ने प्रवेश देण्याचे मान्य केले. पुढे राधा यांनी 'सोयाबिनमधील प्रथिने आणि एकूणच त्याचे पोषणमूल्य' यांचा सखोल अभ्यास केला. तीव्र दुष्काळी परिस्थितीशी सामना करण्यासाठी त्यांच्या संशोधनाचा खूप उपयोग झाला. जैवरसायनतज्ज्ञ डॉ. महताब सोहराब बामजी यांनी 'ब जीवनसत्त्वाची कमतरता' ओळखण्याची चाचणी शोधली. तसेच स्त्रिया आणि बालकांच्या आरोग्याचा अभ्यास केला. 'इंटरनॅशनल युनियन ऑफ न्यूट्रिशनल स्टॅट्स'कडून त्यांना सन्मानित करण्यात आले. वनस्पतिशास्त्रज्ञ डॉ. अर्चना शर्मा यांनी कीटकनाशकांचा शरीरावर होणार परिणाम अभ्यासला. विषाणूतज्ज्ञ डॉ. आशा माथूर यांनी 'जपानी एन्सेफलायटीस' (एक प्रकारचा मेंदूविकार) या विषाणूजन्य आजाराचे संक्रमण कसे होते याचा अभ्यास केला. या रोगाचे निदान लवकर होण्यासाठी 'इम्युनो फ्लुरोसंट' हे तंत्र विकसित केले. स्त्रीरोग व प्रसूतिशास्त्रज्ञ डॉ. इंदिरा हिंदुजा 'टेस्ट ट्यूब बेबी' या तंत्राच्या तज्ज्ञ समजल्या जातात. या तंत्राचा उपयोग करून भारतातील दुसऱ्या टेस्ट ट्यूब बेबीचा जन्म मुंबई इथे १९८६मध्ये झाला, याचे श्रेय पूर्णपणे डॉ. इंदिरा हिंदुजा यांना जाते. याचबरोबर त्यांनी स्त्रीबीजदान तंत्र विकसित केले. यामुळे रजोनिवृत्ती आलेल्या आणि ज्या स्त्रियांमध्ये अंडाशयाची काही समस्या

आहे, त्या स्त्रियांनादेखील मातृत्वाचा आनंद घेणे शक्य झाले.

डॉ. टेस्सी थॉमस यांना 'अग्निपुत्री' म्हणून ओळखले जाते. भारतीय क्षेपणास्त्र प्रकल्पाची धुरा त्यांनी सांभाळली. क्षेपणास्त्रनिर्मितीक्षमता असणाऱ्या अमेरिका, रशिया, चीन या राष्ट्रांच्या पंक्तीत बसण्याचा मान भारताला मिळाला. यामध्ये डॉ. टेस्सी यांचे योगदान खूप मोठे होते. त्यांच्या नेतृत्वाखाली २०११मध्ये 'अग्नी' या क्षेपणास्त्राचे यशस्वी प्रक्षेपण झाले.

विख्यात गणितज्ञ डॉ. राजिंदर जीत हंस-गिल यांचे बालपण पंजाबमधील खेडेगावात गेले. सुरुवातीला त्यांच्या शिक्षणाची व्यवस्था घरीच करण्यात आली. पुढे त्या बालाचौर इथे काकांकडे गेल्या. मात्र तिथेही त्यांना 'मुलगा' म्हणून शाळेत प्रवेश घ्यावा लागला. हे गुपित फक्त त्यांच्या घरच्या व्यक्तींना आणि मुख्याध्यापकांना माहीत होते. 'तुर्बान परिधान करून भावाबरोबर शाळेत जाताना मजा येत होती', असे त्यांनी नमूद केले आहे. पुढे त्या गुज्जरवाल येथील हायस्कूलमध्ये दाखल झाल्या. तिथेही गणित आणि विज्ञान हे विषय शिकवले जात नसत. तेव्हा त्यांच्या वडिलांनी त्यासाठी विशेष शिकवणी सुरू केली. सैद्धांतिक भौतिकशास्त्रातील तज्ज्ञ डॉ. राधा बालकृष्णन यांनी शाळेतील एक आठवण सांगितली आहे. एका कार्यक्रमात बोलताना त्यांच्या मुख्याध्यापकांनी मुलींना असे आवाहन केले, 'मुलींनी शास्त्रशाखेची निवड करू नये, जेणेकरून ती संधी होतकरू मुलांना मिळेल. कारण, मुलींना शेवटी लग्नानंतर स्वयंपाकघरच सांभाळायचे आहे.' पुढे त्यांनी पदार्थविज्ञान विषयाची निवड केली तेव्हा त्यांच्या मित्रांनी त्यांना, 'या विषयात मुली कमी असल्याने तू एकटी पडशील आणि तुला तो विषय जड जाईल' असा सल्ला दिला. डॉ. राधा यांनी अमेरिकेत पीएच.डी. पूर्ण केल्यानंतर भारतात परत येण्याचा निर्णय घेतला, तेव्हा त्यांचे मार्गदर्शक प्रा. रॉबर्ट लेंग यांनी त्यांना इशारा दिला होता, 'भारतात पुरुषांपेक्षा दुप्पट काम करूनसुद्धा तुला अपेक्षित यश मिळणार नाही. स्त्रियांविषयीचा दूषित पूर्वग्रह आणि पुरुषसत्ताक रचना यांचा तुला सामना करावा लागेल.' पुढे त्यांना या शब्दांची चांगलीच प्रचीती आली. भौतिकशास्त्रातील मूलकणांचा अभ्यास करणाऱ्या डॉ. रोहिणी गोडबोले गेल्या दशकातील सर्नच्या (CERN) 'लार्ज हायड्रोन कॉलाईडर' या प्रकल्पात सहभागी झाल्या होत्या. त्यांना फ्रान्स सरकारने 'नॅशनल ऑर्डर ऑफ मेरीट' हा सर्वोच्च सन्मान देऊन गौरवले.

'नंबर थिअरी आणि टोपोलॉजी'वरील अभ्यासासाठी प्रसिद्ध असलेल्या गणितज्ञ डॉ. परिमला रमण यांना 'द वर्ल्ड अकॅडमी ऑफ सायन्स' पुरस्काराने २००५मध्ये गौरवण्यात आले. मागील वीस वर्षांतील गणित आणि पदार्थविज्ञान विषयासाठी हा सन्मान मिळवणाऱ्या त्या एकमेव महिला होत. 'क्वांटम कम्युनिकेशन'वरील संशोधनासाठी डॉ. अदिती सेन डे यांना २०१८च्या पदार्थविज्ञान या विषयातील शांतिस्वरूप भटनागर पुरस्काराने गौरवण्यात आले. पदार्थविज्ञान या विषयातील शांतिस्वरूप भटनागर पुरस्कार मिळवणाऱ्या त्या पहिल्याच महिला. पदार्थविज्ञान आणि गणित या विषयांत संशोधन करणाऱ्या मुलींची संख्या आजही कमीच आहे, याचे हे द्योतक. २०१९मध्ये विज्ञानदिनादिवशी हा पुरस्कारप्रदानसोहळा संपन्न झाला. त्या वेळी एकूण ३३ शास्त्रज्ञांना गौरवण्यात आले, त्यामध्ये डॉ. अदिती या एकमेव महिला होत्या. त्यावेळी न्यूज १८शी बोलताना अदिती म्हणाल्या, लग्न आणि मातृत्वाची जबाबदारी आल्यानंतरही संशोधनासाठी निधी आणि रजा मिळू शकते. निधी मिळवणे अवघड नाही, तर पुन्हा प्रयोगशाळेत येऊन नव्याने काम सुरू करणे अवघड असते. २०१५च्या वैद्यकीय शास्त्रातील शांतिस्वरूप भटनागर पुरस्काराने सन्मानित झालेल्या डॉ. विदिता वैद्य म्हणतात, मातृत्वाची जबाबदारी आली आणि त्याचवेळी तुमचे करिअरदेखील बहरात असेल, तर या दोन गोष्टींमधील संघर्ष अटळ असतो. त्यामध्ये सम न्वय साधणे कठीण असते. नीती आयोगाचा अहवाल असे सांगतो, की मुलींचे विज्ञानक्षेत्रात येण्याचे प्रमाण वाढत आहे. पण, त्या पुढे टिकून राहात नाहीत. बाळाच्या जन्मानंतर पुन्हा त्या परत येत नाहीत.

शुभा टोळे, राजेश्वरी चॅटर्जी, चारुसिता चक्रवर्ती, मंजू शर्मा, सुदिप्ता सेनगुप्ता, अदिती पंत अशी ही यादी खूप लांब आहे आणि अनेक प्रेरणादायी घटना यातून पुढे येतात. या सर्वच जणींनी केलेले कार्य रोमांचकारी आहे. त्यांची जीवनकहाणी व कार्य, विज्ञान-तंत्रज्ञान क्षेत्रात काम करू इच्छिणाऱ्या तरुणींसाठी एक प्रेरणास्रोत बनून राहील. या क्षेत्रात येणाऱ्या तरुणींची संख्या दिवसेंदिवस वाढत आहे. ती अशीच वृद्धिंगत होईल आणि भविष्यात लवकरच नोबेल पारितोषिकावर एका भारतीय महिलेचे नाव कोरले जाईल अशी आशा करू या!

– डॉ. तेजस्विनी देसाई

tejaswinidesai1970@gmail.com

(https://www.misaonline.in/indian-women-scientists वर प्रकाशित)

डॉ. जॉन डिसोझा

जनुकीय उपचार पद्धती (जीनथेरपी)

बॅक्टेरिया, वनस्पती, प्राणी यांच्यापासून मनुष्यापर्यंत सगळ्या सजीवांचे जनुकीय घटक (जेनेटिक मटेरियल) ज्यापासून बनलेले असतात; ते रेणू म्हणजे डीऑक्सिरायबो न्यूक्लिक ॲसिड (केंद्रकाम्ल) म्हणजेच 'डीएनए'. आपल्या शरीरातील प्रत्येक पेशीच्या केंद्राकामध्ये या 'डीएनए'चं वास्तव्य असतं. आणि हेच 'डीएनए' शरीरात असंख्य प्रकारच्या अभिक्रिया यशस्वीरित्या पार पाडण्यासाठी आवश्यक रसायनांची निर्मिती करण्याकरिता पेशींना निर्देश देत असतात. आणि म्हणून प्रत्येक सजीव पेशी म्हणजे रसायनं निर्मितीचा जणू एक कारखानाच (केमिकल फॅक्टरी) असते. प्रोटिन (प्रथिने), एन्झाइम (वितंचके/विकरे), हार्मोन्स (संप्रेरके) अशा अनेक जैविक रसायनांची निर्मिती पेशीमध्ये, उतींमध्ये, अवयवांमध्ये पर्यायाने शरीरामध्ये होत असते. 'डीएनए'ने निर्गमित केलेल्या संदेशामुळेच अन्नाचे चयापचय ते प्राणवायूपासून ऊर्जानिर्मिती यासारख्या अनेक जैवरासायनिक प्रक्रिया पूर्ण करण्यासाठी आवश्यक असलेले सर्व घटक निर्माण होतात.

अलीकडच्या काळात खून, बलात्कारासारख्या अनेक गुन्ह्यांच्या उकलीसाठी डीएनए चाचणीचा वापर केला जातो, हे आपण ऐकतो, वृत्तपत्रातून वाचतो किंवा मालिका-चित्रपटांतून पाहतो. त्यामुळे 'डीएनए'विषयी बहुतेकांना थोडीफार तरी माहिती आहेच. पण, जनुकीय उपचारपद्धती नेमकी काय आहे? हे समजावून घेण्याकरिता 'डीएनए'बद्दल सविस्तर माहिती असणे गरजेचे आहे.

मानवी 'डीएनए'बद्दल काही आश्चर्यकारक तथ्ये

जंतूपासून प्रगत मानवापर्यंत सर्व सजीवांत 'डीएनए'ची संरचना आणि घटक एकसारखेच असतात; जेम्स वॉटसन आणि फ्रान्सिस क्रिक यांनी १९५३ साली 'डीएनए'ची रचना शिडी सारखी दुहेरी हेलिक्स आकारात वळलेली असल्याचे सांगितले;

'डीएनए' न्यूक्लिओटाइड्सपासून बनलेले असतात आणि न्यूक्लिओटाइड, २ प्रकारच्या प्युरिन आणि २ प्रकारच्या पिरिमिडीम नायट्रोजनयुक्त आधारक (नायट्रोजन बेसेस) पासून;

एडेनाइन (ए) आणि ग्वानिन (जी) हे प्युरिनचे २ प्रकार तसेच सायटोसिन (सी) आणि थायमिन (टी) हे पिरिमिडीनचे २ प्रकार;

या ४ नायट्रोजन बेसेसच्या अनुक्रमामध्येच सर्व सजीवांची जनुकीय माहिती साठवलेली असते;

'डीएनए'तील न्यूक्लिओटाइडच्या दीर्घ साखळीला 'गुणसूत्र' (क्रोमोसोम) असे म्हणतात, आणि या गुणसूत्राचे काही छोटे छोटे भाग वेगळे करता येतात, हजारो युनिटपासून बनलेल्या 'डीएनए'च्या या छोट्या भागांना 'जीन्स' (जनुके) असे म्हणतात;

जीन्स हे आनुवंशिकतेचे मूलभूत एकक होय;

प्रत्येक सजीवाची जनुकीय वैशिष्ट्ये, गुणधर्म या 'जीन्स'वर अवलंबून असतात;

एखाद्या विशिष्ट रोगाला प्रतिकार करण्याची क्षमता किंवा त्वचेचा, केसांचा, डोळ्यांचा रंग हे सर्व जनुकांवर अवलंबून असते;

हे जनुकीय घटक एकत्रित त्या सजीवाची 'युनिक आयडेंटिटी' असते, 'डीएनए'चाचण्यांच्या उपयुक्ततेच्या मागचे हेच प्रमुख कारण आहे;

सजीवातील सगळ्या 'डीएनए'मधील या चार घटकांचा क्रम कसा आहे याचा शोध लावण्याची प्रक्रिया म्हणजेच 'डीएनए सिक्वेन्सिंग' होय;

सजीवातील सगळ्या जनुकीय घटकांना (सर्व गुणसूत्रांना) मिळून एकत्रितपणे 'जीनोम' असे म्हटले जाते, सर्व सजीवांच्या प्रत्येक पेशीमध्ये 'जीनोम'चे अस्तित्व असते;

एका पेशीतील मानवी 'डीएनए'ची लांबी सहा फुटांपर्यंत असते, आणि मानवी शरीरात ३७ ट्रिलियन (लाख कोटी) पेशी असतात. त्यामुळे शरीरातील सर्व 'डीएनए' एकत्र बांधले तर सूर्य ते नेपच्यूनपर्यंतचे अंतर ४ वेळा काटता येईल इतकी त्याची लांबी होते;

मानवी शरीराच्या प्रत्येक पेशीमध्ये एकूण २३ जोड्या म्हणजे ४६ गुणसूत्रांमध्ये सुमारे २५००० जीन्स असतात, २२ जोड्या (४४) ऑटोसोम प्रकारचे क्रोमोसोम तर एक जोडी म्हणजेच २ क्रोमोसोम सेक्स क्रोमोसोम प्रकारचे, पुरुषांमध्ये 'एक्स-वाय', स्त्रियांमध्ये 'एक्स-एक्स';

एखाद्या जीवातील गुणसूत्रांची संख्या आणि त्याची जटिलता यांचा तसा काही संबंध नाही, उदाहरणार्थ - कुत्र्यांमध्ये ७८ गुणसूत्रे असतात, पण मानवी गुणसूत्रांच्या मानाने ती कमी जटिल असतात;

प्रथिनांच्या निर्मितीसाठी आवश्यक न्यूक्लिओटाइड्सचा अनुक्रम म्हणजेच 'प्रथिने-कोड';

'डीएनए'तील हा अनुक्रम एन्कोड केलेल्या प्रथिनातील अमिनो ॲसिडचा अनुक्रम ठरवतो (योग्य शब्दक्रमातून वाक्याचा अर्थ कसा ठरवावा तसा);

प्रथिनातील प्रत्येक एका अमिनो ॲसिडची निर्मिती निर्दिष्ट करणारा जेनेटिक कोडचा छोटा भाग म्हणजे 'कोडॉन';

'डीएनए'नी निर्देशित केलेली १ लाखाहून अधिक प्रथिने मानवी शरीरामध्ये निर्माण होतात. ही प्रथिने ऊर्जेचे प्रमुख स्रोत आहेत. शरीरातील असंख्य अभिक्रिया पूर्ण करण्यासाठी विकरे प्रकारातील प्रथिने; शरीरातील विविध घटकांचे संतुलन राखण्यासाठी (जसे की - रक्तातील साखरेचे प्रमाण संतुलित ठेवण्यासाठी इन्सुलिन) आवश्यक संप्रेरके प्रकारातील प्रथिने; तसेच शरीराला रोगप्रतिकारशक्ती बहाल कण्यासाठी प्रतिपिंडे (अँटिबॉडीज) प्रकारातील प्रथिने यातून संपूर्ण शरीर प्रभावीपणे कार्यरत असते. आपल्याला प्राप्त झालेली शारीरिक वैशिष्ट्ये हीदेखील याच प्रथिनांची देणगी आहे;

आपल्या सर्वांचा, नव्हे पृथ्वीवरील सर्व मानवांचा 'डीएनए' ९९.९ टक्के एकसारखा असतो, जनुकीय अनुक्रमातील हा उर्वरित ०.१ टक्का फरक आणि उत्परिवर्तनाने 'डीएनए' अनुक्रमामध्ये झालेले बदल विविध रोगांचे प्रमुख कारण ठरतात;

अमेरिकेतील मृत्यूच्या प्रमुख १० कारणापैकी ९ कारणांमध्ये जनुकीय घटकांची काही ना काहीतरी भूमिका असल्याचे समोर आले आहे.

'डीएनए'च्या या कार्याचा उपयोग करून जैवतंत्रज्ञानाचा पाया रचला गेला आहे. गाजर, पपईतील बीटा कॅरोटीन म्हणजेच 'ए' जीवनसत्त्व संकरीत तांदळातून मिळणे आता शक्य झाले आहे. बी.टी. कापूस व बी.टी. वांग्याला कीटकनाशकांचा वापर न करता किडीच्या प्रादुर्भावापासून सुरक्षित ठेवणे आता शक्य आहे. डुकरापासून मिळवले जाणाऱ्या इन्सुलिनऐवजी सूक्ष्मजीवात संकरित केलेले मानवी इन्सुलिन आता कारखान्यात तयार होत आहे.

एका पिढीकडून दुसऱ्या पिढीकडे जनुके आणि पर्यायाने शारीरिक गुणधर्म हस्तांतरित होण्याच्या प्रक्रियेचा अभ्यास करणाऱ्या जीवशास्त्राच्या विद्याशाखेला जनुकशास्त्र (जेनेटिक्स) असे संबोधले जाते. जीनोमिक्स ही जनुकशास्त्राची उपशाखा असून तिच्यामध्ये एखाद्या जीवाच्या संपूर्ण 'डीएनए'चा म्हणजेच त्याच्या 'जीनोम'चा अभ्यास

आकृती क्र. १ : जनुकशास्त्राच्या आधुनिक वैद्यकीयशास्त्रातील उपयुक्ततेची चतुःसूत्री

करण्यावर लक्ष केंद्रित केले जाते. आकृती क्र. १ मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे जीनोमिक्स या विद्याशाखेमध्ये त्या जीवाच्या जीनोममधील सर्व उपयुक्त जीन्स, त्यांची कार्य पद्धती, आणि त्यांची परस्परक्रिया यांचा अभ्यास केला जातो.

जेनेटिक्स आणि जीनोमिक्स आपल्या आरोग्याच्या दृष्टीने महत्त्वाचे!

जेनेटिक्स आणि जीनोमिक्स या दोन्ही विद्याशाखांचे आरोग्यसंवर्धन आणि औषधोपचारातील महत्त्व दिवसेंदिवस वाढत चालले आहे. आनुवंशिक वारशाने हस्तांतरित होत असलेल्या सिकल सेल ॲनिमिया (दोषपूर्ण हिमोग्लोबिनच्या निर्मितीमुळे उद्भवलेला रक्तक्षय), सिस्टिक फायब्रोसिस

(फुप्फुसातील श्लेष्म बाहेर न फेकले गेल्यामुळे झालेले फुप्फुसाचे गुंतागुंतीचे नुकसान आणि संक्रमण) यासारख्या रोगांचा अभ्यास करणे; अशाप्रकारच्या रोगांचे निदान करण्यासाठी चाचण्याच्या उपलब्ध पर्यायांची निवड करणे; आनुवंशिक रोग बरे करण्यासाठी उपलब्ध उपचारपद्धती

आकृती क्र. २: जीन थेरपीचे आधुनिक औषधोपचार पद्धतीतील स्थान

जाणून घेणे याचा प्रामुख्याने यामध्ये समावेश आहे. आकृती क्र. २ मध्ये दर्शवल्याप्रमाणे प्रत्येक व्यक्तीची आरोग्यकुंडली आता जीनोमिक डेटा आणि त्याची जीवनशैली संदर्भातील डेटा संकलित करून काढली जाते आणि आवश्यकतेनुसार वैयक्तीकृत उपचार रुग्णाला दिले जातात.

काही लोक पौष्टिक-आरोग्यदायी आहार घेतात, संपूर्ण आयुष्य व्यायाम करतात, नियमित वैद्यकीय तपासणी करतात, औषधोपचार घेतात, पण वयाच्या चाळिसाव्या वर्षी हृदयविकाराच्या झटक्याने मरण पावतात. तर धूम्रपान करणारे, कधीही व्यायाम न करणारे, अस्वास्थ्यकर अन्न खाणारे निरोगी जगतात. यामागच्या नेमक्या कारणांचा शोध जीनोमिक्स संशोधक आज करत आहेत. जीनोमिक्सच्या साहाय्याने जीन्स आणि पर्यावरण यांच्यातील परस्परसंवादाची अधिक चांगली माहिती मिळवणे संशोधकांना शक्य झाले आहे. आरोग्य सुधारण्याचे आणि रोग टाळण्यासाठीचे अधिक चांगले मार्ग शोधण्यात जीनोमिक्स अग्रेसर आहे.

आनुवंशिक रोग

मानवी शरीरामधील पेशीतील जनुकीय घटकांमध्ये निर्माण झालेल्या दोषांमुळे उद्‌भवलेल्या रोगांना आनुवंशिक रोग असे संबोधिले जाते. 'डीएनए' अनुक्रमात संपूर्ण किंवा काही प्रमाणात बदल झाल्याने तयार होणारी प्रथिने एक तर अकार्यक्षम किंवा हानिकारक असतात आणि त्यामुळे रोग उद्‌भवतात आणि ते शरीरात इतरत्रही पसरतात. आनुवंशिक विकारांचे अनेक प्रकार आहेत जसे की -

क्रोमोसोमल विकार : गुणसूत्रांच्या संख्येत किंवा संरचनेतील दोषामुळे उद्‌भवलेल्या आनुवंशिक परिस्थितींना क्रोमोसोमल विकार (क्रोमोसोमल डिसऑर्डर) असे संबोधले जाते. याप्रकारच्या रोगांमध्ये क्लाइनफेल्टर सिंड्रोम (पुरुषांमध्ये अतिरिक्त 'एक्स' क्रोमोसोम आल्यामुळे उद्‌भवलेली परिस्थिती), डाऊन सिंड्रोम म्हणजेच ट्रायसोमी २१ (२१व्या गुणसूत्राची अधिकची एक प्रत शरीरात असल्यामुळे निर्माण झालेल्या व्याधी), फ्रेजाइल-एक्स सिंड्रोम (एक्स क्रोमोसोममध्ये झालेल्या जनुकीय बदलामुळे उद्‌भवलेली परिस्थिती), टर्नर सिंड्रोम (स्त्रियांतील दोन एक्स गुणसूत्रांपैकी एका गुणसूत्रामध्ये झालेला बिघाड वा एक्स गुणसूत्राची अनुपस्थिती यामुळे उद्‌भवलेली व्याधी), ट्रिपल-एक्स सिंड्रोम म्हणजेच सुपर फिमेल सिंड्रोम (स्त्रीमध्ये ३ एक्स क्रोमोसोम असल्यामुळे उद्‌भवलेली परिस्थिती), पटौ सिंड्रोम म्हणजेच ट्रायसोमी १३, एडवर्ड्स सिंड्रोम म्हणजेच ट्रायसोमी १८ इत्यादी रोगांचा समावेश होतो.

एकल-जीन वंशानुक्रम विकार : एका जनुकातील उत्परिवर्तनामुळे झालेले आनुवंशिक रोग म्हणजे एकल-जीन वंशानुक्रम विकार (मोनोजेनिक डिसऑर्डर). यामध्ये सिस्टिक फाइब्रोसिस, ड्युकेन स्क्युलर डिस्ट्रॉफी (स्नायूंची कमजोरी), जन्मजात बहिरेपणा, हेमोक्रोमॅटोसिस (लोह बाहेर निघण्याऐवजी शरीरात साठून राहिल्याने उद्‌भवलेली परिस्थिती), फॅमिलीयल हायपरकोलेस्टेरोलेमिया (रक्तातील एलडीएल कोलेस्टेरॉलचे प्रमाण खूप जास्त वाढल्यामुळे उद्‌भवलेली परिस्थिती), सिकल सेल ॲनिमिया, न्यूरोफायब्रोमेटोसिस (मज्जासंस्थेमध्ये, मेंदू, पाठीचा कणा किंवा मज्जातंतूंसह कोठेही मज्जातंतूंच्या उतींवर सौम्य ट्युमर किंवा घातक कर्करोगाचा ट्युमर विकसित होणे) यासारख्या रोगांचा प्रामुख्याने समावेश होतो.

मल्टीफॅक्टोरियल विकार : या प्रकारच्या व्याधींमध्ये जनुकीय घटकांसोबत इतर पर्यावरणीय आणि अ-पर्यावरणीय कारणांमुळे उद्‌भवलेल्या आरोग्य समस्यांचा समावेश होतो. उदाहरणार्थ - संधिवात (सांध्यांना सूज येणे किंवा तीव्र वेदाना होणे), अल्झाइमर (मेंदूच्या पेशी हळूहळू नष्ट होणे), कर्करोग, हृदयरक्तवाहिन्यांचा विकार, मधुमेह, मायग्रेन प्रकारातील डोकेदुखी, स्पायना बिफिडा (पाठीचा कणा किंवा त्याचे आच्छादन यांचा संपूर्ण विकास झालेला नसणे) इत्यादी.

माइटोकॉन्ड्रियल आनुवंशिक वंशानुक्रम विकार : माइटोकॉन्ड्रियल जीनोमद्वारे एन्कोड केलेल्या जनुकांमधील उत्परिवर्तनांमुळे निर्माण झालेल्या आरोग्यविषयक समस्यांचा यामध्ये समावेश होतो. जटिल चयापचय संदर्भातील विकारांचा हा एक समूह आहे. उदाहरणार्थ - माइटोकॉन्ड्रियल एन्सेफेलो-कार्डियो-मायोपॅथी (मेंदू आणि हृदयाच्या स्नायूंमधील कमजोरी), न्यूरोगॅस्ट्रोइंटेस्टायनल एन्सेफैलोमायोपॅथी (मज्जासंस्था आणि पोटातील स्नायूंमधील बिघाड), पीअरसन सिंड्रोम (मूत्रपिंड आणि डोळ्यांच्या पेशींमधील बिघाड), लेबरची आनुवंशिक ऑप्टिक न्यूरोपॅथी (आईकडून संततीकडे संक्रमित झालेला, रेटिनल गॅन्लिओन पेशी आणि त्यांच्या ॲक्सॉन्सचे ऱ्हास झाल्याने उद्‌भवलेला दृष्टिदोष) इत्यादी.

विशेष म्हणजे मानवी जीनोमची रहस्ये उकलत असताना, जवळजवळ सर्व रोगांमध्ये आनुवंशिक घटक थोड्या-अधिक प्रमाणात कारणीभूत असल्याचं आता समोर आले आहे.

मानवी शरीरातील जनुकांमध्ये झालेल्या बिघाडाची दुरुस्ती करण्याचे तंत्रज्ञान म्हणजे जनुकीय अभियांत्रिकी (जेनेटिक इंजिनीअरिंग). जनुकीय अभियांत्रिकीचा योग्य वापर करून - मानवी शरीरातील कोणत्याही पेशीतील हानिकारक जनुकाची पुनर्रचना करणे; सदोष जीन्सना शांत करून त्यांच्यापासून हानिकारक रसायने पेशीत तयार न होऊ देणे; दोषयुक्त जनुकांच्या जागी नवीन जनुके प्रस्थापित करणे आणि यातून रोग बऱ्याच अंशी कायमचे किंवा दीर्घकालीन बरे करण्याच्या या उपचारपद्धतीला 'जनुकीय उपचार पद्धती' (जीन थेरपी) असे संबोधले जाते. जनुकीय बदल फक्त रुग्णापुरतेच मर्यादित राहावे; तसेच जनुकीय बदलाचे संक्रमण पुढील पिढीमध्ये होऊ नये याकरता जनुकीय बदलासाठी

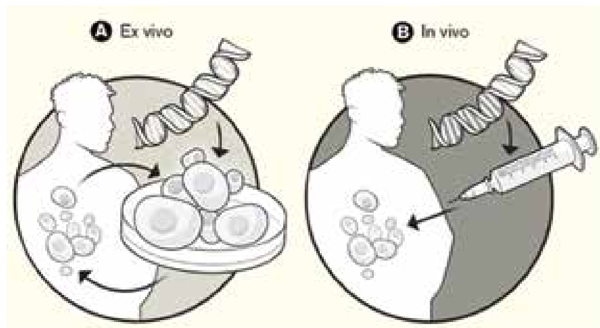
आर. मायकल ब्लाईस, डब्लू. फ्रेंच अँडरसन आणि केनेथ कल्व्हर पहिल्यावहिल्या जीन थेरपीची माहिती पत्रकार परिषदेत देताना (१३ सप्टेंबर १९९०)

जननपेशींचा वापर न करता कायिक पेशींचा (सोमॅटिक सेल) वापर केला जातो.

जनुकीय उपचार पद्धतीने रोग बरे करता येतील ही संकल्पना १९७०मध्ये उदयास आली. तसा प्रत्यक्षात प्रयोग आर. मायकल ब्लाईस, डब्लू. फ्रेंच अँडरसन आणि केनेथ कल्व्हर यांनी १९९०मध्ये केला. ॲडेनोसिन डीअमायनेज या विकाराच्या निर्मितीसाठी आवश्यक जीनचा तिच्याच शरीरातील रक्तपेशींमध्ये वापर करून अशांथी डिसिल्व्हा या चार वर्षाचा मुलीचा सीवियर कंबाइंड इम्युनोडेफिशिएन्सी (रोगप्रतिकारक पेशी नसल्यामुळे ढासळलेली रोगप्रतिकारशक्ती) या रोगापासून तिला बरे करण्याचा जीन थेरपी प्रकारातील हा पहिला प्रयत्न म्हणून ओळखला जातो.

जनुकीय उपचार पद्धतीचे प्रकार

जनुकीय उपचार पद्धतीमध्ये प्रामुख्याने दोन प्रकार आढळतात- 'एक्स-विवो' आणि 'इन-विवो' जनुकीय उपचार पद्धती.



आकृती क्र. ४ : जनुकीय उपचार पद्धतीतील प्रमुख दोन प्रकार एक्स-विवो जीन थेरपी आणि इन-विवो जीन थेरपी

आकृती क्रमांक ४मध्ये दर्शवल्याप्रमाणे 'एक्स-विवो' जीन थेरपीमध्ये रुग्णाचे रक्त, अस्थिमज्जा किंवा ऊती काढून, स्वारस्य असलेल्या पेशींना वेगळे केले जाते आणि प्रयोगशाळेत त्यापेशीतील गुणसूत्रांचे सक्षम जीनशी समाकलन करून, दुरुस्त पेशी पुन्हा शरीरात, त्यांच्या मूळ स्थानी पोहोचवल्या जातात. तर 'इन-विवो' पद्धतींमध्ये उपचारात्मक जीन्स, जीन मॉड्युलेटर किंवा जनुक-संपादन साधने थेट रुग्णाच्या शरीरातील प्रभावित उतकांमधील पेशींपर्यंत पोहोचवली जातात.

जनुकीय उपचार पद्धतीतील वाहकाचे महत्त्व

वाहकाविना सुधारित 'डीएनए'चा पेशीच्या आत यशस्वी शिरकाव करणे फारच मुश्कील आणि आव्हानात्मक

असते. कारण पेशीमधील विकरे 'डीएनए'चे विघटन करतात आणि मुळातच 'डीएनए' अस्थिर व अल्पायुषी असतो. त्यामुळेच सक्षम जनुकाचे डीएनए रोग्याच्या पेशीमध्ये योग्य त्या जागी पोहोचवण्यासाठी 'डीएनए'-वाहकाची आवश्यकता असते. जीन वाहकांचा प्रकारावर आधारित विविध प्रकारच्या ६ जनुकीय उपचार पद्धती विकसित झालेल्या आहेत.

१) जीन रिप्लेसमेंट; २) ऑलिगोन्यूक्लियोटाइड्सच्या साहाय्याने जनुकीय सुधारणा; ३) CRISPR-Cas9 सारखी पद्धत वापरून जीन्सचे थेट समाकलन; ४) नॅनोपार्टिकल्सच्या साहाय्याने जीन्सचे समाकलन; ५) विषाणूंचा वाहक म्हणून वापर केलेली जीन थेरपी; ६) आर.पी.एन.सारख्या विकसित होत असलेल्या इतर पद्धती.

१. नवीन जीनचे समाकलन (जीन रिप्लेसमेंट) : गहाळ किंवा खराब झालेल्या जनुकाची कार्यसक्षम प्रत प्रभावित पेशींमध्ये समाकलन करून अकार्यक्षम पेशी पुन्हा कार्यक्षम केल्या जातात. ही पद्धत एकाच आनुवंशिक त्रुटीमुळे उद्‌भवलेल्या रोगांसाठी अत्यंत उपयुक्त आहे. या उपचारपद्धतीतून रोग कायमचा बरा करता येतो.

२. विद्यमान जीनची सुधारणा : ऑलिगोन्यूक्लियोटाइड्स (न्यूक्लिक ॲसिडचे लहान तुकडे) अनुक्रम प्रभावित पेशींमध्ये पाठवले जातात. जिथे ते अंतर्निहित आनुवंशिक कोडपासून आवश्यक प्रथिने निर्माण करण्याच्या प्रक्रियेवर ताबा मिळवतात आणि प्रथिनांच्या कमतरतेमुळे किंवा चुकीच्या प्रथिनांमुळे उद्‌भवलेला रोग बरा होतो. जीन रिप्लेसमेंटप्रमाणे या उपचारपद्धतीमध्ये रोग कायमस्वरूपी बरा करता येत नसल्याने, निरोगी राहण्यासाठी रुग्णांना वरचेवर उपचार घ्यावे लागतात.

३. जीनचे थेट समाकलन : प्रभावित पेशींच्या विशिष्ट जनुकांमधील त्रुटी दूर करण्यासाठी या पद्धतीचा वापर केला जातो. जेनिफर डौडना आणि इमॅन्युएल चारपेंटियर यांनी शोधलेल्या (२०२०च्या रसायनशास्त्रातील नोबेल पारितोषिकप्राप्त) CRISPR-Cas9 या नावीन्यपूर्ण जीनोम संपादन साधनामुळे जीनोममध्ये अचूक बदल करणे आता सहज शक्य झाले आहे. जनुकीय उपचार पद्धती क्षेत्रामध्ये क्रांती घडवून आणणारी जनुक-संपादन प्रणाली म्हणून तिचा उल्लेख केला जाऊ लागला आहे.

४. नॅनोपार्टिकलचा साहाय्याने जीनचे समाकलन : या प्रकरच्या जीन थेरपीमध्ये जीन्स किंवा जनुक संपादनसाधने थेट प्रभावित उतींच्या पेशींमध्ये प्रवेशण्यासाठी नॅनोकणांचा वाहक म्हणून वापर केला जातो. आवश्यक पेशींमध्ये जीन्स अधिक प्रभावी पद्धतीने पोचवण्याकरता; 'डीएनए'-वाहक मोठ्या संख्येने आवश्यक पेशींमध्ये शिरावेत याकरता; तसेच रोगप्रतिकारक यंत्रणेच्या माध्यमातून नॅनोपार्टिकलचे शरीरातून होणारे उत्सर्जन टाळण्याकरता नॅनोकणांमध्ये रासायनिक बदल केले जातात. नॅनोकणांचे शरीरातील इतर पेशींवरील दुष्परिणाम कमी करण्याकरता जैवविघटन होणारे आणि जैवसंगत असलेलेच नॅनोपार्टिकल जीन थेरपीमध्ये वापरले जातात.

५. विषाणूंच्या सहाय्याने जीनचे समाकलन : रिट्रोव्हायरस गटातील विषाणू त्यांच्या वैशिष्ट्यपूर्ण गुणधर्मांमुळे जीन-वाहक म्हणून वापरले जातात. विषाणूंचे दुष्परिणाम कमी करण्यासाठी जेनेटिक इंजिनीयरिंगचा वापर करून या वाहक विषाणूंच्या रासायनिक संरचनेमध्ये बदल केले जातात.

६. इतर पद्धती : दुर्बळ जीन्स हटवण्यासाठी, विशिष्ट 'डीएनए'तील विशिष्ट अनुक्रम टिपण्यासाठी, 'डीएनए'चा अचूक कट घेण्यासाठी विविध जनुक-संपादन यंत्रांचा/ पद्धतींचा यशस्वी वापर केला जात आहे, उदाहरणार्थ - रिबोन्यूक्लियोप्रोटीन कॉम्प्लेक्स (आर.पी.एन.).

सारांश

३९.४२ टक्के वार्षिक वाढीच्या दराने म्हणजेच सर्वात वेगाने विकसित होणारे, अफाट क्षमता असणारे, जैवतंत्रज्ञानातील सर्वात आश्वासक आणि आशादायक क्षेत्र असा जीन थेरपीचा उल्लेख आता केला जात आहे. मानवी जीनोममध्ये अचूक बदल करून, या अत्याधुनिक तंत्रज्ञानामुळे संसर्गजन्य आणि असंसर्गजन्य रोगांवर एकदाच उपचार घेऊन रोग आयुष्यभरासाठी कायमचा बरा करता येतो ही या जनुकीय उपचार पद्धतीची सर्वात जमेची बाजू.

मात्र हे तंत्रज्ञान अत्यंत खर्चीक असल्याने आर्थिकदृष्ट्या सबळ असलेल्या देशांमध्येच त्याचा प्रत्यक्षात उपयोग होत आहे आणि याउलट जीन थेरपीची खरी गरज असलेले बहुसंख्य लोक मात्र जगभरातील आर्थिकदृष्ट्या मागासलेल्या देशांमध्ये वास्तव्य करत आहेत. आणि म्हणून जीन थेरपीचा उपयोग खऱ्या अर्थाने मानव-कल्याणाकरता करायचा असेल तर गरज आहे हे तंत्रज्ञान सर्वसामान्यांना परवडेल यासाठी विशेष प्रयत्न करण्याची!

- डॉ. जॉन डिसोझा

समन्वयक, वारणा विज्ञान केंद्र आणि प्राचार्य, वारणा विभाग शिक्षण मंडळ संचालित तात्यासाहेब कोरे औषधनिर्माणशास्त्र महाविद्यालय, वारणानगर

डॉ. राजेंद्र देवपूरकर

दूध आणि सूक्ष्मजीवशास्त्र

मागील अंकात पाण्याची सूक्ष्मजीवशास्त्रीय परीक्षा आणि प्रतवारी आणि पाण्याची पिण्यासाठीची निर्धोकता ह्यासंबंधात आपण माहिती घेतली. ह्या लेखात आपण दूध आणि त्याची सूक्ष्मजीवशास्त्रीय पद्धतीने कशी तपासणी केली जाते ते पाहू या. तत्पूर्वी पाणी आणि दूध ह्यामधील मूलभूत फरक की जे सूक्ष्मजीवशास्त्राच्या दृष्टीने खूप महत्त्वाचे आहेत ते पाहू या.

सर्व सजीवांना पाणी का लागते? : पाणी हे सर्व सजीवांच्या (मग ते जिवाणू असोत, वनस्पती असोत किंवा प्राणी असोत) वाढीसाठी अत्यंत आवश्यक असते. इतके की पाण्यासाठी 'जीवन' हा समानार्थी शब्द झाला. नेमके पाणी सर्व सजीवाना का आवश्यक आहे हे फार थोड्याच वेळा चर्चिले जाते. खरे म्हणजे पाण्यास पोषणमूल्य नाही. आपल्या शरीराचा म्हणजे कोणच्याही पेशींचे पाणी हा घटकद्रव्य नाही. प्रत्येक पेशीमध्ये सुमारे ७० टक्के पाणी आहे हे खरे. असे पाहा, की भांड्यात पाणी आहे पण भांडे धातूचे किंवा प्लास्टिकचे बनले आहे, ते भांडे पाण्याने भरलेले आहे पण पाण्याने बनलेले नाही. मग पेशीमध्ये इतके पाणी का आहे? आपले हृदय चालू आहे म्हणजे आपण जिवंत आहोत. खरे पाहिले तर आपल्या शरीरातील सर्व पेशी जिवंत असतात म्हणून आपण जिवंत असतो. पेशी जिवंत असतात म्हणजे काय? अर्थातच त्यांना काही हृदय नसते, नाही का? प्रत्येक पेशी लक्षावधी रासायनिक क्रिया करत असतात हेच त्यांचे जिवंतपणाचे लक्षण. कोणच्याही कोरड्या पदार्थांमध्ये रासायनिक क्रिया होत नाहीत. म्हणजे पेशीतील पाणी क्रियांसाठी माध्यम म्हणून अत्यावश्यक असते. पेशी व्यवस्थितपणे रासायनिक क्रिया करतात म्हणून आपले सर्व अवयव व्यवस्थित काम करतात आणि म्हणून आपण ठाकठीक असतो. मात्र आपल्या पेशींची घटकद्रव्ये आपणाला पाण्यामधून मिळत नाहीत आणि त्याअर्थाने पाण्याला पोषणमूल्य नाही.

ह्याउलट दुधाला पोषणमूल्य आहे; इतके की त्याला पूर्णान्न म्हणूनही उल्लेखले जाते. आपल्या पेशींच्या जडणघडणीतील कित्येक द्रव्ये जशी की अमिनो आम्ले (amino acids) न्युक्लिओटाइड्स, आपल्याला दुधापासून मिळतात. दुधामध्ये निरनिराळी जीवनसत्त्वे, प्रथिने, लॅक्टोज नावाची साखर, स्निग्ध पदार्थ कॅल्शिअम, मॅग्नेशिअम, जस्त (Zinc) आहेत की जी आपल्याला पोषक ठरतात.

दूध आणि पाणी ह्यांच्या पोषणमूल्याचा मुद्दा फार महत्त्वाचा आहे. शुद्ध पाण्यात सूक्ष्मजीव वाढू शकत नाहीत पण दुधामध्ये मात्र त्यांची वाढ होते. दुधामध्ये जिवाणूंची वाढ होत असल्याने दुग्धव्यवसायामध्ये दूध देणारा प्राणी, दूध काढणारा माणूस, भोवतालच्या परिसर, दूध संकलनासाठी वापरात येणारी भांडी, ह्यांच्या स्वच्छतेला महत्त्व प्राप्त होते. अस्वच्छतेमुळे दुधामध्ये जिवाणू शिरले की मग त्यांची वाढ होऊन दूध खराब होते. त्यामुळे दुधामध्ये असे जिवाणूंचे प्रमाण किती आहे हे तपासून त्याची प्रतवारी करणे जरुरीचे ठरते.

दुग्धग्रंथीतून स्रवणारे दूध जंतूविरहित असते : एक गोष्ट मुद्दाम लक्षात घ्यायला हवी की दुग्धग्रंथीतून स्रवणारे दूध जंतूविरहित असते. परंतु जनावराच्या आचळामधून बाहेर येताना आचळनलिकांमधील (teat canal) जंतूमुळे ते दूषित होते. बऱ्याच वेळा अनुभवी गवळी सुरुवातीच्या दूधधारा गोळा न करता जमिनीवर सोडून देतो की ज्यामुळे नंतरच्या धारांमध्ये जंतुविरहित दूध मिळावे. नेमके म्हणूनच दूध काढून झाल्यावर जनावराची आचळे स्वच्छ धुऊन कोरडी करणे जरुरीचे असते.

दुधात आढळणारे रोगजंतू : दूध देणारे जनावर, दूध काढणारा माणूस तसेच इतर कामगार ह्यांच्या आजारपणामुळे दुधामध्ये रोगजिवाणूंचा प्रवेश होतो. टायफॉईडचे जिवाणू म्हणजे साल्मोनेला (Salmonella), अंत्रदाह करणारी विषारी द्रव्ये बनवणारे इश्करीचिया (Toxigenic Escherichia coli), स्टॅफिलोकोकाय (Staphylococci), क्षयाचे जिवाणू (Mycobacterium), अनेक विषाणू जसे की बर्ड फ्ल्यूचे H5N1 दुधावाटे पसरू शकतात.

दूध टिकवण्याच्या पद्धती : दुधातील जिवाणूंना उष्णतेच्या साहाय्याने मारून टाकले असता दूध खराब होणे म्हणजे दुधाचे नासणे आपण टाळू शकतो. दुधामधील पाणी पूर्णतः काढून त्याची कोरडी भुकटी (powder) बनवता येते. अशा भुकटीमध्ये पाण्याचा अभाव असल्याने त्यामध्ये जिवाणू वाढू शकत नाहीत.

दूध थंड तापमानास (५-१०° सेंटिग्रेड) ठेवून जिवाणूंची दुधामधील वाढ थांबवून आपण दूध अधिक काळ टिकवू शकतो.

पाश्चरायझेशन : दुधातील रोगकारक जंतू मारून टाकणे ह्या प्रमुख उद्देशाने दूधाचे पाश्चरायझेशन केले जाते.

ह्यामध्ये दोन पद्धती प्रचलित आहेत. १) दूध ६३-६६° सेंटिग्रेड ह्या तापमानास ३० मिनिटे तापवतात आणि मग वेगाने ते १०° सेंटिग्रेड तापमानास थंड करतात.

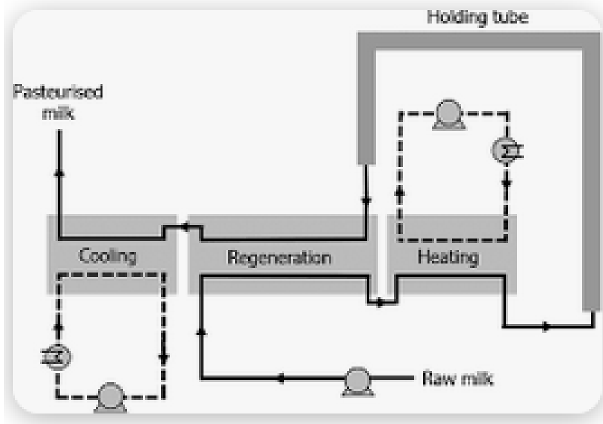
२) दूध ७०-७२° सेंटिग्रेड तापमानास फक्त १५ ते ३० सेकंद ठेवतात आणि त्वरित ५-१०° सेंटिग्रेडपर्यंत थंड करतात.

तापमान वाढवणे आणि कमी करणे हे दोन्ही कटाक्षाने त्वरित करणे महत्त्वाचे असते कारण उष्णतेमुळे दुधाचे पोषणमूल्य घटण्याची दाट शक्यता असते; तसेच उष्णतेमुळे दुधाचा रंग आणि वास बदलण्याची संभावना असते.

ह्या तंत्राचा प्रमुख हेतू दुधामध्ये असलेल्या रोगजंतूंचा नाश करणे हा असतो. दूध संपूर्ण जंतुविरहित करणे हा उद्देश नसतो.

हजारो लिटर दूध त्वरेने तापवणे आणि त्वरेने थंड करण्यासाठी अद्ययावत मशिनरी, पंप, कॉम्प्रेसर, दुधासारखा पोषक पदार्थ ठेवण्यासाठी उच्च दर्जाच्या स्टेनलेस स्टीलची भली मोठी भांडी, स्टेनलेस स्टीलच्या वाहक नलिका, निरनिराळे नियंत्रक इत्यादी यंत्रणा लागते. साधारणपणे पाश्चरायझेशन यंत्राची किंमत ५ ते १० लाख रुपयांपर्यंत असते. (आकृती १ आणि २)

दुधापासून दही बनवणे ही पद्धत माणसाला सुमारे ५-८ हजार वर्षांपासून माहीत आहे. लॅक्टोबॅसिलस



(Lactobacillus) हे जिवाणू दुग्धशर्करा लॅक्टोजचे विघटन करून दुधामध्ये जोमाने वाढतात आणि तेसुद्धा कमी प्राणवायू असलेल्या वातावरणामध्ये. ह्या त्यांच्या वाढीमुळे दुधामध्ये लॅक्टिक आम्ल तयार होते; त्यामुळे दुधाचे आम्लमुल्य (pH) ४-५ पर्यंत खाली जातो. आणि ह्या आम्लतेमुळे दुधातील केसीन (casein) हे प्रथिन दुधापासून वेगळे होऊन दही तयार होते. प्राचीनकाळी दूध टिकवण्याच्या प्रयत्नातूनच दही बनवण्याचे तंत्र माणसाला सापडले असावे.

(क्रमशः चालू)

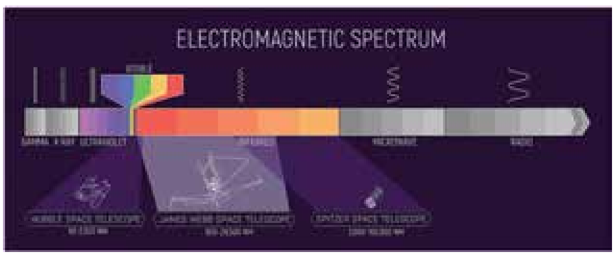
– डॉ. राजेंद्र देवपूरकर
writetodeopurkar@gmail.com

आनंद घैसास

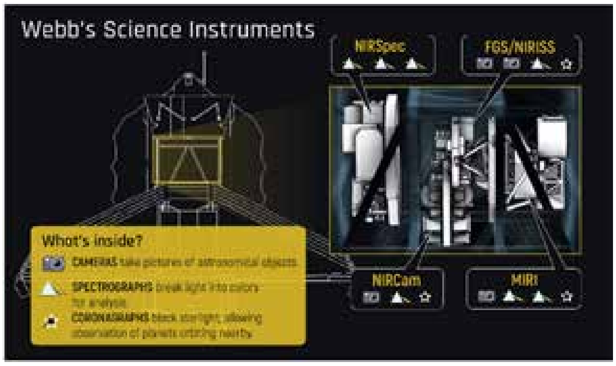
दूरचे पाहताना... भाग २

गेल्या महिन्यात जेम्स वेब अवकाश दुर्बिणीसंबंधीची काही माहिती आपण पाहिली. या दुर्बिणीमध्ये प्रतिमा-ग्रहणासाठी कोणते तंत्रज्ञान वापरतात, कसे वापरतात आणि त्यात बसवलेल्या उपकरणांबद्दलची काही माहिती घेऊ. शिवाय या दुर्बिणीने नव्याने मिळवलेल्या काही महत्त्वाच्या प्रतिमांबद्दल माहिती घेऊ या.

प्रथम एक बाब लक्षात घ्यायला हवी, ती अवकाशीय दुर्बिणींमध्ये वापरात आणल्या जाणाऱ्या तरंगलांबींच्या उपयोजनासंबंधी. कारण जी प्रारणे पृथ्वीवरून मिळण्यास काही अडचणी येतात, त्यांचा अधिकाधिक वापर यात करून घ्यावा अशी एक योजना असते, तसेच वाऱ्या-पावसाचे, ढगांचे येणारे अडथळे इथे नसल्याने अधिक दूरवरचे आणि अधिक स्पष्टतेने पाहण्याची कमाल क्षमता आणण्याची कशोशी यात केलेली असते.



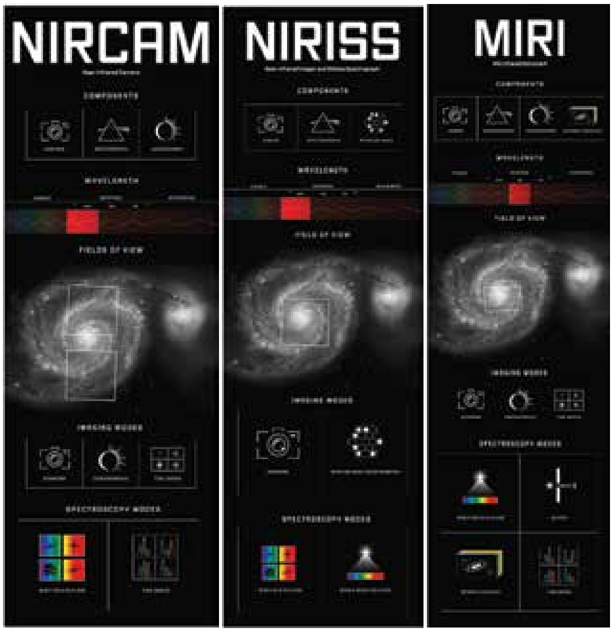
तरंगलांबींचे मानचित्र : यात हबलची आणि त्यासोबत जेम्स वेब आणि स्पिटझरची तरंगलांबी संग्रहणाची तुलनात्मक क्षमता दर्शवली आहे. हबलमध्ये दृश्यप्रकाश ते समीप अवरक्त तरंग, म्हणजे ९० ते २,५०० नॅनोमीटर तरंगलांबीचे, तर स्पिटझर दुर्बिणीची क्षमता सुदूर अवरक्त म्हणजे ३,००० ते १,६०,००० नॅनोमीटर तरंगलांबीची प्रारणे, तर या दोन्हींचा काही भाग व्यापणारे आणि समीप ते सुदूर अशा दोनही



अंगांची काही प्रारणे म्हणजे ६०० ते २८,५०० नॅनोमीटर तरंगलांबीची प्रारणे टिपण्याची क्षमता जेम्स वेब या दुर्बिणीत आहे.

ही प्रारणे टिपण्यासाठी विविध प्रकारची उपकरणे या दुर्बिणीच्या पायाशी असणाऱ्या जागेत, जी सतत पृथ्वीच्या बाजूला असतील तिथे, जिथे सूर्यप्रकाश अडवण्यासाठी मोठ्या छत्र्या आहेत, तिथे बसवलेली आहेत. ती एकूण चार प्रकारची आहेत.

१. एनआरआय कॅम हा नीअर इन्फ्रारेड कॅमेरा. हा कॅमेरा दृश्य प्रकाशाच्या लाल तरंगलांबीपासून समीप अवरक्त तरंगलांबींच्या प्रारणांपर्यंत येणारा प्रकाश संग्रहित करू शकतो. याचा फायदा विश्वातील प्रथम निर्माण झालेल्या दीर्घिकांच्या, त्यांची निर्मिती कशी होत गेली त्यासंबंधीच्या काळातल्या प्रतिमा टिपण्यासाठी होणार आहे. तसेच, जवळच्या दीर्घिकांमध्ये नवीन जन्माला येऊ घातलेल्या ताऱ्यांचा मागोवा घेण्यासाठी, आपल्याच आकाशगंगेतील नव्याने जन्म घेणाऱ्या ताऱ्यांची निर्मिती कशी होत आहे ते जाणून घेण्यासाठी, तसेच आपल्या सूर्यकुलातील दूरवरचे क्यूपरच्या पट्ट्यामधील खगोलपिंड शोधण्यासाठी, त्यांच्यासंबंधी अधिक माहिती



मिळवण्यासाठी हा कॅमेरा उपयुक्त ठरणार आहे. यात एक आणखी 'कोरोनोग्राफ' नावाचे तंत्र आहे, ज्यात आपल्या आकाशगंगेतील ताऱ्यांकडे पाहताना त्या ताऱ्याला कृत्रिम रितीने झाकून टाकत त्याच्या आसपासच्या प्रदेशातील त्याच्याभोवती फिरणाऱ्या ग्रहांच्या प्रतिमा मिळवता येतील. ज्यामधून आपल्याला परग्रहांचा शोध घेता येणार आहे.

२. एनआरआय आयएसएस हा नीअर इन्फ्रारेड इमेजर अँड स्लिटलेस स्पेक्टोग्राफ, म्हणजे समीप अवरक्त प्रारणांची प्रतिमा ग्रहण करणारे आणि त्याच्या वर्णपटीय प्रतिमा ग्रहण करणारे हे उपकरण आहे. याचे वैशिष्ट्य म्हणजे यात या वर्णपटावर एक सूक्ष्म उघडझाप करणाऱ्या खिडक्या असणारा पडदा आहे, ज्यामुळे प्रतिमेत असणाऱ्या विविध जागांवरील सूक्ष्म प्रकाशदायी ताऱ्यांचे आपल्याला हव्या त्या खिडक्या उघडून वेगवेगळे वर्णपट घेता येतात. याला मायक्रोशटर रे असे म्हणतात, यात एकूण २,४८,००० छोट्या खिडक्यांचा पडदा मुख्य प्रतिमाग्राहकावर बसवलेला आहे. यातील हवी ती खिडकी उघडून तेवढ्याच भागाचा वर्णपट आपण मिळवू शकतो. संपूर्ण प्रतिमाग्रहण होणारी आकाशाची जागा ३ x ३ कोनीय मिनिट एवढी आहे. (पौर्णिमेच्या चंद्राचा आकार ३१ कोनीय मिनिट आहे.) शेजारच्या मानचित्रात 'एम ५१' च्या आकाशगंगेची प्रतिमा कशी पाहिली जाते, ते दाखवले आहे.

३. एनआरआय स्पेक म्हणजे नीअर इन्फ्रारेड स्पेक्टोग्राफ या वर्णपटीय प्रतिमाग्राहकात तीन निरनिराळ्या प्रकारे वर्णपटीय प्रतिमा घेता येतात. एक सलग, एक एका फटीतून वर्णपट साकारून, तर एक समोर लावलेल्या पडद्यातून फक्त हव्या असलेल्या जागेची, अर्थात दिसणाऱ्या खिडकीतील फक्त एखाद्या ताऱ्याचीच वर्णपटीय प्रतिमा ग्रहण करण्याची यात व्यवस्था आहे.

४. एमआयआरआय म्हणजे मिड इन्फ्रारेड इन्स्ट्रुमेंट. याची प्रतिमाग्रहणाची तरंगलांबी अर्थातच मध्य अवरक्त किरणांची आहे. तसेच यात मध्य अवरक्त प्रारणांचा कॅमेरा, वर्णपटीय कॅमेरा आणि आलेख तयार करण्याची सोय असून कोरोनाग्राफ म्हणजे मध्यातील तारा झाकून त्याच्या आसपासचा प्रदेश टिपण्याचीही व्यवस्था आहे. तसेच या चारही प्रकारांना एकत्रित करून टाकण्याची आणि त्यातून आवश्यक तशी सुधारित प्रतिमा मिळवण्याचीही योजना आहे. त्याने परग्रहांचे, करड्या खुजा ताऱ्यांचे शोध करणे साधेल असे वाटते.

आता या सर्व प्रकारांमधून हाती आलेले काही शोध पाहू.

१. 'एल१५२७' या क्रमांकाने ओळखला जाणारा वृषभ राशीमधील एक तेजोमेघ आहे, ज्याच्या मध्यभागी एक नवा तारा जन्माला आलेला आहे, असे अनुमान आहे. या वर्षीच्या जून महिन्यात घेतलेला हा फोटो आहे. डमरूच्या आकाराचा हा तेजोमेघ मोठ्या प्रमाणात कार्बनी सुगंधी संयुगांनी (पॉलिसायक्लिक ॲरोमॅटिक हायट्रोकार्बन किंवा संक्षिप्त रूप PHs) बनलेला असून इतर आयनीकरण झालेले वायू आणि धूलिकण त्याच्या मध्याभोवती, जिथे नवतारा तयार होत आहे, तिथे जमलेले दिसतात. MIRI या

उपकरणाने टिपलेली ही प्रतिमा मध्य अवरक्त तरंगलांबीमध्ये संग्रहित केली असली, तरी आपल्याला ती दिसावी म्हणून त्यातल्या तीन दीर्घ तरंगलांबींना म्हणजे ७.७ मायक्रॉनच्या प्रारणांना निळ्या रंगात, १२.८ च्या प्रारणांना हिरव्या रंगात तर १८ मायक्रॉनच्या प्रारणांना लाल रंगात रूपांतरित करून दाखवले आहे. आपल्याला चित्र स्वरूपात ते दिसण्याकरता असे रूपांतर नेहमी करण्यात येते. यालाच 'कलर कोडेड इमेज' असे म्हटले जाते. हा तेजोमेघ आपल्यापासून तसा जवळ, म्हणजे सुमारे ४८० प्रकाशवर्षे अंतरावर आहे.

२. भुजंग (सर्पेन्स) तारकासमूहातला हा एक तेजोमेघ. याला विशिष्ट असे नाव नाही, पण काही वर्षांपूर्वी नवीन तारे जन्माला येण्याची जागा म्हणून हबलने याचा फोटो काढला, तेव्हा एखाद्या दिव्यासमोर येणाऱ्या वटवाघळाच्या सावलीसारखी रचना यात दिसून आली आणि त्यात होणारा बदलही दिसला. यालाच पंख फडफडवणारे वटवाघूळ असे ओळखले जाऊ लागले. चर्चेत असल्याने वेबनेही याकडे आपला मोर्चा वळवला आणि याच्या प्रतिमा घेतल्या. गंमत म्हणजे याच्या दृश्यक्षेत्रात फक्त ढगासारख्याच जागा नाहीत, तर अधिकही बरेच काही आता यात दिसून आले आहे.

या प्रतिमेत डावीकडे वरच्या बाजूला नवताऱ्यांचा एक गटच एका माळेत असल्यासारखा इथे दिसतो आहे. त्यांच्यापासून आसपासच्या वायू आणि धूलिकणांमध्ये जणू काही फवारे, फराटे मारल्याप्रमाणे गेलेल्या धक्कालहरी लाल रंगात दिसून येत आहेत. सुमारे १,३०० प्रकाशवर्षे अंतरावर असलेला हा तेजोमेघ आहे. यामध्ये धूलिकण आणि वायूच्या गुरुत्वीय आकर्षणातून तयार होत असलेले अनेक नवे तारे (ज्यांचा जन्म जेमतेम लाख वर्षांपूर्वी झाला आहे) जन्माला आले आहेत, जे आकाराने हळूहळू मोठे होत आपल्या सूर्यासमान वस्तुमानाचे, आकाराचे होतील अशी शक्यता दिसून येते.

या प्रतिमेच्या मध्यात दिसणाऱ्या ताऱ्याभोवती बनणाऱ्या ग्रहीय तबकडीच्या सावलीसारख्या दिसणाऱ्या भागात २०२०मध्ये एक हालचाल जाणवली, जी तबकडीच्या दिशा बदलण्यामुळे कदाचित असावी, जी हबलने टिपली होती. त्यावरूनच पंख हलवणाऱ्या वटवाघळाच्या सावलीप्रमाणे हे दिसते, असे प्रथम म्हटले गेले आणि त्याला तेच नाव पडले. या सावलीच्या उजवीकडे एक डोळ्याच्या आकाराची रचना दिसते, जी एखाद्या ताऱ्याच्या स्फोटातून वस्तुमान अवकाशात भिरकवले जात आहे असे वाटणारी आहे, पण तसे ते नसून तसा भास तिथे असणाऱ्या विविध प्रकारच्या वायूंच्या एकमेकांवर असणाऱ्या विविध थरांमुळे तसे ते दिसत असावे असा अंदाज आहे. जे गरूड तेजोमेघातील स्तंभीय रचनेप्रमाणेच काहीतरी असावे. तर त्याच्याही उजव्या बाजूला पलीकडे एक मोठा काळपट भाग दिसून येतो, जो सघन वायूमुळे पलीकडे जे काही आहे, ते पूर्णपणे झाकून टाकणारा असल्यामुळे अधिकच विस्मयकारक ठरत आहे.

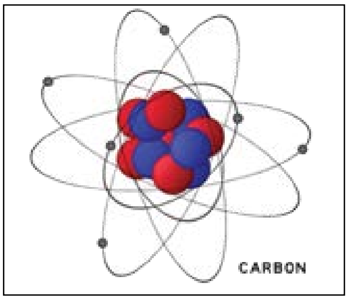
नवे नवे अधिक खोलातले आणि अधिक जुने असे आता हाती येत आहे. यातलेच काही आणखी पुढच्या लेखात पाहू. एक मात्र निश्चित, की जसजसे नवीन काही हाती येते तसतशी नवी कोडीदेखील पडत जातात, नवे प्रश्न समोर येतात, जुन्या संकल्पनांमध्ये सुधारणा कराव्या लागणार अशी जाणीवही होते हेही तेवढेच खरे. खगोलविज्ञान हे सतत बदल होणारे, नावीन्य समोर आणणारे असते... आपण अनंताचे यात्रेकरू, हेच खरे.

(या लेखातील चित्रे नासा च्या वेबसाईट च्या सौजन्याने)

– आनंद घैसास
anandghaisas@gmail.com

कार्बनचे अनन्यसाधारण महत्त्व

कुसुमसुत



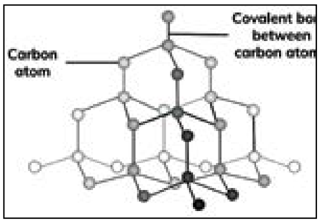
पदार्थांच्या आवर्तसारणीत सहाव्या क्रमांकावर असलेले मूलद्रव्य कार्बन हे आहे. दोनशे वर्षांहून अधिक काळ रसायनशास्त्रज्ञांनी संयुगे दोन श्रेणींमध्ये विभागली आहेत. जे वनस्पती किंवा प्राण्यांपासून बनले होते त्यांना सेंद्रिय म्हटले जाते, तर अयस्क आणि खनिजांपासून काढलेले ते अजैविक होते. सेंद्रिय रसायनशास्त्र बऱ्याचदा कार्बनचे रसायनशास्त्र म्हणून परिभाषित केले जाते. परंतु या व्याख्येमध्ये कॅल्शियम कार्बोनेट ($CaCO^3$) आणि ग्रॅफाइट यांचा सम विशहोऊ शकेल, जे वास्तवात अजैविक आहेत. म्हणून कार्बन आणि हायड्रोजन दोन्ही मूलद्रव्ये असलेल्या फॉर्मिक ॲसिड (HCO2H), मिथेन (CH4), आणि व्हिटॅमिन C ($C6H8O^6$) सारख्या संयुगांचा अभ्यास म्हणून सेंद्रिय रसायनशास्त्राची व्याख्या केली जाते. कार्बन हे मूलद्रव्य त्याच्या बहुरूपत्वासाठी प्रसिद्ध आहे. ज्या विविध रूपांमध्ये ते निसर्गात आढळते त्यात स्फटिकांसारखे दोन प्रकार आहेत- हिरा आणि ग्रॅफाइट आणि कोळसा, कोक आणि कार्बन ब्लॅक यासारखे अनेक आकारहीन (पावडरचे) स्वरूप आहेत. हिरा अतिशय कठीण असतो तर ग्रॅफाइट सुरीने सहज कापता येण्यासारखा मऊ असते. कार्बन, चार व्हॅलेन्सी इलेक्ट्रॉनसह, टेट्राहायड्रॉनच्या कोपऱ्यांकडे मांडलेल्या चार शेजारच्या कार्बन अणूंशी सहसंयोजक बंध तयार करतात, पुढील आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे. यातील प्रत्येक sp^3-संकरित अणू नंतर चार इतर कार्बन अणूंशी बांधले जातात, जे आणखी चार कार्बन अणूंशी बंध तयार करतात. परिणामी, एक परिपूर्ण हिरा तयार होतो ज्याचा एकच विशाल रेणू म्हणून विचार केला जाऊ शकतो. वैयक्तिक C-C बाँडची ताकद आणि त्यांची अवकाशातील रचना हिऱ्याच्या असामान्य गुणधर्मांसाठी जबाबदार असते.

हिऱ्याची घनता ३.५४१ ग्रॅम/घन से.मी असते तर ग्रॅफाइटची घनता २.२६ ग्रॅम/घन से.मी. इतकी असते. हिरा विद्युतविरोधक आहे तर ग्रॅफाइट मात्र विद्युतवाहक आहे. ग्रॅफाईटमध्ये sp2- संकरित कार्बन अणूंच्या विस्तारित विमानसदृश आकृत्यांचा समावेश असतो. प्रत्येक कार्बन तीन अन्य कार्बन अणूंना घट्ट बांधलेला असतो.

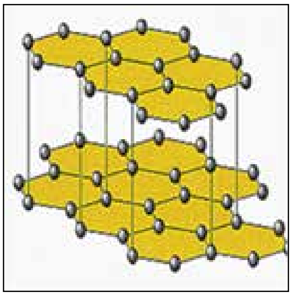
कार्बन हे मूलद्रव्य म्हणजे सजीवसृष्टीचा उगमबिंदू आहे. पृथ्वीवरील सजीवसृष्टी या मूलद्रव्याने विणलेली आहे. आपण लोकरीचा स्वेटर विणत जातो, वेगवेगळ्या रंगांचे मणी त्यात गुंफतो आणि मग विविधरंगी सुंदर असे ते वस्त्र बनते. गदिमांनी हीच उपमा आपल्या जगाच्या पाठीवर या चित्रपटासाठी लिहिलेल्या गाण्यात दिली आहे.

या वस्त्राते विणते कोण, एकसारखी नसती दोन,
कुणा न दिसले त्रिखंडात त्या, हात विणकऱ्याचे,
एक धागा सुखाचा, शंभर धागे दुःखाचे!

कार्बनच्या अणूंनी विणलेल्या या शरीरात नायट्रोजन, ऑक्सिजन, सल्फर, फॉस्फरस, हायड्रोजन, क्लोरीन, आयोडीन यांसारख्या चोवीस मूलद्रव्यांचे मणी गुंफलेले असतात शरीर जिवाणूंचे असो, विषाणूंचे असो किंवा वनस्पती, प्राणी, मानव यांचे असो, लोकर ही कार्बनच्याच अणुंची असते व हे सर्व मणी त्यात गुंफलेले असतात. तरीही जिवाणूंच्या दोन पेशीदेखील सारख्या नसतात. आपल्या सर्वांचीच शरीरे कार्बन लोकरीची व चोवीस मूलद्रव्यांच्या अणूंच्या मण्यांची बनलेली असली तरी एकमेकांसारखी अजिबात नसतात. हे वैविध्य नेमके कोठून आले ते न उलगडलेले कोडे आहे. सजीव जगासाठी कार्बन हे मूलद्रव्य



हिरा


ग्रॅफाइट

केंद्रस्थानी आहे आणि त्याच्या अद्वितीय गुणधर्मांमुळे ते जैविक रेणूंचा कणा बनले आहे. सहा प्रोटॉन आणि सहा न्यूट्रॉन यांनी बनलेल्या अणुकेंद्रकाभोवती याच्या अणूच्या पहिल्या कक्षेत दोन इलेक्टॉन तर दुसऱ्या कक्षेत ४ इलेक्ट्रॉन असतात. कार्बन अणूची C-12, C-13 आणि C-14 अशी तीन समस्थानिके (आयसोटोप्स) असून त्यातील C-14 हे किरणोत्सारी समस्थानिक आहे. त्यातून बोटा कण बाहेर फेकले जातात व कार्बनच्या अणूचे रूपांतर होते. त्याचे अर्धायुष्य ५६८० वर्षे आहे. त्याचा उपयोग जीवाश्मांचे कालखंड ठरवण्यासाठी होतो. ज्या तंत्राने हे ठरवतात त्या तंत्राला रेडिओकार्बन डेटिंग असे म्हणतात. C-12 आणि C-13 ही दोन समस्थानिके स्थिर असून त्यांचे एकूण नैसर्गिक कार्बनमधील प्रमाण ९७ टक्के, १ टक्का आणि किरणोत्सारी असलेल्या C-14चे प्रमाण २ टक्के एवढे आहे. किरणोत्सारी कार्बनचे प्रमाण विघटनाने कमी होत असले तरी कॉस्मिक किरणांच्या माऱ्याने वातावरणातील नायट्रोजनचे रूपांतर किरणोत्सारी कार्बनमध्ये होत राहते, व किरणोत्सारी आयसोटोपचे पर्यावरणातील प्रमाण फारसे बदलत नाही. त्याचाच फायदा रेडिओकार्बन डेटिंग तंत्रात घेतला जातो. कार्बन इतके महत्त्वाचे मूलद्रव का आहे ते त्याची काही कारणे अशी देता येतील–

१. टेट्राव्हॅलेन्सी म्हणजे कार्बन अणूच्या दुसऱ्या कक्षेत जे चार इलेक्ट्रॉन असतात, ते चारही विविध प्रकारचे रासायनिक बंध बनवण्यात भाग घेतात. कार्बनच्या अणूंचा हा वैशिष्ट्यपूर्ण गुणधर्म असून इतर मूलद्रव्यांमध्ये या तोडीची धारणाशक्ती नसते. या चार बंधक्षम अणूंमुळे ते एकपासून चारपर्यंत इतर अणूंसह सहसंयोजक बंध तयार करू शकतात. हे अष्टपैलूत्व विविध आकार आणि कार्यांसह जटिल व बहुआयामी रेणू तयार करण्यास सक्षम करते. एखादा अष्टपैलू खेळाडू संघाला आवश्यक असेल तेव्हा उत्तम फलंदाजी करतो, समोरचा संघ भरात असताना चेंडू हातात घेऊन भराभर बळी घेतो, किंवा प्रतिस्पर्धी संघातून खेळताना सेट झालेल्या फलंदाजाचा अफलातून झेल तरी पकडतो किंवा सीमारेषेवरून थेट स्टम्पवर चेंडू फेकून त्याला धावबाद करतो, तसाच हा कार्बनचा अणू अष्टपैलू आहे. आवश्यकतेप्रमाणे बंध बनवून तो सजीवांना आवश्यक ते रेणू बनवण्यास मदत करतो. सर्व जैविक रेणूंचा हा अविभाज्य भाग असतो. म्हणजे सजीवसृष्टीतील कार्बन हे अष्टपैलू मूलद्रव्य आहे.

२. स्थिर बंधांची निर्मिती : कार्बनचा अणू हायड्रोजन, ऑक्सिजन, नायट्रोजन आणि इतर कार्बन अणूंसह अनेक मूलद्रव्यांसोबत स्थिर बंध तयार करतो. हे स्थिर बंध सजीव बनवणाऱ्या विविध जैव रेणूंच्या निर्मितीसाठी आवश्यक आहेत.

३. सेंद्रिय रेणूंची विविधता : कार्बनच्या अणूंची लांब साखळीचे आणि गोलाकृती रेणू तयार करण्याची क्षमता प्रचंड आहे, त्यामुळे सेंद्रिय रेणूंची एक विशाल संख्या अस्तित्वात येऊ शकली. एका अंदाजानुसार दोन कोटींहून अधिक सेंद्रिय रेणू आपल्याला माहिती आहेत, रोज त्यात आणखी अनेक रेणूंची भर पडत आहे. यामध्ये कार्बोहायड्रेट, प्रथिने, लिपिड आणि न्यूक्लिक सिड यांचा समावेश होतो, सजीवांच्या जीवनासाठी ह्यातील अनेक रेणू मूलभूतदृष्ट्या महत्त्वाचे आहेत.

४. ऊर्जा साठवण आणि हस्तांतरण : अनेक कार्बन–आधारित रेणू ऊर्जा साठवतात चयापचय प्रक्रियेदरम्यान निर्माण झालेली ऊर्जा साठवून ठेवतात व आवश्यक तेव्हा शरीरातील पेशी ही ऊर्जा वापरू शकतात. उदाहरणार्थ, कार्बोहायड्रेट आणि लिपिड यांचे रेणू ऊर्जेच्या बॅटरीप्रमाणे कार्य करतात. ॲडिनॉसिन ट्राय फॉस्फेट (ए.टी.पी.) हा रेणू सजीव पेशींमधील प्राथमिक ऊर्जाचे चलन असून तोदेखील कार्बन–आधारीत रेणू आहे. एक ए.टी.पी. रेणूची ऊर्जा ७.३ किलो कॅलरीइतकी असते.

५. रासायनिक क्रियाशीलता आणि क्रियाशील ग्रुप : कार्बन विविध क्रियाशील गटांनी (उदा. हायड्रॉक्सिल, कार्बोक्सिल, ॲमिनो, किटो, अल्डिहाईड) सहबंध तयार करू शकतो, जैविक रेणूंच्या रासायनिक क्रियाशीलता आणि कार्यक्षम तेमध्ये योगदान देतात. हे जैवरेणू जीवनासाठी आवश्यक असलेल्या जटिल जैवरासायनिक अभिक्रिया घडवून आणतात. उदाहरणार्थ, इन्शुलिन हा प्रथिन असलेला जैवरेणू रक्तातील साखरेचे नियंत्रण करतो, क्लोरोफिल हा जैवरेणू वनस्पतींमधील प्रकाशसंश्लेषणक्रियेत महत्त्वाची भूमिका निभावतो, कोलेस्टेरॉल हा मेदरेणू असून शरीराची वाढ, सम्प्रेरकांच्या निर्मितीतील सहभाग आणि पित्तरसाची निर्मिती शरीराची कार्ये सुरळीत होतात.

६. कार्बनचक्रामधील भूमिका : कार्बन मूलद्रव्य कार्बन–

चक्राचा प्रमुख घटक आहे, या चक्रामध्ये प्रकाशसंश्लेषण आणि श्वसनासारख्या प्रक्रियांचा समावेश होतो. हे चक्र वातावरणातील कार्बनचे संतुलन राखण्यासाठी आणि पृथ्वीवरील जीवनाला आधार देण्यासाठी महत्त्वपूर्ण आहे.

७. संरचनात्मक भूमिका : वनस्पतींमधील सेल्युलोज व लिग्निन आणि प्राण्यांमधील कोलेजन यांसारखे कार्बन-आधारित रेणू पेशी आणि उतींना संरचनात्मक आधार देतात, जीवांची अखंडता आणि कार्य टिकवून ठेवण्यास मदत करतात. त्यामुळे सर्व सजीवांचे कार्य, हालचाली सुरळीतपणे चालू असतात. हे सर्व रेणू कार्बन नसता तर कशाचे बनू शकले असते याची कल्पना करणेदेखील अवघड आहे. कारण इतर कोणत्याही मूलद्रव्याच्या तशी लवचीकता (flexibility), क्षमता (potential), ताकद (strength), वैविध्य (variation) आणि पल्ला (range) असल्याचे अजूनपर्यंत तरी सिद्ध झालेले नाही. सिलिकॉन हे त्यातल्या त्यात कार्बनशी स्पर्धा करणारे मूलद्रव्य असू शकते, पण उत्क्रांतीमध्ये कार्बनची निवड झाली ही वस्तुस्थिती आहे. एकूणच, कार्बनचे अनन्य रासायनिक गुणधर्म आणि स्थिरता, जटिल रेणूंचा एक विशाल गट तयार करण्याची त्याची क्षमता आपल्याला माहीत असल्याप्रमाणे ते जीवनासाठी अपरिहार्य बनवते. म्हणूनच कार्बन रसायनशास्त्र किंवा ऑरगॅनिक केमिस्ट्री ही शास्त्राची शाखा अतिशय महत्त्वाची समजली जाते.

कार्बन रसायनशास्त्र, ज्याला सेंद्रिय रसायनशास्त्रदेखील म्हटले जाते, ही विज्ञानाची एक मूलभूत शाखा आहे. ती कार्बनयुक्त संयुगांच्या अभ्यासावर लक्ष केंद्रित करते. कार्बन रसायनशास्त्र जीवनप्रक्रिया समजून घेण्यासाठी आणि तंत्रज्ञान विकसित करण्यासाठी आवश्यक आहे.

जैविक प्रणालींमध्ये कार्बनची केंद्रियता - वर चर्चा केल्याप्रमाणे कार्बन अणूंसोबत तसेच हायड्रोजन, ऑक्सिजन, नायट्रोजन आणि सल्फर यांसारख्या घटकांसह स्थिर बंध तयार करण्याची कार्बनची क्षमता जीवनासाठी आवश्यक असलेले जटिल रेणू तयार करण्यास सक्षम करते. या रेणूंमध्ये कार्बोहायड्रेट, लिपिड, प्रथिने आणि न्यूक्लिक सिड यांचा समावेश होतो, ते प्रत्येक जैविक कार्यात महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावतात.

१. कर्ब पदार्थ (कार्बोहायड्रेट) : हे ऊर्जेचे स्रोत आणि पेशींमध्ये संरचनात्मक घटक म्हणून काम करतात. ग्लुकोज हा कार्बनचा सहा अणूंच्या साखळीबद्ध रेणू असून साखरेचा सहज पचन होणारा प्रकार आहे. पेशीय श्वासोच्छ्वासासाठी हा प्राथमिक ऊर्जास्रोत आहे, तर सेल्युलोजसारख्या पॉलिसॅक्राइड (साखरेच्या रेणूंचे जटिल मोठे रेणू) वनस्पतींच्या पेशींच्या भिंतींना संरचनात्मक आधार देतात.

२. मेदाम्ले (लिपिड) : चरबी आणि तेलांसह मेद किंवा लिपिड ऊर्जासाठवण, पेशीआवरण संरचना आणि रासायनिक क्रियांच्या नियंत्रक सिग्नलिंगसाठी महत्त्वपूर्ण असतात. फॉस्फोलिपिड नावाने ओळखले जाणारे जटिल रेणू पेशींचे द्विस्तरीय अस्तर बनवतात. त्या अस्तरातून पदार्थांच्या पेशींमध्ये आणि बाहेर जाण्याचे नियमन होते.

३. प्रथिने (प्रोटिन) : अमिनो आम्लांनी बनलेली विकरे (एंझाइम्स) जैवरासायनिक अभिक्रिया उत्प्रेरित आणि नियंत्रित करतात, कोजेनसारखे रचनात्मक प्रथिन रेणू संरचनात्मक आधार देतात आणि पेशीहार्मोन आणि रिसेप्टर यांच्यातील संवाद सुलभ करणे यासह विविध कार्ये करतात.

४. केंद्राम्ले (न्यूक्लिक आम्ले) : डी ऑक्सिरायबो न्यूक्लिक आम्ल (डी.एन.ए). आणि रायबो न्यूक्लिक आम्ल (आर.एन.ए.) ही केंद्राम्ले असून ते आनुवंशिक माहिती साठवतात

आणि प्रसारित करतात. डी.एन.ए.मधील कार्बन-आधारित न्यूक्लियोटाइड्सचा क्रम जीव तयार करण्यासाठी आणि राखण्यासाठी सूचना संकेतबद्ध स्वरूपात उपलब्ध करून देतो, त्यातून आनुवंशिकता आणि उत्क्रांतीमध्ये कार्बनची भूमिका स्पष्ट होते.

औषधातील कार्बन रसायनशास्त्र – कार्बन संयुगे औषधांच्या

विकासासाठी अविभाज्य अंग आहेत. या संयुगांची रचना आणि कार्य समजून घेतल्याने औषधांची रचना सक्षम आणि अधिक केंद्रीभूत होऊ शकते. रोगांवर उपचार करण्यासाठी जैविक रेणूंशी औषधांचे रेणू संवाद साधू शकतात. उदाहरणार्थ, अॅस्पिरिन मोठ्या प्रमाणावर वापरले जाणारे वेदनानिवारक असून हा सॅलिसिलिक अॅसिडपासून बनवलेला कार्बन-आधारित रेणू आहे. प्रतिजैविके, विषाणूविरोधक औषधे आणि कर्करोगनिवारक औषधांचा विकासदेखील कार्बन रसायनशास्त्रावर मोठ्या प्रमाणात अवलंबून असतो.

त्यात पुढील मुद्यांचा प्रकर्षाने विचार केला जातो.

१. औषध रचना आणि संश्लेषण : औषधी रसायनशास्त्रज्ञ नवीन औषधांची रचना आणि संश्लेषण करण्यासाठी सेंद्रिय रसायनशास्त्राचा वापर मोठ्या प्रमाणावर करतात. रेणूंच्या कार्बन सांगाड्यात फेरफार करून, ते विशिष्ट गुणधर्म आणि जैविक क्रियाकलापांसह संयुगे तयार करू शकतात, त्यांचा अधिक प्रभाव कसा पडेल यादृष्टीने त्यात बदल करू शकतात आणि त्यांचे दुष्परिणाम कमी करू शकतात. अनेक केमोथेरपी औषधांचे दुष्परिणाम कमी करण्यात संशोधकांना लक्षणीय यश मिळालेले आहे. अर्थात बरीच मजल अजून मारायची आहे हेही खरे आहे. परंतु आपली दिशा बरोबर आहे हेही महत्त्वाचे आहे.

२. निदान आणि इमेजिंग : कार्बन-आधारित रेणू नैदानिक आणि प्रतिमा तंत्रांमध्ये वापरले जातात. उदाहरणार्थ, अंतर्गत संरचनांची दृश्यमानता वाढवण्यासाठी चुंबकीय अनुनाद इमेजिंगमध्ये (MRI) कार्बन असलेले कॉन्ट्रास्ट संयुगे वापरली जातात.

तांत्रिक आणि औद्योगिक अनुप्रयोग – कार्बन संयुगांची अष्टपैलूता जीवशास्त्र आणि औषध या क्षेत्रांपुरती मर्यादित राहिलेली नसून असंख्य औद्योगिक आणि तांत्रिक अनुप्रयोगांपर्यंत विस्तारली आहे.

१. पॉलिमर आणि प्लास्टिक : पॉलिथिलीन आणि पॉलीप्रॉपिलीन यासारखे कार्बन-आधारित पॉलिमर हे वैविध्यपूर्ण प्लास्टिकचे प्रकार तयार करण्यासाठी वापरतात. ही सामग्री त्यांचा टिकाऊपणा, लवचीकता आणि रसायनांना प्रतिरोधक असल्यामुळे उत्पादन, पॅकेजिंग आणि रचनात्मक निर्मितीत आवश्यक आहे.

२. अतिसूक्ष्मतंत्रज्ञान (नॅनोटेक्नोलॉजी) : कार्बन नॅनोट्यूब आणि ग्राफीन, कार्बनचे ॲलोट्रोप यामध्ये असामान्य असे यांत्रिक, विद्युत आणि औष्णिक गुणधर्म आहेत. ही सामग्री इलेक्ट्रॉनिक्स, ऊर्जासाठवण आणि साहित्य विज्ञानामध्ये वापरण्यासाठी शोधली जात आहे, विविध क्षेत्रांत आशादायक प्रगती होत असून शास्त्रज्ञांना त्यातून नव्या वाटा सापडत आहेत. .

३. ऊर्जा : ऊर्जा उत्पादन आणि साठवणुकीत कार्बन रसायनशास्त्र महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावते. तेल आणि नैसर्गिक वायू हायड्रोकार्बन हे प्राथमिक ऊर्जास्रोत आहेत. याव्यतिरिक्त, कार्बन-आधारित सामग्रीचे संशोधन, जसे की लिथियम-आयन बॅटरी, आणि सोडियम आयन बॅटरी तसेच सौरऊर्जा पकडण्यासाठी विविध कार्बनी संयुगे अक्षय ऊर्जा तंत्रज्ञान विकसित करण्यासाठी आवश्यक आहेत.

पर्यावरणीय प्रभाव आणि टिकाऊपणा

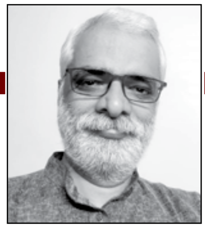
पर्यावरणीय आव्हानांना तोंड देण्यासाठी आणि शाश्वततेला चालना देण्यासाठी कार्बन रसायनशास्त्र समजून घेणे आवश्यक आहे.

१. हवामानबदल - कार्बन संयुगांचा अभ्यास, विशेषतः कार्बन डायऑक्साइड आणि मिथेन, हवामानबदल समजून घेण्यासाठी आणि तापमानवाढ कमी करण्यासाठी आवश्यक आहे. कार्बन केमिस्ट्री, कार्बन कॅप्चर आणि कार्बन स्टोरेज यासारखे उपाय करून हरितगृहवायूउत्सर्जन कमी करण्यासाठी आणि स्वच्छ ऊर्जास्रोतांमध्ये संक्रमण करण्याच्या पद्धती विकसित करण्यात मदत करते.

२. ग्रीन केमिस्ट्री - पर्यावरणावर दुष्परिणाम कमी कसे होतील यासाठी ग्रीन केमिस्ट्रीचे उद्दिष्ट रासायनिक प्रक्रिया आणि उत्पादनांची रचना संतुलित करणे हेच असते/ शाश्वत पद्धतींवर लक्ष केंद्रित करून आणि अक्षय संसाधनांचा वापर करून, हरित रसायनशास्त्र प्रदूषण कमी करण्याचा आणि नैसर्गिक संसाधनांचे संरक्षण करण्याचा प्रयत्न करते.

कार्बन रसायनशास्त्र ही आधुनिक विज्ञानाची अत्यंत महत्त्वाची अशी आधारशिला आहे, जीवशास्त्र, औषध, उद्योग आणि पर्यावरणासाठी तिचा अभ्यास आवश्यक ठरतो. त्याचे महत्त्व आणि प्रासंगिकता कार्बनच्या वैविध्यपूर्ण संयुगे तयार करण्याच्या अद्वितीय क्षमतेमुळे उद्भवते, तिच्यामुळेच मानवी जीवनाच्या गुंतागुंतीचे धागे समजावून घेता येऊन जीवनाला अधिक सुंदर बनवता येते. आजपर्यंतच्या इतिहासात मानवी जीवनात एवढे ऐहिक सुख देणाऱ्या सुविधा नव्हत्या असे इतिहासावरून स्पष्ट होते. कार्बन रसायनशास्त्राविषयीची आपली समज विकसित होत राहिल्याने, जागतिक आव्हानांना तोंड देण्यासाठी आणि जीवनाचा दर्जा सुधारण्यात ते महत्त्वाची भूमिका बजावत आहे. अर्थात कोणत्याही सुधारणा होताना, त्यांचे दूरगामी परिणाम त्यावेळी स्पष्ट होत नाहीत. त्यामुळे उद्याच्या जीवनात आजच्या संशोधनाने समस्या येणारच नाहीत याची खात्री कुणीही देऊ शकत नाही. मागच्या चुका पुन्हा होणार नाहीत याची संशोधनात नोंद घेऊन नवीन तंत्रज्ञानाचा वापर पूर्णपणे पर्यावरणपूरक असेल, ही शिकवण आपल्याला नवीन पिढीला देता आली पाहिजे. तरच आवर्तसारणीत कार्बनचे अनन्यसाधारण महत्त्व आपल्याला समजले असे म्हणता येईल.

●



डॉ. जयंत वसंत जोशी

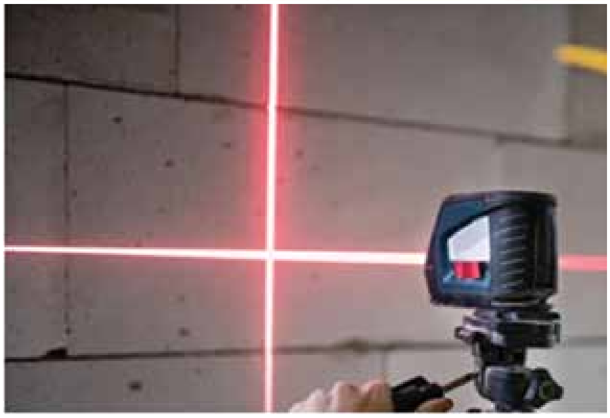
गवंडीकामातील विज्ञान आणि तंत्रज्ञान - १

चिकणमातीचे भेंडे, विटा, दगड, फरश्या यासारखे साहित्य वापरून जे बांधकाम केले जाते त्यास गवंडीकाम असे म्हणतात. दगडी बांधकामाकरता दगडाला गरजेनुसार आकार द्यावा लागतो. त्यास घडाई असे म्हणतात. दगडाला आकार देणाऱ्या कारागीरास पाथरवट किंवा घडाईदार म्हणतात. त्या कामाचाही समावेश गवंडीकामातच होतो. भिंत बांधण्यासाठी मातीचे भेंडे, घडवलेले दगड, विटा यांची ठरल्याप्रमाणे जुळणी करावी लागते. दरजा (दोन विटा/ दगडांमधील रिकामी जागा) चिखल किंवा सिमेंटने भरणे, गिलावा करणेदेखील गवंडीकामाचाच भाग आहे. गवंडीकामात लाइनदोरीपासून अत्याधुनिक लेझरलाइनपर्यंत विविध विज्ञान व तंत्रज्ञानाचे आविष्कार वापरले जातात.

लाइनदोरी - बांधकामातील विटा, दगड किंवा फरशी यासारख्या, सारख्या आकाराच्या वस्तू कायमस्वरूपी ठेवताना किंवा गुंफताना त्या बऱ्याचदा एका सरळ रेषेत मांडव्या लागतात. हे साधण्यासाठी गवंडी एक आरंभबिंदू व शेवटचा बिंदू निश्चित करून या दोन बिंदूना एक सूती किंवा नायलॉनची बारीक दोरी थोडी ताणून घट्ट बांधतो. नंतर त्या दोरीच्या सापेक्ष त्या थरातील उर्वरित विटा, दगड किंवा फरशा तो मांडतो. हे करत असताना 'कोणत्याही दोन भिन्न बिंदूतून केवळ एक आणि एकच सरळ रेषा काढता येते' या भूमितीतील सिद्धांताचा वापर गवंडी व्यवहारात करत असतो. अधुनिक तंत्रज्ञान वापरून हेच काम, 'प्रकाशकिरण सरळ रेषेत जातात' हा प्रकाशाचा गुणधर्म वापरून लेझर प्रकाशकिरणाची शलाका निर्माण करणारे यंत्र वापरून केले जाते. बांधकाम एकजीव होऊन ते एकसंघ व्हावे, त्यांतील घन घटक वेगळे होऊ नयेत म्हणून ते एकमेकात गुंततील अशी विशेष प्रकारची रचना केली जाते. दगडकामात व वीटकामात असे सांधेमोड करण्याच्या पद्धती निरनिराळ्या आहेत. दोन्ही प्रकारात उभे सांधे कोठेही एका ओळीत येणार नाहीत अशा तऱ्हेने प्रत्येक थरातील घन घटकांची मांडणी करतात, त्यास सांधमोड म्हणतात.

बांधकाम करताना काटकोन साधायचा असेल तर गवंडी त्याच्या सहकाऱ्याला ३-४-५ कर असे सांगतो. किंवा स्वतःच ३-४-५ करतो. हे ३-४-५ प्रकरण काय आहे? तर गवंडी सारख्याच लांबीच्या बारा विटा घेतो, त्यातील ३ विटा, तीनही विटांची लांबी एका सरळ रेषेत येईल अशा रांगेत परस्परांच्या शेजारी खेटून ठेवतो, विटांच्या या रांगेला अंदाजे लंब स्थितीत ४ विटा - पुन्हा लांबी एका सरळ रेषेत येईल अशा - रांगेत परस्परांच्या शेजारी खेटून ठेवतो. हे झाल्यावर उर्वरित ५ विटा, लांबी एका सरळ रेषेत येईल अशा एका रांगेत, आधी ठेवलेल्या ३ व ४ विटांच्या रांगेतील दोन्ही टोकाच्या विटांना जोडल्या जातील अशा रितीने परस्परांच्या शेजारी खेटून ठेवतो. हे सर्व करतो म्हणजे गवंडी किंवा त्याचा साहाय्यक काय करतो, तर तो बोधायनसूत्र म्हणजेच पायथागोरसचे प्रमेय - काटकोन त्रिकोणात कर्णाच्या लांबीचा वर्ग हा उर्वरित दोन बाजूंच्या वर्गांच्या बेरजेच्या इतका असतो, हे सूत्र प्रत्यक्ष कृतीत वापरत असतो.

ओळंबा - एका दोरीला धातू किंवा दगडाचा एक शंकूच्या आकाराचा वजनदार गोळा लोंबकळत ठेवून दोरी स्थिर झाल्यावर तयार होणारा उभा लंब, भिंत, उभ्या प्रतलात सरळ रेषेत आहे याची निश्चिती करण्यासाठी ओळंबा वापरतात. म्हणजेच बांधकाम करत असलेली भिंत बाहेरच्या किंवा आतल्या बाजूने कलत/झुकत नाही व त्या उभ्या प्रतलात जमिनीला लंब आहे की नाही, हे तपासण्यासाठी हे साधन वापरले जाते. कोणतीही वस्तू गुरुत्वाकर्षणामुळे



पृथ्वीच्या केंद्रबिंदूकडे आकर्षिली जाते या नियमावर ओळंबा काम करतो. तसेच दरवाजांच्या किंवा खिडक्यांची चौकटी जमिनीला लंब आहेत याची खात्रीही ओळंबा वापरून केली जाते. बऱ्याचदा ओळंब्याला लावलेली दोरीच, कमी लांबीचे बांधकाम करताना लाइन दोरी म्हणूनही वापरली जाते.

यू-ट्युब- बांधकाम करताना किंवा भिंतीला टाइल्स लावताना दोन ठिकाणांची उंची सारखीच आहे हे तपासण्यासाठी यू-ट्यूबचा वापर करतात. यू-ट्यूब म्हणजे इंग्रजी यू अक्षराच्या आकाराची नळी. ही नळी प्लास्टिक किंवा सिलिकॉनची लवचीक, पारदर्शक नळी असते. या नळीचा आतील व्यास साधारण १० ते १२ मिलीमीटर असतो. गरजेप्रमाणे नळीची लांबी घेतली जाते. नळीच्या दोन्ही टोकांना काही भाग रिकामा राहील इतके पाणी नळीत भरले जाते. नळीत पाणी भरताना नळीत हवेचा बुडबुडा किंवा नळीला पीळ राहणार नाही याची काळजी घ्यावी लागते. नळीच्या दोन्ही टोकांची पाण्याची पातळी समान उंचीवर असते. द्रवपदार्थ नेहमी समान पातळीत राहतात या द्रवपदार्थाच्या मूलभूत गुणधर्मावर ही यू-ट्यूब काम करते. नळीच्या एका टोकाची पाण्याची पातळी संदर्भ खुणेजवळ पकडून दुसऱ्या टोकाच्या पाण्याच्या पातळीजवळ उंची तपासली जाते किंवा आवश्यक असल्यास त्या ठिकाणी खूण केली जाते.

पाणसळ - जमिनीवर लावण्याच्या फरश्या किंवा स्वयंपाकाच्या ओट्यावर लावलेला सपाट दगडी पृष्ठभाग (कडप्पा/ग्रॅनाइट) क्षितिज समांतर पातळीत आहे किंवा पाणी वाहून जाण्यासाठी त्याला अपेक्षित उतार दिला आहे की नाही हे तपासण्यासाठी पाणसळीचा वापर करतात. पाणसळीत काचेची किंवा प्लास्टिकची एक पारदर्शक नळी असते. तीत पाण्यापेक्षा थोडी अधिक सांद्रता (Viscosity) असलेला अल्कोहोलसारखा द्रव भरलेला असतो. त्यात हवेचा बुडबुडा एक ठेवून ती काचेची नळी बंद केलेली असते. ही संपूर्ण यंत्रणा एका धातूच्या किंवा प्लास्टिकच्या खोक्यासारख्या अवरणात ठेवलेली असते. या अवरणाला मध्यभागी एकछोटी खिडकी असते. खोक्यासह ही काचेची नळी, समतल पृष्ठभागावर ठेवली जाते तेव्हा मध्यभागी असलेल्या खिडकीत हवेचा बुडबुडा दिसतो. पृष्ठभाग समतल नसेल तर तो हवेचा बुडबुडा तुलनेने उंच असलेल्या भागाकडे सरकलेला दिसतो. पृष्ठभाग किती उंच, किती सखल आहे याचे प्रमाणिकरण करून खिडकीत असलेल्या काचेच्या भागावर खुणा केलेल्या असतात. कमी घनता असलेला पदार्थ जास्त घनता असलेल्या पदार्थावर तरंगतो या विज्ञानाच्या तत्त्वावर पानसळ

काम करते. हवेच्या बुडबुड्याची घनता अल्कोहोलच्या घनतेपेक्षा कमी असल्याने हवेचा बुडबुडा नेहमी वर राहातो. पानसळीत असलेल्या काचेच्या नळीचा आतील भागाचा व्यास फार महत्त्वाचा असतो.

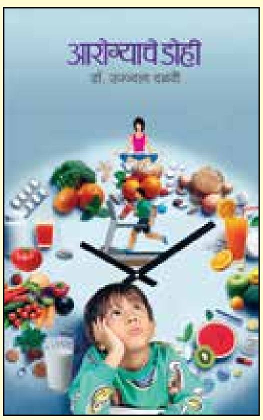
पृष्ठभागाचा चढ-उतार अंकात मोजण्यासाठी एक उपकरण बाजारात मिळते. त्याला 'इंक्लिनोमीटर' असे म्हणतात. या उपकरणात बागेतील 'सी-सॉ'सारखी यंत्रणा असते. तबकडीतील दर्शक सी-सॉच्या दोन्ही बाहूंसारखा असतो. मध्यभागी त्याला टेकू असतो. एक बाहू लांबीने कमी परंतु वजनाने जास्त असतो, तर दुसरा बाहू लांबीने जास्त व वजनाने तुलनेने हलका असतो. उभ्या प्रतलात जेव्हा हे उपकरण पकडले जाते तेव्हा जड बाहू ओळंब्यासारखा खालच्या दिशेला असतो व वरच्या बाजूला दर्शक शून्य वाचन म्हणजे क्षितिज समांतर पातळी असे दाखवतो. उपकरणाखालील पृष्ठभाग क्षितिज समांतर पातळीत नसतो तेव्हा दर्शक चढावाच्या दिशेने झुकतो. दर्शकाचा हा झुकाव चढावाच्या समप्रमाणात बदलत जातो. गुरूत्वमध्याच्या संकल्पनेवर आधारित हे उपकरण अतिशय उपयुक्त आहे. सुधारित आवृत्तीत या उपकरणाची पायाच्या बैठकीत चुंबक बसवलेले असते. बैठकीत चुंबक असल्यामुळे चुंबकीय पृष्ठभागावर उपकरण दृढपणे ठेवता येते व ते हलत नाही. त्याचबरोबर हे उपकरण उभ्या किंवा तिरप्या प्रतलात असलेल्या पृष्ठभागाचा काटकोन किंवा तिरकसपणाचा कोन मोजता येतो.

(सदर लेख माहितीजालावर उपलब्ध माहितीवर आधारित आहे. छायाचित्र माहितीजालावरील स्रोतांतून साभार.)

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

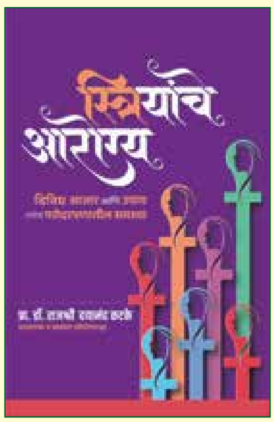
ग्रंथाली

आरोग्याचे डोही
डॉ. उज्ज्वला दळवी



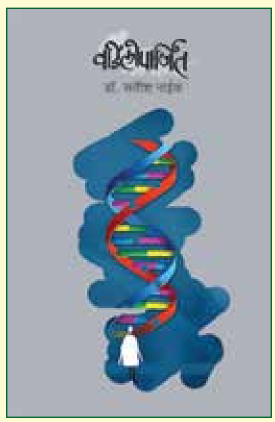
मूल्य ४५० रुपये
सवलतीत २८० रुपये

स्त्रियांचे आरोग्य
प्रा. डॉ. राजश्री दयानंद कटके

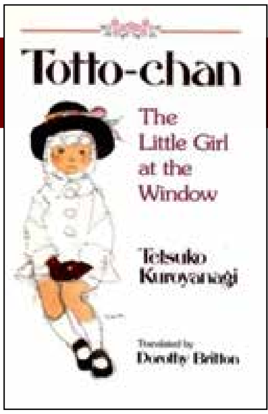


मूल्य २०० रुपये
सवलतीत १२० रुपये

वडिलोपार्जित
डॉ. सतीश नाईक



मूल्य ३०० रुपये
सवलतीत १८० रुपये



मुलांनी काय वाचावे?

शरद काळे

टोट्टोचान : द लिटल गर्ल ॲट द विंडो

शाळा हा विषय माणसाच्या जीवनात दूरगामी परिणाम घडवणारा असतो. माणूस घडतो किंवा बिघडतो ते शाळेमुळेच असे म्हटले तर ते फारसे वावगे ठरू नये. प्रख्यात शिक्षणतज्ज्ञ जे. कृष्णमूर्ती म्हणत की जगात दोनच जागा अशा आहेत जिथे लोकांना त्यांच्या इच्छेविरुद्ध न्यावे लागते, एक आहे तुरुंग आणि दुसरी आहे शाळा! रॉबर्ट फ्रॉस्ट यांच्या म्हणण्यानुसार शिकायला सर्वांना आवडते, पण शिकवलेले फारसे आवडत नाही! शाळेचे संस्कार चांगले झालेले असले तर त्यांचा उपगोग जीवन समृद्ध करण्यासाठी होतो असे मात्र निश्चितपणे म्हणता येऊ शकेल. पूर्वी गुरुकुलात राहून शिकावे लागे. आताही काही शाळा निवासी असतात. विद्यार्थी त्यांच्या शैक्षणिक वर्षांमध्ये तिथे राहून शिकतात. हल्ली इंटरनॅशनल शाळांचे पेव फुटले आहे. त्या शाळांमध्ये नेमके काय इंटरनॅशनल असते, हे गौडबंगाल फारसे उलगडलेले नाही, पण त्या नावाखाली अमर्याद शुल्क आकारले जात असते, फॅशन म्हणून अशा शाळांमध्ये शिकणे प्रतिष्ठेचे मानले जाते. कालाय तस्मै नय:। दुसरे काय? काही शाळा खरोखरच आगळ्यावेगळ्या असतात. त्या शाळांची वर्णने वाचल्यावर आपल्याला अशी शाळा मिळायला हवी होती असे क्षणभर का होईना वाटते खरे! अशाच एका आदर्श सुंदर शाळेविषयी नितांतसुंदर असे पुस्तक सन १९८१ साली लिहिले गेले होते. तेत्सुको कुरोयानागी यांचे टोट्टोचान : द लिटल गर्ल ॲट द विंडो हे ते पुस्तक आहे. या पुस्तकाच्या लक्षावधी प्रती जगभरात विकल्या गेल्या आहेत, अनेक भाषांमध्ये त्याचे अनुवाद झाले आहेत. पुस्तक एकदा वाचायला घेतले की संपवल्याशिवाय खाली ठेववत नाही.

ही एका विलक्षण शैक्षणिक तत्त्वज्ञानाची हृदयस्पर्शी अशी कथा आहे. मुलाच्या वैयक्तिक गरजा आणि त्याच्या मनातले कुतूहल याच दोन महत्त्वाच्या बाबी या शैक्षणिक तत्त्वज्ञानाच्या केंद्रस्थानी आहेत. दुसऱ्या विश्वयुद्धादरम्यान जपानमध्ये वाढलेले आणि घडलेले, नावीन्यपूर्ण, विचारी आणि विद्यार्थिभिमुख मुख्याध्यापक सोसाकू कोबायाशी यांच्या नेतृत्वाखालील एका अपारंपरिक शाळेतील टोमो गाकुएनमधील लेखकाचे अनुभव या पुस्तकात मांडलेले आहेत. जपानी टेलिव्हिजनवरचे प्रभावी व्यक्तिमत्त्व लाभलेले युनिसेफ सद्भावनादूत तेत्सुको कुरोयानागी यांनी लिहिलेले हे पुस्तक 'टोट्टोचान – द लिटल गर्ल ॲट द विंडो' आहे. सन १९८१मध्ये मूलतः 'माडोगिवा नो टोट्टोचान' या नावाने जपानी भाषेत प्रकाशित झालेले हे पुस्तक पहिल्या काही महिन्यांमध्ये जपानमध्ये लगोलग सर्वात जास्त विकले जाणाऱ्या पुस्तकांमध्ये गणले गेले आणि त्यावर्षीचे बेस्टसेलर बनले. डोरोथी ब्रिटन यांनी जपानीमधून इंग्रजीमध्ये अनुवादित केलेल्या पुस्तकाची १९८२मध्ये छापलेली पहिली पेपरबॅक आवृत्ती होती. सन २०२३ मध्ये या पुस्तकावर आधारित याच नावाचा ॲनिमेटेड चित्रपटही प्रदर्शित झाला आहे. लेखकाचे बालपणीचे संस्मरण मानले जाणाऱ्या या पुस्तकात, कुरोयानागी यांना टोकियो प्राथमिक शाळेत मिळालेल्या अपारंपरिक शिक्षणाचे वर्णन केले आहे. या शाळेची स्थापना दुसऱ्या महायुद्धादरम्यान शिक्षक सोसाकू कोबायाशी यांनी केली होती.

कथेची सुरुवात टोट्टोचान या सहा वर्षांच्या जिज्ञासू आणि उत्साही छोट्या मुलीपासून होते, तिला तिच्या पारंपरिक शाळेतून तिच्या व्रात्यपणामुळे सातत्याने व्यत्यय आणत राहिल्यामुळे काढून टाकण्यात आले. ती बेशिस्तीने वागते, अनोळखी लोकांशी गप्पा मारत बसते, रस्त्यावरच्या

गाणाऱ्यांना शाळेच्या आवारात बोलावून गाणे म्हणायला लावते, खिडकीतून वर्गाबाहेर पाहात राहाते, तिच्यामुळे इतर विद्यार्थ्यांच्या अभ्यासात व शिकण्यात अडथळे निर्माण होतात, असे तिच्या शाळेतील शिक्षकांचे म्हणणे होते. इतर कोणत्याही शाळांमध्ये ती रुळेल असे तिच्या आईला वाटले नाही. अस्वस्थ होऊन तिची आई एखादी अशी अपारंपरिक शाळा शोधते जिथे तिची मुलगी शिकू शकेल. आईचा हा दृष्टिकोन आपल्याकडील पालकांसाठी समजावून घेणे महत्त्वाचे आहे. प्रचलित प्रणालीत मुलगी रमत नाही तरीही तिला त्या प्रवाहातच लोटत राहून आज ना उद्या ती सुधारेल असे म्हणणारे पालक कमी नसतात. त्यामुळे त्या मुलांमधील सर्जनशीलतेला धक्का पोहोचू शकतो, ही बाजू विचारात घेणे जरुरीचे असते. टोट्टोचानची आई तसा विचार करते. तिला तशी एक शाळा सापडते. तिची आई तिला टोमोई गॅकुएनमध्ये दाखल करते, जिथे तिला शिक्षणासाठी प्रचलित पद्धतींपेक्षा पूर्णपणे भिन्न पद्धतीने शिकवण्याच्या आणि शिकण्याच्या पद्धती पाहावयास व प्रत्यक्ष अनुभवायला मिळतात. सुरुवातीलाच त्यांना शाळेचे जे दर्शन होते, त्याने त्या दोघी आश्चर्यचकित होतात. शाळेच्या वर्गखोल्या म्हणजे जुन्या आगगाड्यांचे डबे असतात! शाळेची एकूण मांडणी चित्रपटांच्या सेटिंगमध्ये कल्पकतेने करतात तशाच पद्धतीने केलेली असल्यामुळे मुलांच्या कल्पनाशक्तीला ताबडतोब आकर्षून घेते. त्यामुळे टोमोई गॅकुएन शाळेची व्याख्या करणाऱ्या सर्जनशील आणि लवचीक शिक्षण वातावरणासाठी टोन सेट होतो. नवीन शाळेला प्रवेशद्वार नसते. त्याऐवजी तिथे आत यायच्या मार्गावर दोन बाजूना दोन लहान झाडे लावलेली असतात, जी वाढत असतात. शाळेच्या वर्गखोल्या म्हणजे सहा रेल्वे डबे असतात.

टोट्टोचान आणि तिची आई प्रथमच त्या शाळेच्या मुख्याध्यापकांना भेटतात, तेव्हा ती निरागस कन्या त्यांना सहजपणे विचारते, 'महोदय, तुम्ही नक्की कोण आहात? शाळामास्तर की स्टेशनमास्तर?' मुलीच्या आईला आपल्या कन्येच्या आगाऊपणाची अत्यंत लाज वाटते, काय बोलावे ते तिला सुचत नाही! आता मुख्याध्यापक आपल्याला बाहेर काढतील असेही तिला वाटते! पण त्यांची प्रतिक्रिया फार वेगळी असते. मुख्याध्यापकांनी मुलीला खुर्ची देऊ केली आणि आईला सांगितले की ती घरी जाऊ शकते. पुढचे चार तास, सर टोट्टोचानची सर्व बडबड व्यत्यय न आणता ऐकून घेतात आणि शेवटी, तिच्याकडे काही बोलायचे किंवा सांगायचे शिल्लक राहत नाही, तेव्हा ते तिला म्हणतात, ठीक आहे, आता तू या शाळेची विद्यार्थिनी झालीस! अशाप्रकारे टोट्टोचानच्या शालेय प्रवासाची सुरुवात तर खूप आनंददायकपणे होते, वाचकही नकळत त्या प्रसंगाशी एकरूप होऊ लागतात आणि त्यातील पात्रांशी समरस होऊ लागतात. मुख्याध्यापक, सोसाकू कोबायाशी यांना पारंपरिक शाळांच्या नियमांची आणि संकेतांची पर्वा नसते. जेवणाच्या वेळी, सर्व लहान बाक आणि खुर्च्या एका मोठ्या वर्तुळात एकत्र केल्या जातात आणि मुख्याध्यापकांनी आग्रह धरला की प्रत्येक विद्यार्थ्याच्या जेवणाच्या डब्यात डोंगरावर उगवलेले किंवा वाढलेले (भाजीपाला, कोंबडीची अंडी किंवा चिकन) असे काहीतरी आणि समुद्रातून पकडलेले (मासे, कालवं वगैरे) असे काहीतरी असलेच पाहिजे, त्यांच्या जेवणात दोन्ही सीफूड आणि भाजीपाला व पोल्ट्री उत्पादनापैकी काहीतरी मिळून, ज्याला आपण चौरस आहार म्हणतो, तसा आहार विद्यार्थ्यांनी घेतला पाहिजे, हे त्यांना त्यातून शिकवायचे असते.

एक निरागस पण कुतूहलाने प्रत्येक गोष्टीकडे पाहणारी छोटी गोड मुलगी, तिच्या वयाची तशीच मुले आणि आगळ्यावेगळ्या विचाराच्या शिक्षकाची कथा असलेले हे पुस्तक आहे. मुलांना शेतीतील बारकावे शिकवायाचे असतात, तेव्हा मुख्याध्यापक त्यांना शिकवण्यासाठी शेतकऱ्याच्या शेतात नेतात; तिथे प्रत्येक मुलाला जमिनीचा एक छोटा तुकडा दिला जातो आणि शेतकरी त्यांचा दिवसभराचा शिक्षक बनतो. त्यांना तण काढणे आणि कुदळ मारणे, खणणे, लागवड करणे आणि कापणी करणे याबद्दल शिकवतो. धडा संपल्यानंतरही मुले त्यांच्या 'पिकांची' काळजी घेतात आणि ते जे खातात त्याचा आणि मातीचा व त्यायोगे वसुंधरेशी असलेला संबंध कायमस्वरूपी लक्षात ठेवतात. तेच शिक्षण त्यांना पुढील आयुष्यात मदत करणार असते. टोमो गाकुएनचे मुख्याध्यापक कोबायाशी हे दूरदर्शी शिक्षक म्हणून चित्रित केले आहेत. ते प्रत्येक मुलामधील क्षमता हेरतात आणि त्या क्षमतेला खतपाणी कसे घालता येईल त्यादृष्टीने वातावरण निर्माण करण्याचा प्रयत्न करतात. तसे झाले तर विद्यार्थ्यांना मोकळे वाटते आणि त्यांची प्रगती वेगाने होते. मुलांनाही स्वतःच्या आवडी शोधण्यास प्रोत्साहन मिळते. त्यांच्या नावीन्यपूर्ण पद्धतीमध्ये विद्यार्थ्यांना त्यांच्या विषयांचा क्रम निवडू देणे, मैदानी खेळ आणि कलात्मक अभिव्यक्तीला प्रोत्साहन देणे या बाबींचा समावेश आहे आणि त्यामुळेच सर्वांगीण शिक्षणाच्या महत्त्वावर जोर दिला जातो.

हे पुस्तक त्याच्या साधेपणामध्ये मोहक झाले आहे. टोट्टोचान या पुस्तकाची नायिका आहे. तिची निरागसता आणि तिचे कुतूहल कथनाला चालना देते. त्यामुळे वाचक आश्चर्याने भारलेल्या आणि शिकण्यास उत्सुक असलेल्या या मुलीच्या डोळ्यांतून जग पाहतो. पुस्तकाला कोणत्याही प्रकारचे गूढतेचे वलय नाही किंवा कोणत्याही हिंसेचे गालबोट लागलेले नाही. खलनायकी दुष्टपणा त्यात नाही किंवा नायकाचा अतिमानवी चांगुलपणाही नाही. त्यात जादूची शाळा नाही, जीवनाबद्दल कोणतेही तात्विक भाष्य केलेले नाही. त्यात मुलांच्या भावविश्वाला हात घालणाऱ्या पऱ्या नाहीत किंवा त्यांना घाबरवणारे राक्षस नाहीत. तरी पुस्तकातील प्रत्येक ओळ वाचकांच्या हृदयाला भिडते. प्रत्येक शब्द एक बालसुलभ आठवण काढतो. तुमच्या घरात एखादे मूल असेल, तुमच्या डोळ्यांसमोर मोठे होत असेल, तर तुम्ही त्याचे प्रतिबिंब टोट्टोचानच्या शब्दांत आणि कृतीत पाहू शकता. तुमचे बालपण आठवण्यासाठी पुस्तक जरूर वाचा. चांगल्या लेखनाचा आस्वाद घेण्यासाठी पुस्तक वाचा. तुमच्या मुलांना आणि स्वतःला शिकवण्यासाठी पुस्तक वाचा. मोबाइल, गुगल, अलेक्सा आणि नेटफ्लिक्स आपल्या जीवनपटावर येण्यापूर्वीही जीवन किती सुंदर होते याची अनुभूती तुम्हाला हे पुस्तक वाचताना जाणवत राहील. मुलाला मूल होण्यासाठी वेळ आणि जागा आवश्यक आहे हे लक्षात घेण्यासाठी व त्याप्रमाणे वातावरणनिर्मिती करण्यासाठी हे पुस्तक वाचा. मुलाला घाईघाईने एका शिकवणीवर्गातून दुसऱ्या वर्गात, एक 'संगीत-धडा' संपला की नृत्यकला, ते झाले की क्रीडा-कोचिंग वर्गात घेऊन जाणे म्हणजे बालपण घडवणे नसते! उलट अशी बालपण हरवलेली आणि अकाली प्रौढ झालेली मुले आपल्याभोवती दिसतात तेव्हा काळीज हादरते.

शिक्षणाकडे पाहण्याचा प्रगतिशील आणि बाल-केंद्रित दृष्टिकोन पुस्तकातून वर्णन केला आहे. ही कथा काल्पनिक नसल्यामुळे तिचा प्रभाव अधिक पडतो. आदर्शवादी विचार मांडणे आणि ते प्रत्यक्षात आणणे या दोन्हीत बराच फरक आहे. आदर्शवादी विचार मांडावे लागतात हे खरे असले तरी ते प्रत्यक्षात आणण्यासाठी प्रयत्नांची पराकाष्ठा करावी लागते. त्यामुळेच ही कथा प्रभावी बनली यात शंका नाही. मुख्याध्यापक कोबायाशींच्या पद्धती सर्जनशीलता, टीकात्मक विचार आणि भावनिक समरसता वाढवण्यावर लक्ष केंद्रित करतात. त्यावेळच्या कठोर आणि हुकूमशाही शैक्षणिक पद्धतींच्या विपरीत, टोमो गाकुएन प्रत्येक विद्यार्थ्याच्या असामान्य व्यक्तिमत्त्व आणि क्षमतांबद्दल स्वातंत्र्य आणि आदर यावर जोर देतात. संपूर्ण पुस्तकात, कुरोयानागी यांनी असंख्य किस्से सामायिक केले आहेत जे टोमो इथे वापरल्या जाणाऱ्या अपारंपरिक परंतु प्रभावी पद्धतींवर प्रकाश टाकतात. उदाहरणार्थ, एका कथेत, टोट्टोचानला तिच्या मनातील गोष्टी बोलण्याची परवानगी दिली जाते कारण कोबायाशी धीराने ऐकतात, हे समजून घेण्याची त्यांची तयारी असते की तिच्या विकासासाठी तिने स्वतःला व्यक्त करणे महत्त्वाचे आहे. दुसऱ्या एका कथेमध्ये, विद्यार्थी शेती, स्वयंपाक आणि बाह्य क्रियाकलाप, व्यावहारिक कौशल्ये आणि टीमवर्क आणि स्वावलंबनाचे मूल्य शिकतात. शैक्षणिक क्षेत्रात ह्या गोष्टी अतिशय महत्त्वाच्या असतात, व त्यांचे विद्यार्थ्यांच्या भावी आयुष्यावर दूरगामी परिणाम होत असतात. टोट्टोचान हे केवळ वैयक्तिक संस्मरणच नाही तर पर्यायी शिक्षणाच्या संभाव्यतेवर एक शक्तिशाली भाष्यदेखील आहे. व्यक्तिमत्त्व आणि सर्जनशीलतेचे पालनपोषण करणारे वातावरण अधिक सखोल आणि अर्थपूर्ण शिक्षण अनुभव कसे देऊ शकते हे ते स्पष्ट करते. या पुस्तकाने जगभरातील शिक्षकांना पारंपरिक शिक्षण पद्धतींचा पुनर्विचार करण्यास आणि अधिक लवचीक, बाल-केंद्रित दृष्टिकोनाचे फायदे विचारात घेण्यासाठी प्रेरित केले आहे. कुरोयानागी यांचे लिखाण साधे तरी उद्‌बोधक आहे, त्यात बालपणीच्या आश्चर्याचे सार आणि टोमो गाकुएनचा आत्मा आहे. टोट्टोचानच्या शालेय जीवनातील प्रत्येक अध्यायात एक नवीन शब्दचित्र सादर करून, कथा सहजतेनेपुढे जात राहते. सर्व वयोगटातील वाचकांसाठी योग्य आहे.

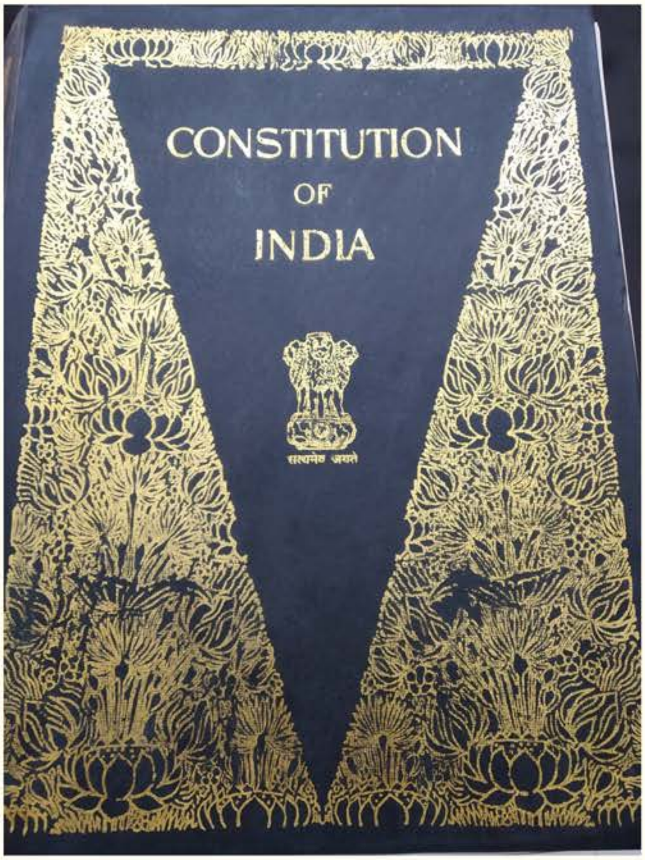
टोट्टोचान : द लिटल गर्ल ॲट द विंडो हे पुस्तक एक आनंददायक आणि प्रेरणादायी अनुभव आहे. शिकण्याचा आनंद कसा मिळवायचा आणि त्यासाठी पूरक आणि पोषक शैक्षणिक वातावरणाचे महत्त्व समजून घेऊन त्याची निर्मिती कशी करायची हे ह्या पुस्तकातून समजते. हे पुस्तक स्मरणपत्र म्हणून काम करते की शिक्षण केवळ शैक्षणिक कामगिरीपेक्षा शाळेत खूप काही अधिक असले पाहिजे; विद्यार्थ्यांची सर्जनशीलता, कुतूहल आणि शिकण्याची आवडदेखील वाढवली पाहिजे. पुस्तकाने दिलेला हा कालातीत संदेश आणि मोहक कथाकथन असलेले हे पुस्तक पालक, शिक्षक आणि शिक्षणाच्या परिवर्तनीय शक्तीमध्ये स्वारस्य असलेल्या प्रत्येकाने वाचायला हवे. वाचणार ना मग तुम्ही हे पुस्तक?

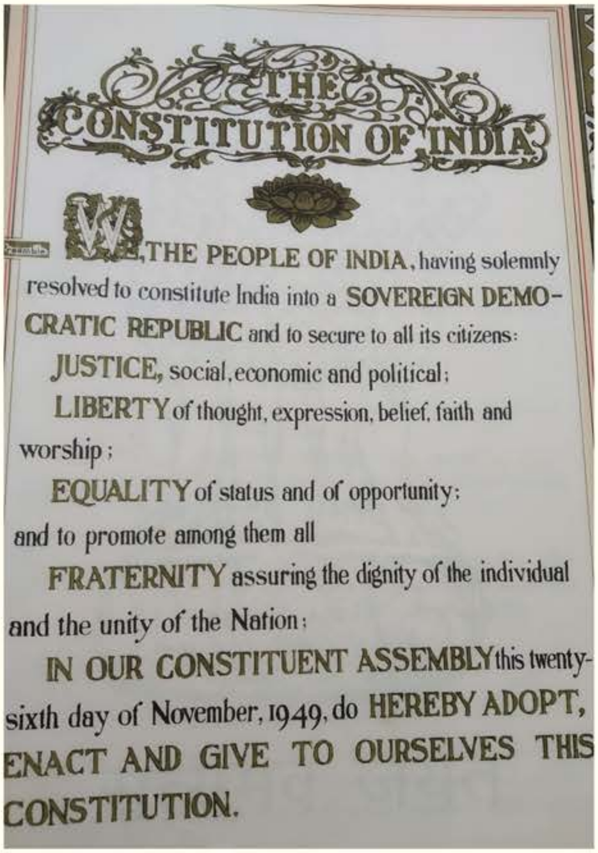
●

भारतीय राज्यघटनेचे कलम 51 A (h) -

यानुसार नागरिकांचे कर्तव्य आहे की त्यांनी वैज्ञानिक सामंजस्य, मानवतावाद, कुतूहल आणि सुधारणेची भावना विकसित करण्याचा प्रयत्न करत राहावा.

मूलभूत कर्तव्यांतर्गत ही बाब विज्ञान लोकप्रिय करणाऱ्यांसाठी खूप महत्त्वाची आहे, कारण तेही कुतूहल आणि वैज्ञानिक सामंजस्य वाढवण्याचा प्रयत्न करत आहेत. NCSTC, NISST, NISCOM, सेंटर फॉर एन्व्हायर्नमेंट एज्युकेशन इत्यादी केंद्र सरकारच्या संस्था आणि सायन्स रिपोर्टर, डाउन टू अर्थ, रेझोनन्स, विज्ञान प्रगती यासारखी प्रकाशने आणि अनेक वृत्तपत्रे भारतात विज्ञान लोकप्रिय करण्याचा प्रयत्न करत आहेत. 'विज्ञानधारा' हा त्याचाच एक भाग असून आपला खारीचा वाटा उचलत आहे.




THE CONSTITUTION OF INDIA

WE, THE PEOPLE OF INDIA, having solemnly resolved to constitute India into a SOVEREIGN DEMOCRATIC REPUBLIC and to secure to all its citizens:

JUSTICE, social, economic and political;

LIBERTY of thought, expression, belief, faith and worship;

EQUALITY of status and of opportunity;

and to promote among them all

FRATERNITY assuring the dignity of the individual and the unity of the Nation;

IN OUR CONSTITUENT ASSEMBLY this twenty-sixth day of November, 1949, do HEREBY ADOPT, ENACT AND GIVE TO OURSELVES THIS CONSTITUTION.

महाराष्ट्र प्रदूषण नियंत्रण मंडळ

LiFE
Lifestyle for Environment

पर्यावरणपूरक जीवनशैली राखा

शक्यतो स्वत:जवळ पाण्याची बाटली बाळगा

एकदा वापराच्या प्लास्टिकला नकार द्या

Scan to know more

moefcc Moefcc moefccgoi moef.gov.in