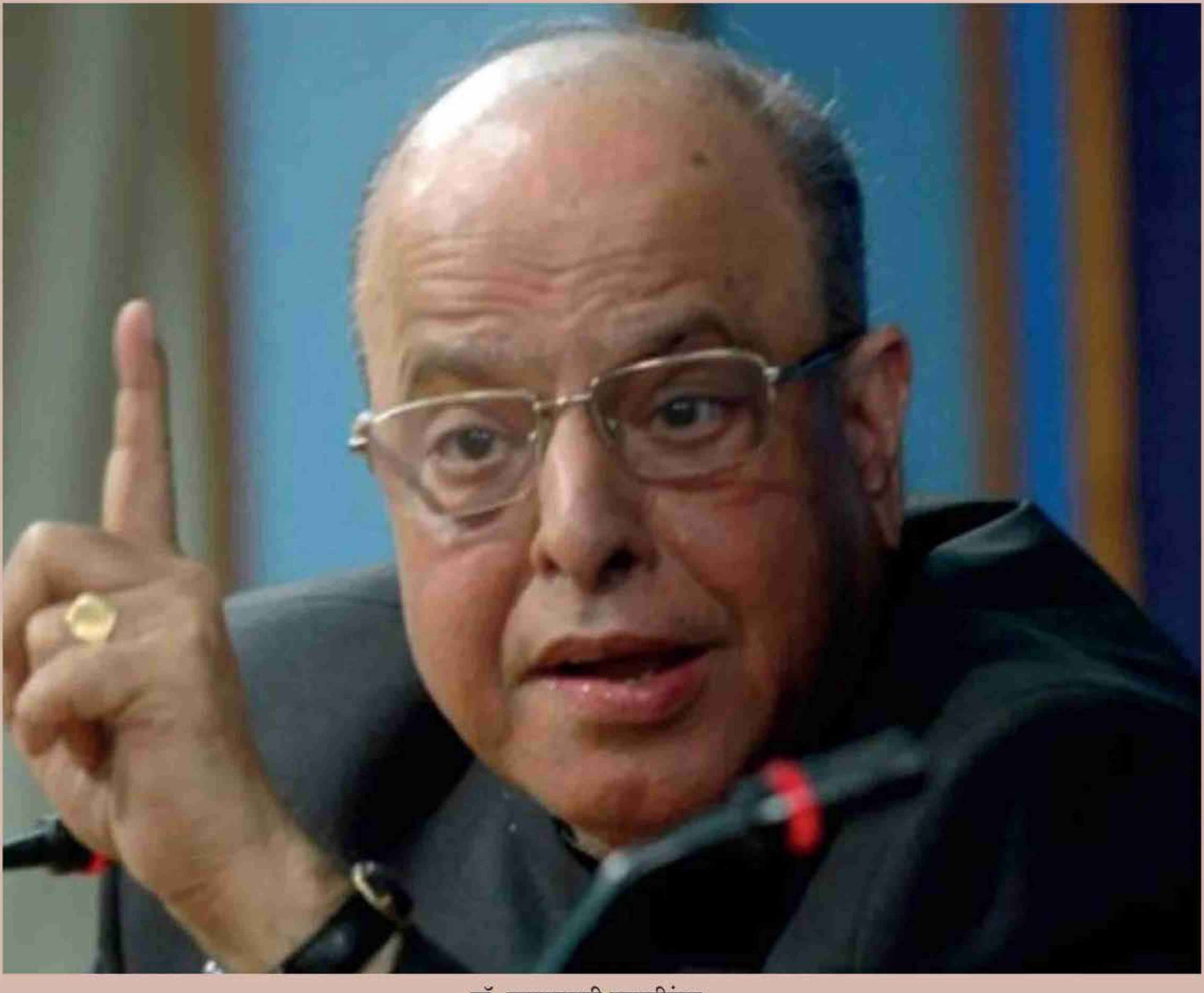
मासिक विज्ञानपुस्तिका

विज्ञानधारा

मे २०२५ * मूल्य ५० रु. * पृष्ठे ६४

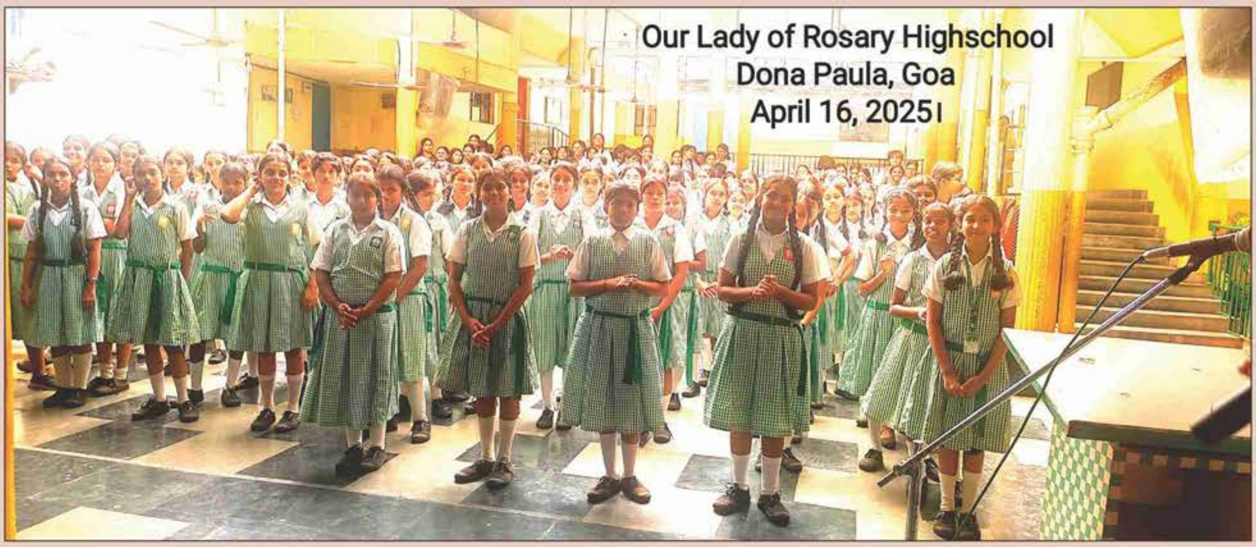
भारतीय अंतराळभरारीच्या आरंभापासूनचे वैज्ञानिक



डॉ. कृष्णस्वामी कस्तुरीरंगन

‘विज्ञानधारा’ कार्यक्रम

गोवा स्टेट कौन्सिल ऑफ एज्युकेशनल रिसर्च अ‍ॅण्ड ट्रेनिंग यांच्या सहकार्याने गोव्यातील विविध शाळांमधून पर्यावरण आणि विज्ञान जागृतीसाठी कार्यक्रमांचे आयोजन करण्यात येत आहे. त्याची काही क्षणचित्रे



‘ग्रंथाली’ची मासिक पुस्तिका

विज्ञानधारा

मे २०२५, वर्ष दुसरे
पुस्तिका बारावी, मूल्य ५० रु.

संपादक : **शरद काळे**

कार्यकारी संपादक : **अरुण जोशी**

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

मुखपृष्ठ : **ग्रंथाली संगणक विभाग**

कार्यालयीन संपर्क

ग्रंथाली संगणक विभाग
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

नरेंद्र गोळे / ६
अंतराळशास्त्रज्ञ डॉ. कल्पना चावला

डॉ. शर्वरी कुडतरकर / ९
बलास्ट पाणी

डॉ. रंजन गर्गे / १२
कार्बन फूटप्रिंट

अनघा शिराळकर / १९
स्किझोफ्रेनिया : दुभंगलेली मन:स्थिती

आनंद घारे / २२
अग्निबाण (रॉकेट)

बिपीन भालचंद्र देशमाने / २८
जनुकांची शस्त्रक्रिया

डॉ. जयंत वसंत जोशी / ३४
दंतवैद्यकातील विज्ञान व तंत्रज्ञान

हेमंत लागवणकर / ४२
मानवी मूत्र : शाश्वत आणि पर्यावरणस्नेही शेतीसाठी नवा मंत्र

डॉ. वसुधा जोशी / ४५
वृद्धत्व (भाग १)

डॉ. स्वाती बापट / ४७
स्थूलत्वासाठी कारणीभूत ठरणाऱ्या विविध संकल्पना

मेधा लिमये / ५१
मातृत्वाचा गौरव – मदर्स डे

आनंद घैसास / ५४
म्यानमारचा भूकंप : का, कसा, आणि इथेच का?

वर्षा केळकर-माने / ५८
कार्बन डेटिंग – क्षमता, गरज आणि शास्त्रीय तत्त्व

कुसुमसुत / ६१
सिलिकॉन : शास्त्रीय आणि काल्पनिक जगाचा अद्भुत घटक

संपादकीय...

डॉ. कृष्णस्वामी कस्तुरीरंगन हे भारताचे एक प्रसिद्ध अंतराळ वैज्ञानिक म्हणून सर्व परिचित आहेत. त्यांची शास्त्रीय कारकीर्द अत्यंत महत्त्वाची आणि विविध पैलूंनी समृद्ध आहे. डॉ. कस्तुरीरंगन यांनी इस्रोमध्ये प्रमुख भूमिका बजावली. सन १९९४ ते सन २००३ या दरम्यान ते इस्रोचे अध्यक्ष होते. त्यांच्या कार्यकाळात भारतीय उपग्रह प्रक्षेपण यंत्रणांच्या (PSLV आणि GSLV) विकासाला चालना मिळाली. IRS (Indian Remote Sensing Satellites) आणि INST मालिकेतील उपग्रह यशस्वीरीत्या उड्डाण झाले. चांद्रयान १ (भारताची पहिली चंद्र मोहीम) या प्रकल्पाची संकल्पना त्यांच्या काळात रुजली.

इस्रोच्या उपग्रह आणि प्रक्षेपण सेवा आंतरराष्ट्रीय बाजारात पोहोचवण्यात त्यांनी महत्त्वाची भूमिका बजावली. डॉ. कस्तुरीरंगन यांच्या कारकिर्दीतच भारताने व्यावसायिकरीत्या (म्हणजे इतर देशांसाठी किंवा खासगी संस्थांसाठी पैसे घेऊन) उपग्रह प्रक्षेपित करण्याची सुरुवात १९९९ मध्ये केली. २६ मे १९९९ रोजी इस्रोने आपल्या PSLV-C2 या प्रक्षेपकाद्वारे तीन उपग्रह एकत्रितपणे अंतराळात सोडले. त्यात IRS-P4 (ओशनसॅट-१) हा भारताचा स्वतःचा उपग्रह होता, त्याचबरोबर KITST-3 हा दक्षिण कोरियाचा उपग्रह आणि DNISH Øhrsted हा डेन्मार्कचा उपग्रह होता. ही घटना म्हणजे भारताच्या व्यावसायिक उपग्रह प्रक्षेपण कार्यक्रमाची सुरुवात होती. सन १९७५ साली 'आर्यभट्ट' या पहिल्या उपग्रहाच्या प्रक्षेपणाने भारताने अंतराळक्षेत्रात पहिले पाऊल ठेवले आणि त्यानंतर मागे वळून पाहिलेच नाही. आजपर्यंत भारताने स्वतःसाठी तसेच इतर देशांसाठी मिळून सुमारे ५६७ उपग्रह यशस्वीपणे प्रक्षेपित केले आहेत. स्वतःसाठी भारताने सुमारे १५० उपग्रह प्रक्षेपित केले आहेत. या उपग्रहांचा उपयोग संप्रेषण, हवामान अंदाज, भौगोलिक सर्वेक्षण, कृषी आणि संरक्षण अशा विविध क्षेत्रांत होत आहे. 'रोहिणी RS-1' हा उपग्रह सन १९८० साली भारताच्या स्वतःच्या रॉकेटने (SLV-3) प्रक्षेपित झाला आणि त्यानंतर देशाच्या अंतराळ क्षमतेत झपाट्याने वाढ झाली. INST, GST, Cartosat, RIST आणि NavIC अशा अनेक उपग्रह मालिकांनी भारताच्या सामाजिक व आर्थिक विकासात महत्त्वाचे योगदान दिले आहे. फक्त स्वतःपुरतेच न राहता भारताने इतर देशांसाठीही मोठ्या प्रमाणावर उपग्रह प्रक्षेपित केले आहेत. आजच्या घडीला भारताने ३४ वेगवेगळ्या देशांमधील ४१७ उपग्रह प्रक्षेपित केले आहेत. यामध्ये अमेरिका, ब्रिटन, जर्मनी, कॅनडा, फ्रान्स, दक्षिण कोरिया आणि सिंगापूर यांसारख्या देशांचा समावेश आहे. भारताच्या PSLV, LVM3 आणि SSLV या प्रक्षेपणवाहिन्यांवर विश्वास ठेवून अनेक देश आपले उपग्रह प्रक्षेपित करतात. या माध्यमातून भारताने आंतरराष्ट्रीय स्तरावर आपला तांत्रिक विश्वासार्हतेचा ठसा उमटवला आहे, तसेच परकीय चलनही मिळवले आहे. आज इस्रोच्या कष्टाने भारत केवळ स्वावलंबीच नाही तर अंतराळ क्षेत्रात एक विश्वासार्ह आणि परिपक्व भागीदार म्हणून उभा आहे. ही कामगिरी देशासाठी अभिमानाची बाब आहे.

त्यांनी भारताच्या गॅमा किरण खगोलशास्त्र संशोधनात (gamma-ray astronomy) महत्त्वपूर्ण योगदान दिले. गॅमा किरणांच्या उच्च ऊर्जास्रोतांचा अभ्यास त्यांनी केला, भारतासाठी हे नवीन संशोधन क्षेत्र होते. डॉ. कस्तुरीरंगन यांनी खगोलशास्त्रात उच्च ऊर्जा विकिरणाचे (X-ray आणि गॅमा किरणे) संशोधन अत्यंत प्रभावीपणे केले. त्यांच्या संशोधनाने भारताला गॅमा किरण अंतराळ संशोधन क्षेत्रात स्वतंत्र आणि आत्मनिर्भर बनवले. त्यांनी भारतीय गॅमा किरण निरीक्षणासाठी आवश्यक अशा यंत्रणांच्या रचनाबद्धतेत आणि मिशन नियोजनात मोलाचा वाटा उचलला. सन १९९४ मध्ये, त्यांच्या नेतृत्वाखाली भारतीय अंतराळ संशोधन संस्थेने SROSS-C2 नावाचा उपग्रह यशस्वीपणे अंतराळात प्रक्षेपित केला. या उपग्रहावर गॅमा रे बर्स्टर्स (GRBs) निरीक्षणासाठी एक विशेष उपकरण बसवण्यात आले होते. SROSS-C2 हा भारताचा गॅमा किरण निरीक्षणाच्या दिशेने टाकलेले पहिले महत्त्वपूर्ण पाऊल होते. भारताच्या गॅमा किरण अंतराळ संशोधनाच्या क्षेत्रात डॉ. कस्तुरीरंगन यांचे योगदान ऐतिहासिक आहे. त्यांच्या वैज्ञानिक दृष्टी, नेतृत्वगुण, आणि कार्यक्षमतेमुळे भारताने गॅमा किरण खगोलशास्त्रात स्वतंत्र संशोधनाची वाट चोखाळली. त्यांच्या कार्यामुळे भारताने अंतराळ विज्ञानात जागतिक स्तरावर आपले स्थान निर्माण केले आहे. म्हणूनच, भारतीय विज्ञान क्षेत्रात डॉ. कस्तुरीरंगन यांचे नाव सन्मानाने घेतले जाते. भारताच्या पहिल्या चांद्रमोहिमेसाठी (Chandrayaan-1) प्राथमिक संशोधन व योजना याच काळात सुरू झाली. चंद्राच्या पृष्ठभागावर संशोधनासाठी मिशनची तांत्रिक दिशा ठरवण्यात त्यांचा मोठा वाटा होता.

एक व्यक्ती म्हणून माझा डॉ. कस्तुरीरंगन यांचा जो अनुभव होता, तो फारच सुंदर होता. त्यांचे मार्गदर्शन मला लाभले होते. नियोजन मंडळासाठी सन २०१३-१४मध्ये घनकचरा व्यवस्थापन त्या विषयावर मंडळाने जी तांत्रिक समिती नेमली होती, तिचे ते अध्यक्ष होते. श्याम असोलेकर, असनानी,

श्रीमती चंद्रशेखर आणि मी असे चौघे त्या समितीचे सदस्य होतो. कस्तुरीरंगन सरांशी बोलण्याचे, त्यांचे विचार ऐकण्याचे आणि त्यावर चर्चा करण्याचे अनेक योग त्या काळात आले. त्यांच्याशी चर्चा ही माझ्यासाठी खूपच आनंददायी आणि प्रेरणादायक ठरत असे. 'निसर्गऋण' प्रकल्पाविषयी त्यांनी माझ्याशी भरपूर चर्चा केली होती. त्यांना ती संकल्पना आणि तिची आवश्यकता मनापासून भावली होती. या विषयावरील संसदीय समितीपुढे ही संकल्पना मांडण्यासाठी त्यांनी मला अमृतसरला आवर्जून पाठवले होते. समितीबरोबर आम्ही लुधियाना आणि अमृतसर येथील कचऱ्यामुळे झालेली दुर्दशा प्रत्यक्ष पाहिली होती. त्या समितीचे अध्यक्ष खासदार अश्विनीकुमार होते. त्यांच्याबरोबर झालेल्या चर्चेत त्यांनी हिरिरीने या कल्पनेला पाठिंबाही दिला होता. एकदा ते मला म्हणाले होते, मला या विषयावरच्या समितीचा अध्यक्ष का केले हे समजत नाही. पण तुम्हा लोकांकडून मला खूप काही शिकायला मिळाले! एका शास्त्रज्ञाने दिलेली ती पावती माझ्यासाठी अमूल्य तर आहेच, त्याचबरोबर एवढ्या मोठमोठ्या पदांवर काम केल्यानंतरही सरांचा कायम असलेला विनय मला खूप काही शिकवून गेला. माणूस हा शेवटच्या श्वासापर्यंत विद्यार्थी असतो, हेही त्यांनी आपल्या त्या छोट्याशा वाक्यातून दाखवून दिले. उत्तुंग व्यक्तिमत्त्वाची अशी माणसेच देशासाठी सतत प्रेरणदायी ठरतात आणि इतिहासात अजरामर होतात. त्यांचे व्यवस्थापनकौशल्य तर ISRO सारख्या विशाल संस्थेचे प्रभावी व्यवस्थापन करताना देशाच्या प्रगतीसाठी खूप महत्त्वाचे ठरले आहे. मोठ्या संशोधक गटांना प्रेरित करून अत्यंत गुंतागुंतीचे प्रकल्प वेळेवर व यशस्वीरीत्या त्यांनी पूर्ण केले ह्यातच देशाच्या अंतरळविज्ञानातील प्रगतीची बीजे रोवली गेली.

डॉ. कस्तुरीरंगन आणि राष्ट्रीय शैक्षणिक धोरण २०२०मधील (NEP 2020) वैज्ञानिक दृष्टिकोन – डॉ. कस्तुरीरंगन हे NEP 2020 तयार करणाऱ्या प्रमुख समितीचे अध्यक्ष होते. त्यांनी शिक्षणात वैज्ञानिक आणि तार्किक विचारसरणी रुजवण्यासाठी अनेक नवे उपाय सुचवले. प्रत्येक विद्यार्थ्यामध्ये चिंतनात्मक अभ्यास (critical thinking), वैज्ञानिक प्रगल्भता (scientific temper) आणि चौकस प्रवृत्ती (inquiry-based learning) वाढवण्यावर भर दिला गेला आहे. फक्त पाठांतर न करता संकल्पनांची (concepts) खोलवर समज आणि स्वयंपूर्ण अध्ययन त्यात अपेक्षित आहे. विज्ञानधारा कार्यक्रमात आणि विज्ञानधारा मासिकातून सरांच्या या सूचना काटेकोरपणे अंमलात आणण्याचा माझा प्रयत्न असतो. गेली पंचवीस–तीस वर्षे हे कार्यक्रम मी करत आहे. त्यामुळे एक अलौकिक असा आनंद आणि समाधान मला मिळते. या वाटेवर डॉ. कस्तुरीरंगन हे दीपस्तंभाचीच भूमिका करत आहेत. उच्च शिक्षण संस्थांमध्ये संशोधन आणि नावीन्यता ह्या गोष्टींना केंद्रस्थानी आणले. त्यांनी National Research Foundationच्या (NRF) स्थापनेचा प्रस्ताव मांडला, त्यातून संशोधनाला आर्थिक व बौद्धिक बळ प्राप्त होईल. विज्ञान, तंत्रज्ञान, अभियांत्रिकी, गणित (STEM) या विषयांमध्ये इंटरडिसिप्लिनरी (बहुविषयक) शिकवणीचे त्यांनी समर्थन केले. काळाबरोबर शिक्षण पद्धतीमधील सुचवलेले हे बदल अतिशय स्वागतार्ह आहेत. कला, मानवशास्त्र व विज्ञान यांचा संगम साधण्याचा जो विचार त्यांनी मांडला आहे, तोही परिपूर्ण जीवनासाठी अतिशय आवश्यक आहे. विशेषतः मोबाइल आणि इंटरनेट यात हरवलेल्या आणि भरकटलेल्या पिढ्यांसाठी गुणवत्तापूर्ण जीवन म्हणजे काय असले पाहिजे हे सांगण्यासाठी आणि शिकवण्यासाठी हे बदल खूप महत्त्वाचे आणि दूरगामी परिणाम करणारे असणार आहेत. शाळांमध्ये लहान वयापासूनच प्रयोगशील शिक्षण (hands-on learning) आणण्यावर त्यांनी या नवीन धोरणात भर दिला आहे. गणित व विज्ञान विषय अधिक आकर्षक आणि जीवनाशी सहजपणे कसा जोडता येईल यासाठी यात मार्गदर्शन अपेक्षित आहे.

पद्मश्री (सन १९८२), पद्मभूषण (सन १९९२) आणि पद्मविभूषण (सन २०००) या भारत सरकारच्या प्रतिष्ठित सर्वोच्च नागरी पुरस्कारांनी डॉ. कस्तुरीरंगन यांना गौरवले आहे. त्यांनी नेहमीच विज्ञानाला मानवजातीच्या प्रगतीचे साधन मानले. विज्ञान हे फक्त प्रयोगशाळेत मर्यादित नसावे, तर समाजाच्या गरजा पूर्ण करणारे असावे हा त्यांचा दृष्टिकोन होता. शैक्षणिक धोरण, अंतराळ धोरण आणि संशोधन विकासाच्या प्रत्येक टप्प्यावर त्यांनी विचारपूर्वक विज्ञानाधिष्ठित निर्णय घेतले आहेत. अत्यंत साधे, स्पष्ट आणि प्रभावी वक्ते. कठीण वैज्ञानिक संकल्पनाही ते सहज आणि सर्वसामान्य भाषेत समजावून सांगू शकत.भारतातील नव्या पिढीतील वैज्ञानिकांना त्यांनी नेहमीच प्रोत्साहन दिले. संशोधन व नवोपक्रमासाठी (innovation) त्यांना सतत प्रेरणा दिली.

डॉ. कस्तुरीरंगन सरांचे २५ एप्रिल २०२५ रोजी वयाच्या ८४व्या वर्षी बंगळुरू येथे दुःखद निधन झाले. एका परिपूर्ण जीवनाची ती सांगता होती. मागे राहणाऱ्या लोकांसाठी नेहमीच असे मृत्यू क्लेशदायक असतात. पण अगदी शेवटच्या क्षणापर्यंत आपले काम करणारे हे ऋषितुल्य व्यक्तिमत्त्व आपल्या सर्वांसाठी नेहमीच प्रेरणादायी असेल. हे सारे सारे खरे असले तरी कस्तुरीरंगन सरांना नतमस्तक होऊन श्रद्धांजली वाहतांना डोळे ओलावल्याशिवाय राहात नाहीत.

– शरद काळे
sharadkale@gmail.com

नरेंद्र गोळे

अंतराळशास्त्रज्ञ डॉ. कल्पना चावला

अंतराळशास्त्रज्ञ डॉ. कल्पना चावला
(जन्म : १७ मार्च १९६२, मृत्यू : १ फेब्रुवारी २००३)

कोलंबिया अवकाशयान दुर्घटनेत, वयाच्या अवघ्या चाळिसाव्या वर्षीच तिचे अपघाती निधन झाले.

''स्वप्नातून यशात उतरण्याचा मार्ग अस्तित्वात असतो. तुम्हाला तो दिसावा अशी दृष्टी लाभो, त्यावर मार्ग क्रमण्याचे साहस लाभो आणि त्याचा पाठपुरावा करण्याचे सातत्यही लाभो.'' - डॉ. कल्पना चावला.

कल्पना चावला जाऊनही आता सुमारे दोन दशके होत आली, तरी आजही जगभरातील असंख्य युवा-युवतींची ती प्रेरणास्रोत बनून राहिलेली आहे. विशेषतः तरुण महिलांची. तिचा जन्म हरियाणा राज्यातील कर्नाल येथे १७ मार्च १९६२ रोजी, एका गरीब कुटुंबात झाला. तिचे वडील बनारसीलाल चावला हे पाकिस्तानातून फाळणीपश्चात भारतात यावे लागलेले हिंदू निर्वासित होते. आईचे नाव संयोगिता होते. उन्हाळ्याच्या दिवसांत ते सर्वच जण घराच्या छतावर झोपत असत. कल्पना आकाशातले तारे पाही. तिला ताऱ्यांत जाऊन त्यांना हात लावावा वाटे. लहान असल्यापासूनच तिला अवकाशवेधाची स्वप्ने पडत असत. टागोर बालनिकेतन शाळेतून तिचे शालेय शिक्षण झाले.

भारतातील 'फ्लाईंग क्लब'असलेल्या मोजक्या ठिकाणांतील एक गाव होते 'कर्नाल'. तिथल्या 'फ्लाईंग क्लब'पासून काही किलोमीटर अंतरावरच तिचे घर होते. तिचा भाऊ संजय तिथे विमान प्रशिक्षणासाठी जात असे, तिला मात्र मुलगी असल्यामुळे वडिलांनी अशा प्रशिक्षणाची परवानगी दिली नाही. तिला छतावर जाऊन ती विमाने पाहत राहण्याचा छंदच जडला. शाळेत असताना ती विमानांची चित्रे काढी तर महाविद्यालयात असताना अभिकल्पन तंत्रज्ञानाच्या वर्गात विमानांचे नमुनेच तयार करत असे. दहावीत असतानाच तिचा निश्चय झालेला होता, की आपण विमान उडवायचे. मंगळावर 'व्हायकिंग' अवतरक उतरल्याचे फोटो पाहून तर तिला अवकाशभ्रमणाचे वेध लागले. आकाशातील ताऱ्यांत पोहोचण्याचे तिचे स्वप्न होते. पंजाब इंजिनीअरिंग कॉलेज, चंदिगढ येथून ती १९८२ साली, विमान अभियांत्रिकीत (एरोनॉटिकल इंजिनीअरिंगमध्ये) बी.टेक. झाली. मात्र तिथे प्रवेश मिळालेल्या सात मुलींपैकी फक्त कल्पनानेच विमान अभियांत्रिकीत प्रवेश घेतलेला होता. असा विषय मुलींनी घेऊ नये अशीच तत्कालीन समाजाची धारणा होती. कल्पनाचा मात्र त्या विषयी जणू हट्टाग्रहच होता.

भारतातून त्या काळी प्रत्यक्ष अवकाशात झेप घेणे शक्यच नव्हते. हे लक्षात आल्यावर, हर प्रयासे अमेरिकेत जाऊन, आपल्या उपजत बुद्धिमत्तेच्या आणि उत्साही स्वभावाच्या बळावर जगातील अत्यंत प्रगत देशात जाऊन,

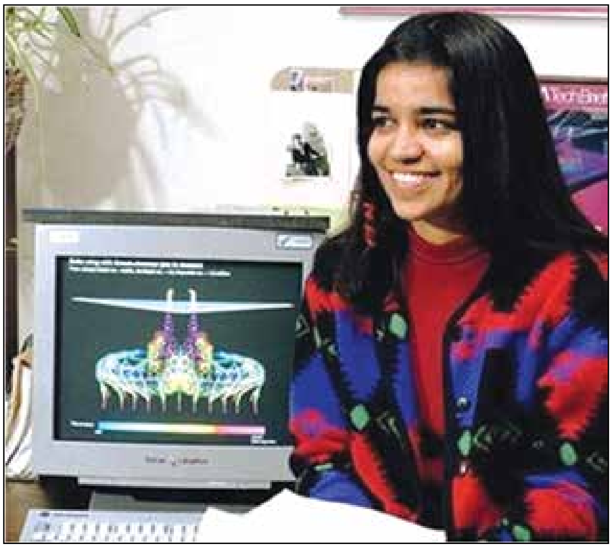
अत्यंत आधुनिकतम विषयात, अंतराळशास्त्रात तिने शास्त्रज्ञ म्हणून नाव कमावले. १९८३ साली व्यवसायाने विमानोड्डाण प्रशिक्षक आणि यानांच्या विजकीय प्रणालींचे लेखक जीन-पिअरे हॅरिसन यांच्याशी तिचे लग्न झाले. तिचे आकाशातील ताऱ्यांत जाण्याचे स्वप्नही सत्यात उतरले. त्याचीच ही स्फूर्तीप्रद कहाणी.

सन १९८४मध्ये टेक्सास विद्यापीठ, अर्लिंग्टन, अमेरिका येथून अवकाश अभियांत्रिकीत ती एम.एस. झाली. १९८६मध्ये तिने दुसरी एम.एस. पदवीही प्राप्त केली. मग कोलोरॅडो विद्यापीठ, बोल्डर, अमेरिका येथून अवकाश अभियांत्रिकीत पीएच.डी. होऊन तिने १९८८मध्ये डॉक्टरेट मिळवली. तिच्या शोधनिबंधाचा विषय होता, अस्थिर आवर्ती प्रवाहांच्या चालिकीचे संगणन आणि नियंत्रण (कॉम्प्युटेशन ऑफ डायनामिक्स अँड कंट्रोल ऑफ अनस्टेडी व्होर्टिकल फ्लोज).

'तिच्यापुढे कुणी आदर्श नव्हता. इंदिरेची ईर्ष्या, जे.आर.डीं.ची जिद्द, किरण बेदींचा कर्मवाद, एक एक प्रकाशकण वेचून तिनेच त्याचा ध्रुवतारा बनवला आणि त्याकडे पाहत ती पावले टाकत राहिली. एक नवी वाट निर्माण केली. मागच्यांसाठी आदर्श ठेवला. उल्केप्रमाणे ती क्षणार्धात अंतर्धान पावली. राख शरीराची होते. विचारांची, आदर्शांची राख करणारा अग्नी अजून जन्मलेलाच नाही. तिने असंख्यांच्या मनात प्रकाशाचे कण पेरले. ते रुजतील, फुलतील आणि त्या तारकापुंजातून तिचेच तेज फाकेल. तिने प्रत्यक्षात आणलेला संदेश अमर आहे. स्वप्नाकडून सत्याकडे जाणारी वाट खरोखरोखरीच अस्तित्वात आहे.' - माधुरी शानभाग.

कल्पनाला विमानोड्डाण, पदभ्रमण, पदयात्रा आणि वाचनाची आवड होती. तिच्यापाशी एकल आणि बहुयांत्रिक, भुपृष्ठ आणि सागरी विमाने, वायुतरंगे (ग्लायडर) विमानोड्डाण प्रशिक्षक असल्याबाबतची अनुज्ञा होती. त्यात विमानांकरताचा उपकरण दर्जाही समाविष्ट होता. हवाई कसरतींत आणि पुच्छचक्री (टेल-व्हिल) विमानांत तिला रस होता. अंतिमतः नासामध्ये रुजू होण्याचे तिचे स्वप्न साकार झाले.

१९८८मध्ये कल्पनाने नासाच्या अमेस संशोधनकेंद्रात सशक्त-उचल संगणित द्रवचालिकी (पॉवर्ड लिफ्ट कॉम्प्युटेशनल फ्ल्युईड डायनॅमिक्स) विषयात कार्य सुरू केले. तिचे संशोधन, हॅरिअरसारख्या विमानांभोवती 'भू-प्रभावा'खाली अनुभवास येणाऱ्या जटिल वायुप्रवाहाच्या अनुकारांवर केंद्रित होते. हा प्रकल्प पूर्ण झाल्यावर, तिने



समांतर संगणकांवर प्रवाह-उकलक (फ्लो सॉल्व्हर) नकाशांकित करणाऱ्या संशोधनास साहाय्य केले. सशक्त-उचल गणनाच्या आधारे प्रवाह उकलकांच्या चाचण्या करण्याचे कार्य केले. १९९३मध्ये, इतर हलत्या बहुवस्तू समस्येच्या अनुकार विशेषज्ञ संशोधकांच्या सोबतीने, 'ओव्हरसेट मेथडस इन्कॉर्पोरेटेड' या एका संशोधक संस्थेच्या स्थापनेत, कल्पना उपाध्यक्ष आणि संशोधक शास्त्रज्ञ म्हणून सहभागी झाली होती. विमानचालिकीय इष्टतमीकरण (एरोडायनॅमिक ऑप्टिमायझेशन) साध्य करण्याकरता प्रभावी तंत्रे विकसित करण्याची आणि ती सिद्ध करण्याची जबाबदारी तिच्यावर होती. कल्पना ज्या ज्या प्रकल्पांत सहभागी होती त्या प्रकल्पांचे निष्कर्ष परिषदांतून आणि नियतकालिकांतून वाचलेल्या शोधनिबंधांद्वारे व्यवस्थित दस्तबद्ध (डॉक्युमेंटेड) केलेले आहेत.

कल्पनाने १९९१मध्ये अमेरिकेचे नागरिकत्व पत्करले. मग तिने 'नासा अॅस्ट्रॉनॉट कॉर्प्स'मध्ये दाखल होण्याकरता अर्ज केला. मार्च १९९५मध्ये ती त्यात रुजू झाली आणि १९९६मध्ये पहिल्या उड्डाणाकरता तिची निवडही झाली. डिसेंबर १९९४मध्ये नासाने कल्पनाची नियुक्तीकरता निवड केली. मार्च १९९५मध्ये कल्पना, जॉन्सन स्पेस सेंटरमध्ये उमेदवार अंतरीक्षवीर म्हणून, अंतरिक्षवीरांच्या १५व्या तुकडीत, रुजू झाली. एक वर्षाचे प्रशिक्षण आणि मूल्यांकन पूर्ण झाल्यावर कल्पना, अंतरिक्षवीर कार्यालय, वाहनबाह्य कार्यवाही (एक्स्ट्रा वेहिक्युलर अॅक्टिव्हिटी-ई.व्ही.ए.) आणि तत्संबंधी संगणक शाखांच्या तांत्रिक बाबींवर काम करण्यासाठी पथक-प्रतिनिधी (क्रू-रिप्रेझेंटेटिव्ह) म्हणून नियुक्त झाली. त्यानंतर यंत्रमानवी परिस्थिती जागरूकता

दर्शक (रोबोटिक सिच्युएशनल अवेअरनेस डिस्प्ले) आणि अवकाशयान नियंत्रक कार्यप्रणाली चाचणी (स्पेसशटल कंट्रोल सॉफ्टवेअर टेस्टिंग) यांच्या विकसनाचे काम करण्याकरता मग तिची नियुक्ती, यानाच्या वीजकीय प्रणालीच्या समाकलन प्रयोगशाळेत (शटल एव्हिऑनिक्स इंटिग्रेशन लॅबोरेटरीमध्ये) करण्यात आली. नोव्हेंबर १९९६मध्ये एस.टी.एस.-८७ मोहिमेकरताची मोहिम विशेषज्ञ आणि प्रमुख यंत्रमानव हस्तचालक (मिशन स्पेशॅलिस्ट अँड प्राईम रोबोटिक आर्म ऑपरेटर) म्हणून नेमण्यात आले. जानेवारी १९९८मध्ये यान आणि स्थानक उड्डाण-पथक उपस्कराकरता पथक प्रतिनिधी (शटल अँड स्टेशन फ्लाईट क्रू इक्विपमेंट, क्रू रिप्रेझेंटेटिव्ह) म्हणून तिची नियुक्ती झाली. त्यानंतर तिने अंतरिक्षवीर कार्यालय पथक-प्रणाली आणि निवासयोग्यता अनुभागाचे नेतृत्व केले (लीड फॉर द अॅस्ट्रॉनॉट ऑफिसेस क्रू सिस्टिम्स अँड हॅबिटेबिलिटी सेक्शन). १९९७मध्ये एस.टी.एस.-८७ मोहिमेसोबत आणि २००३मध्ये एस.टी.एस.-१०७ मोहिमेसोबतही तिने अवकाशउड्डाण केले. एकूण ३० दिवस, १४ तास आणि ५४ मिनिटे ती अंतरिक्षात राहिली. १९ नोव्हेंबर ते ५ डिसेंबर १९९७ दरम्यान तिने एस.टी.एस.-८७ या 'कोलंबिया' मोहिमेचा पूर्ण अनुभव घेतला. हे अमेरिकेचे चौथे सूक्ष्मगुरुत्व कार्यकारी-भार उड्डाण (मायक्रोग्रॅव्हिटी पे-लोड फ्लाईट) होते. अंतरिक्षातील वजनहीन परिसराचा निरनिराळ्या भौतिक प्रक्रियांवर आणि सूर्याच्या बाह्य वातावरण थरांच्या निरीक्षणांवर कसा प्रभाव पडतो त्याचा अभ्यास करण्यासाठी अभिकल्पित प्रयोगांवर ते केंद्रित होते (फोकस्ड ऑन द एक्स्पेरिमेंटस डिझाईन्ड टू स्टडी हाऊ द वेटलेसनेस एन्व्हिरॉनमेंट ऑफ स्पेस अफेक्ट्स व्हेरियस फिजिकल प्रोसेसेस अँड ऑन ऑब्झर्व्हेशन्स ऑफ द सन्स आऊटर अॅटमोस्फेहरिक लेअर्स). पथकातील दोन सदस्यांनी वाहनबाह्य कार्यवाहीही (अंतरिक्षचाल) केली. यात मानवी कृतीने 'स्पार्टन' उपग्रह पकडण्याचाही समावेश होता. भावी अवकाशस्थानक जुळणीकरताच्या वाहनबाह्य कार्यवाहीपात्र अवजारांची आणि पद्धतींची चाचणीही यावेळी करण्यात आली. एस.टी.एस.-८७ मोहिमेतील यानाने २५२ पृथ्वीप्रदक्षिणा ३७६ तास आणि ३४ मिनिटांत पूर्ण केल्या. याकरता त्याने एकूण ६५ लाख मैल अंतराचा प्रवास केला.

१६ जानेवारी ते १ फेब्रुवारी २००३ दरम्यानचे एस.टी.एस.-१०७ 'कोलंबिया' उड्डाण, विज्ञान आणि संशोधन मोहिमेस वाहिलेले होते. आळीपाळीने दिवसाचे २४ तास

काम करून पथकाने यशस्वीरीत्या सुमारे ८० प्रयोग पूर्ण केले. १ फेब्रुवारी २००३ रोजी पृथ्वीवर उतरण्याच्या विहित वेळेच्या आधी १६ मिनिटे, अवकाशयान 'कोलंबिया' त्याच्या पथकासहित नष्ट झाले आणि मोहीम अवचितच संपुष्टात आली. मरणोत्तर काँग्रेशनल स्पेस मेडल ऑफ ऑनर, नासा स्पेस फ्लाईट मेडल आणि नासा डिस्टिंग्विश्ड सर्व्हिस मेडल ही पारितोषिके तिला प्रदान करण्यात आली. कल्पनाच्या मृत्युपश्चात २००३ साली, भारताच्या तत्कालीन पंतप्रधानांनी अशी घोषणा केली की, 'मेटसॅट' ही जी भारतीय हवामानशास्त्रीय उपग्रहांची मालिका आहे, ती यापुढे 'कल्पना' या नावाने ओळखली जाईल. त्यानुसार १२ सप्टेंबर २००२ रोजी प्रक्षेपित केलेल्या 'मेटसॅट-१' या भारतीय उपग्रहाचे नाव 'कल्पना-१' असे ठेवण्यात आले. २००४मध्ये कर्नाटक सरकारने तरुण महिला शास्त्रज्ञांना मान्यता देण्याकरता 'कल्पना चावला' पारितोषिक देणे सुरू केले. नासाने आपल्या एक महासंगणकाचे नावच 'कल्पना चावला' ठेवले. कल्पनाच्या स्मरणार्थ सुरू केलेल्या पारितोषिकांची, तिचे नाव दिलेल्या स्मारकांची सूची आजही मारुतीच्या शेपटाप्रमाणे वाढतच आहे. अर्लिंग्टन, अमेरिका येथील विद्यापीठाच्या एका हॉलचे नावही 'कल्पना चावला हॉल' असे ठेवण्यात आले आहे. उण्यापुऱ्या चाळीस वर्षांच्या तिच्या पृथ्वीवरील वास्तव्यात कल्पनाने उत्तुंग आकांक्षा कशा बाळगाव्यात, त्यांचा पाठपुरावा कसा करावा आणि मनोरथांना सत्यात कसे उतरवावे याचा आदर्श वस्तुपाठच घालून दिला आहे. कल्पना भारतीय आहे याचा आपल्याला अभिमान तर वाटलाच पाहिजे. ती मात्र भारतापुरती सीमित राहिली नाही. ती विश्वयात्री झाली.

– नरेंद्र गोळे
nvgole@gmail.com

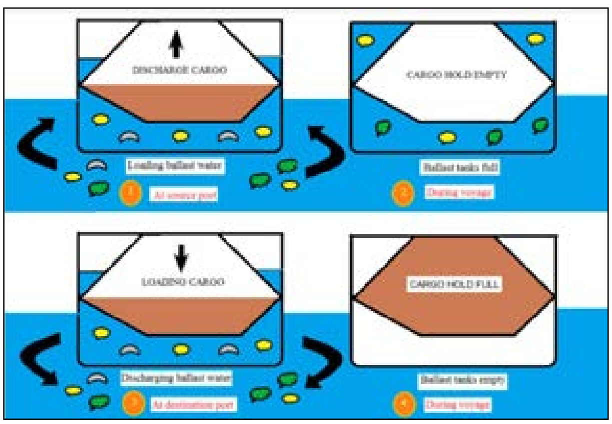
डॉ. शर्वरी कुडतरकर

बलास्ट पाणी

पर्यावरणातील पाणी या घटकाला आजपर्यंत आपण अगदीच गृहीत धरत आलेलो आहोत. उन्हाळ्यात भेडसावणाऱ्या पाण्याशी निगडित समस्या सोडल्या तर पाण्याचे महत्त्व एरवी फारसे कोणाला नसते. त्यातही समुद्राचे पाणी म्हणजे तर सगळ्यांच्याच हक्काचे, नाही का? पण पृथ्वीवरील सगळेच खंड या समुद्राच्या पाण्याने जोडले गेलेले आहेत हे आपण विसरून चालणार नाही. जसे वेगवेगळ्या खंडातील प्राणी आपल्या भौगोलिक परिस्थितीनुसार आपले राहणीमान ठरवतात व त्या अनुरूप त्यांच्या आकारापासून रंगांपर्यंत विविध बदल दिसून येतात, त्याचप्रमाणे समुद्रातले प्राणीदेखील वेगवेगळ्या परिसंस्थेतील त्यांच्या ठरावीक क्षेत्रात राहण्याकरता विकसित झालेले आहेत. त्यामुळे त्यांच्या त्या ठरावीक क्षेत्राव्यतिरिक्त त्यांना इतर विषम परिस्थितीत किंवा पर्यावरणात राहणे कठीणच असते.

समुद्रविश्वाच्या या भागात आपण बलास्ट वॉटरचे सागरी पर्यावरणात होणारे परिणाम पाहणार आहोत. जलवाहतुकीकरता सर्वात महत्त्वाचा पर्याय म्हणजे कार्गो शिप किंवा मालवाहू जहाजे हा आहे. पार वर्षांपूर्वी ही जहाजे काही ठरावीक वजनाच्या सामानाचे आदानप्रदान करत असत. मात्र मनुष्याच्या वाढत्या गरजा व वाढत्या जागतिकीकरणामुळे ही जलवाहतूक एक प्रभावी माध्यम ठरली आहे. या जीवनावश्यक सामानाला एका देशातून दुसऱ्या देशात पोहोचवण्याकरता जहाजांमध्ये हे सामान एखाद्या देशात भरले जाते आणि त्याच्या वजनामुळे जहाज पाण्याखाली दबले जाते. पण, ते सामान दुसऱ्या देशांना पोहोचवले जाते तेव्हा जहाजाचे वजन कमी होत जाते आणि सामानाचे वजन नसलेले जहाज हलके होऊन समुद्रात वेडेवाकडे होऊन जहाजाचा समतोल ढासळल्याने ते बुडण्याची शक्यता असते. अशावेळी जहाजाचा समतोल राखण्याकरता जहाजावरील बलास्ट टाक्यांमध्ये समुद्रातील पाणी भरले जाते व जहाज योग्य रितीने मार्गक्रमित होते. ते माघारी आपल्या देशात परतते तेव्हा दुसऱ्या देशातील समुद्राचे भरलेले पाणी त्याला टाकून द्यावे लागते कारण पाण्याच्या वजनाएवढे सामान पुन्हा त्या जहाजात भरायचे असते. या जहाजावरील बलास्ट टाक्यांमध्ये तात्पुरत्या साठवणुकीच्या पाण्याला बलास्ट वॉटर असे म्हणतात.

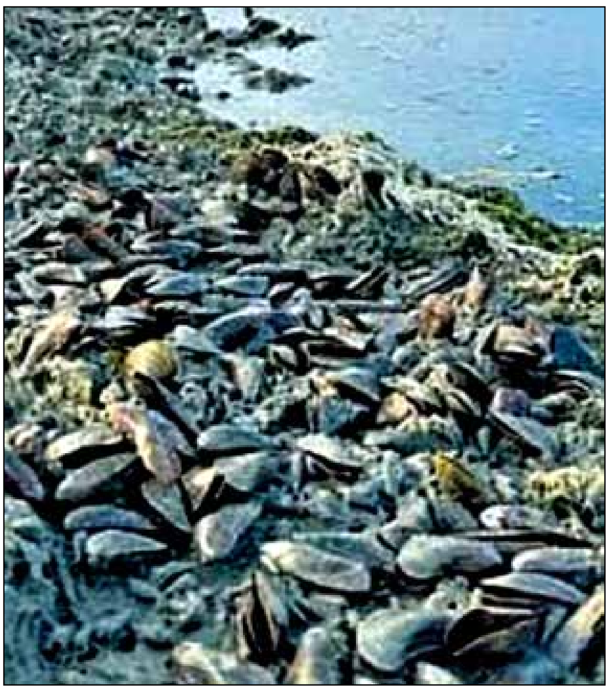
बलास्ट पाण्याचे उत्सर्जन



बलास्ट पाण्याचे जहाजावरील नियोजन

मोठ्या जहाजातून पाण्याचे उत्सर्जन

सन १८८० पूर्वीच्या काळात बलास्ट म्हणून दगड किंवा रेतीचा वापर केला जात असे. मात्र दरवेळी जहाजांवर या सामानाचे व्यवस्थापन करणे सोपे नसते कारण लाटांमुळे जहाज सारखे हलत असे व त्यामुळे हे बलास्ट म्हणून वापरलेले दगड किंवा माती एका बाजूस सरकून पुन्हा जहाजाचा समतोल बिघडत असे. त्यामुळे खलाशांचा खूप खोल समुद्रातील प्रवास अत्यंत जिकिरीचा होत असे. विसाव्या शतकात मात्र नवनवीन संशोधनांच्या साहाय्याने जहाजांचा मुख्य भाग हा स्टील बनला गेल्याने तसेच ऑटोमॅटिक पम्पिंग तंत्रज्ञानाने युक्त असलेल्या जहाजांची निर्मिती झाल्यामुळे बलास्ट टाक्यांमध्ये पाण्याचा वापर हा सुरक्षित रितीने केला जाऊ लागला.



मायटेला स्पेसीज

जहाजांना बलास्ट टाक्यांमध्ये पाणी भरण्याची आवश्यकता असते तेव्हा समुद्रातील पाणी सहजपणे जिथे जहाज उभे आहे त्याच जागेवरून घेता येते. यामुळे जहाजाच्या इंधनाची बचत होते तसेच खलाशांची मेहनतही कमी होते. हे पाणी जहाजाच्या तळाशी व जहाजाच्या दोन्ही बाजूंना समप्रमाणात विभागून भरले जाते. आणि या पाण्याची गरज नसते त्यावेळी पुन्हा समुद्रात जहाजावरील पंपांच्या मदतीने हे पाणी बाहेर टाकले जाते. म्हणजेच कार्गो (सामान भरलेल्या मोठाल्या पेट्या) जहाजांवर घेताना हे पाणी जहाजाच्या बाहेर समुद्रात टाकले जाते. अर्थात ही प्रक्रियादेखील खर्चीक आहे. तसेच, जहाजांच्या प्रकारानुसार या बलास्ट टाक्यांचा आकार व संख्या बदलत असते. आता हे बलास्ट पाणी एवढे का महत्त्वाचे आहे? तुम्हाला प्रश्न तर नक्कीच पडला असेल. तर हे पाणी स्त्रोत आहे अशा सूक्ष्म प्राण्यांचा व वनस्पतींचा ज्या प्रजाती स्थानिक नाहीत म्हणजेच विदेशातून आलेल्या आहेत. एका ठिकाणच्या परिसंस्थेतील काही भागाला उचलून दुसऱ्याच वेगळ्या प्रकारच्या परिसंस्थेत आणून सोडण्यासारखे हे आहे. बलास्ट वॉटरच्या अदलाबदलीमुळे अगदी अशाच प्रकारे वेगवेगळ्या सागरी परिसंस्थांमध्ये अनेक बदल होत आहेत. ज्यांचा अभ्यास करणे अशक्यप्राय आहे, तरी तेवढेच महत्त्वाचेही आहे. आपल्या जलप्रवासामध्ये जहाजे बलास्ट टाक्यांमध्ये साठवलेल्या पाण्याचे प्रमाण आवश्यकतेनुसार कमीजास्त करतात. कधी कधी एखाद्या पुलाच्या खालून जायचे असल्यास जहाजाची उंची बलास्ट टाक्यांमध्ये पाणी भरून कमी केली जाते जेणेकरून पुलांचा अडथळा टाळता येतो.

ठिकठिकाणच्या पाण्याचा वापर कमीजास्त प्रमाणात केला गेल्याने जहाजातील बलास्ट पाणी हे एक मिश्रण असते ज्यात वेगवेगळे प्राणी व इतर अनेक जैविक घटक सामावलेले असतात.

त्यामुळे साहजिकच चांगल्यावाईट गोष्टींचे वहन या

मोठ्या प्रमाणावर वाढलेले शिंपले

जहाजांमार्फत होत असते. Non-native म्हणजेच स्थानिक नसलेले कितीतरी सजीव नवीन वातावरणात जगण्यासाठी धडपड करतात. त्यांच्या या लढाईत काही मरून जातात तर काही सक्षम प्राणी व वनस्पती कमालीची वाढ दर्शवतात. बऱ्याचदा तर इतर स्थानिक प्राण्यांचा निवारा हे परकीय प्राणी हिरावून घेतात व त्यांच्या निवाऱ्यास स्वतःचे घर बनवतात यामुळे स्थानिक प्रजातींना अन्नाची व जागेची कमतरता भासून त्यांच्या वाढीवर परिणाम होत असतो. यालाच हॅबिटॅट डिस्ट्रक्शन (habitat destruction) असे म्हणतात व या नवीन पण त्रासदायक प्राण्यांना इन्व्हेसिव्ह स्पेसिस (invasive species) असे म्हणतात. या इन्व्हेसिव्ह स्पेसिस नवीन परिसंस्थेत येऊन तेथील मूळ रहिवासी असलेल्या इतर प्राण्यांशी स्पर्धा करतात. या नवीन प्राण्यांचे जीवनचक्र बऱ्याचदा फार कमी वेळेत पूर्ण होते व मोठ्या संख्येने ते वाढतात. अशाप्रकारे आलेल्या नॉन नेटिव्ह (non- native), नॉन इंडिजिनियस (non-indigenous) प्रजातींची संख्या आपल्या समुद्रात साधारण तीसच्या आसपास आहे असे भारतीय संशोधकांचे म्हणणे आहे.

Mytella vigata या नावाचा एक शिंपला आहे (mussel species) जो अशाच प्रकारे विदेशातून आलेला एक शिंपला आहे ज्याने तामिळनाडू व केरळच्या काही प्रसिद्ध तलावांमध्ये आपले बस्तान मांडले आहे. तसेच तेथील मूळ रहिवासी जलचर प्राण्यांना हाकलून लावलेले आहे. या शिंपल्यांची अंडी देण्याची क्षमता कमालीची जास्त आहे तसेच ते कुठल्याही वातावरणात सहजपणे राहू शकतात हे सिद्ध झालेले आहे. कारण मूळ खारट पाण्यात त राहणारे हे प्राणी तलावांमध्ये गोड्या पाण्यात सहजपणे जिवंत राहत आहेत. यासारखे इतर अनेक दाखले जगभरातल्या समुद्रात नव्याने जम बसवणाऱ्या कित्येक प्रजातींचे देता येऊ शकतात. International Maritime organisation (IMO) या संस्थेने Ballast water management चे (BWM) काही नियम प्रसारित केलेले आहेत. त्याद्वारे बलास्ट पाणी हे जहाजांवरच प्रक्रिया करून मगच पुन्हा समुद्रात सोडण्यात यावे असा एक नियम आहे, परंतु या प्रक्रियेकरता लागणाऱ्या रसायनांमुळेदेखील जिथे हे पाणी सोडण्यात येते तिथल्या समुद्रात प्रक्रिया केलेल्या बलास्ट पाण्याबरोबरच इतर रसायनांचे मिश्रण मिसळून जाते. आणि सहाजिकच तिथल्या पाण्याच्या प्रदूषणाची समस्या उद्‌भवते. या रसायनांमध्ये बऱ्याचदा क्लोरिनच्या मिश्रणाचा वापर केला जातो.

एवढेच नाही तर या बलास्ट पाण्यामुळे समुद्रातील इतर घातक प्रदूषके जसे खनिज तेल, जड धातू, विषारी रसायने या सगळ्यांचे वहन स्वच्छ समुद्रात झाल्याने तेथील पाणी प्रदूषित होऊन स्थानिक सागरी जीवसृष्टीला हानी पोहोचते. या पाण्यात कित्येक जिवाणू, विषाणू, प्लँक्टन्स, जलचर प्राण्यांची अंडी व अळ्या यांचा समावेश असतो.

Ballast water चे परिणाम बऱ्याचदा नकारात्मकच आहेत कारण त्यामुळे ठिकठिकाणीच्या जैवविविधतेत नक्कीच फरक पडत आहे. नवीन प्रजातींमुळे स्थानिक प्रजातींना त्यांचा निवारा व अन्न बाहेरून आलेल्या प्रजातीसोबत विभागून घ्यावा लागत आहे. परिणामी काही स्थानिक प्रजाती नष्ट होण्याच्या मार्गावर आहेत किंवा आज मी तिला नष्टप्राय झालेल्यादेखील असू शकतील. कारण कित्येक दशके आपण बलास्ट वॉटरचा वापर करून जहाजे चालवत आहोत. मात्र याचे पर्यावरणावर होत असणारे चिंताजनक परिणाम आपण अलीकडेच अभ्यासायला सुरुवात केलेली आहे. बलास्ट वॉटरच्या प्रक्रियेकरता वापरण्यात येणाऱ्या रसायनांमुळे सागरी प्रदूषण दिवसेंदिवस वाढत आहे. यावर योग्य उपाययोजना व्हाव्यात अशी अपेक्षा आहे. तुम्हाला काही मार्ग सुचतात का पाहा आणि सुचले तर मला नक्की कळवा तुमचे विचार.

– शर्वरी कुडतरकर
samikshank@gmail.com

स्वप्न

हळूच एक शहारलेली झुळूक
इवल्याश्या वाटेवर आली होती
मंदावलेली पहाट होती
उषेला उगीच घाई होती
हिरवी शाल धरेची, कुठंतरी अपुरी
अवनी सावरत होती
सोनेरी किरणे रेंगाळत होती
काठ जरीचे ल्यायली होती
आठव ते गतजन्मीचे स्वप्न
आवर्जून मला सांगत होती
काहीतरी कर आता
घडी वाट पाहत होती
बळ यावे हाती म्हणून
यत्न सारे थकले होते
थकलेल्या यत्नांना घेऊन बळे
मार्ग मी आक्रमत होते.

– शर्वरी कुडतरकर
samikshank@gmail.com

डॉ. रंजन गर्गे

कार्बन फूटप्रिंट

आपल्या कृतींमुळे निर्माण होणाऱ्या हरितगृहवायूंचे वातावरणातील एकूण प्रमाण म्हणजे 'कार्बन फूटप्रिंट'. याला आपण 'कार्बनच्या पाऊलखुणा' असेही म्हणू शकतो. माणसे, उत्पादने आणि संपूर्ण औद्योगिक प्रक्रिया यावर कार्बन फूटप्रिंट असतात. तुमच्या वैयक्तिक फूटप्रिंटमध्ये विविध स्रोतांमधून होणारे उत्सर्जन समाविष्ट असते – तुमचा दैनंदिन प्रवास, तुम्ही खात असलेले अन्न, तुम्ही खरेदी केलेले कपडे, तुम्ही वापरलेली ऊर्जा, तुम्ही फेकून दिलेली प्रत्येक गोष्ट... आणि बरेच काही. हेच तुम्ही वापरत असलेल्या उत्पादनांना आणि तुमच्या उद्योगधंद्यात सुरू असलेल्या विविध प्रक्रियांनाही लागू पडते. तुमचा फूटप्रिंट जितका मोठा असेल तितका पर्यावरणावर ताण जास्त असतो.

आपल्या कृतींमुळे दरवर्षी निर्माण होणाऱ्या हरितगृह वायूंचे एकूण प्रमाण म्हणजे सरासरी कार्बन फूटप्रिंट अमेरिकेत प्रतिव्यक्ती १६ टन आहे. हा जगातील सर्वाधिक दरांपैकी एक आहे. जगात सरासरी दर ४ टन इतका आहे. २०५० सालापर्यंत २ डिग्री सेल्सियस तापमान वाढ रोकायची असेल तर आपला कार्बन फूटप्रिंटचा सरासरी दर २ टन इतका कमी करावा लागेल. सरासरी दर १६ टनांवरून २ टनांवर आणणे हे एकाएकी शक्य होणार नाही. यासाठी आपल्याला आपल्या जीवनशैलीत बारीक बारीक असे बरेच बदल घडवून आणावे लागतील. मांसभक्षण कमी करणे, विमानप्रवास कमी करणे, आवश्यकतेपेक्षा दैनंदिन गरजा कमी करणे, लोकसंख्या कमी करून धान्योत्पादन कमी करणे, आणि अशा कितीतरी.

'कार्बन सिंक' हे एक नैसर्गिक किंवा कृत्रिम जलाशय आहे जे भौतिक आणि जैविक यंत्रणेद्वारे वातावरणातील कार्बन शोषून घेते आणि साठवते. कोळसा, तेल, नैसर्गिक वायू, मिथेन हायड्रेट, आणि चुनखडी ही सगळी कार्बन सिंकची उदाहरणे आहेत. आपल्या पृथ्वीतलावर चार प्रकारे कार्बन साठवला जातो. जिवंत आणि मृत शरीरातील सेंद्रिय रेणू, मातीतील सेंद्रिय पदार्थातून, हवेत कार्बन डायऑक्साइडच्या रूपात आणि जीवाश्म इंधन आणि गाळाचे सेडिमेंटरी खडक. यातून वातावरणात बाहेर पडणारा कार्बन

वनस्पती, महासागर आणि माती या तीन ठिकाणी शोषला जातो. याला कार्बन सिंक असे म्हणतात. सर्व वीजनिर्मिती तंत्रज्ञाने त्याच्या जीवनचक्रात हरितगृह वायू उत्सर्जित करतात.

निव्वळ शून्य

आपण सर्वांनी 'निव्वळ शून्य' Net Zero हा शब्द ऐकला आहे, पण त्याचा नेमका अर्थ काय आहे? सोप्या भाषेत सांगायचे तर, निव्वळ शून्य म्हणजे उत्पादित होणाऱ्या हरितगृह वायूचे प्रमाण आणि वातावरणातून काढून टाकल्या जाणाऱ्या हरित वायूंचे प्रमाण यातील संतुलन राखणे. उत्सर्जन कमी करणे आणि उत्सर्जन काढून टाकणे याच्या संयोजनाद्वारे हे साध्य करता येते. हे लोकांना किंवा व्यावसायिकांना पर्यावरणावर होणाऱ्या विपरीत परिणामांची जाणीव करून देण्यास मदत करते. हवामान बदलातील त्यांच्या जबाबदारीची त्यांना जाणीव करून देते. एकदा तुम्ही तुमचा कार्बन फूटप्रिंट मोजला म्हणजे पुढची पायरी अशी की तो कमी करण्यासाठी ध्येय निश्चित करणे. CO_2 उत्सर्जनाची प्रक्रिया; वातावरणात, महासागरत आणि कार्बन चक्रात कशा प्रकारे घडते आहे यावर २०००च्या दशकाच्या उत्तरार्धात संशोधन केले गेले. यावर केलेल्या संशोधनातून 'निव्वळ शून्याची' कल्पना पुढे आली. या संशोधनात असे आढळून आले की CO_2 उत्सर्जन निव्वळ शून्यावर कमी केले तरच जागतिक तापमानवाढ थांबेल. पॅरिस कराराच्या उद्दिष्टांसाठी निव्वळ शून्य हे मूलभूत मानले आहे.

सध्या, पृथ्वी १८००च्या उत्तरार्धापेक्षा सुमारे १.२ डिग्री सेल्सियस जास्त उष्ण आहे आणि उत्सर्जन वाढतच आहे. पॅरिस करारात सांगितल्याप्रमाणे, जागतिक तापमान वाढ १.५ अंश सेल्सियसपेक्षा जास्त न होऊ देण्यासाठी २०३० पर्यंत उत्सर्जन ४५ टक्क्यांनी कमी करणे आणि २०५० पर्यंत निव्वळ शून्यावर पोहोचणे आवश्यक आहे.

कार्बन क्रेडिट

कार्बन क्रेडिट हे एक कार्बनचा व्यापार करण्यायोग्य साधन आहे. हे हरितगृहवायू उत्सर्जन टाळण्याचा किंवा वातावरणातून हरितगृहवायूंचे प्रमाण अधिकाधिक काढून टाकण्याचा दावा करते. क्रेडिटमुळे उत्सर्जन टाळले जाते किंवा वर्धित उत्सर्जन काढून टाकले जाते. या व्यापारात उत्सर्जन करणाऱ्या संस्थेकडून दावे खरेदीदाराकडे हस्तांतरित करता येतात. कार्बन क्रेडिटचा खरेदीदार नंतर हवामानबदल कमी करण्याच्या उद्दिष्टाप्रमाणे वर्धित उत्सर्जन काढून टाकतो. त्याला 'न्यूट्रल' करणे असे म्हणतात. कार्बन क्रेडिट सरकार किंवा स्वतंत्र प्रमाणन संस्था कार्बन क्रेडिटिंग प्रोग्रामद्वारे प्रमाणित केले जातात. एक क्रेडिट सामान्यतः टाळलेल्या किंवा काढून टाकलेल्या एक मेट्रिक टन CO_2च्या समतुल्य प्रतिनिधीत्व करण्यासाठी नामांकित केले जाते. याला 'कार्बन ऑफसेट मार्केट' असेही म्हणतात. अशा सहा प्रमाणित संस्था कार्यरत आहेत.

- American Carbon Registry.
- Climate Action Reserve.
- Gold Standard Impact Registry.
- Verified Carbon Standard (Verra)
- Plan Vivo.
- Puro Earth.

कार्बन क्रेडिट मोजण्यासाठी आपण आपल्या दैनंदिन जीवनातील काही प्रमुख क्रिया बघू या.

१. एक किलोग्रॅम कार्बनचे रेणू जाळल्यावर ३ किलोग्रॅम CO_2 तयार होतो.

२. आपण वीज वापरतो. ६० W तारेचा किंवा ९ W एलइडी बल्ब ५८८२४ तास जाळल्यास १ मेट्रिक टन कार्बन उत्सर्जित होतो.

३. किटलीत पाणी गरम करत असाल आणि एकदा पाणी उकळण्यासाठी जर ५ मिनिटांचा अवधी लागतो असे गृहीत धरले तर २१२७६ वेळा आपण पाणी उकळल्यास १ मेट्रिक टन कार्बन उत्सर्जित होतो.

४. वाहनांच्या बाबतीत डिझेलवर चालणारे वाहन ६१३५ मैल धावल्यावर आणि पेट्रोलवर चालणारे वाहन ५२४४ मैल धावल्यावर १ मेट्रिक टन कार्बन उत्सर्जित होतो.

वेगवेगळ्या हरितगृहवायूंसाठी समानता स्थापित करणे

CO_2 हा मानवी क्रियांमुळे निर्माण होणारा सगळ्यात मुबलक हरितगृहवायू आहे, आणि सर्वात महत्त्वाचा प्रदूषक आहे. मानव या व्यतिरिक्त अनेक इतर हरितगृहवायू

उत्सर्जित करतो. या इतर वायूंचा उष्णता प्रभाव CO_2 पेक्षाही जास्त आहे. त्यात ज्यास्त प्रचलित म्हणजे मिथेन (CH_4), नायट्रस ऑक्साइड (N_2O), हायड्रोफ्लोरोकार्बन (HFCs), परफ्लोरोकार्बन (PFCs), नायट्रोजन ट्राय फ्लोराईड (NF_3), सल्फर हेक्झाफ्लोराईड (SF). या सर्व वायूंची 'जागतिक तापमानवाढ क्षमता' (ग्लोबल वॉर्मिंग पोटेन्शियल) स्थापित मानकानुसार प्रमाणित केली आहे. यामुळे वेगवेगळ्या हरितगृहवायूंच्या परिणामांची तुलना करणे आणि कार्बन क्रेडिटचे नामांकन करणे सोपे झाले आहे.

कार्बन ऑफसेटिंग

'कार्बन ऑफसेटिंग' म्हणजे हरितगृहवायू उत्सर्जनाची भरपाई करण्यासाठी टाळलेले उत्सर्जन. उदाहरणार्थ, कार्बन मार्केटमध्ये, खरेदीदार स्वतःचे उत्सर्जन थेट कमी करण्याऐवजी कार्बन क्रेडिट सुरक्षित आणि 'न्यूट्रल' करू शकतो. हवामान बदल कमी करण्याच्या उद्देशाने, टाळलेले उत्सर्जन किंवा वाढीव उत्सर्जन कमी करणे हे भौगोलिकदृष्ट्या कुठे होते हे महत्त्वाचे नसते – हे दोन प्रकारे होऊ शकते. (अ) 'क्ष' नावाची एखादी संस्था उत्सर्जन निर्माण करणाऱ्या क्रिया थांबवते ; किंवा (ब) 'क्ष' संस्था जगात इतरत्र स्थित 'य' संस्थेला उत्सर्जन टाळण्यास सक्षम करते. दोहोंचे परिणाम सारखेच असतात. 'क्ष' ही प्रगत राष्ट्रातील तंत्रज्ञानाने प्रगत संस्था असते तर 'य' ही प्रगतिशील किंवा अप्रगत राष्ट्रातील अविकसित संस्था असते. ही संस्था कार्बन क्रेडिट खरेदी करणारी संस्था असते.

(ब) हा पर्याय आपण जरा नीट समजून घेऊया. यात 'क्ष' संस्थेच्या सहकार्याने 'य' संस्थेचे कार्बन उत्सर्जन तर कमी होतेच, शिवाय 'क्ष' संस्थेला प्रति मेट्रिक टन कार्बन कमी करण्याच्या समतुल्य काही रक्कम 'य' संस्थेला द्यावी लागते. भारतातील अनेक उद्योजकांनी याचा फायदा करून घेतला आहे. कार्बन क्रेडिटची रचना, संस्थांना 'ब' पर्याय स्वीकारणे सोपे आणि अधिक किफायतशीर बनवण्यासाठी करण्यात आली होती.

कार्बन ऑफसेटिंग प्रकल्पांच्या काही उदाहरणांमध्ये पुनर्वनीकरण, अक्षय ऊर्जा आणि स्वच्छ कुकस्टोव्ह यांचा समावेश आहे, जे जनसामान्यांना आधार देत पर्यावरणीय फायदे देतात. कार्बन क्रेडिट खरेदी करून, संस्था उत्सर्जन निष्क्रिय करू शकतात आणि जागतिक शाश्वततेमध्ये योगदान देऊ शकतात.

याचे एक विशिष्ट उदाहरण म्हणजे 'शेल' ही कंपनी, जी सर्वात मोठ्या योगदानकर्त्यांपैकी एक आहे. त्यांचा ऑफसेटिंग कार्यक्रम त्यांच्या ग्राहकांना निसर्ग-आधारित प्रकल्पांद्वारे त्यांच्या स्वतःच्या उत्सर्जनाची भरपाई करण्यासाठी प्रती लिटर इंधनावर १.८ पेन्स देण्यास प्रोत्साहित करतो. या माध्यमातून त्यांनी आतापर्यंत २ दशलक्ष टनांपेक्षा जास्त CO_2 उत्सर्जन ऑफसेट केले आहे.

यूकेमध्ये मात्र कार्बन ऑफसेटिंग अद्याप अनिवार्य नसले तरी, ते नजीकच्या भविष्यात होईल, जेणेकरून कंपन्या आणि खाजगी क्षेत्रातील लोकांनी हवामानबदलाचा परिणाम कमी करण्याची जबाबदारी घेतल्याशिवाय त्यात योगदान देऊ शकणार नाहीत. कार्बन ऑफसेटिंगला एक मानक पद्धत बनवून, व्यवसाय निव्वळ-शून्य उत्सर्जन साध्य करण्यासाठी जागतिक प्रयत्नांना गती देण्यास मदत करू शकतात.

पुनर्वनीकरण

शेती, शहरीकरण, पायाभूत सुविधांचा विकास, संसाधनांचा विकास किंवा इतर गरजांसाठी लहान किंवा मोठ्या प्रमाणात झाडे आणि जंगले तोडली जातात तेव्हा जंगलतोड होते. हे जागतिक स्तरावर पर्यावरणासाठी अत्यंत हानिकारक म्हणून ओळखले जाते, तसेच स्थानिक समुदायांना विस्थापित करते आणि जंगलावर अवलंबून असलेल्या लोकांचे जीवनमान हिरावून घेते.

जंगले, लाकडे आणि झाडे हे ग्रहावरील सर्वात मजबूत कार्बन डायऑक्साइड सिंक आहेत आणि ते नष्ट केल्याने CO_2 पातळीत मोठी वाढ होते, ज्यामुळे जागतिक तापमानवाढ वाढते आणि हवामानाच्या निसर्गचक्रात व्यत्यय येतो. जंगलतोड ही पाण्याच्या चक्रात अडथळा आणते, ज्यामुळे हवामानात अनेक अदृश्य बदल होतात.

पुनर्वनीकरण हा जंगलतोडीला थेट पर्याय आहे. ज्या भागात जंगलतोड झाली आहे तिथे झाडे लावली जातात, ज्यामुळे पुन्हा जंगल प्रस्थापित करण्याची संधी मिळते. हे सरकारच्या किंवा निसर्गप्रेमींच्या नेतृत्वाखाली केले जाऊ

शकते आणि जैवविविधता वाढवण्यास प्रोत्साहित करते.

ब्राझीलमध्ये अॅटलांटिक वन पुनर्संचयित करार करण्यात आला आहे . त्यानुसार २०५० पर्यंत अॅटलांटिक जंगलातील १५ दशलक्ष हेक्टर क्षेत्र पुनर्संचयित करायचे आहे आणि जगभरातील कंपन्यांनी त्यांच्या कार्बन उत्सर्जनाच्या उपक्रमांमध्ये स्वेच्छेने निधी योगदान दिल्याने त्यांना पाठिंबा मिळाला आहे.

अक्षय ऊर्जा

अक्षय ऊर्जा ही अशी ऊर्जा आहे जी वापरण्यापेक्षा वेगाने पुन्हा उत्पादित करण्यात येते. यामुळे ती शाश्वत आणि अमर्यादित बनते. तेल, कोळसा, अणू आणि नैसर्गिक वायू यांसारख्या नैसर्गिक संसाधनांपासून मिळणारी ऊर्जा एकदा संपली की परत मिळत नाहीत. अक्षय ऊर्जा, ग्रहाच्या मर्यादित जीवाश्मइंधनांवरील आपले जागतिक अवलंबित्व कमी करून आणि कधीही संपणार नाही असा पुरवठा सुनिश्चित करून ऊर्जासुरक्षा प्रदान करते.

कार्बन ऑफसेटिंग कार्यक्रमांचे अक्षय ऊर्जा उपक्रम हे महत्त्वाचे घटक आहेत. उदाहरणार्थ, 'सीडीएम' म्हणजे 'क्लीन डेव्हलपमेंट मेकॅनिझम' (स्वच्छ विकास यंत्रणा) पवनऊर्जा प्रकल्प. या उपक्रमाद्वारे भारतातील अनेक प्रकल्पांना त्यांच्या उत्सर्जन ऑफसेटिंग करणाऱ्या कंपन्यांनी खरेदी केलेल्या क्रेडिटद्वारे निधी दिला आहे.

ऊर्जा कार्यक्षमता

ऊर्जा कार्यक्षमता कार्बन ऑफसेटिंग प्रकल्प, वाहतूक व्यवस्था, उद्योग, इमारती आणि इतर गोष्टींची ऊर्जा कार्यक्षमता सुधारतात. यामुळे एकूण उत्सर्जन संख्या कमी होते आणि ऊर्जा-केंद्रित कामांसाठी कमी ऊर्जेची आवश्यकता भासते. याला 'स्वॅप्स' असे म्हणतात. 'स्वॅप्स' म्हणजे इलेक्ट्रिक वाहनात बॅटरी स्वॅपिंग करणे. यात क्षमता (चार्जिंग) संपलेल्या बॅटऱ्या पूर्ण क्षमतेच्या (चार्ज) बॅटऱ्यांनी

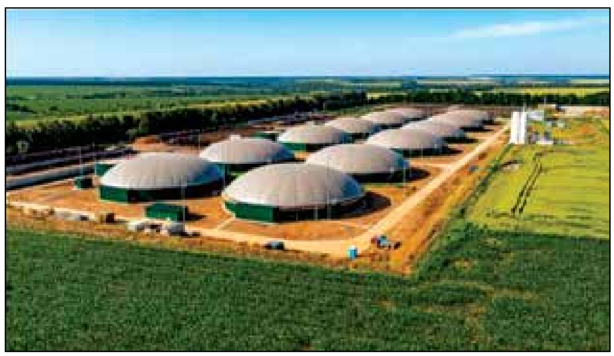
बदलल्या जातात. यात चार्जिंगला लागणारा वेळ वाचवला जातो. दुसरा प्रकार म्हणजे 'डेट-फॉर-क्लायमेट स्वॅप्स'. एखाद्या राष्ट्राचे कर्ज फेडण्यासाठी त्या राष्ट्रात पैशांच्या ऐवजी पर्यावरणरक्षणासंबंधी प्रकल्पात गुंतवणूक करून कर्ज परतफेड केली जाते. या व्यतिरिक्त याप्रकारात पारंपरिक दिवे एलईडीने बदलणे, कमी उष्णता अवलंबित्वासाठी इन्सुलेशन बसवणे, जुनी आणि टाकाऊ उपकरणे बदलणे किंवा औद्योगिक प्रक्रिया सुधारणे यांचा समावेश असू शकतो.

या प्रकारात ऊर्जा-बचत अपग्रेड लागू करून, उत्सर्जन कमी करून आणि कंपन्यांना कार्बन ऑफसेट प्रकल्प लागू केले जातात.

मिथेन कॅप्चर

'मिथेन कॅप्चर' हे कार्बन ऑफसेटिंग प्रकल्पाचे एक सामान्य उदाहरण आहे, ज्यामध्ये औद्योगिक किंवा नैसर्गिक स्रोतांमधून मिथेन वातावरणात सोडण्याऐवजी तो साठवला (कॅप्चर) जातो आणि उत्सर्जन कमी केले जाते.

मिथेन-उच्च उद्योगांच्या श्रेणीनुसार ही प्रक्रिया निश्चित केली जाते. उदाहरणार्थ, लँडफिल गॅस कॅप्चरमध्ये मिथेनला जोडणाऱ्या लँडफिल सेलमध्ये छिद्रित पाईप बसवलेले असतात. तेल आणि वायू उद्योगांमध्ये, व्हेंटिलेटेड मिथेन



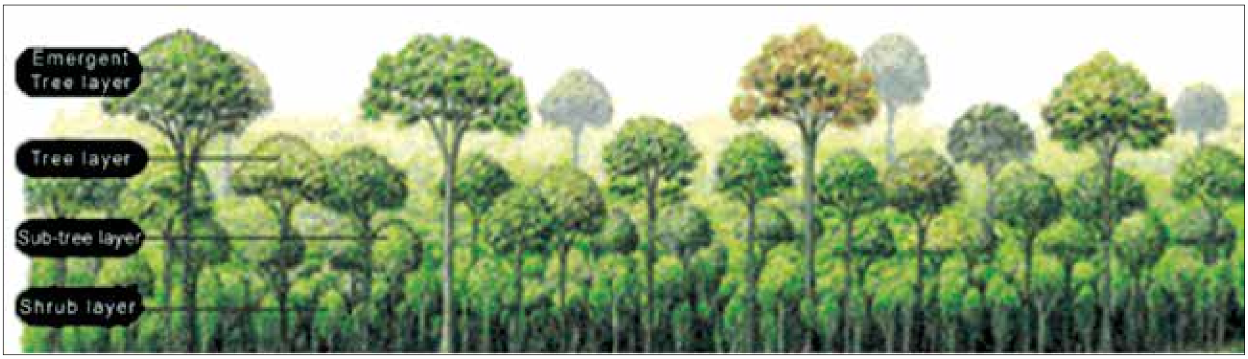
कॉम्प्रेसरने कॅप्चर केला जाऊ शकतो आणि उत्पादनात पुन्हा वापरला जाऊ शकतो. सांडपाणी प्रक्रियांमध्ये, गाळ डायजेस्टरमध्ये सेंद्रिय पदार्थांच्या विघटनातून मिथेन ऊर्जेसाठी कॅप्चर केला जातो.

कार्बन बाजारपेठेत मिथेन कॅप्चर प्रकल्प वारंवार कार्बन क्रेडिटशी जोडले जातात आणि ते व्हेरा व्हीसीएस (व्हेरिफाइड कार्बन स्टँडर्ड), अमेरिकन कार्बन रजिस्ट्री (एसीआर) आणि गोल्ड स्टँडर्ड यांसारख्या मानकांद्वारे प्रमाणित केले जाऊ शकतात.

करार अस्तित्वात आहेत जे वनसंवर्धनाच्या बदल्यात आर्थिक प्रोत्साहन देतात. त्यांचे निरीक्षण ग्लोबल फॉरेस्ट वॉचसारख्या उपग्रह देखरेखीद्वारे केले जाऊ शकते, ड्रोनद्वारे सर्वेक्षण केले जाऊ शकते किंवा कार्बन अकाउंटिंग मॉडेलमध्ये बारकाईने रेकॉर्ड केले जाऊ शकते.

मातीतील कार्बनसंचय

मातीतील कार्बनसंचय ही CO_2 शोषून घेण्याची आणि मातीत साठवण्याची प्रक्रिया आहे, ज्यामुळे मातीचे आरोग्य, पाणीधारणा आणि सुपीकता सुधारते. कारण त्यामुळे



वनसंवर्धन

'वनसंवर्धन' हा सर्वात महत्त्वाच्या कार्बन ऑफसेट प्रकल्पांपैकी एक आहे. जागतिक तापमानवाढीवर मात करण्याची आपली सर्वोत्तम संधी जपण्यासाठी आणि जैवविविधतेचे नुकसान कमी करण्यासाठी आपल्या नैसर्गिक कार्बन सिंकचे संरक्षण करते. ते ऐच्छिक आणि अनुपालन बाजारपेठांमध्ये कार्बन क्रेडिटचे एक महत्त्वपूर्ण मॉडेल बनले आहे.

जंगलांचे संवर्धन करण्यासाठी अनेक पद्धती आहेत, जसे की REDD+ प्रकल्प, जे कायदेशीर चौकटी, देखरेख आणि सामुदायिक सहभागासह असुरक्षित जंगलांचे जंगलतोडीपासून संरक्षण करतात. REDD+ याचा अर्थ 'Reducing Emissions from Deforestation and Forest degradation in developing countries.' याचे एक उत्तम उदाहरण म्हणजे काटिंगन मेंटाया प्रकल्प, जो सुमारे १५७,००० हेक्टर इंडोनेशियन पीटलँड जंगलाचे संवर्धन करतो. मियावाकी पद्धतीनेदेखील जगभर जंगले संवर्धित केली जातात.यात झाडांच्या उंचीनुसार त्याचे चार थर निर्माण केले जातात. अतिउंच, उंच, माध्यम उंचीची आणि ठेंगणी किंवा जमिनीवर पसरणारी हर्ब्ज-श्रब्ज अशा चार थरात झाडांची लागवड करून मियावाकी जंगले निर्माण केली जातात. सामाजिक संघटना किंवा जमीन मालकांमध्ये अनेक संवर्धन

मातीतील सेंद्रिय पदार्थांचे प्रमाण वाढते.

वाढलेला CO_2 मातीतील सूक्ष्मजीवांच्या वाढीस आणि क्रियाकलापांना प्रोत्साहन देतो, पोषक चक्राला मदत करतो, वनस्पतींच्या वाढीस प्रोत्साहन देतो आणि सेंद्रिय पदार्थांचे विघटन करतो. तो केवळ शेतीमुळे नुकसान झालेल्या जमिनीचा पुनर्संचय करत नाही तर मातीत कार्बन शोषून घेतो.

ही पद्धत शाश्वत शेतीशी पूर्णपणे सुसंगत आहे, ज्यामध्ये नो-टिल यात बी पेरणीसाठी नांगरणी-वखरणीची गरज भासत नाही किंवा रिड्युस्ड-टिल ज्यात मातीला कमीत कमी क्षती पोहोचवून पिकांच्या अवशेषांचा वापर करून पीक घेणे अशा शाश्वत शेतीपद्धतींचा समावेश आहे. यामध्ये कव्हर क्रॉपिंग, ॲग्रोफोरेस्ट्री, कंपोस्टिंग आणि व्यवस्थापित चराई यासारख्या पद्धतींचादेखील समावेश आहे, यामुळे सर्व जैवविविधता आणि परिसंस्थांची लवचीकता वाढते, त्याचबरोबर मातीची

कार्बन दीर्घकालीन साठवण्याची क्षमता वाढते.

स्वच्छ स्टोव्ह

सामान्य कूकरच्या तुलनेत, स्वच्छ कूकस्टोव्ह हा एक आधुनिक पर्याय आहे जो विशेषतः इंधन कार्यक्षमतेने आणि कमी प्रदूषणासह जाळण्यासाठी डिझाइन केलेला आहे. हे सुधारित ज्वलन कार्यक्षमता, थर्मल रिटेन्शन, इंधन पर्याय आणि सौर ऊर्जा वापरून साध्य करता येते.

परिणामी, कमी CO_2, ब्लॅक कार्बन आणि मिथेन उत्सर्जन होते आणि वापरकर्त्यांना घरातील प्रदूषणाचा सामना करावा लागत नाही. इंधनाचा खर्च कमी होतो, लाकूड कमी लागते, लाकूड गोळा करण्यासाठी कमी वेळ लागतो आणि जंगलतोड कमी होते. काही प्रकारांमध्ये ते लाकूड आणि कोळशासारख्या बायोमास इंधनांचा किंवा कोळसा आणि रॉकेलसारख्या इतर प्रदूषणकारी इंधनांचा वापर पूर्णपणे वगळतात.

यूकेमध्ये, मानक हॉब्स आणि ओव्हन टॉप्स ही उपकरणे सामान्यतः मुख्य गॅस किंवा विजेद्वारे चालवली जातात, तर स्वच्छ कूकस्टोव्हमध्ये प्रक्रिया केलेले बायोमास, बायोगॅस, इथेनॉल किंवा सौर ऊर्जा यासारख्या पर्यायी इंधनांचा वापर केला जातो.

केनियासारख्या विकसनशील देशात तीन दगडी शेकोटी आणि हैतीमध्ये कोळशाच्या शेकोटीसारख्या अकार्यक्षम, प्रदूषणकारी पद्धतींची जागा स्वच्छ स्टोव्हने घेतली आहे. त्यामुळे कार्बन क्रेडिट मिळतात.

कंपन्या स्वच्छ कूकस्टोव्ह क्रेडिट खरेदी करतात तेव्हा त्या कार्बनउत्सर्जनाचे प्रमाण ऑफसेट करतात आणि पैसे प्रकल्प विकासकांना जातात. यात स्टोव्ह वितरणासाठी निधी, लॉजिस्टिक्स, उत्पादन आणि सामुदायिक प्रशिक्षण यांचा समावेश होतो. 'बर्न मॅन्युफॅक्चरिंग' ही एक उत्तम स्वच्छ कूकस्टोव्ह डेव्हलपर आहे, जी आफ्रिकेतील सर्वात मोठी कूकस्टोव्ह उत्पादक कंपनी आहे आणि २१ देशांमध्ये कार्यरत आहे.

सर्वात प्रभावी कार्बन ऑफसेट प्रकल्प : बायोचार उत्पादन

यशस्वी कार्बन ऑफसेट प्रकल्पाचे एक उदाहरण म्हणजे बायोचार उत्पादन. बायोचार, जैविक कचरा आणि कोळसा एकत्र करून तयार केले जाते. हा जिवंत कोळसा एक सेंद्रिय, शाश्वत स्रोत आहे जो मातीच्या आरोग्यासाठी फायदेशीर ठरतो आणि मोठ्या प्रमाणात कार्बन शोषून घेऊ शकतो.

हे तंत्र २,५०० वर्षांहून अधिक जुने आहे. दक्षिण अमेरिकेतील अमेझॉन बेसिनमधील स्थानिक लोकांनी निरोगी मातीसाठी पुरातन काळापासून वापरल्याची नोंद आहे.

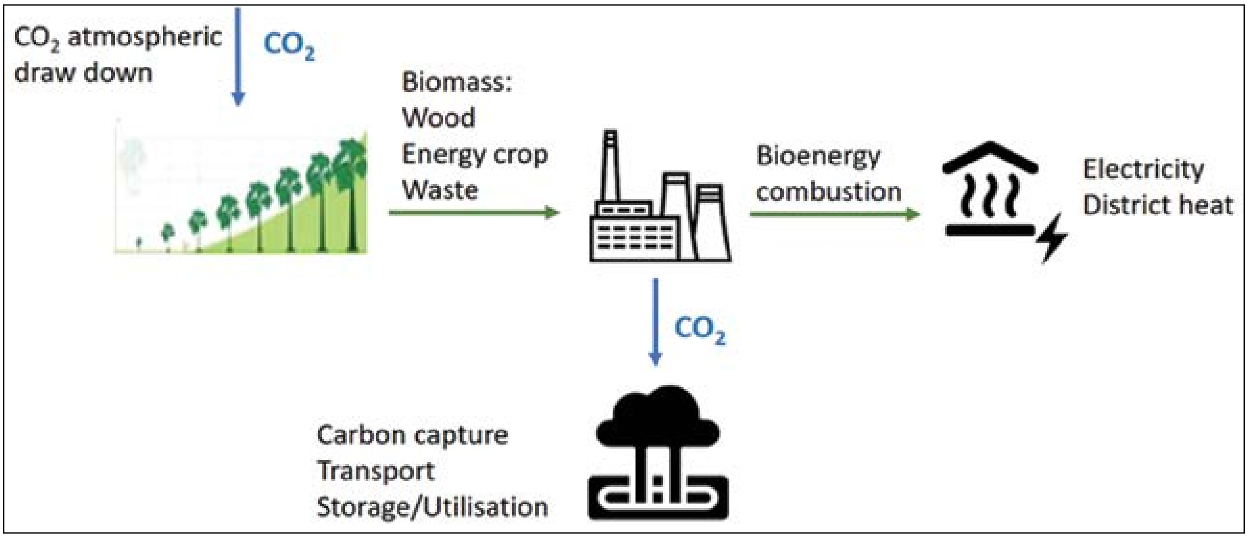
लागवडीपूर्वी किंवा माती तयार करताना बायोचार जमिनीत मिसळले जाते, ज्यामुळे माती सुपीक, निरोगी आणि वनस्पतींच्या आरोग्यासाठी पोषक तत्त्वांचे उच्च प्रमाण टिकवून ठेवण्यास सक्षम बनते.

प्रत्येक टन बायोचार सुमारे २-३ टन CO_2 शोषून घेण्यास सक्षम आहे आणि Puro.earth आणि Carbon Direct यांसारख्या प्लॅटफॉर्मवर बायोचार कार्बन क्रेडिट १८५ डॉलर्स प्रती टन CO_2 कमी करणे या दराने विकले जात आहेत.

कार्बन कॅप्चर अँड स्टोरेज

आणखी एक उत्तम उदाहरण म्हणजे 'बायोएनर्जी विथ कार्बन कॅप्चर अँड स्टोरेज' (BECCS). हे सह जैवऊर्जा (BE) उत्पादन आणि कार्बन कॅप्चर अँड स्टोरेज (CCS) यांना एकत्रित करून केले जाते. हे केवळ अक्षय ऊर्जा निर्माण करत नाही तर ते सक्रियपणे CO_2 देखील काढून टाकते, एकाच वेळी हवामान आणि ऊर्जा उद्दिष्टांना संबोधित करते.

यामध्ये शेतीचे अवशेष किंवा लाकूड यासारखे बायोम इस गोळा केले जाते. ते वाढीदरम्यान CO_2 शोषून घेतात. नंतर ते कापले जाते आणि जाळून (आणि कधीकधी गॅसिफिकेशन किंवा किण्वन) जैवऊर्जेत रूपांतरित केले जाते, ज्याद्वारे ते वीजनिर्मिती किंवा जैवइंधन तयार करण्यासाठी वापरले जाऊ शकते.



BECCS प्रकल्प हे पॉवर प्लांटसारखे असू शकतात, ज्यामध्ये बायोमास जाळण्यासाठी ज्वलन कक्ष किंवा बॉयलर, एक्झॉस्ट वायू आणि CO_2 वेगळे करण्यासाठी टॉवर किंवा कॉलमच्या स्वरूपात कार्बन कॅप्चर युनिटे, तसेच स्टोरेजसाठी कॉम्प्रेशन उपकरणे किंवा पाइपलाइन असू शकतात.

यूके कार्बन ऑफसेटिंग योजना

यूके आणि यूएसए सरकारे हवामान धोरणांसाठी BECCS ला निधी देतात, IPCC (इंटरगव्हर्नमेंटल पॅनेल ऑन क्लायमेट चेंज) यांसारख्या संघटनांनी जागतिक तापमानवाढ मर्यादित करण्यासाठी एक संभाव्य साधन म्हणून ते ओळखले आहे.

शिवाय, नॉर्दर्न एंड्युरन्स पार्टनरशिप (NEP) इंग्लंडच्या उत्तरेकडील भागात कार्बन कॅप्चर आणि स्टोरेजवर (CCS) लक्ष केंद्रित करते, ज्यामध्ये दरवर्षी ४ दशलक्ष टन कार्बन डायऑक्साइड कायमस्वरूपी साठवण्याची योजना आहे.

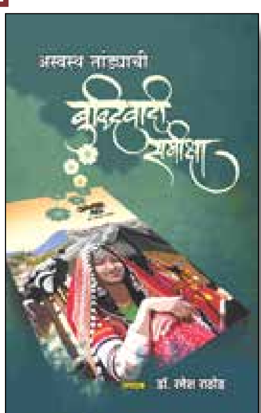
अनिवार्य विरुद्ध ऐच्छिक ऑफसेटिंग योजना

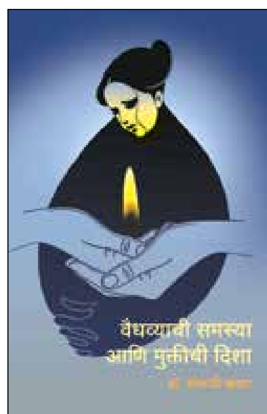
नियामक किंवा सरकारी आवश्यकता पूर्ण करताना कंपन्या आणि व्यक्तींनी अनिवार्य कार्बन ऑफसेटिंग योजना हाती घेतल्या पाहिजेत. उदाहरणार्थ, EU ETS. या उत्सर्जन व्यापार योजना काही कंपन्यांना उत्सर्जन कमी करण्यासाठी किंवा ऑफसेट करण्यासाठी खरेदी करणे अनिवार्य असते.

दुसरीकडे, ऐच्छिक कार्बन ऑफसेटिंग योजना पर्यायी आहेत, जिथे संस्था आणि कंपन्या व्हेराच्या व्हीसीएस (व्हेरिफाइड कार्बन स्टँडर्ड) यासारख्या कॉर्पोरेट शाश्वतता लक्ष्यांना पूर्ण करण्यासाठी उत्सर्जन ऑफसेट करण्याचा निर्णय घेऊ शकतात.

– डॉ. रंजन गर्गे
अध्यक्ष, मराठी विज्ञान परिषद. औरंगाबाद विभाग.
ranjan.garge@gmail.com

॥ग्रंथाली॥


अस्वस्थ तांड्याची
बुद्धिवादी समीक्षा
संपादक
डॉ. रमेश राठोड
मूल्य २०० रुपये
सवलतीत १२० रुपये
टपालखर्च ५० रु.

वैधव्याची समस्या
डॉ. संभाजी खराट
मूल्य ३०० रुपये
सवलतीत १८० रुपये
टपालखर्च ५० रु.


अनघा शिराळकर

स्किझोफ्रेनिया : दुभंगलेली मनःस्थिती

स्किझोफ्रेनिया या शब्दाची निर्मिती १९१०मध्ये स्वित्झर्लंडचे मानसोपचारतज्ज्ञ डॉ. पॉल युजेन ब्लेउलर यांनी केली. स्किझोफ्रेनिया याचा शब्दश: अर्थ आहे मनाचे दुभंगणे. स्किझोफ्रेनिया ही एक मानसिक अवस्था आहे जिच्यामध्ये रूग्णाचा विचार, कृती आणि भावना यांच्यामधील समन्वय बिघडतो. स्किझोफ्रेनिया हा आजार साधारणपणे १५ ते २८ या वयामध्ये सुरू होतो. स्त्रियांपेक्षा पुरुषांमध्ये या आजाराचे प्रमाण जास्त आढळून येते. शिवाय पुरुषांमध्ये स्किझोफ्रेनियाची सुरुवात लवकर होऊन त्यांच्यातील या आजाराची लक्षणे तीव्र स्वरूपाची होऊन तो विकोपाला जातो. पुरुष रुग्ण पूर्णपणे बरे होण्याचे प्रमाण स्त्री रुग्णांच्या मानाने फार कमी असते. या आजाराची लक्षणे तरुण वयाच्या सुरवातीला हळूहळू दिसायला लागतात व ती वाढत जातात. रूग्णांच्या वर्तणुकीवरून व मानसोपचारतज्ज्ञांच्या मदतीने आजाराचे निदान होते. स्किझोफ्रेनिया आजाराच्या त्रासाला लाखो रुग्णांना तसेच त्यांच्या कुटुंबीयांना तोंड द्यावे लागते.

अठराव्या शतकाच्या शेवटच्या दशकापर्यंत फ्रान्समधील मानसिक आजाराच्या रुग्णांना पॅरिसच्या बाहेर बिसेटर नावाच्या रुग्णालयात बांधून ठेवले जात असे. २४ मे १७९२ या दिवसापासून फिलीप पिनेल या फ्रेंच वैद्यकीय चिकित्सकांनी (फिजिशियन) अशा रुग्णांना या बंधनातून मुक्त केले. या घटनेचे स्मरण म्हणून २४ मे हा दिवस दरवर्षी जागतिक स्किझोफ्रेनिया दिवस म्हणून पाळला जातो. डॉ. पिनेल यांची ही कृती मानसिक रुग्णांना माणुसकीच्या दृष्टिकोनातून वरदान ठरलेली आहे. योग्य उपचारांनी मानसिक रुग्ण बरे होऊ शकतात व ते सर्वसामान्यांप्रमाणे जीवन जगू शकतात असा विश्वास डॉ. पिनेल यांनी निर्माण केला.

जागतिक आरोग्य संघटनेच्या (WHO) नोंदींनुसार जगभरात स्किझोफ्रेनियाच्या रुग्णांची संख्या २.१० कोटींपेक्षा जास्त आहे. त्यांच्या बाबतीत समाजामध्ये असलेले गैरसमज व अंधश्रद्धा दूर करून योग्य उपचार व समुपदेशन याद्वारे या आजारावर मात करता येते या संदेशाचा प्रसार सर्वत्र करणे हा मुख्य उद्देश स्किझोफ्रेनिया दिवस जागतिक स्तरावर पाळण्यामागे आहे. मानसिक आरोग्य संस्था (Mental Health Foundation) आणि जागतिक आरोग्य संघटना यांचे या आजारावर मात करण्यासाठीचे मार्गदर्शन व कार्य मोलाचे आहे. यामध्ये स्किझोफ्रेनिया या आजाराची कारणे, लक्षणे, प्रतिबंध आणि उपचार यावर संशोधन करण्यासाठी प्रोत्साहन दिले जाते. स्किझोफ्रेनिया या आजाराबद्दल एक सर्वसामान्य गैरसमज आहे तो म्हणजे या आजाराचे रुग्ण बहुव्यक्तिमत्त्व (split personality) असणारे असतात, ज्यामध्ये रूग्णाची दोन किंवा अधिक स्वतंत्र व्यक्तिमत्त्वे निर्माण होतात. पण हे खरे नसून इतर सर्वसामान्यांप्रमाणेच स्किझोफ्रेनियाच्या रुग्णांचेही एकच व्यक्तिमत्त्व असते. फक्त त्यांची विचारशक्ती क्षीण झालेली असते, ते गोंधळलेल्या मन:स्थितीत असतात व त्यांना विविध प्रकारचे भ्रम होत असतात.

स्किझोफ्रेनिया आजाराची लक्षणे

स्किझोफ्रेनियाच्या रुग्णांमध्ये मानसिक भ्रम निर्माण होतो ज्यामध्ये ऐकणे, पाहणे आणि परिस्थिती जाणून घेणे, माहितीचे आकलन होणे हे सर्व बंद होते. मानसिक गोंधळ होतो. ज्या गोष्टी खऱ्या नाहीत त्या खऱ्या वाटायला लागतात आणि त्यावर ठामपणे विश्वास ठेवला जातो. विचारांमध्ये व बोलण्यामध्ये सुसंगती नसते. दिसण्यात-वागण्यात व शारीरिक हालचालींमध्ये अव्यवस्थितपणा असतो. निरुत्साही व भावनाशून्य वर्तणूक असते. मनाची एकाग्रतता होत नसल्याने निर्णय घेण्याची क्षमता नष्ट होते.

स्किझोफ्रेनिया हा आजार अचानक उद्‌भवतो किंवा हळूहळू दिसायला लागून तो वाढत जातो. ७५ टक्के रुग्णांचा आजार प्रारंभिक अवस्थेतून पुढे वाढत जातो. या प्रारंभिक अवस्थेतच रुग्ण हळूहळू अभ्यासात मागे पडतो, इतरांमध्ये मिसळणे टाळायला लागतो व मानसिक आजाराला बळी पडतो.

स्किझोफ्रेनिया होण्याची कारणे

स्किझोफ्रेनिया या आजाराची कारणमीमांसा केल्यास तो एक अतिशय जटिल विकार असून त्याला अनेक घटक कारणीभूत आहेत असे दिसून येते.

आनुवंशिकता – आई, वडील, भावंडे यांसारख्या रक्ताच्या नात्यात स्किझोफ्रेनिया झालेली व्यक्ती असेल तर त्या कुटुंबात स्किझोफ्रेनियाचे रुग्ण निर्माण होण्याची शक्यता जास्त असते. गर्भाच्या मेंदूच्या वाढीमध्ये येणाऱ्या अडथळ्यांमुळे बालक जन्माला आल्यानंतर त्याची वाढ सामान्य होत नाही. त्यातच इतर पर्यावरणीय बाह्य घटकांच्या प्रभावामुळे या आजाराच्या तीव्रतेत वाढ होते.

मेंदूतील रसायने – मज्जातंतूंच्या पेशींमधून रासायनिक संदेश एका पेशीतून दुसऱ्या पेशीकडे पोहोचवण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या रसायनांना संदेशवाहक (न्यूरोट्रान्समीटर) म्हणतात. या संदेशवाहक रसायनांच्या प्रमाणात बदल होऊन त्यांचा समतोल बिघडतो. डोपामाईन आणि सिरोटोनिन या दोन महत्त्वाच्या रसायनांचा असमतोल स्किझोफ्रेनिया आजारास कारणीभूत ठरतो.

काही महिलांमध्ये इस्ट्रोजेन या संप्रेरकामुळे रजोनिवृत्तीच्या काही काळ आधी (प्री-मेनोपॉज) मेंदूतील डोपामाईन या रसायनाचा समतोल बिघडून स्किझोफ्रेनिया आजाराची लक्षणे दिसू लागतात. योग्य उपचारांनी हा आजार बरा होतो.

मेंदूमध्ये रचनात्मक बदल – मेंदूतील हिप्पोकँपस हा भाग शिकणे, माहिती साठवणे, लघु व दीर्घ काळासाठीची स्मृती जपणे, तसेच सजग राहणे इत्यादींमध्ये महत्त्वाची भूमिका बजावत असतो. हिप्पोकँपसच्या बरोबरीने प्रमस्तिष्क बाह्यक (सेरेब्रल कॉर्टेक्स) ज्याला ग्रे मॅटर म्हणतात तो भाग विचार करणे, समस्येचे निराकरण करणे, ज्ञानाचे आकलन होणे इत्यादी उच्च पातळीवरील कामे करत असतो. स्किझोफ्रेनिया या रुग्णांमध्ये मेंदूतील हिप्पोकँपस व सेरेब्रल कॉर्टेक्स या भागातील रचनेत बिघाड झालेला असतो.

पर्यावरणीय घटक – बालपणी झालेला आघात व अति-प्रमाणातील ताणतणाव स्किझोफ्रेनिया होण्यास कारणीभूत होतात. तसेच गरोदर स्त्रियांमध्ये लठ्ठपणा, मानसिक ताण, कुपोषण, विषाणूंचा प्रादुर्भाव इत्यादी समस्या असतील तर अशा स्त्रियांच्या बालकांमध्ये स्किझोफ्रेनिया होण्याची शक्यता जास्त असते. जन्मापूर्वी आणि जन्मानंतर निर्माण झालेली गुंतागुंतही बालकाला स्किझोफ्रेनिया होण्यास कारणीभूत ठरते. या कारणांमुळे होणाऱ्या स्किझोफ्रेनियावर औषधोपचार काम करत नाहीत. कुटुंबातील सदस्यांनी रुग्णांची योग्य ती काळजी घेणे एवढेच हातात राहते.

रोगप्रतिकारकशक्तीमध्ये बाधा – काही रुग्णांमध्ये 'ऑटोइम्युन एन्सेफलायटीस' ही स्थिती निर्माण होते. यामध्ये शरीराची रोगप्रतिकारप्रणाली चुकून मेंदूच्या पेशींवर हल्ला करते. यामुळे मेंदूला सूज येऊन विविध समस्या निर्माण होऊन स्किझोफ्रेनिया होण्याची शक्यता वाढते.

अशा रुग्णांमध्ये इतर मनोकायिक विकार दिसून येतात. छांदिष्ट सत्याग्रही विकार, चिंता विकार, निद्रा विकार, स्वमग्नता, अपस्मार, स्नायूंची अनियंत्रित हालचाल हे मनोविकार आणि मधुमेह, अनियमित रक्तदाब, हृदयविकार, रोगप्रतिकारकता, चयापचयात बिघाड, थायरॉईड, विस्मरण यांसारखे शारीरिक विकार आढळून येतात.

औषधोपचार – स्किझोफ्रेनिया आजारावरील उपचार मानसिक व शारीरिक लक्षणांप्रमाणे करावे लागतात. अत्याधुनिक तंत्रज्ञानाने मेंदूतील विकारांचे प्रमाण व विश्लेषण केले जाते. त्यानुसार मनोविकारविरोधक औषधांनी मानसिक भ्रम व विस्कळीत विचारशक्तीवर उपाय केले जातात. संज्ञानात्मक वर्तणूक उपचाराचा (Cognitive Behavioural Therapy) चांगला उपयोग होतो. हा एक संरचित आणि ध्येयकेंद्रित मानसोपचार आहे, जो रुग्णांना त्यांच्या विचार आणि वर्तन यामधील नकारात्मकता आणि हानिकारकता ओळखण्यास व बदलण्यास मदत करतो. यामध्ये मानसशास्त्रज्ञ रुग्णांना समुपदेशन करून त्यांच्या विचारांना आणि वर्तनाला सुधारण्याचा प्रयत्न करतात. यामध्ये रुग्णाबरोबर त्यांच्या कुटुंबीयांचेही समुपदेशन केले जाते. बऱ्याच रुग्णांमध्ये हा उपचार प्रभावी ठरला आहे.

ऑटोइम्युन एन्सेफलायटीसमुळे झालेल्या स्किझोफ्रेनिया या आजारामध्ये कॉरटिकोस्टिरॉईड या प्रतिकारशक्तीवरील औषधांचा वापर करावा लागतो तसेच रक्तातील द्रव भाग (प्लाझ्मा) पूर्णपणे बदलावा लागतो.

इतर शारीरिक आजारांवर लक्षणे व त्यांच्या तीव्रतेनुसार औषधोपचार केले जातात.

राहणीमानात बदल – नियमित व्यायाम, सकस व योग्य आहार, ताणाचे व्यवस्थापन आणि सकारात्मक विचार या सर्वांचा उपयोग रुग्णांमध्ये सकारात्मक बदल घडवून आणतात.

रुग्णांचे पुनर्वसन – औषधोपचार व समुपदेशन यांच्याबरोबर कौशल्यनिर्मिती व विकासप्रशिक्षण यांचा उपयोग बऱ्याच रुग्णांना त्यांचे रहाणीमान सुधारून ते सामान्य होण्यास मदत होते.

आधारगट – स्किझोफ्रेनिया रुग्ण व त्यांच्या कुटुंबीयांनी एकत्र येऊन तयार केलेला गट, अनुभव व उपाय याबद्दलच्या माहितीची देवाणघेवाण एकमेकांना मानसिक व शारीरिक आधार देण्यास उपयुक्त ठरतात.

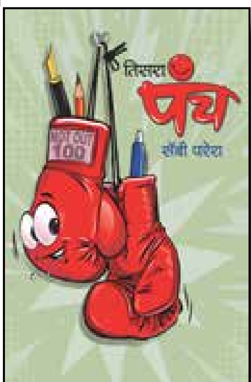
वेळीच हस्तक्षेप, प्रतिबंध व निवारण

स्किझोफ्रेनिया या आजाराची लक्षणे दिसायला लागताच हा आजार बरा होऊ शकतो असा सकारात्मक विचार ठेवून रुग्णांना मानसिक आधार देऊन तातडीने औषधोपचार सुरू केल्यास आजार विकोपाला जाण्यापासून रोखता येतो. रुग्णाच्या मनावरील ताण व दडपण कमी करणे, रुग्णाचा तिरस्कार टाळणे, तसेच स्त्रियांची गरोदरपणी काळजी घेणे हेही तितकेच महत्त्वाचे असते. कुटुंबातील सदस्यांनी तज्ज्ञांशी चर्चा करून स्किझोफ्रेनिया आजाराची, त्यावरील उपचारांची, आहाराची, व्यायामाची व रुग्णाला हाताळण्यासंबंधीची संपूर्ण माहिती करून घेणे महत्त्वाचे असते.

भारतातील अनेक मोठ्या शहरांमध्ये स्किझोफ्रेनियाच्या रुग्णांची सर्वतोपरी काळजी घेणारी व उपचार करणारी पुनर्वसन केंद्रे उपलब्ध आहेत. वेळीच योग्य उपचार, समुपदेशन व आधार यांनी स्किझोफ्रेनियाचे रुग्ण बरे होऊन ते सामान्य जीवन जगू शकतात हाच स्किझोफ्रेनिया दिवसाचा मुख्य संदेश आहे. त्यासाठी जनतेमध्ये या आजाराबद्दलची जनजागृती होणे आणि देशाच्या अनेक भागात या रुग्णांची काळजी घेणारी तसेच उपचार करून त्यांचे पुनर्वसन करणारी केंद्रे निर्माण होणे आवश्यक आहे.

– अनघा शिराळकर
anaghashiralkar@gmail.com

॥ग्रंथाली॥



तिसरा पंच

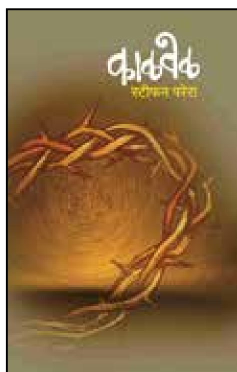
सॅबी परेरा

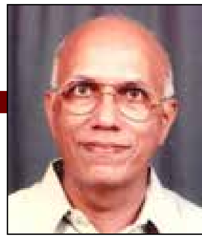
मूल्य २५० रु.
सवलतीत १५० रुपये.
टपालखर्च ५० रु.

काळवेळ

स्टीफन परेरा

मूल्य २५० रु.
सवलतीत १५० रुपये.
टपालखर्च ५० रु.





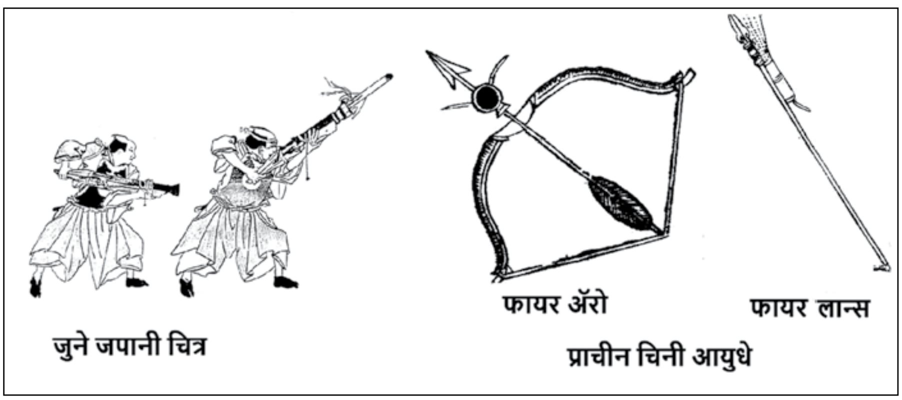
आनंद घारे

अग्निबाण (रॉकेट)

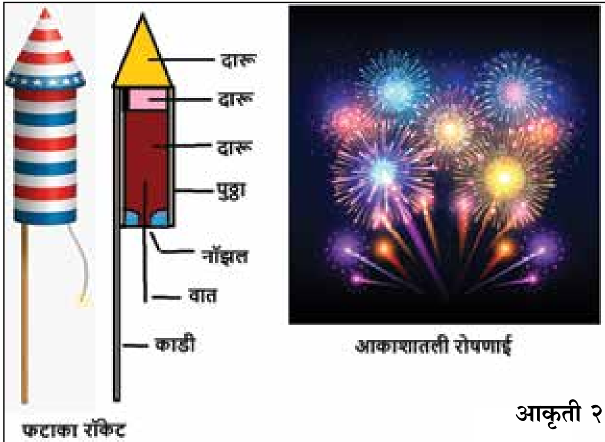
धनुष्यातून सोडलेल्या बाणासारखे रॉकेटसुद्धा सूंऽऽऽ करत वेगाने सरळ समोर झेपावते आणि ते अग्नीच्या बलाने जाते म्हणून रॉकेट या शब्दाला 'अग्निबाण' हा मराठी प्रतिशब्द दिला गेला असावा. खरे तर इंग्रजी भाषेतला रॉकेट हा शब्दच आजकाल अधिक प्रचलित आहे. तसेच, याच्या संबंधात मिळणारी बहुतेक माहिती इंग्रजीतूनच घेतली असल्यामुळे त्याला या लेखात रॉकेट म्हणणेच सोयीचे असेल. अग्निबाणांचा किंवा रॉकेटचा उपयोग मुख्यतः तीन प्रकारे केला जातो, मनोरंजन, आयुध, वाहन. या प्रकारांचा इतिहास आणि त्यात होत गेलेली प्रगती यांचा थोडक्यात आढावा घेण्याचा प्रयत्न या लेखात केला आहे.

विमानाचा शोध फक्त शंभर-सव्वाशे वर्षांपूर्वीच लागला असला तरी रॉकेटचा इतिहास खूप जुना आहे. सुमारे हजार-बाराशे वर्षांपूर्वी चिनी लोकांनी गनपावडर (बारुद किंवा स्फोटक दारू) तयार करण्याचा शोध लावला. कोळसा, गंधक आणि सॉल्टपीटर नावाचे खनिज यांना कुटून एकत्र करून त्यात थोडासा मधासारखा चिकट पदार्थ मिसळून त्याचे गोळे केले तर ते एक प्रकारचे ज्वालाग्राही पदार्थ किंवा मंद विस्फोटक होतात. त्यांना पेटवले तर ते काडेपेटीतल्या काडीसारखे स्वतः लगेच भडकतात आणि दुसऱ्या पदार्थांना आगी लावू शकतात. असे गोळे बाणाला लावून धनुष्यामधून सोडता येणारे फायर ॲरोज (अग्निबाण?) आणि भाल्याला बांधून फेकता येणारे फायर लान्सेस तयार करून त्यांचा काही युद्धांमध्ये उपयोग करण्यात आला. (आकृती-१) बांबूमध्ये किंवा नळकांड्यांमध्ये हे मिश्रण भरून उडवता येणारी रॉकेटही तयार झाली आणि काही प्रमाणात वापरली गेली. पण ती कदाचित मनोरंजनासाठीही असावीत.

प्राचीन काळातले चिनी लोकसुद्धा ज्वालाग्राही आणि स्फोटक पदार्थांपासून तयार केले जाणारे फटाके आणि रॉकेट यांचा उपयोग गंमत, मनोरंजन आणि उत्सवातला जल्लोश यासाठी करत होते. त्याचे लोण युरोपीयन लोकांमध्ये पसरले आणि ते लोक नववर्ष, ख्रिसमस यासारखे सण फटाके उडवून साजरा करायला लागले. आजसुद्धा नववर्षाचे स्वागत आणि स्वातंत्र्यदिवस अशा समारंभात असंख्य रॉकेट हवेत उडवून नेत्रदीपक असे फायरवर्क केले जाते. त्यातील रॉकेटचे अनेक भाग असतात आणि रॉकेट हवेत उंच उडल्यानंतर त्यांचे स्फोट होऊन रंगीबेरंगी चमकत्या कणांचा प्रचंड वर्षाव करतात. आपल्याकडेही आजकाल लग्नाची वरात असू दे किंवा गणपती किंवा देवीच्या मूर्तींच्या विसर्जनाची मिरवणूक असू दे, त्यात भरपूर फटाके आणि रॉकेट हवेतच. दिवाळी तर आता मुख्यतः फटाक्यांचाच उत्सव झाला आहे.



रॉकेट – आकृती १



आकृती २

दिवाळीतल्या फटाक्यांमधले रॉकेट (आकृती-२) हे आपल्या ओळखीचे असणारे रॉकेटचे प्राथमिक रूप असते. त्यात भरलेल्या दारूमध्ये ज्वलनशील पदार्थ आणि प्राणवायूचा पुरवठा करणारी रसायने यांचे मिश्रण असते. या रॉकेटची वात पेटवल्यानंतर वातीमधून ती आग या मिश्रणापर्यंत जाते आणि त्याचे क्षणार्धात ज्वलन होऊन त्यातून कार्बन डायॉक्साइड, सल्फर डायॉक्साइड यांच्यासारखे खूप आकारमान असलेले वायुरूप पदार्थ तयार होतात. रॉकेटच्या छोट्याशा पण भक्कम अशा पुठ्ठ्याच्या नळकांडीमध्ये ते कोंडले गेल्यामुळे त्यांचा दाब वाढत जातो. नॉझलच्या अरुंद वाटेने या वायूंचा झोत वेगाने बाहेर पडतो आणि त्याची प्रतिक्रिया त्या रॉकेटला विरुद्ध दिशेने म्हणजेच वरच्या बाजूला वेगाने फेकण्यात होते. रॉकेटला जोडलेल्या लांब काडीमुळे त्याला एक दिशा मिळते आणि त्या दिशेने तो वर उडतो आणि हवेत झेपावतो. साध्या फटाक्यामध्ये या वायूला बाहेर पडायला वाट न मिळाल्यामुळे त्याचा दाब वाढत जातो आणि कागदी कवचाच्या चिंध्या उडवून तो बाहेर पडतो. त्याचा मोठा धमाका होतो. आजकाल मिळणाऱ्या रॉकेटांची रचना विशिष्ट प्रकाराने केलेली असते. त्यात अनेक कप्पे असतात. सर्वात खाली ठेवलेला कप्पा रॉकेटला उंच उडवतो. आकाशात गेल्यानंतर इतर कप्प्यांतील स्फोटकांचा स्फोट होतो, त्याचा मोठा आवाज येतो आणि त्या कप्प्यात ठेवलेली रंगीत भुकटी पेट घेऊन सगळ्या बाजूंना पसरते. यामुळे आकाशातून रंगीत ठिणग्यांची असंख्य फुले पडत असल्याचे मनोहारी दृष्य दिसते.

चिनी लोकांचे गनपॉवडर तयार करायचे तंत्र मंगोलांच्या मार्फत मध्य आशियातल्या तुर्क लोकांना मिळाले आणि त्यांच्याकडून ते युरोपीय लोकांनी शिकून घेतले. पुढील काळात त्यांनी त्यात इतर निरनिराळ्या ज्वालाग्राही रसायनांची भर घालून त्यातून अधिकाधिक विध्वंसक दारूगोळे बनवले, तसेच निरनिराळ्या धातूंच्या तोफा आणि बंदुका तयार केल्या आणि त्यांचा उपयोग करून दूरवर जोरदार मारा करण्याचे तंत्र विकसित होत गेले. अशा नव्या प्रकारच्या शस्त्रांचा उपयोग करून आक्रमकांनी अनेक लढाया जिंकल्या आणि आपल्या सत्ता दूरवर पसरवल्या.

युरोपमधल्या पुनर्जागरणाच्या काळानंतर (Renaissance) तिथे विज्ञान आणि तंत्रज्ञानाच्या क्षेत्रांमध्ये प्रचंड वेगाने प्रगती झाली, अनेक प्रयोगशाळा आणि कारखाने सुरू झाले आणि त्यात निरनिराळे धातू, मिश्रधातू, रसायने वगैरे गोष्टी मोठ्या प्रमाणावर तयार होऊ लागल्या. त्यातून तयार होत गेलेल्या अधिकाधिक शक्तिशाली आयुधांमुळे त्यांचे सैनिकी सामर्थ्य वाढत गेले. काही युरोपीय लोकांनी रॉकेटही तयार केली आणि ते आपापसामधल्या युद्धांमध्ये त्यांचा वापर करत राहिले. अमेरिकन स्वातंत्र्यसैनिकांनी ब्रिटिश सैन्याविरुद्ध केलेल्या स्वातंत्र्ययुद्धामध्ये दोन्ही बाजूंनी रॉकेटचा उपयोग केला गेला होता. मैसूरचा सुलतान हैदर अली आणि त्याचा मुलगा टिपू सुलतान यांनी भारतीय बनावटीची रॉकेट तयार केली, त्यात लोखंडाच्या नळकांडीमध्ये गनपावडर भरलेली असे. इंग्रजांच्या विरुद्ध झालेल्या लढायांमध्ये त्यांचा वापर केला गेला. (आकृती-३) दुरून सोडलेल्या आणि अचानक जवळ येऊन पडून भडकणाऱ्या या रॉकेटची आग आणि

भारतातल्या युद्धात रॉकेटचा पहिला वापर आकृती ३

स्फोटाचा मोठा आवाज यामुळे शत्रूच्या सैन्यातले हत्ती, घोडे घाबरून बिथरत आणि इकडेतिकडे पळायला लागत, त्याच वेळी मुख्य सैन्याने त्यांच्यावर हल्ला चढवला तर ते ती लढाई जिंकू शकत. अशा प्रकारे रॉकेटचे काम मुख्य सैन्याला साहाय्य करण्याचे असे. पण रॉकेट तयार करायला खूप सामग्री लागते, त्याला बराच खर्च येतो आणि रॉकेट एकदा उडवले की नष्ट होऊन जाते, ते पुन्हा वापरता येत नाही, त्याचा मारा अचूक नसतो, अशा कारणांमुळे पूर्वीच्या काळात त्यांचा उपयोग केला तरी तो मर्यादित प्रमाणावर केला जाऊ शकत असे. पहिल्या महायुद्धाच्या काळापर्यंत बहुतेक युद्धांमध्ये रॉकेटपेक्षा तोफांचाच जास्त वापर केला जात असे. त्यानंतर रॉकेटच्या शास्त्रात खूप प्रगती झाली असल्यामुळे अलीकडल्या लढायांमध्ये मात्र रॉकेटचे सुधारलेले रूप असलेले मिसाइल हे मुख्य शस्त्र झाले आहे.

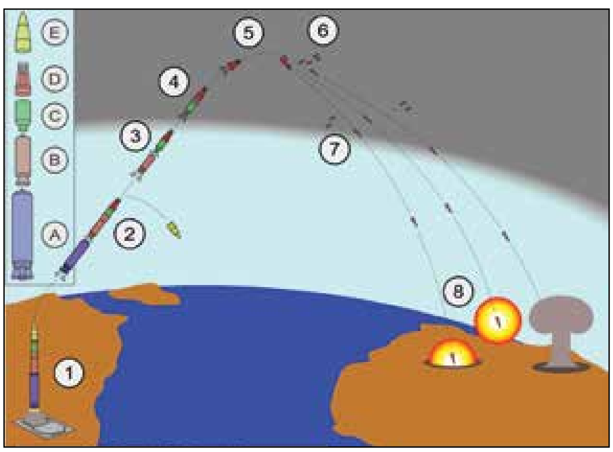
बंदुका, तोफा आणि रॉकेट या गनपॉवडरचा उपयोग करून चालवायच्या तिन्ही शस्त्रांचा उपयोग दुरून शत्रूवर मारा करण्यासाठी केला जातो. त्यांचा पल्ला आणि विध्वंस करण्याची क्षमता यात मोठा फरक असतो. या तिन्हींमध्ये सुधारणा होतच गेल्या आणि अजून होत राहिल्या आहेत. एका वेळी एकच गोळी मारणाऱ्या बंदुकांच्या जागी धडाधडा गोळ्या मारणाऱ्या मशीनगन आल्या. अधिकाधिक दूरवर मारा करून प्रचंड विध्वंस करणाऱ्या तोफा तयार होत गेल्या, तसेच रॉकेटच्या बाबतीत क्रांतिकारक बदल होत गेले. युद्धात डागलेले तोफांचे गोळे किंवा रॉकेट यांचा मारा करताना ते जिथे पडतील तिथे विध्वंस करू शकतात, पण युद्धात जिंकलेला प्रदेश आपल्या ताब्यात घेण्यासाठी किंवा आक्रमकांना रोखण्यासाठी तिथे सैनिकांनीच लढायला पाहिजे. त्यांच्यासाठी बंदुका बाळगणे अपरिहार्य असते. तोफेच्या नळीतून गोळा बाहेर फेकण्यासाठी त्या नळीतच स्फोटकांचा स्फोट होऊन खूप मोठा दाब निर्माण होतो, त्या धक्क्याने एका दिशेने गोळा दूरवर फेकला जातो तर तोफेलासुद्धा मागे ढकलणारा तितकाच मोठा धक्का बसतो. तो रिकॉइल सहन करण्यासाठी तोफ खूप जाडजूड आणि वजनदार केलेली असते. किल्ल्यांवर संरक्षणासाठी ठेवलेल्या तोफा एका जागी ठेवलेल्या असतात, पण रणांगणावर नेण्यासाठी त्यांना एक मजबूत गाडा पाहिजे. पूर्वीच्या काळात त्यांना ओढून नेले जात असे. पहिल्या महायुद्धाच्या काळात त्यासाठी रणगाडे तयार करण्यात आले. दोन्ही महायुद्धांमध्ये त्यांचा भरपूर उपयोग केला गेला आणि आजसुद्धा सैन्याची मारक क्षमता वाढवण्यासाठी अधिकाधिक अद्ययावत असे रणगाडे तयार केले जात आहेत. ते मुख्यतः फक्त जमीनीवरील लढायांसाठी उपयुक्त असतात.

आकृती ४

रॉकेटच्या आतच स्फोटकांचा स्फोट होऊन त्यात जो वायूंचा दाब निर्माण होतो त्यामुळे एका दिशेने त्या वायूचा झोत बाहेर पडतो आणि त्याच्या उलट दिशेने ते रॉकेट फेकले जाते. ते रॉकेट ज्या वाहनावर ठेवलेले असते त्याला ते फार मोठा झटका देत नाही. या कारणामुळे रॉकेट हे शस्त्र सैन्य, नौदल आणि हवाई दल या तिघांसाठी उपयुक्त ठरू शकते.(आकृती-४) जसा जमिनीवरील काही युद्धांमध्ये रॉकेटचा उपयोग केला गेला होता त्याचप्रमाणे काही वेळा समुद्रावरील दोन नौकांच्या युद्धातसुद्धा रॉकेटचा वापर केला जात होता. दुसऱ्या महायुद्धामध्ये दोन्ही बाजूंनी रॉकेट्सचा उपयोग केला गेला. त्यात रॉकेटमध्ये बसवलेल्या बॉंबचा स्फोट होऊन त्यातून विध्वंस होत असे. एका वेळी अनेक रॉकेटचा मारा करणारी यंत्रे चिलखती ट्रकवर किंवा टँकवर बसवून त्यांच्याकडून जमिनीवरच्या लढाईत शत्रूच्या ठिकाणावर बॉंबचा भडिमार केला गेला. नौदलाच्या नौकांमधून किनाऱ्यावरच्या शहरांवर किंवा समुद्रातल्या शत्रूच्या नौकांवर बॉंबिंग केले गेले, विमानामधून जमिनीवरील लक्ष्ये किंवा हवेतील शत्रूची विमाने यांच्यावर रॉकेटचा मारा केला गेला. काही वेळा जमिनीवरून उडवलेल्या रॉकेटने आकाशातल्या विमानांचाही वेध घेतला जात होता. अशा प्रकारे रॉकेटचा उपयोग जमीन, समुद्र आणि आकाश या तिन्ही ठिकाणच्या युद्धांमध्ये केला गेला.

दुसऱ्या महायुद्धानंतरच्या काळात रॉकेटवरील संशोधनावर जास्तच भर दिला गेला. त्यातून गाइडेड मिसाइल हे नवे अत्यंत परिणामकारक किंवा घातक असे शस्त्र निर्माण झाले आणि त्याचा विकास होत राहिला. पूर्वीची रॉकेटे एकदा अंदाजाने उडवली की ती नेमकी कुठे जाऊन पडतील ते नक्की सांगता येत नव्हते. इलेक्ट्रॉनिक्स आणि

कॉम्प्युटर यांच्या क्षेत्रात अभूतपूर्व प्रगती होत गेली. त्यामुळे उडवलेल्या रॉकेटवर काही उपकरणे बसवून ते आकाशात उडत असतानाही त्याचे नियंत्रण करता येणे शक्य झाले. या मिसाइलचा आकार एरोडायनॅमिक्सचा विचार करून केलेला असतो. त्यांची समोरची बाजू निमुळती असते आणि मागच्या बाजूवर स्थैर्य देण्यासाठी फिन्स बसवलेल्या असतात. उपग्रहांमधून मिळालेल्या जीपीएससारख्या माहितीचा उपयोग करून घेऊन ते क्षेपणास्त्र (मिसाइल) त्याला दिलेल्या आज्ञेनुसार अचूक जागी जाऊन पोचणे शक्य झाले. एकादे विमान पाडायचे असल्यास त्याच्या दिशेने सोडलेले मिसाइल त्या चालत्या विमानाचा वेध घेत त्याच्या मागे जाऊन नेमके त्याच्यावर आदळते. इतकेच नव्हे तर प्रचंड वेगाने येत असलेल्या शत्रूच्या रॉकेटला आधीच हवेतच गाठून त्याचा खातमा करणारी मिसाइलही आता तयार झाली आहेत. या मिसाइलवर विध्वंसक बॉंबगोळे ठेवलेले असतात आणि ती त्यांना दिलेल्या लक्ष्यावर जाऊन कोसळून त्या लक्ष्याचा धुव्वा उडवतात. त्यात जमिनीवरील ठिकाणे असतील, आकाशातून उडणारी विमाने किंवा मिसाइल असतील किंवा समुद्रातून चाललेली जहाजे किंवा पाणबुड्याही असू शकतील. आता तर चक्क अवकाशात फिरणाऱ्या कृत्रिम उपग्रहालासुद्धा निकामी करण्याची क्षमता निर्माण झाली आहे असे सांगितले जाते. हजारो किलोमीटर दूर असलेल्या ठिकाणी जाऊन पडण्याची क्षमता असलेली इंटर कॉंटिनेंटल बॅलिस्टिक मिसाइल (आयसीबीएम) तयार झाली आहेत. (आकृती-५) या मिसाइलमध्ये अनेक स्टेज असतात आणि ती क्रमाक्रमाने गळून पडून मुख्य गाभा अंतिम लक्ष्यावर जाऊन पोचतो. ती अणुबॉंबने सज्ज असतात आणि इतक्या दूरवरच्या ठिकाणांवर ते बॉंब टाकून तिथे सर्वनाश करू



इंटर कॉंटिनेंटल बॅलिस्टिक मिसाइल

रॉकेट – आकृती ५

शकतात.

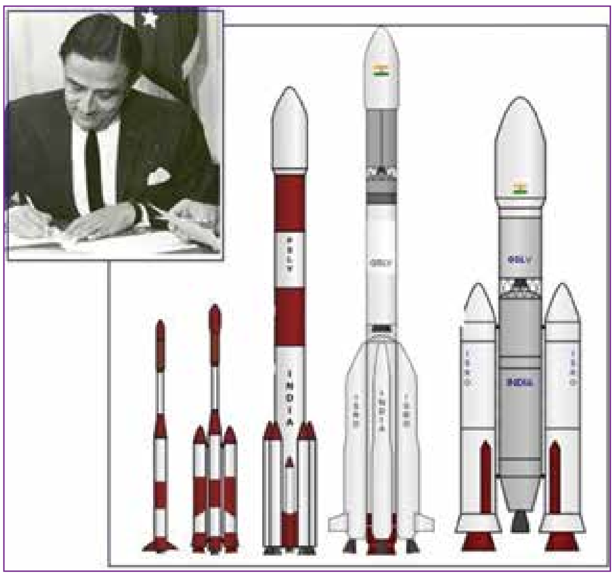
वरील सर्व प्रकारांमध्ये रॉकेटचा उपयोग स्फोटक पदार्थांना उचलून घेऊन जाण्यासाठीच होतो, या अर्थी तीही वाहक असतात, पण उपग्रहांना अंतराळात घेऊन जाणाऱ्या खास अग्निबाणांना 'सॅटेलाइट लॉंचिंग व्हेइकल' म्हणजे 'उपग्रहांना उडवण्याचे वाहन' असे म्हटले जाते. या उपग्रहांना पृथ्वीभोवती फिरत राहण्यासाठी पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणावर मात करून खूप दूर अंतरिक्षामध्ये नेऊन सोडायचे असते. सर आयझॅक न्यूटन यांनी ज्या काळात गुरुत्वाकर्षणाचा सिद्धांत मांडला तेव्हा जमिनीवर चालणारे कोठलेही स्वयंप्रेरित वाहनसुद्धा उपलब्ध नव्हते. त्यामुळे आकाशात उडवलेल्या वस्तूला ती आकाशात गेल्यानंतर कोठलेही बाह्य बल मिळणार नाही असे गृहीत धरले होते. त्याचप्रमाणे तिला वाटेत होणाऱ्या हवेच्या अडथळ्याचाही विचार केलेला नव्हता. पृथ्वीपासून जसजसे दूर जाल तसतसे तिचे गुरुत्वाकर्षण कमी कमी होत जाते. एवढ्याच एका कारणाचा विचार केला होता. जमिनीवरून एखाद्या वस्तूला एक जोराचा फटका देऊन दर सेकंदाला सुमारे ११००० मीटर इतक्या वेगाने आभाळात उडवून दिले तर ती वस्तू गुरुत्वाकर्षणामुळे पृथ्वीवर परत येणार नाही. एवढाच निष्कर्ष त्या वेळी सोप्या गणितातून काढला गेला होता. त्या वेगाला एस्केप व्हेलॉसिटी असे नाव दिले गेले.

पण दर सेकंदाला अकरा किलोमीटर म्हणजे तासाला चाळीस हजार किलोमीटर एवढ्या प्रचंड वेगाने एकादी वस्तू हवेतून जायला लागली तर तिला हवेकडून होणाऱ्या प्रचंड विरोधामुळे त्या वस्तूची गती कमी होत जाणारच. हवेच्या विरोधातल्या घर्षणामुळे त्यातून उष्णता निर्माण होते आणि त्या वस्तूचे तापमान वाढत जाते. तापवल्यानंतर लोखंडसुद्धा मऊ होते, वितळते आणि जळून त्याचे भस्म होऊ शकते. अतिशय वेगाने पृथ्वीवर पडणाऱ्या बहुतेक उल्का याच कारणाने हवेतच जळून नष्ट होतात आणि जमिनीपर्यंत पोचतच नाहीत. त्याचप्रमाणे अतिशय वेगवान असा अग्निबाण वातावरणातून बाहेर निघण्यापूर्वीच जळून नष्ट होण्याचा धोका असतो. शिवाय रॉकेट जमिनीवरून हवेत उडाल्यानंतर त्याला पूर्ण वेग घेण्यासाठी कमीत कमी काही क्षण लागतीलच. तेवढ्या अवधीतसुद्धा गुरुत्वाकर्षण आणि हवेच्या अवरोधाने त्याची गती कमी होत जाणार.

अशा सगळ्या कारणांमुळे अंतराळात जाणाऱ्या रॉकेटने एका झटक्यात एस्केप व्हेलॉसिटी गाठावी यासाठी प्रयत्न केला जात नाही. त्या रॉकेटमध्येच निदान दोन तीन स्टेजेस असतात. जमिनीवरून उडताना त्यातल्या पहिल्या

स्टेजमधला सगळा जोर क्षणार्धात न लावता तो इंजिनाप्रमाणे काही क्षण सतत लावला जातो. रॉकेटमधून बाहेर पडणाऱ्या उष्ण वायूच्या झोताची प्रतिक्रिया त्याची गती वाढवत नेत त्याला पृथ्वीपासून कित्येक किलोमीटर इतक्या उंचीवर नेते. तोपर्यंत पहिल्या स्टेजचे इंधन जळून जाते. तेव्हा आकाराने सर्वांत मोठा असलेला पहिला भागही रॉकेटपासून विलग होतो. रॉकेटचा पहिला भाग आणि त्यातले इंधन दोन्ही वगळले गेल्यामुळे उरलेल्या रॉकेटचे वजन बरेचसे कमी होते, तसेच हवा अत्यंत विरळ झालेली असल्यामुळे तिचा विरोध जवळजवळ मावळलेला असतो. त्यानंतर योग्य त्या क्षणी त्याची दुसरी स्टेज आणि त्यानंतर तिसरी स्टेज कार्यान्वित केली जाते. अशा टप्प्याटप्प्यांमधून मिळालेल्या अधिकाधिक ऊर्जेने त्या रॉकेटचा वेग वाढत जातो आणि तो एस्केप व्हेलॉसिटीहून अधिक होतो.

पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणावर मात करून रॉकेटला अवकाशात सोडणे आणि त्याच्यासोबत पाठवलेल्या उपकरणांनी अवकाशातून पाठवलेले संदेश पृथ्वीवर ग्रहण करणे शक्य झाल्यानंतर ते किती उंच गेले आहे हे समजणे शक्य झाले. तसेच, पृथ्वीकडे दुरून पाहण्याची एक नवी दृष्टी मानवाला प्राप्त झाली. अंतराळात राहून आणि या दिव्यदृष्टीचा उपयोग करून घेऊन पृथ्वीवरील माहिती मिळवण्यासाठी प्रयत्न सुरू झाले. रशिया, अमेरिका आणि भारतासह इतर अनेक देशांनी आपापले कृत्रिम उपग्रह अवकाशात सोडणे सुरू केले आणि त्यांची संख्या वाढतच चालली आहे. या उपग्रहांकडून मिळालेल्या माहितीचा उपयोग आधी मुख्यतः संरक्षण, हवामान, भूसर्वेक्षण आदी सरकारी विभागांसाठी केला जात होता. उपग्रहामार्फत संदेशवहन सुरू झाल्यावर त्याचा उपयोग दूरचित्रवाणी, दूरध्वनी, आंतर्जाल, जीपीएस वगैरे माध्यमातून आम जनतेसाठी होऊ लागला आहे. यामुळे आता खाजगी क्षेत्रातल्या उद्योजकांनीही आपापले उपग्रह उडवून पृथ्वीभोवती फिरत ठेवले आहेत.



डॉ. विक्रम साराभाई आणि इस्रोची रॉकेट

आकृती ६

रॉकेट आणि लाँचिंग पॅड

रॉकेट – आकृती ७

भारताला स्वातंत्र्य मिळाल्यानंतर त्यानेही विज्ञान व तंत्रज्ञानाच्या क्षेत्राला अग्रक्रम दिला आणि त्यात अंतरिक्षाच्या अभ्यासाला महत्त्वाचे स्थान दिले. (आकृती-६) डॉ. विक्रम साराभाई यांच्या नेतृत्वाखाली भारतीय अंतरिक्षसंशोधनाचा श्रीगणेशा झाला. नवनवे प्रयोग करत आणि अडचणीतून मार्ग काढत भारतीय शास्त्रज्ञ आणि तंत्रज्ञ यांनी या तंत्रज्ञानाचा विकास करून वेगवेगळ्या प्रकारची रॉकेट आपल्या देशातल्या कारखान्यांमध्ये तयार करवून घेतली. या काळात आपल्या देशातल्या यंत्रोद्योगाच्या क्षेत्रात जी प्रगती झाली तिचाही फायदा मिळाला.

गनपॉवडरपासून मिळू शकणारी शक्ती अशा शक्तिशाली

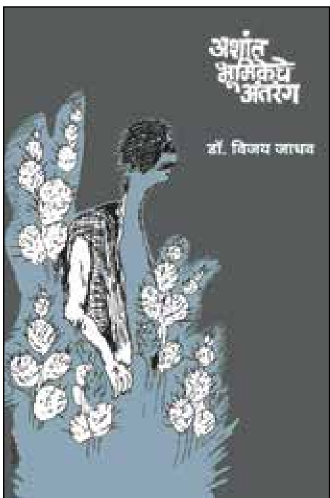
रॉकेटसाठी पुरेशी नसते. त्यांच्यासाठी खास प्रकारची इंधने वापरली जातात, त्यांना प्रोपेलंट म्हणतात. त्यातही सॉलिड, लिक्विड, क्रायोजेनिक, मिक्स्ड वगैरे प्रकार आहेत. रॉकेटमधील इंधनातच प्राणवायूचा पुरवठा करणारी रसायने असतात. क्रायोजिनिक रॉकेटमध्ये तर द्रवरूप प्राणवायू (लिक्विड ऑक्सिजन) वापरला जातो. रॉकेट उडताना हवेच्या घर्षणामुळे त्याचे तापमान खूप वाढते आणि अवकाशात गेल्यावर ते खूप कमी होते. या दोन्ही प्रकारच्या प्रतिकूल तापमानात टिकून राहण्यासाठी रॉकेटचे कवच विशिष्ट मिश्रधातूंपासून तयार केले जाते. प्रयोगशाळांमध्ये संशोधन करून खास इंधने, मिश्रधातू आणि विशिष्ट उपकरणे वगैरे सगळे तयार केले गेले. भारताने या रॉकेटना अधिकाधिक शक्तिशाली बनवत नेऊन रोहिणी, पीएसएलव्ही, जीएसएलव्ही यांच्यासारख्या सक्षम रॉकेटची निर्मिती केली. ते उडवण्यासाठी विशिष्ट प्रकारचे तळ (रॉकेट लाँचिंग स्टेशन) बांधले. (आकृती ७). रॉकेटबरोबर कोणकोणती खास उपकरणे अवकाशात पाठवायची ते ठरवून ती जागतिक बाजारपेठेमधून मिळवली किंवा मुद्दाम तयार करवून घेतली. उडवलेल्या रॉकेटमधून आणि उपग्रहांमधून मिळणारे संदेश ग्रहण करणे आणि त्यांचा सुसंगत अर्थ लावून व त्याचे विश्लेषण करून त्या माहितीचा योग्य प्रकारे उपयोग करून घेणे यासाठी सुसज्ज अशी यंत्रणा उभी केली.

ही उपग्रहांना घेऊन उडणारी रॉकेट म्हणजे अनेक रॉकेटचा समूह असतो. ती प्रचंड आकारांची असतात. भारतीय रॉकेटच ४०-४५ मीटर उंच म्हणजे चारपाच मजली इमारतींएवढी उंच असतात आणि उड्डाण घेताना त्यांचे वजन तीन सव्वातीनशे टन इतके असते. जगातील सर्वात मोठ्या रॉकेटची उंची शंभर सव्वाशे मीटर म्हणजे दहा-बारा मजली इमारतींएवढी आणि वजन शेकडो टन इतके असते. हाताच्या बोटाएवढे छोटे दिवाळीच्या फटाक्यातले रॉकेट यापासून दहा-बारा मजले उंच असलेले सॅटर्न किंवा स्टारशिप यांच्या सारखे अजस्र अग्निबाण या सगळ्यांचा समावेश रॉकेटमध्ये होतो. या लेखात त्यांची ही संक्षिप्त तोंडओळख करून दिली आहे.

– आनंद घारे
abghare@yahoo.com

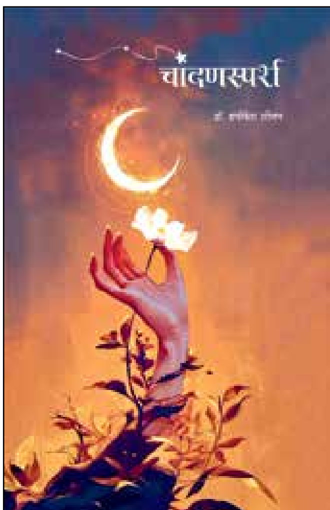
ग्रंथाली

अशांत भूमिकेचे अंतरंग
डॉ. विजय जाधव



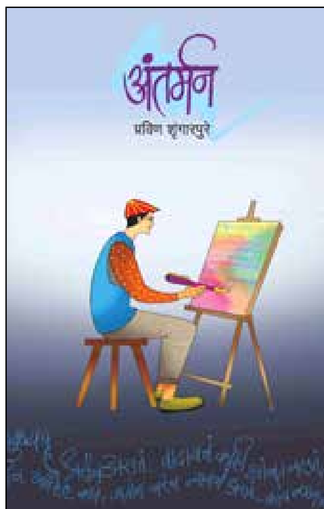
मूल्य ३०० रुपये
सवलतीत १८० रुपये.
टपालखर्च ५० रु.

चांदणस्पर्श
डॉ. हृषीकेश सोमण

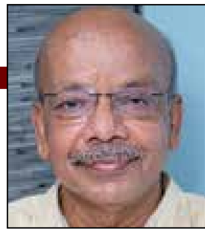


मूल्य २०० रुपये
सवलतीत १२० रुपये.
टपालखर्च ५० रु.

अंतर्मन
प्रविण शृंगारपुरे



मूल्य ४०० रुपये
सवलतीत ३०० रुपये.
टपालखर्च ५० रु.



बिपीन भालचंद्र देशमाने

जनुकांची शस्त्रक्रिया

सिकल सेल ॲनिमिया हा आनुवंशिक, दुर्धर, प्रचंड वेदनादायी आजार आहे. आपल्या तांबड्या पेशीत हिमोग्लोबिन असते जे फुप्फुसातून ऑक्सिजन वाहून नेऊन शरीरातील सर्व पेशींना पुरवण्याचे काम करते. हिमोग्लोबिन हे प्रथिन आहे. ते कसे बनवायचे याच्या सर्व सूचना हिमोग्लोबिनच्या जनुकावर असतात. त्यानुसार हिमोग्लोबिन तयार होते. सिकल सेल विकारात या जनुकामध्ये उत्परिवर्तन (म्युटेशन) होऊन त्यात दोष निर्माण झालेला असतो. त्यामुळे त्याच्या सूचनेनुसार तयार झालेले हिमोग्लोबिन हेही सदोष असते. ते ऑक्सिजन व्यवस्थित वाहून नेऊ शकत नाही. शिवाय त्याचा आकार बदलल्यामुळे तांबड्या पेशींचा आकारही बदलतो आणि तो अर्धचंद्राकृती होतो. कोयत्यासारखा होतो. म्हणून त्याला सिकल सेल विकार असे म्हणतात. इतर रक्तपेशींप्रमाणे तांबड्या पेशी या अस्थिमज्जेत (बोन मॅरो) तयार होतात.

क्रिस्पर कॅस नाईन या जीन एडिटिंग तंत्रज्ञानाच्या साहाय्याने बोन मॅरो पेशींमध्ये दोषी जनुकाच्या जागी निर्दोष जनुक घातले तर ही समस्या सुटू शकते. अमेरिकेतील यूएस एफडीएने (फूड अँड ड्रग ॲडमिनिस्ट्रेशन) या उपचार पद्धतीला नुकतीच मान्यता दिली आहे. व्हिक्टोरिया ग्रे ही जगातील पहिली महिला आहे, जिच्यावर क्रिस्पर तंत्रज्ञानाने सिकल सेल विकारावर उपचार केले आणि यशस्वी झाले.

क्रिस्पर कॅस नाईन जीन एडिटिंग तंत्रज्ञान म्हणजे काय? हे साधेसुधे तंत्रज्ञान नाही, नोबेल पारितोषिकप्राप्त तंत्रज्ञान आहे!

काही वेळा शोधायला जावे एक आणि मिळते दुसरेच अशी या लेखातील नोबेल विजेत्या शोधाची कथा आहे! आणि जे हाती लागावे ते एका मूलगामी, दूरगामी, क्रांतिकारी शोधाचे घबाड असावे असा हा शोध-प्रवास आहे. विज्ञानातील अज्ञाताचा शोध घेताना आपण कुठे पोहोचू हे आधी सांगता येत नाही. इमॅन्युएल शॉपान्टिए आणि जेनिफर दौडना या शास्त्रज्ञ द्वयींचेही तसेच झाले. ध्यानीमनी नसताना, अगदी अनपेक्षितपणे जनुकांवर शस्त्रक्रिया करण्यासाठी, जनुकांमध्ये बदल करण्यासाठी किंवा जनुकांचे संपादन करण्यासाठी लागणारे हत्यार निसर्गाने त्यांच्या हाती सुपूर्द केले किंवा त्यांनी ते निसर्गातून शोधून काढले म्हणा. त्यामुळे संशोधनक्षेत्रातील अगणित कवाडं धडाधड उघडू लागली. अनेक अशक्य वाटणाऱ्या बाबी शक्य होऊ लागल्या. याची परिणती म्हणजे नोबेल कमिटीतर्फे २०२०चे रसायनशास्त्रातील नोबेल पुरस्कार घेण्यासाठी या दोन विदुषींना पाचारण करण्यात आले! क्रिस्पर कॅस नाईन तंत्रज्ञानाचा शोध हा अलीकडच्या काळातील मूलभूत, क्रांतिकारी आणि दूरगामी परिणाम करणारा शोध म्हणून गणला जातो!

व्हिक्टोरिया ग्रे – नोबेल विजेत्या शोधाचा प्रत्यक्ष उपयोग

डॉ. इमॅन्युएल शॉपान्टिए

नोबेल पुरस्कारांच्या इतिहासात महिला संशोधकांची नावे अभावानेच आढळतात. त्यातच एकाच वर्षी एकाच क्षेत्रांत दोन महिलांना, विदुषींना हा पुरस्कार दिला जाणे हा अतिशय दुर्मिळ योगायोग आहे! किंबहुना नोबेल इतिहासात हे पहिल्यांदाच घडले आहे!

डॉ. इमॅन्युअल शॉपान्टिए या सूक्ष्मजीवशास्त्रज्ञ आहेत आणि त्या सध्या डायरेक्टर ऑफ मॅक्स प्लँक युनिट फॉर सायन्स ऑफ पॅथोजिन्स या पदावर बर्लिन, जर्मनी येथे कार्यरत आहेत. डॉ. जेनिफर दौडना या जैवरसायनशास्त्रज्ञ आहेत आणि अमेरिकेतील युनिव्हर्सिटी ऑफ कॅलिफोर्निया, बर्कले या विद्यापीठात प्राध्यापक म्हणून कार्यरत आहेत.

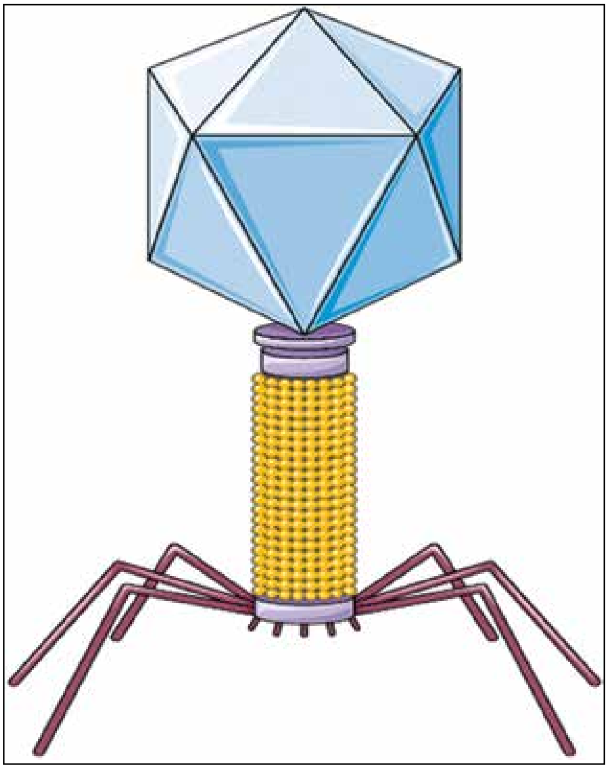
डॉ. जेनिफर दौडना

डॉ. इमॅन्युअल शॉपान्टिए या स्टेप्टोकोकस पायोजिन्स नावाच्या एका रोगजंतूवर काम करतात तर डॉ. जेनिफर दौडना या सजीव पेशीतील आरएनए या महत्त्वाच्या रेणूवर काम करतात. डॉ. इमॅन्युअल या सूक्ष्मजीवशास्त्र या शास्त्रशाखेत निपुण तर डॉ. जेनिफर या रेण्वीय जीवशास्त्र या शास्त्रशाखेत पारंगत! दोघींचे नैपुण्य एकमेकांना पूरक ठरले आणि क्रिस्पर कॅस नाईन जीन एडिटिंग किंवा जनुक संपादन या क्रांतिकारी तंत्रज्ञानाचा शोध लागला!

डॉ. इमॅन्युअल शॉपान्टिए यांच्या संशोधनाचा जिव्हाळ्याचा विषय म्हणजे रोगजंतू! स्ट्रेप्टोकोकस पायोजिन्स नावाच्या रोगजंतूवर त्या काम करत. यातील काही रोगजंतू अँटिबायॉटिक्सना / प्रतिजैविकांना दात देत नसत. हे कशामुळे होत असेल? त्याची अँटिबायॅटिक-प्रतिरोधाची प्रक्रिया काय असेल? या प्रतिरोधावर आपण मात करू शकू का? या रोगजंतूंना मारणारे नवीन औषध आपल्याला तयार करता येईल का? दरवर्षी लाखो लोकांना संसर्ग करणाऱ्या स्टेप्टोकोकस पायोजिन्स या रोगजंतूवर त्यांनी २००२ मध्ये काम सुरू केले. या रोगजंतूमध्ये जनुकांचे नियंत्रण कसे होते याचा त्यांनी सखोल अभ्यास सुरू केला. त्यामुळे अँटिबायोटिक प्रतिरोधाची प्रक्रिया लक्षात येईल असे त्यांना वाटले आणि चांगल्या अर्थाने झाले भलतेच! क्रिस्पर कॅस नाईन या तंत्रज्ञानाच्या त्यांना शोध लागला! अर्थातच डॉ. जेनिफर दौडना यांच्या सहकार्याशिवाय ते शक्य नव्हते हेही तितकेच खरे.

जिवाणू हे अतिशय सूक्ष्म असतात. विषाणू हे जिवाणूंपेक्षा आणखी कितीतरी लहान असतात! एका जिवाणूच्या पेशी मध्ये शे-दोनशे विषाणू सहज बसतात. यावरून ते आकाराने किती लहान असतील याची कल्पना येऊ शकते. जिवाणूवर हल्ला करून त्यांच्या सर्व यंत्रणेला वेठीला धरून विषाणू प्रजनन करतात, आपली संख्या वाढवतात. ही विषाणूंची फौज जिवाणूंचे पोट फोडून बाहेर येते आणि त्यातील प्रत्येक विषाणू दुसऱ्या जिवाणूवर हल्ला करायला पुन्हा तयार असतो. या युद्धात तो जिवाणू धारातीर्थी पडतो. जिवाणू आणि विषाणूमधील हा संघर्षसुद्धा अतिशय पुरातन आणि सनातन आहे. एकमेकांवर कुरघोडी करत ही दोन्ही मंडळी आजही अस्तित्वात आहेत. उद्याही राहतील!

आपल्याला वाटेल की नमनाला घडाभर तेल मी का घालतोय! याचे कारण असे, की जिवाणू आणि विषाणू यांच्या संघर्षातच क्रिस्पर कॅस नाईन या तंत्रज्ञानाचे बीज

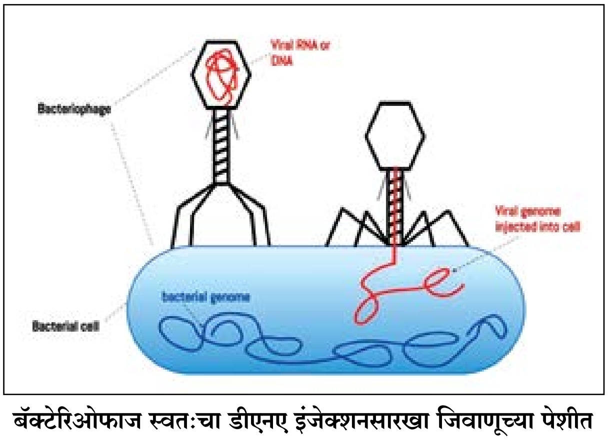


बॅक्टेरिओफाज दिसायला एखाद्या याना सारखा दिसतो!

दडलेले आहे. हे तंत्रज्ञान निसर्गाचीच देणगी आहे! शास्त्रज्ञांनी फक्त ते शोधून काढलेले आहे. निर्माण केलेले नाही.

जिवाणूंवर वाढणारे जे विषाणू असतात त्यांना बॅक्टेरियोफाज असे म्हणतात. फाज म्हणजे खाऊन टाकणारे. बॅक्टेरियोफाज म्हणजे बॅक्टेरिया खाऊन टाकणारे.

बॅक्टेरिओफाज जिवाणूवर हल्ला करतो म्हणजे काय करतो?! तो जिवाणूच्या अक्षरशः बोकांडी बसतो आणि त्याच्या आवरणाच्या आत दडलेला स्वतःचा डीएनए



बॅक्टेरिओफाज स्वतःचा डीएनए इंजेक्शनसारखा जिवाणूच्या पेशीत टोचून आत सोडतो.

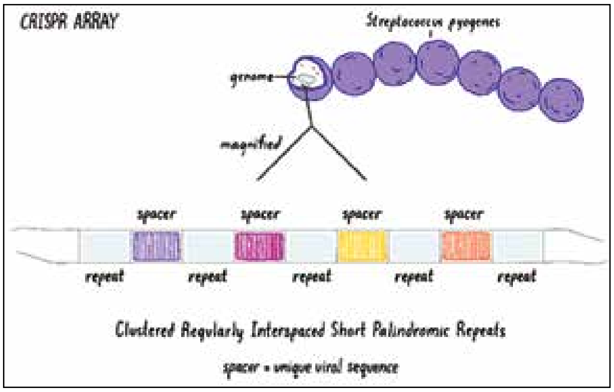
इंजेक्शनसारखा जिवाणूच्या पेशीत टोचून आत सोडतो. हा डीएनए जिवाणूच्या संपूर्ण यंत्रणेचा ताबा घेतो आणि आपल्याला हवी तेवढी बॅक्टेरियोफाजची प्रजा निर्माण करतो! ही विषाणूंची प्रजा कशी निर्माण करायची हे त्याच्या डीएनएवरील भाषेत लिहिलेले असते.

रोगजंतूंना मारण्यासाठी आपण अँटिबायोटिक शोधून काढले. आता अनेक जंतू या अँटिबायोटिकना दात देत नाहीत. हे कशामुळे झाले? निसर्गाने रोगजंतूंना अँटिबायोटिकला कसे निष्प्रभ करायचे याची यंत्रणा बहाल केली. एकमेकांवर कुरघोडी केल्याशिवाय किंवा स्वतःचा बचाव केल्याशिवाय कोणतीही प्रजाती टिकू शकत नाही. हीच गोष्ट बॅक्टेरिया आणि बॅक्टेरियोफाज यांच्याबाबत होते. बॅक्टेरिओफाज बॅक्टेरियांना खाण्याचा प्रयत्न करतो तर बॅक्टेरिया त्याच्यापासून स्वतःला वाचवण्याचा प्रयत्न करतात.

बॅक्टेरिओफाजने स्वतःचा डीएनए बॅक्टेरियामध्ये टोचला की लगेच बॅक्टेरिया जागी होते आणि त्या डीएनएचे तुकडे करून टाकते! त्यामुळे बॅक्टेरिओफाज बॅक्टेरियाच्या शरीरात वाढू शकत नाही. अशाप्रकारे जिवाणू संबंधित विषाणूपासून स्वतःचे रक्षण करतात. ही एक प्रकारे जिवाणूंचे विषाणूपासून संरक्षण करण्यासाठी जिवाणूंमध्ये निर्माण झालेली रोगप्रतिकार यंत्रणा – इम्युन सिस्टीम आहे. या रक्षण करण्याच्या यंत्रणेतच क्रिस्पर कॅस नाईन या तंत्रज्ञानाचे गुपित दडलेले आहे!

या विज्ञानक्षेत्राचा इतिहास फारच मनोरंजक आणि उद्‍बोधक आहे. १९८७ मध्ये जपानमधील काही शास्त्रज्ञांना विशेषतः ओसाका विद्यापीठातील योशिझुमी ईशिनो यांना ई. कोलाय नावाच्या जिवाणूमधील डीएनएमध्ये काही आकृतिबंध– पॅटर्न सापडले. डीएनएच्या धाग्यामध्ये काही ठरावीक अंतरावर एडेनाइन, थायमाइन, ग्वानाइन आणि सायटोसाइन (ए,टी,जी,सी) अशा ३० नायट्रोजनयुक्त घटकांचा एक विशिष्ट क्रम (सिक्वेन्स) आढळला. तोच विशिष्ट क्रम त्याच त्याच अंतरावर पुन्हा पुन्हा आढळत होता. त्याची पुनरावृत्ती होत होती. या सारख्याच आढळणाऱ्या दोन विशिष्ट क्रमांच्या मध्ये आणखी वेगळाच ए,टी,जी,सी यांचा क्रम असायचा याला त्यांनी नाव दिले स्पेसर. या स्पेसरचा अनुक्रम मात्र प्रत्येक ठिकाणी वेगळा असायचा!

१९९०मध्ये डॉ. फ्रान्सिस्को मोजिको हे शास्त्रज्ञ आर्चिया या वेगळ्या गटातील जिवाणूंचा अभ्यास करत होते. त्यांनाही त्या जिवाणूंच्या डीएनएमध्ये अशाच प्रकारचे



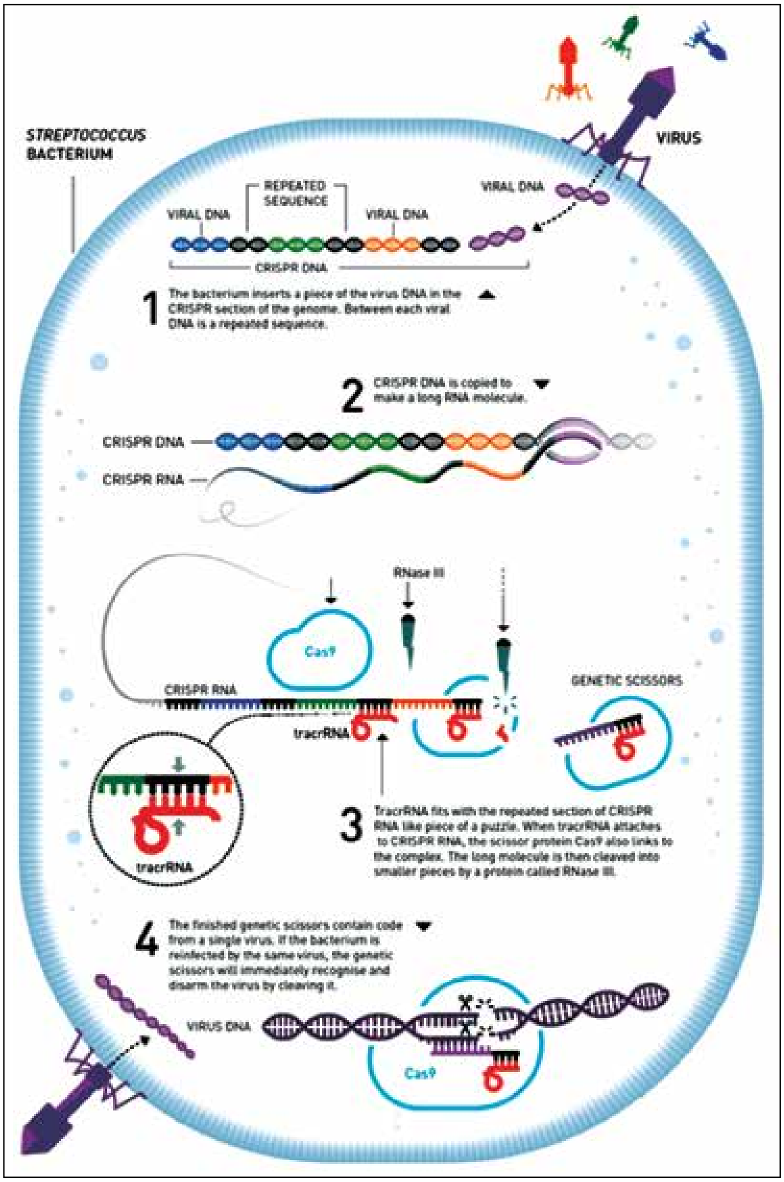
स्ट्रेप्टोकोकस पायोजिन्स या जिवाणूमधील डीएनएवर असलेले क्रिस्पर सिक्वेन्सेस.

बॅक्टेरिओफाजचा (विषाणूंचा) हल्ला व्हायचा आणि सगळे जिवाणू मरून जायचे. योगर्ट चांगले तयार व्हायचे नाही. त्यामुळे योगर्टची बॅचच्या बॅच वाया जायची. काही जिवाणूंमध्ये मात्र असे व्हायचे नाही. विषाणूंनी त्यांच्यावर हल्ला केला तरी या जिवाणूंना काहीच व्हायचे नाही! या जिवाणूंचा अभ्यास केल्यावर या शास्त्रज्ञांना त्याच्या डीएनएवर अशाच प्रकारचे क्रिस्पर सिक्वेन्स आढळले! विशेष म्हणजे जिवाणूंच्या डीएनएवरील स्पेसर सिक्वेन्स हे बॅक्टेरिओफाजच्या डीएनएच्या काही भागाशी तंतोतंत जुळत होते! विषाणूंच्या डीएनए-मधील छोटे सिक्वेन्स या जिवाणूमध्ये आले कसे? आणि

पॅटर्न्स आढळले. जे पूर्वी जपानी शास्त्रज्ञांना ई. कोलाय नावाच्या जिवाणूमध्ये मिळाले होते! म्हणजेच हे पॅटर्न या जिवाणूंच्या दृष्टीने अतिशय महत्त्वाचे असले पाहिजेत हे डॉ. फ्रान्सिस्को यांनी ताडले.

डीएनएच्या या सगळ्या भागाला त्यांनी समर्पक आणि भारदस्त क्रिस्पर हे नाव दिले. क्रिस्पर हे त्याचे लघुरूप! त्याचे पूर्ण रूप ऐकले तर चक्कर येईल! क्लस्टर्ड रेग्युलरली इंटरस्पेस्ड पॅलिंड्रॉमिक रिपीट! पूर्ण नाव उच्चारायचे म्हटले तरी दम लागतो! क्लस्टर्ड म्हणजे एका ठिकाणी, रेग्युलरली इंटरस्पेस्ड म्हणजे नियमितपणे दोन जागेच्या मध्ये, पॅलिंड्रॉमिक म्हणजे डावीकडून उजवीकडे किंवा उजवीकडून डावीकडे वाचले तरी तसाच असणारा डीएनए सिक्वेन्स आणि रिपीट म्हणजे पुन्हा पुन्हा तोच सिक्वेन्स आढळणे. अशा भल्या मोठ्या नावाने घाबरून जायचे काहीच कारण नाही. क्रिस्पर म्हणजे ए,टी,जी,सी या नायट्रोजनयुक्त घटकांचा डीएनएवरील विशिष्ट क्रम.

फिलिप होरवॅथ आणि रोडोल्फ बरांगाऊ फ्रेंच शास्त्रज्ञ चीज बनवणाऱ्या डॅनिश कंपनीत काम करत होते. ते साल होते २००६. ते दही किंवा योगर्ट बनवणाऱ्या जिवाणूंवर (स्ट्रेप्टोकोकस थर्मोफाइलस नावाच्या) काम करत होते. कधी कधी या जिवाणूंवर

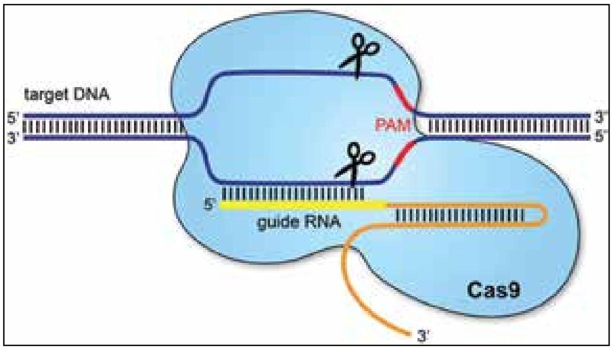


जिवाणूत घडणारे नैसर्गिक क्रिस्पर तंत्रज्ञान!

कशासाठी आता मात्र उत्कंठा शिगेला पोहोचली होती! याच वेळी कॅस नाईन या एन्झाइमचा शोध लागला आणि हे कोडे सुटायला मदत झाली. कॅस म्हणजे क्रिस्पर असोसिएटेड. क्रिस्परमधील सी आणि असोसिएटेडमधील ए एस अशी अक्षरे घेऊन हा शब्द जन्माला घातलाय. अशा प्रकारची विविध एन्झाइम असतात. त्यातील एक कॅस नाईन!

ज्यावेळी बॅक्टेरिओफाज किंवा विषाणू बॅक्टेरियावर हल्ला करतो म्हणजेच आपला डीएनए बॅक्टेरियामध्ये टोचतो. त्यावेळी त्या विषाणूचा एक छोटासा तुकडा हा जिवाणू काढून घेतो आणि आपल्या डीएनएशी तो जोडून टाकतो. हा तुकडा कुठे जोडला जातो? तर क्रिस्पर या डीएनएच्या भागांमध्ये जोडला जातो. विषाणूमधील डीएनएचा हा तुकडा म्हणजे जिवाणूसाठी त्याची ओळख असते. त्याचा फोटो असतो. जसा गुन्हेगारांचा फोटो पोलीस स्टेशनमध्ये लावतात तसा. आता तो विषाणू जिवाणूच्या दृष्टीने शत्रू म्हणून 'वॉन्टेड' असतो. जणू काही जिवाणू त्या विषाणूला सांगत असतो तुझे याद रखुंगा! पुढच्या वेळी तू आमच्यावर हल्ला कर मग दाखवतो तुला इंगा! या विषाणूने पुन्हा जिवाणूवर हल्ला केला की जिवाणू त्वरित त्याला ओळखतो आणि कॅस नाईन या एन्झाइमच्या मदतीने त्या विषाणूच्या डीएनएचे तुकडे करतो. निष्प्रभ करतो. शत्रूला मारून टाकतो.

ही प्रक्रिया प्रचंड गुंतागुंतीची आहे. यात क्रिस्पर डीएनएचे प्रथम आरएनएमध्ये रूपांतर व्हावे लागते. या प्रक्रियेला ट्रान्सस्क्रिप्शन (लिप्यंतर) असे म्हणतात. आरएनए हा डीएनएचा चुलत भाऊ आहे. दोन्ही रेणूंमध्ये बरेच साम्य असते. डीएनए दोन साखळ्यांनी बनलेला असतो तर आरएनएची फक्त एकच साखळी असते. ट्रान्सस्क्रिप्शनच्या प्रक्रियेत क्रिस्पर आरएनए तयार होतो त्याला सीआर-आरएनए असे म्हणतात. शिवाय विषाणूचा डीएनए जो ओळख म्हणून ठेवलेला असतो त्याचेही रूपांतर आरएनएमध्ये होते. या दोघांचा मिळून जो आरएनए तयार होतो त्याला ट्रॅकर आरएनए असे म्हणतात. हा ट्रॅकर आरएनए हा इमॅन्युअल शॉपान्टिए यांचा शोध. या ट्रॅकर आरएनएला कॅस नाईन जोडले जाते आणि ही जोडगोळी तयार होते. हे फार घातक कॉम्बिनेशन आहे. कॅस नाईन एन्झाइम हे कोणत्याही डीएनए च्या धाग्याला तोडू शकते. कापू शकते. परंतु कुठे तोडायचे हे त्याला कळत नाही. कॅस नाईन ही डीएनए कापायची कात्रीच म्हणा ना. कुठे तोडायचे हे दाखवण्यासाठी ट्रॅकर आरएनएची गरज असते. हे दोघे मिळून डीएनएच्या धाग्यावरून फिरतात आणि ट्रॅकर



आपल्याला हव्या त्या ठिकाणी अचूकपणे डीएनए कॅस नाईन कात्रीच्या साहाय्याने कापता येतो!

आरएनएने सांगितले की म्हणजेच ट्रॅक्टर आरएनएवरील सिक्वेन्स आणि विषाणूच्या डीएनएवरील सिक्वेन्स जुळला की कॅस नाईन त्या ठिकाणी डीएनएचे दोन तुकडे करतो. बॅक्टेरिओफाजच्या डीएनएचे तुकडे होतात. विषाणू मरतो. आता तो जिवाणूला काहीही करू शकत नाही आणि जिवाणूचे रक्षण होते. इथपर्यंत ठीक आहे. ते निसर्गात घडतच आले आहे. शास्त्रज्ञांनी ते फक्त शोधून काढले एवढेच. येथून पुढे जे घडले, खरे तर घडवले त्याचे श्रेय मात्र डॉ. इमॅन्युअल शॉपान्टिए आणि डॉ. जेनिफर दौडना यांना! त्यांच्या अलौकिक प्रतिभेला!

त्यांच्या डोक्यात एक विलक्षण कल्पना चमकून गेली! कॅस नाईन या एन्झायमला ट्रॅकर आरएनए जोडला तर तो बरोबर विशिष्ट ठिकाणी जाऊन त्याच ठिकाणी डीएनएला कापतो हे लक्षात आले. सिद्ध झाले. याचा अर्थ असा की कॅस नाईन बरोबर विशिष्ट आरएनए जोडला की या जोडगोळीला आपण डीएनएच्या कोणत्याही विशिष्ट भागावर अचूकपणे पाठवू शकतो आणि तेथे हे हत्यार डीएनएला कापू शकते. पेशीतील यंत्रणा या तुटलेल्या डीएनएला पुन्हा जोडते. या जोडकामाच्या वेळी आपण एखादे जनुक पेशीत पाठवले तर ते जनुक त्या ठिकाणी जोडले जाईल. जनुक म्हणजे डीएनएचा छोटा तुकडा किंवा भाग. जनुकात काही दोष असेल तर निर्दोष जनुकही त्या ठिकाणी जोडता येईल. सदोष जनुक काढून निर्दोष जनुक तेथे जोडता येईल. म्हणजे हे एक प्रकारचे जनुक- जीन एडिटिंगच झाले किंवा त्याला जनुक सर्जरी असेही म्हणता येईल! संपादक जसे लेखाच्या वाक्यातील एखादा शब्द बदलतात, एखादा शब्द काढून टाकतात किंवा एखादं नवीन वाक्य, परिच्छेद टाकतात, अगदी तसेच डीएनएमधील नको तो भाग काढून टाकता येईल किंवा हवा तो भाग जोडता येईल! लगेच या दोघी

विदुषी कामाला लागल्या. प्रयोगशाळेत हे घडते का हे पाहण्याचा त्यांनी चंग बांधला. आणि अखेर त्याची परिणती म्हणजेच २०१२ साली सायन्स या जगप्रसिद्ध आणि प्रतिष्ठित जर्नलमध्ये प्रसिद्ध झालेला नोबेल पारितोषिक विजेता शोधनिबंध!

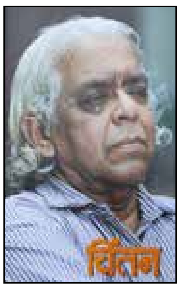
खऱ्या अर्थाने क्रिस्पर कॅस नाईन या तंत्रज्ञानाचा जन्म झाला. जिवाणूंच्या पेशीमधून हे तंत्रज्ञान प्रयोगशाळेत आले. आपल्याला हव्या त्या जनुकापर्यंत पोहोचायचे असेल तर त्याच्याशी जुळेल असा गाईड आरएनए म्हणजे वाटाड्या आरएनए बनवायचा आणि कॅस नाईन एन्झाइम बरोबर जोडायचा. वनस्पती, प्राणी किंवा इतर कोणत्याही सजीवाच्या पेशीत या कॅस्पर कॅस नाईन आणि गाईड आरएनए या जोडगोळीला सोडले की ते जिनोम एडिटिंगचे काम चोख बजावतात हे अनेक प्रयोगाअंती लक्षात आले. या क्रांतिकारी तंत्रज्ञानाने २०१२ नंतर जीवशास्त्रज्ञांच्या संपूर्ण जगतावर राज्य करायला सुरुवात केली! निसर्गात असलेली, निसर्गाने निर्माण केलेली एक यंत्रणा आपण आपल्यासाठी कामाला लावली! जगभरातील संबंधित शास्त्रज्ञांना हे तंत्रज्ञान कुठे वापरू आणि कुठे नको असे होऊन गेले. या तंत्रज्ञानाचा धडाधड वापर सुरू झाला.

हे तंत्रज्ञान दुधारी शस्त्र आहे. प्रत्येक सजीवाच्या डीएनएमध्ये त्याच्या आयुष्याची पटकथा लिहिलेली असते. या पटकथेत बदल करण्याचे सामर्थ्य या तंत्रज्ञानात आहे! तो बदल चांगलाही असू शकतो किंवा वाईटही! त्यामुळे ते जपून आणि शहाणपणाने वापरणे आवश्यक आहे.

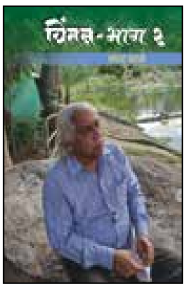
– बिपीन भालचंद्र देशमाने
bipindeshmane@gmail.com

ग्रंथाली

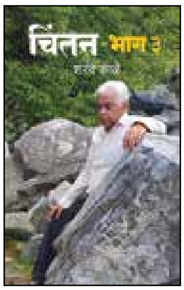
शरद काळे यांची विज्ञानविचार आणि जीवन यांची सांगड घालणारी पुस्तके



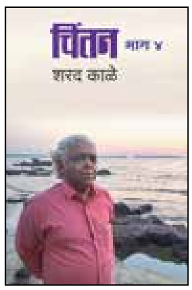
मूल्य ६०० रु.
सवलतीत ३५० रु.



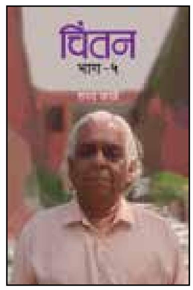
मूल्य ७५० रु.
सवलतीत ४५० रु.



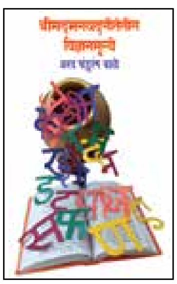
मूल्य ७५० रु.
सवलतीत ४५० रु.

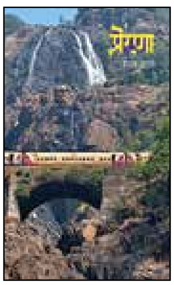


मूल्य ५०० रु.
सवलतीत ३०० रु.



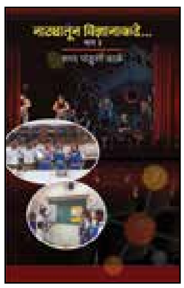
मूल्य ५०० रु.
सवलतीत ३०० रु.

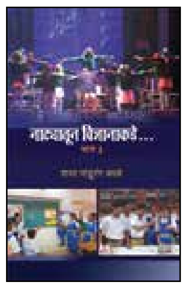

मूल्य ४०० रु.
सवलतीत २५० रु.

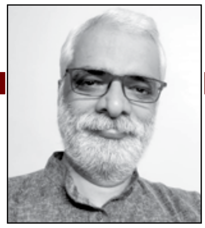


मूल्य ३५० रु.
सवलतीत २१० रु.

मूल्य २०० रु.
सवलतीत १२० रु.


मूल्य २०० रु.
सवलतीत १२० रु.


मूल्य ३०० रु.
सवलतीत १८० रु.



डॉ. जयंत वसंत जोशी

दंतवैद्यकातील विज्ञान व तंत्रज्ञान

दंतवैद्यकी आधुनिक आरोग्यसेवेचा एक महत्त्वाचा भाग आहे. तोंडाच्या आरोग्यासाठी अत्याधुनिक साधने आणि नव्या पद्धतींचा वापर करून दंतचिकित्सक अधिक प्रभावी उपचार करू शकतात. यात दात, हिरड्या आणि तोंडाच्या इतर संरचनांशी संबंधित पुढील महत्त्वाचे घटक समाविष्ट आहेत :

दंतचिकित्सा

प्रतिबंधक दंत चिकित्सा - नियमित तपासणी, स्वच्छता आणि तोंडाचे आरोग्य राखण्यासाठी उपाययोजना.

रुग्णोपचारात्मक दंतचिकित्सा - दातांवरील कीड काढून टाकणे, रूट कॅनाल, किडलेला दात भरणे आणि दातांचे उपचार.

अस्थायी पुनर्बांधणी - तुटलेले किंवा गमावलेले दात पुनर्स्थित करणे.

दंतपंक्ती सुस्थितीत आणणे - तिरपे किंवा चुकीच्या स्थितीत असलेले दात सरळ करण्यासाठी ब्रेसेस आणि इतर उपाय.

विज्ञान व तंत्रज्ञानाच्या प्रगतीमुळे दंतचिकित्सा अधिक अचूक, वेगवान आणि तुलनेने वेदनारहित झाली आहे. दंतचिकिस्ता व उपचारात वापरले जाणारे विज्ञान व तंत्रज्ञान समजून घेऊ.

डिजिटल इमेजिंग आणि थ्रीडी स्कॅनिंग - CBCT (Cone Beam Computed Tomography) - त्रिमित प्रतिमा मिळवून अधिक अचूक निदान करणे. इंट्रा-ऑरल कॅमेरे, लघु कॅमेऱ्याद्वारे तोंडाच्या आतील भागाच्या स्पष्ट प्रतिमा पाहता येतात.

लेझर दंतचिकित्सा - हिरड्यांची शस्त्रक्रिया, दातांच्या पोकळी स्वच्छ करणे आणि दातांचा रंगच्छटा सुधारण्यासाठी लेझर तंत्रज्ञानाचा उपयोग होतो. हे तंत्र पारंपरिक छिद्र करण्याच्या (ड्रिलिंग) तंत्रापेक्षा कमी वेदनादायक आणि जलद असते.

थ्रीडी प्रिंटिंग - दातांचे कृत्रिम संच (कवळी), ब्रेसेस, आणि कृत्रिम दात तयार करण्यासाठी थ्रीडी प्रिंटिंगचा वापर केला जातो. यामुळे उपचार रुग्णाच्या किंवा वापरकर्त्यांच्या विशिष्ट गरजा आणि आवडीनिवडी लक्षात घेऊन त्यानुसार करता येतात आणि हे सर्व वेगाने होते.

कृत्रिम प्रज्ञा (I) आणि संगणकीय साहाय्य - कृत्रिम प्रज्ञेवर आधारित निदान प्रणाली - क्ष-किरणे आणि CBCT स्कॅनमधून रोगाचे निश्चित निदान करण्यास मदत होते. त्यातून रुग्णांना उपचाराच्या वेळापत्रकाचे व्यवस्थापन आणि प्राथमिक सल्ला दिला जातो.

रोबोटिक आणि दूरदृश्य उपचार - रोबोटिक शस्त्रक्रिया आणि कृत्रिम प्रज्ञेवर आधारित तंत्रज्ञानामुळे उपचार अधिक अचूक होत आहेत. ग्रामीण भागातील रुग्णांना व्हिडिओ कॉलद्वारे सल्ला देण्याची सुविधा उपलब्ध झाली आहे.

दंतचिकित्सा आणि तंत्रज्ञान यांच्या संयोगामुळे दातांचे उपचार अधिक वेगवान, अचूक आणि तुलनेने आरामदायक झाले आहेत. डिजिटल तंत्रज्ञान, कृत्रिम प्रज्ञा, आणि रोबोटिक्सचा प्रभाव वाढत असल्याने भविष्यात दंतचिकित्सा व उपचार आणखी प्रगत होईल.

दंतचिकित्सेतील विज्ञान

दंतचिकित्सा आणि तंत्रज्ञान यांचे एकत्रीकरण हा आधुनिक आरोग्यसेवेचा एक महत्त्वाचा भाग बनला आहे. तोंडाच्या आरोग्यासाठी अत्याधुनिक साधने आणि नव्या पद्धतींचा वापर करून दंतचिकित्सक अधिक प्रभावी उपचार करू शकतात. ही चिकित्सा केवळ दातांच्या आरोग्यापुरती मर्यादित नसून, ती एक व्यापक वैज्ञानिक शाखा आहे. यात जीवशास्त्र, जैवतंत्रज्ञान, भौतिकशास्त्र, रसायनशास्त्र, आणि नवीनतम तंत्रज्ञान यांचा समावेश होतो. दंतआरोग्याचा संपूर्ण अभ्यास करण्यासाठी विविध वैज्ञानिक संकल्पना महत्त्वाच्या ठरतात.

जीवशास्त्र आणि शरीररचनाशास्त्र – दंतविज्ञानामध्ये तोंडाची रचना, दातांची वाढ, हिरड्यांचे आरोग्य आणि तोंडातील विविध पेशींचा अभ्यास केला जातो. दातांचे प्रकार (पटाशीचे दात, सुळे, दाढा इत्यादी) हिरड्या आणि त्यांचे आरोग्य, जिभेची रचना आणि चवसंवेदना, लाळग्रंथी आणि त्यांची भूमिका या बाबींचा समावेश होतो. तसेच दातांचा विकास, दातांच्या वाढीची प्रक्रिया, हाडांचे पुनर्निर्माण, दंतप्रत्यारोपणासाठी आवश्यक प्रक्रिया, जिवाणू आणि संसर्ग, दात किडणे आणि हिरड्यांचे आजार इत्यादी जीवशास्त्रीय प्रक्रिया अभ्यासल्या जातात.

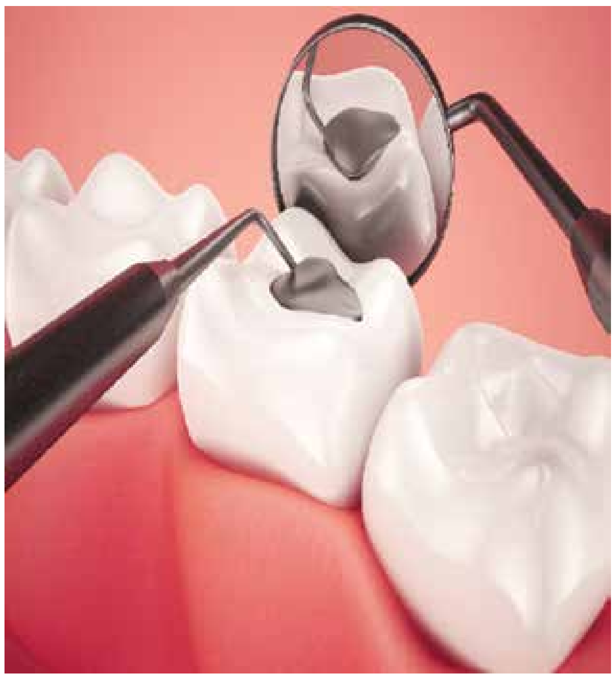
रसायनशास्त्र आणि जैवतंत्रज्ञान – दंतउपचारांमध्ये अनेक रसायने, रासायनिक संयुगे आणि जैवतंत्रज्ञानाचा मोठ्या प्रमाणावर उपयोग केला जातो. दातांच्या मजबुतीसाठी आणि कीड टाळण्यासाठी फ्लोराइडचा वापर केला जातो. दातातील पोकळी भरण्यासाटी (डेंटल फिलिंग) विविध ॲमल्गम, कंपोझिट आणि सिरॅमिक यासारखे रासायनिक पदार्थ वापरले जातात. जंतूंचा प्रादुर्भाव टाळण्यासाठी व उपचारांसाठी जैवसुसंगत रासायनिक साहित्य वापरले जाते. स्टेम सेल थेरपी – दातांच्या पुनरुत्पत्तीवर संशोधन, बायोसिरॅमिक्स – कृत्रिम दातांसाठी जैवसुसंगत साहित्य यासाठी जैवतंत्रज्ञानाचा वापर केला जातो.

भौतिकशास्त्र आणि यांत्रिकी – दंतचिकित्सा–उपचार आणि भौतिकशास्त्र यांचा अतिशय जवळचा संबंध आहे. लेझर दंतचिकित्सेमुळे वेदनारहित उपचार होतात व CBCT स्कॅनिंग, थ्रीडी इमेजिंगद्वारे अचूक निदान करता येते. यासाठी रोबोटिक्स आणि लेझर तंत्रज्ञानचा मोठ्या प्रमाणात वापर केला जातो.

बायोमेकॅनिक्स

दात किंवा दंतपंक्ती सुसंगतीकरण (ऑर्थोडेंटिक्स) – दात सरळ करण्यासाठी यांत्रिक शक्तींचा वापर केला जातो.

दंतचिकित्सा उपकरणे



किडलेला दात भरणे

त्यासाठी अगदी छोट्या आकाराच्या विद्युत मोटार व त्याला पूरक यंत्रणा वापरल्या जातात. पुनर्स्थापन (इम्प्लांट) तंत्रज्ञानात टायटॅनियम आणि जैविक पदार्थाचा विपुल प्रमाणात वापर केला जातो. दात किडणे, तुटलेले किंवा घासले गेलेले, झडलेले दात, दातांचा गुळगुळीत पृष्ठभाग पुनर्स्थित करणे, दातांतील फटींमुळे होणाऱ्या जंतुसंसर्गास प्रतिबंध यासाठी दातात जी पोकळी निर्माण होते ती भरणे गरजेचे असते.

दात भरण्याची प्रक्रिया कशी होते?

क्ष-किरणे किंवा CBCT स्कॅनद्वारे दाताची तपासणी करून आधी निदान केले जाते. दाताचा सडलेला / झिजलेला / किडलेला / तुटलेला भाग काढण्यासाठी ड्रिल किंवा लेझरचा वापर करून दात स्वच्छ केला जातो. निवडलेल्या योग्य साहित्याचा वापर करून पोकळी भरली जाते. दातांना नैसर्गिक आकार देण्यासाठी यंत्राने घासून आकार देऊन पॉलिशिंग केले जाते. दाताची पोकळी भरण्यासाठी ॲमल्गम नावाचे एक रासायनिक मिश्रण वापरले जाते. ते चांदी, कथिल, जस्त, तांबे आणि पारा यांचे योग्य प्रमाणात मिश्रण असते. ते दातांवर घट्ट बसते. यात पारा द्रवरूपात असतो आणि तो इतर धातूंशी मिश्रित झाल्यावर दाताची पोकळी भरण्यासाठीचा एक मजबूत आणि टिकाऊ पदार्थ (फिलिंग) तयार होतो. हे मिश्रण मजबूत, स्वस्त असते, परंतु सौंदर्यदृष्ट्या आकर्षक नसते.

त्याला पर्याय म्हणून कंपोझिट रेझिन फिलिंग हा ॲक्रेलिकची राळ आणि सिलिका फिलरपासून तयार केलेला कृत्रिम पदार्थ वापरला जातो. कंपोझिट फिलिंग फोटो-पॉलिमरायझेशन प्रक्रियेतून तयार होतात. यामध्ये अतिनील किरण (यूव्ही किंवा ब्लू लाइट) टाकल्यावर हे रासायनिक कंपोझिट कठीण होते. हे कंपोझिट नैसर्गिक दातासारखेच दिसते. त्याची लवचीकता चांगली असली तरी टिकाऊपणा मात्र तुलनेने कमी असतो. सिरॅमिक (पॉर्सेलिन) फिलिंग नावाचा एक पदार्थ ॲल्यूमिनियम ऑक्साईड आणि झिरकोनियम वापरून दाताची पोकळी भरण्यासाठी वापरला जातो. हा मिश्रधातू जैविकदृष्ट्या व सौंदर्यदृष्ट्या उत्कृष्ट पर्याय समजला जातो. हे मिश्रण उच्च-तापमानावर गरम केले जाते, ज्यामुळे ते कठीण, टिकाऊ आणि गुळगुळीत होते. याचा रंग नैसर्गिक दातांसारखाच असतो, ते गंजत नाहीत परंतु हा पर्याय तुलनेने इतर पर्यायांपेक्षा महाग असतो.

दातांची क्ष-किरण प्रतिमा

ग्लास आयनोमर फिलिंग हा सिलिकेट ग्लास आणि ॲक्रेलिक ॲसिड पासून तयार केलेला अन्य एक पर्यायही आहे. हा ग्लास आयनोमर फ्लोराइड सोडतो, जो दातांच्या संरक्षणासाठी उपयुक्त असतो. आयोनिक बंधांद्वारे तो आजूबाजूच्या दातांशी घट्ट जोडला जातो. हा पर्याय छोट्या मुलांसाठी उपयुक्त आहे, पण तो मजबूत नाही.

सुवर्णभरण (गोल्ड फिलिंग) या पर्यायात ७५ टक्के सोने, तांबे आणि इतर काही धातू असतात. सोने जैविकदृष्ट्या अत्यंत पूरक असून, ते ऑक्सिडेशन आणि गंजण्याच्या प्रक्रियेस प्रतिरोधक असते. हा पर्याय मजबूत आणि टिकाऊ असतो, पण खूप महाग आहे.

दातांच्या पोकळया भरणे हे दातांचे आरोग्य टिकवण्यासाठी एक महत्त्वाचे वैज्ञानिक तंत्र आहे. विविध प्रकारच्या भरणपदार्थांमध्ये भौतिक, रासायनिक आणि जैवतंत्रज्ञानाच्या संकल्पनांचा मोठ्या प्रमाणावर उपयोग केला जातो. भविष्यात दातांची पोकळी भरण्यासाठीचे नॅनो-टेक्नॉलॉजी आणि जैविक पदार्थांच्या मदतीने अधिक प्रभावी आणि टिकाऊ पदार्थ विकसित होतील.

दंतवैद्यकाच्या खुर्चीतील तंत्रज्ञान

आधुनिक दंतवैद्यकाच्या खुर्च्या हे केवळ बसण्यासाठीचे साधन नसून, ते उच्च तंत्रज्ञानाने युक्त अशा वैद्यकीय उपकरणांचे केंद्र बनल्या आहेत. खुर्चीत वापरल्या जाणाऱ्या तंत्रज्ञानाची झलक पाहू-

हायड्रॉलिक/इलेक्ट्रोमेकॅनिकल सिस्टीम - यामुळे खुर्ची सहज वर-खाली, पुढे-मागे, किंवा तिरकी करता येते. खुर्ची रुग्णाच्या डोके, मान, पाठीचा भाग व पायांना आधार देणारी असते. त्यामुळे दंततज्ज्ञाला रुग्णाचा जबडा पाहिजे तसा योग्य कोनात बघून काम करता येते. विद्युत किंवा हायड्रॉलिक मोटारद्वारे या हालचाली होतात. हे सर्व दंतवैद्य एक बटण,

दंतचिकित्सा खुर्ची

यूव्ही/ओझोन निर्जंतुकीकरण– खुर्चीतील नळ्या आणि यंत्रणा स्वच्छ ठेवण्यासाठी काही खुर्च्यांमध्ये ही सुविधा असते.

अर्गोनॉमिक डिझाईन – रुग्ण आणि दंतवैद्य दोघांसाठीही आरामदायक रचना. दीर्घ काळ बसावे लागले तरी शरीरावर ताण येत नाही.

दंतवैद्य वापरणारी उपकरणे

दंतचिकित्सा करताना दंतवैद्य वेगवेगळ्या उपकरणांचा वापर करतात. हे उपकरणे निदान, उपचार, शस्त्रक्रिया आणि पुनर्स्थापनेसाठी महत्त्वाची भूमिका बजावतात. आधुनिक तंत्रज्ञानाच्या मदतीने ही उपकरणे अधिक अचूक, मजबूत आणि रुग्णासाठी वेदनारहित बनवली गेली आहेत.

मूलभूत दंतउपकरणे

अंतर्वक्र आरसा – तोंडाच्या आतील भागांची स्पष्ट प्रतिमा पाहण्यासाठी या आरशाचा वापर केला जातो. अंतर्वक्र असल्यामुळे यात प्रतिमा मोठी दिसते. प्रकाशपरावर्तन या प्रकाशाच्या मूलभूत गुणधर्मावर हा आरसा काम करतो. सामान्य वाटणारा हा आरसा दंतवैद्यकासाठी रुग्णाच्या तोंडातील सहजपणे न दिसणारे भाग बघण्यासाठी अत्यंत उपयुक्त साधन आहे.

एक्सप्लोरर – दातांची कीड, फटी, किंवा इतर दोष शोधण्यासाठी हे टोकदार उपकरण वापरले जाते. कीड झालेला भाग शोधणे, हिरड्यांच्या आरोग्याची तपासणी यासाठी याचा वापर केला जातो.

चिमटे (टोंग्ज) – लहान आकाराच्या वस्तू उचलण्यासाठी आणि अचूकपणे योग्य ठिकाणी ठेवण्यासाठी यांचा वापर केला जातो. तरफेच्या दुसऱ्या व तिसऱ्या प्रकाराचे हे विविध चिमटे असतात. भौतिकशास्त्राच्या साधी यंत्रे या प्रकारात हे मोडतात.

स्वच्छता आणि उपचार उपकरणे

अल्ट्रासॉनिक स्केलर – दातांचा किडलेला भाग काढण्यासाठी याचा वापर केला जातो. २०,००० हर्ड्झपेक्षा उच्च वारंवारतेच्या ध्वनिलहरीद्वारे हा किडलेला भाग तोडला जातो व दाताचा किडलेला भाग स्वच्छ केला जातो.

एअर–पोलिशर – दात नैसर्गिक दातांसारखे चमकदार करण्यासाठी आणि डाग दूर करण्यासाठी या उपकरणाचा वापर केला जातो. सोडियम बायकार्बोनेट या रसायनाचा आणि

फूट स्विच किंवा टचपॅडने नियंत्रित करू शकतो.

प्रकाशव्यवस्था – एलईडी या उच्च तीव्रतेच्या आणि कमी उष्णतेच्या दिव्यांमुळे तोंडाच्या आतील दृश्य स्पष्ट बघण्यास मिळते. त्यात काही प्रकाश संवेदक असतात, ज्यामुळे हात न लावता ते चालू बंद करता येते.

एकीकृत यंत्रणांचा संच – उच्च गती आणि संथ गतीने चालणारी यंत्रणा हँडपीस, स्केलर (दातातील टार्टर काढायला), सक्शन यंत्रणा (तोंडात जमा झालेली लाळ, पाणी शोषण्यासाठी), पाणी व हवा फवारा करणारे यंत्र इत्यादी खुर्चीलाच जोडलेले असतात. यामुळे वेगवेगळ्या उपचारासाठी आवश्यक सर्व उपकरणे एकाच ठिकाणी उपलब्ध होतात.

डिजिटल टच पॅनल / कंट्रोल युनिट – खुर्चीच्या हालचाली, पाणीप्रवाह, प्रकाश, इत्यादी एका स्पर्शाने नियंत्रित करता येतात. यावरून दंतवैद्य खुर्ची पाहिजे तशी हलवू शकतो, पाणी चालू / बंद करू शकतो, दिवे / प्रकाश पाहिजे तसा नियंत्रित करू शकतो. प्रीसेट मोडमुळे वेळ वाचतो.

इंटिग्रेटेड कॅमेरे व मॉनिटर – इन्ट्रा–ओरल कॅमेरे रुग्णाच्या तोंडातील प्रतिमा दाखवतात. यामुळे रुग्णचिकित्सा आणि निदान अधिक प्रभावी होते.

हवेचा वेगवान झोत याने ही प्रक्रिया केली जाते.

ड्रिल आणि हँडपीस – दात कोरून त्यात भरणी करण्यासाठी जागा तयार करण्यासाठी याचा उपयोग होतो. RPM म्हणजे एका मिनिटात पूर्ण केलेल्या फेऱ्यांची संख्या. उच्च गतीने (२,००,००० ते ४,५०, ००० RPM) फिरणारे यंत्र दाताचा किडलेला भाग कोरून काढण्यासाठी व त्या पेक्षा कमी गतीने फिरणारे यंत्र चकाकी आणण्यासाठी (पॉलिशिंगसाठी) वापरले जाते.

लेझर उपकरणे – हिरड्यांची शस्त्रक्रिया, पोकळी स्वच्छ करणे, आणि उतीवृद्धी यासाठी या उपकरणांचा वापर केला जातो. उच्च-ऊर्जा प्रकाशकिरणांचा वापर केल्याने ही कामे सोपी व लवकर होते.

एक्स-रे मशीन – दातांची आंतरिक रचना आणि संसर्ग शोधण्यासाठी क्ष-किरणांचा वापर केला जातो.

CBCT (Cone Beam Computed Tomography) स्कॅनर – त्रिमित प्रतिमा तयार करून अचूक निदान करण्यासाठी या साधनाचा वापर केला जातो. संकेंद्रित क्ष-किरण शलाकेद्वारे संपूर्ण जबड्याचा अभ्यास केला जातो.

दंतशस्त्रक्रियांसाठी विशेष उपकरणे वापरली जातात.

डेंटल फोर्सेप्स दात उपटण्यासाठी आणि रोपण करण्यासाठी हे चिमटे वापरले जाते. दात हलवण्यासाठी आणि मुळांपासून वेगळे करण्यासाठी एलेव्हेटर नावाचे साधन वापरले जातात. सर्जिकल स्कॅल्पेल आणि सुईधर, हिरड्यांच्या शस्त्रक्रियेसाठी धारदार ब्लेड आणि टाके घालण्यासाठीची उपकरणे नियमित वापरली जातात. ऑर्थोडॉन्टिक आणि इम्प्लांट उपकरणे यांचा वापर दात सरळ करण्यासाठी आणि प्रत्योरोपण शस्त्रक्रियेसाठी केला जातो. लिगेचर तार आणि ब्रॅकेट दात सरळ करण्यासाठी वापरतात. रिटेनर प्लायर तारांचे समायोजन करण्यासाठी उपयोगात आणतात. इम्प्लांट ड्रिलने हिरड्यांना छिद्र पाडून त्यात स्क्रू ड्रायव्हरने टायटॅनियम स्क्रू बसवण्यात येतो. त्यावर कृत्रिम दात बसवला जातो.

किडलेले दात भरणे

किडलेल्या किंवा फुटलेल्या दातांची पुनर्बांधणी करण्यासाठी डेंटल फिलिंग प्रक्रिया केली जाते. या प्रक्रियेत दाताच्या खराब भागाला काढून टाकून त्याऐवजी विविध पदार्थ वापरून दाताची मूळ रचना आणि मजबुती पुन्हा मिळवली जाते.

दात भरण्यासाठी वापरण्यात येणारे पदार्थ

चांदी, कथिल, तांबे आणि पारा मिश्रण – ॲमलगम – पारंपरिक पण मजबूत, दीर्घकाळ टिकणारे (१०-१५ वर्षे). मजबूत आणि स्वस्त. नैसर्गिक दातासारखे दिसत नाही.

कंपोझिट रेजिन – सौंदर्यदृष्ट्या उत्तम, प्लास्टिक आणि काचेच्या कणांचे मिश्रण. नैसर्गिक दाताच्या रंगासारखे दिसते. समोरच्या दातांसाठी उत्तम पर्याय. ५ ते १० वर्षे टिकते.

ग्लास आयोनोमर सिमेंट– मुलांसाठी उत्तम, ग्लास पावडर आणि ॲसिडिक पदार्थ. फ्लोराइड सोडतो, त्यामुळे दात अधिक मजबूत राहतो. मुलांच्या दातांसाठी उत्तम पर्याय. तितकेसे मजबूत नाही, दडपण सहन करू शकत नाही.

पोर्सेलिन– टिकाऊ आणि नैसर्गिक, सिरॅमिक आणि क्वार्ट्झ, नैसर्गिक दातासारखा रंग आणि चमक. १०-१५ वर्षे टिकतो आणि डाग पडत नाहीत. महाग आणि अधिक वेळखाऊ प्रक्रिया.

सोन्याचे भरणे – सर्वात टिकाऊ, सोने व तांब्याचे मिश्रण

दात काढताना स्थानिक भूल मोठ्या प्रमाणावर वापरली जाते, तर मोठ्या शस्त्रक्रियांसाठी विभागीय किंवा संपूर्ण भूल दिली जाते. भूल वेदनारहित उपचारासाठी अत्यंत सुरक्षित आणि प्रभावी आहे, परंतु ती देताना योग्य प्रमाण आणि काळजी घेणे आवश्यक आहे. सर्वसामान्यपणे दात काढताना स्थानिक प्रकारची भूल दिली जाते. म्हणजे तोंडाच्या एका विशिष्ट भागाला संवेदनाहीन केले जाते. ५-१० मिनिटांत त्या भागाची संवेदना कमी होते. विभागीय भूल ही संपूर्ण जबड्याचा मोठा भाग सुन्न करण्यासाठी वापरली जाते. साधरणतः खालच्या जबड्यातील मोठे दात (दाढा) काढताना दिली जाते. ही भूल जबड्यातील संपूर्ण बाजू बधिर करते. भूलीमुळे मेंदूकडे जाणारे वेदना संदेश तात्पुरते थांबवतात.

दाताची कवळी तयार करण्याचे विज्ञान आणि तंत्रज्ञान

दाताची कवळी अचूक बसावी यासाठी ठसा तयार करणे हा अतिशय महत्त्वाचा टप्पा आहे. हा ठसा दाताच्या वास्तविक आकार आणि रचनेची नक्कल करतो, ज्यामुळे कवळी नैसर्गिक दातासारखी बसते आणि कार्य करते. योग्य नैसर्गिक आकार आणि कवळी व्यवस्थित बसावी, चावण्यात अडचण येऊ नये, दातांचा नैसर्गिक आकार जुळवा, दात आणि हिरड्यांची जुळवणी व्यवस्थित ठेवण्यासाठी ठसा घेणे आवश्यक असते. दंतप्रयोगशाळेत अचूक कवळी तयार करण्यासाठी योग्य ठसा असल्यास कवळीची अचूकता आणि सौंदर्य सुधारते.

दातांची कवळी तयार करण्यामागे भौतिकशास्त्र, रसायनशास्त्र आणि जैवतंत्रज्ञान यांचा मोठा वाटा आहे. पारंपरिक पद्धतींपासून ते अत्याधुनिक संगणकाधारित प्रणाली आणि थ्रीडी प्रिंटिंगपर्यंत, दंतविज्ञानातील प्रगतीमुळे अधिक अचूक, मजबूत आणि सौंदर्यपूर्ण कवळ्या विकसित होत

आहेत. भविष्यात नॅनो-टेक्नॉलॉजी आणि बायोमटेरियलच्या मदतीने अधिक प्रभावी आणि दीर्घकाळ टिकणाऱ्या कवळ्या निर्माण होतील.

दातांची कवळी तयार करण्याची पारंपरिक पद्धती आणि तंत्रज्ञान

ही पारंपरिक पद्धत दंतप्रयोगशाळेत कवळी तयार करण्यासाठी मोठ्या प्रमाणावर वापरली जाते. प्रथम दात घासून स्वच्छ केले जातात. त्यानंतर दात व हिरड्यांचा एकत्रित ठसा घेतला जातो. अल्जिनेट किंवा झतड सामग्री मिक्स करून ट्रेमध्ये ठेवली जाते. ट्रे तोंडात ठेवून काही सेकंद दाबून धरला जातो. मिश्रण स्थिर झाल्यावर ठसा काढून तो प्रयोगशाळेत पाठवला जातो. ठश्यातून प्लास्टर किंवा सिलिकॉन मॉडेल तयार केले जाते, ज्यावर कवळी बनवली जाते. डिजिटल ठसा ही अत्याधुनिक पद्धत अधिक वेगवान आणि अचूक आहे.

ठसा घेण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या पारंपारिक

ही पारंपरिक पद्धत दंत प्रयोगशाळेत कवळी तयार करण्यासाठी मोठ्या प्रमाणावर वापरली जाते. प्रथम दात घासून स्वच्छ केले जातात. त्यानंतर दात व हिरड्यांचा एकत्रित ठसा घेतला जातो. अल्जिनेट किंवा PVS सामग्री मिक्स करून ट्रेमध्ये ठेवली जाते. ट्रे तोंडात ठेवून काही सेकंद दाबून धरला जातो. मिश्रण स्थिर झाल्यावर ठसा काढून तो प्रयोगशाळेत पाठवला जातो. ठश्यातून प्लास्टर किंवा सिलिकॉन मॉडेल तयार केले जाते, ज्यावर कवळी बनवली जाते. डिजिटल ठसा ही अत्याधुनिक पद्धत अधिक वेगवान आणि अचूक आहे.

ठसा घेण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या पारंपरिक साहित्यांमध्ये अल्जिनेट, पॉलिसल्फाइड आणि पॉलीव्हिनाइल सिलोक्सेन यांचा समावेश होतो. अल्जिनेट ही एक सर्वसामान्यांना परवडणारी आणि वापरण्यास सोपी अशी सामग्री आहे. प्राथमिक छापांसाठी अल्जिनेटचाच वापर केला जातो.

रबर बेस म्हणूनही ओळखले जाणारे, पॉलीसल्फाइड, हे लवचीक साहित्य अचूक ठसा टिपण्यासाठी वापरले जाते. लाळ किंवा रक्तासारखा ओलावा असला तरीही ते अचूक राहू शकते.

पॉलीव्हिनाइल सिलोक्सेन - पीव्हीएस म्हणूनही ओळखले जाणारे, हे साहित्य अत्यंत अचूक आणि स्थिर आहे. विविध प्रकारच्या स्निग्धतेमध्ये हे उपलब्ध आहे. हायड्रोफोबिक, म्हणजे ते ओलावा दूर करते, ज्यामुळे ते तोंडातील पोकळीसारख्या ओल्या वातावरणात वापरण्यासाठी आदर्श मानले जाते.

दंतठशासाठी वापरल्या जाणाऱ्या इतर साहित्यांमध्ये ॲडिशन-क्युर्ड सिलिकॉन, पॉलिथर, सिलिकॉन रबर, कमी सांध्रतेचे अल्जिनेट आणि झिंक ऑक्साइड युजेनॉल हे पदार्थ समाविष्ट आहेत.

पारंपरिक कृत्रिम दात ॲक्रेलिक, धातू आणि पोर्सिलेनपासून बनवले जातात. कृत्रिम दातांसाठी ॲक्रेलिक हे हलके, किफायतशीर प्लास्टिक आहे. ॲक्रेलिक पावडर आणि रेझिन द्रव स्वरूपात पुरवले जाते जे एकत्र मिसळले जाते. ॲक्रेलिक कवळी समायोजित करणे सोपे असते आणि कवळी हिरड्यांना सुरक्षितपणे चिकटते.

कोबाल्ट-क्रोम मिश्रधातूंसारख्या टिकाऊ पदार्थांपासूनही कृत्रिम दात बनवता येतात. धातूच्या दातांच्या मजबूत स्वरूपामुळे त्यांचा देखभालखर्च कमी असतो.

काचेसारखे दिसणारा एक मजबूत आणि टिकाऊ सिरेमिक पदार्थ म्हणजे पोर्सिलेन. पोर्सिलेनच्या कवळ्या पारदर्शक असतात आणि त्यांचे स्वरूप नैसर्गिक असते. पोर्सिलेनच्या कवळी ॲक्रेलिक कवळीपेक्षा महाग असतात.

दात बनवण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या इतर साहित्यांमध्ये नायलॉन आणि रेझिन यांचा समावेश आहे. त्या नंतर प्रयोगशाळेत दातांची कृत्रिम कवळी तयार केली जाते. त्यासाठी साधारण १-२ आठवडे लागतात .

कवळी तयार करण्याच्या अधुनिक पद्धती आणि तंत्रज्ञान

इन्ट्रा-ओरल स्कॅनर वापरून डिजिटल हिरड्यांचे ठसे घेतले जातात. संगणकीय यंत्रणा वापरून ठशाचे डिजिटल प्रारूप तयार केले जाते. CNC मिलिंग मशीन किंवा थ्रीडी प्रिंटर वापरून कवळी तयार केली जाते. कवळी तयार करण्यासाठी सोने, प्लॅटिनम, क्रोमियम किंवा पॅलेडियम मिश्रधातू वापरतात. हे अत्यंत मजबूत आणि टिकाऊ असते, पण दिसायला आकर्षक नसते. याचा उपयोग विशेषतः मागच्या दातांसाठी (दाढांसाठी) केला जातो. यासाठी वेळ कमी लागतो, अधिक अचूकता मिळते आणि नैसर्गिक दिसते.

PFM (Porcelain Fused to Metal) कवळी

या प्रकारच्या कवळीमध्ये आतून धातू आणि वरून पोर्सेलिनचा थर असतो. धातूच्या मजबुतीसह पोर्सेलिनच्या सौंदर्याचा समावेश होतो.

कृत्रिम दात अडकवण्यासाठी स्टेनलेस स्टील, निकल-टायटॅनियम, आणि कोबाल्ट-क्रोमियम मिश्रधातूंच्या तारांचा मोठ्या प्रमाणावर वापर केला जातो. आधुनिक तंत्रज्ञानामुळे फायबर-रेइन्फोर्स्ड तार आणि स्क्रू-बेस्ड सोल्युशन अधिक लोकप्रिय होत आहेत.

कृत्रिम दात अडकवण्यासाठी विविध प्रकारच्या तारांचा वापर केला जातो. या तारांचा उपयोग प्रामुख्याने कवळी, ब्रेस, आणि ब्रिज यासाठी केला जातो.

दंतवैद्य ब्रेस आणि डेंटल अलाईनमेंटसाठी स्टेनलेस स्टील, निकल-टायटॅनियम (NiTi), कोबाल्ट-क्रोमियम मिश्रधातूच्या तारांचा वापर करतात. या तारांमध्ये लवचीकता आणि स्मृतिधारकता (शेप मेमरी) असते, त्यामुळे दात योग्य स्थितीत हलवता येतात. निकल-टायटॅनियम (NiTi) तारांमध्ये तापमानानुसार प्रतिसाद देणारा (थर्मो-रिस्पॉन्सिव्ह) गुणधर्म असतात, त्यामुळे गरम तापमानात तार आपली मूळ स्थिती प्राप्त करू शकते. दातांची जुळणी सुधारण्यासाठी ब्रेसेसमध्ये तार वापरले जाते. काढता येणाऱ्या कवळ्यांसाठी स्टेनलेस स्टील, कोबाल्ट-क्रोमियम मिश्रधातूच्या तारा वापरल्या जातात. या तारा लवचीक असतात आणि कवळीला नैसर्गिक दातांभोवती घट्ट पकड देतात. ब्रिजेस आणि क्राउनसाठी तारा सोनं, टायटॅनियम, स्टेनलेस स्टील आणि फायबर-रेइन्फोर्स्ड पॉलिमर वापरतात हे धातू, मिश्रधातू व कृत्रिम पदार्थ मजबूत आणि गंजरोधक असतात. या तारांवर जैवसंगत मुलामा असतो, जो दात आणि हिरड्यांना नुकसान करत नाही. कायमस्वरूपी ब्रिजेस आणि कृत्रिम प्रत्यारोपीत दातांमध्ये आधार देण्यासाठी या तारांचा वापर होतो. स्टेनलेस स्टील किंवा फायबर-रेइन्फोर्स्ड तार दातांच्या मागील बाजूस चिकटवल्यामुळे त्या दिसत नाहीत आणि स्थिरता प्रदान करतात. ऑर्थोडॉन्टिक ट्रीटमेंटनंतर दात पुन्हा हलू नयेत म्हणूनही तार वापरतात. कृत्रिम दातांमध्ये तारांऐवजी आधुनिक तंत्रज्ञान वापरून तयार केलेले फायबर-रेइन्फोर्स्ड कंपोझिट वापरतात. ते हलके आणि अधिक लवचीक असते. कृत्रिम दात कायम स्वरूपी प्रस्थापित करण्यासाठी स्टीलच्या तारेऐवजी टायटॅनियम स्क्रू वापरतात.

कृत्रिम दात अडकविण्यासाठी धातूची तार

ब्रेसेस कसे बनवतात

ब्रेसेस म्हणजे दात सरळ करण्यासाठी वापरण्यात येणारे ऑर्थोडॉन्टिक साधन. हे दातांवर बसवून हळूहळू दात योग्य स्थानावर हलवले जातात. ब्रेसेस तयार करण्यासाठी दातांचे मोजमाप आणि क्ष-किरण प्रतिमा घेऊन ऑर्थो डॉन्टिस्ट दातांची पूर्ण चाचणी करतात. क्ष-किरण प्रतिमा आणि थ्रीडी स्कॅनिंगद्वारे दातांच्या अचूक स्थितीचे विश्लेषण केले जाते. ब्रॅकेट आणि तारा वेगवेगळ्या प्रकारात उपलब्ध असतात. प्रत्येक दातावर ऑर्थोडॉन्टिक विशिष्ट प्रकारचा डिंक लावून ब्रॅकेट चिकटवले जातात. ब्रॅकेट स्टेनलेस स्टील, सिरॅमिक किंवा झिरकोनिया पदार्थांचे बनलेले असतात. ब्रॅकेट जोडण्यासाठी स्टेनलेस स्टील किंवा निकल-टायटॅनियम (NiTi) तार लावली जाते. ही तार हळूहळू दात योग्य ठिकाणी हलवते. काही ब्रेसेसमध्ये रबर बँड आणि स्प्रिंग्स वापरून दात हलवले जातात. हळूहळू दात व्यवस्थित सरेखित होतात.

सिरॅमिक दात

सिरॅमिक दात हे नैसर्गिक दातांच्या सर्वात जवळ जाणारे कृत्रिम दात मानले जातात. ते सौंदर्यदृष्ट्या आकर्षक, टिकाऊ आणि जैवसंगत असतात. हे दात क्राउन, ब्रिज, व्हिनीअर्स आणि कृत्रिम प्रत्यारोपित दात तयार करण्यासाठी वापरले जातात.

सिरॅमिक दात तयार करणे ही अत्याधुनिक तंत्रज्ञान आणि कुशलतेची प्रक्रिया आहे. संगणकाधारित तंत्रज्ञानामुळे अचूक, टिकाऊ आणि सौंदर्यदृष्ट्या आकर्षक दात तयार करता येतात. झिरकोनिया आणि पोर्सेलिन हे सर्वाधिक लोकप्रिय पर्याय आहेत.

कृत्रिम दात

कृत्रिम दात तयार करण्याचे तंत्रज्ञान - कृत्रिम दात नैसर्गिक दातांना पर्याय म्हणून अन्न चावण्यासाठी आणि सौंदर्याची पुनर्बांधणी करण्यासाठी तयार केले जातात. हे दात कवळी, ब्रिज, कृत्रिम प्रत्यारोपित दात आणि क्राउनच्या स्वरूपात तयार करता येतात.

दातांचे सरेखन

प्रत्यारोपित कृत्रिम दात

पारंपरिक पद्धत - पूर्वी कृत्रिम दात हाताने बनवले जात होते. दातांच्या साच्यांपासून मेणाचा नमुना तयार करून त्यावर ॲक्रिलिक, धातू किंवा सिरॅमिक पदार्थ लावले जात होते. ही प्रक्रिया वेळखाऊ आणि अचूकतेच्या दृष्टीने मर्यादित होती.

आधुनिक पद्धतीने कृत्रिम दात तयार करताना संगणक आधारित रचनाप्रणाली, थ्रीडी प्रिंटिंग, CNC मिलिंग, नॅनोमटेरियल आणि जैवसंगत साहित्य, डिजिटल स्कॅनिंग, इंट्रा-ओरल इमेजिंग ही आधुनिक तंत्रे वापरली जातात.

दात इम्प्लांट करण्याची प्रक्रिया

दात इम्प्लांट बसवण्याची प्रक्रिया चार मुख्य टप्प्यांत पूर्ण होते. जबड्याच्या हाडाचे मूल्यांकन, स्कॅनद्वारे जबड्याच्या हाडाची घनता आणि रचना तपासली जाते, हाड पुरेसे मजबूत नसेल, तर हाड प्रत्यारोपण प्रक्रिया केली जाते. इम्प्लांटची योग्य जागा ठरवण्यासाठी Digital Smile Design (DSD) आणि संगणकीय रचना प्रणाली आधारित तंत्रज्ञान वापरले जाते.

इम्प्लांट बसवणे - स्थानीय भूल देऊन इम्प्लांट प्रत्यारोपण केला जातो. टायटॅनियम / झिरकोनिया स्क्रू जबड्याच्या हाडात ठेवण्यासाठी ड्रिलिंग केले जाते. इम्प्लांट स्क्रू योग्य प्रकारे बसवल्यानंतर टाके घातले जातात.

हाडाशी जुळवणी - इम्प्लांट जबड्याच्या हाडात मजबूत व्हायला ३-६ महिने लागतात. हाड आणि इम्प्लांट यांच्यात मजबूत सांधणी होते. या प्रक्रियेसाठी टायटॅनियम आणि झिरकोनिया हे जैवसंगत साहित्य वापरले जाते.

कृत्रिम दात बसवणे - हाडाशी इम्प्लांट पूर्णतः जुळल्यावर अबटमेंट जोडले जाते.

थ्रीडी स्कॅनिंग किंवा संगणकीय रचनाप्रणाली आधारित तंत्रज्ञान वापरून नैसर्गिक दिसणारा क्राउन तयार केला जातो. पोर्सेलिन, झिरकोनिया किंवा लिथियम डिसिलिकेट पदार्थ वापरून हा क्राउन तयार केला जातो.

दातांच्या इम्प्लांटमध्ये वापरले जाणारे आधुनिक तंत्रज्ञान

थ्रीडी CBCT स्कॅनिंग (Cone Beam CT) जबड्याच्या हाडाची आणि दातांची थ्रीडी प्रतिमा घेण्यासाठी वापरले जाते. इम्प्लांटची योग्य जागा ठरवण्यासाठी अत्यंत महत्त्वाचे असते. डिजिटल स्माईल डिझाइन चेहऱ्याच्या आणि जबड्याच्या रचनेनुसार दातांचा आकार ठरवण्यासाठी वापरले जाते. अधिक नैसर्गिक आणि आकर्षक स्मित डिझाइन करता येते. संगणकीय प्रणालीवर आधारित तंत्रज्ञान अचूक कृत्रिम दात तयार करण्यासाठी वापरले जाते. झिरकोनिया आणि सिरॅमिक क्राउन तयार करण्यासाठी अत्याधुनिक यंत्रणा वापरतात. दात इम्प्लांट हे पडलेल्या दातांसाठी सर्वोत्तम उपाय आहेत.

थ्रीडी स्कॅनिंग, संगणकीय प्रणालीआधारित तंत्रज्ञान, आणि डिजिटल शस्त्रक्रिया यामुळे इम्प्लांट अधिक सुरक्षित आणि अचूक झाले आहेत. योग्य देखभाल केल्यास ते दीर्घकाळ टिकतात आणि नैसर्गिक दातांसारखे दिसतात.

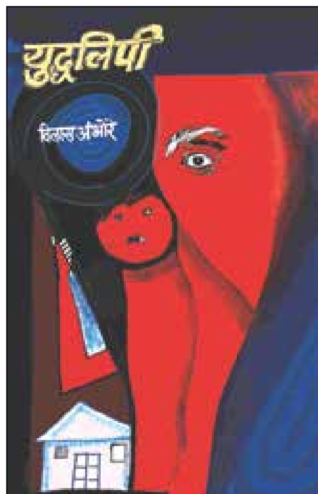
(सदर लेखातील काही माहिती व छायाचित्र माहितीजालावरील स्रोतांतून साभार.)

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

ग्रंथाली

युद्धलिपी

विलास अंभोरे



मूल्य २५० रुपये । सवलतीत १५० रुपये.
टपालखर्च ५० रु.

हेमंत लागवणकर

मानवी मूत्र : शाश्वत आणि पर्यावरणस्नेही शेतीसाठी नवा मंत्र

दोनच महिन्यांपूर्वी सुनिता विल्यम्स आणि बॅरी विल्मोर २८६ दिवसांपर्यंत लांबलेल्या अंतराळवास्तव्यानंतर पृथ्वीवर परतले. अंतराळातील त्यांच्या लांबलेल्या वास्तव्याचा बराच गवगवा झाला आणि त्या अनुषंगाने प्रसारमाध्यमांमधून येणाऱ्या बातम्या, लेख यांद्वारे अंतराळवीरांच्या अवकाशातील वास्तव्याबद्दल बरीच माहिती लोकांसमोर आली. अंतराळात हे अंतराळवीर जेथे वास्तव्य करतात त्या अंतराळस्थानकामध्ये मानवी मूत्र, घाम, उच्छ्वासावाटे बाहेर टाकलेले बाष्प या पदार्थांचा पुनर्वापर करण्याची चोख व्यवस्था केलेली असते आणि त्यापासून अंतराळवीरांच्या पिण्याच्या पाण्याची गरज भागवली जाते. परंतु केवळ अंतराळातच नव्हे तर पृथ्वीवरदेखील मानवी मूत्राचा पुनर्वापर नैसर्गिक खत आणि कीडनाशक म्हणून करण्याचे प्रयोग आता यशस्वी होत आहेत. आफ्रिका खंडातील नायजर देशात असाच एक प्रयोग करण्यात आला.

केवळ अडीच कोटी लोकसंख्या असलेल्या नायजर देशातील लोक उपजीविकेसाठी शेती आणि शेतीपूरक व्यवसायावर अवलंबून आहेत. यात कळीचा मुद्दा असा आहे, की जगभरातील सर्वात उष्ण आणि कोरड्या हवामानाचे जे देश आहेत त्यापैकी नायजर हा एक देश आहे. या देशाचा सुमारे ऐंशी टक्के भूभाग सहारा वाळवंटाने व्यापलेला आहे. याचाच अर्थ, इथे शेतीसाठी अनुकूल परिस्थिती नाही. सहारा वाळवंटाने व्यापलेला नायजरचा उत्तर आणि मध्य भाग सोडून उर्वरित भागात म्हणजे प्रामुख्याने दक्षिणेकडील भागात लोक राहतात आणि शेती करतात. शुष्क, रेताड जमीन आणि अत्यंत प्रतिकूल हवामानातसुद्धा चांगले उत्पादन देणाऱ्या चवळीचे पीक येथे घेतले जाते.

नायजरच्या 'नॅशनल इन्स्टिट्यूट ऑफ ॲग्रिकल्चरल रिसर्च' आणि 'डॅन डिको डॅनकौलोडो युनिव्हर्सिटी ऑफ माराडी' या संशोधन संस्थेत कार्यरत असणाऱ्या संशोधकांनी चवळीच्या पिकासाठी पोषकद्रव्य आणि कीडनाशक म्हणून मानवी मूत्राचा प्रयोग केला. या प्रयोगात संशोधकांनी मानवी मूत्र मोठ्या टाकीमध्ये संकलित करून तब्बल दीड ते दोन महिने उन्हात ठेवले. यामुळे मुत्रामध्ये किण्वन प्रक्रिया (फर्मेन्टेशन) घडून आली. संशोधकांच्या मते, मूत्र उन्हात ठेवल्याचा आणखी एक फायदा म्हणजे यामध्ये असलेले हानिकारक किंवा रोगकारक जीवजंतू नष्ट होतात. दीड-दोन महिने उन्हात ठेवलेल्या मुत्राला अत्यंत तीव्र दुर्गंध येऊ लागला. या मूत्राचा प्रयोग चवळीच्या पिकासाठी पोषकद्रव्य आणि कीडनाशक म्हणून केला गेला. हा वापर करताना एक भाग किण्वन झालेले मानवी मूत्र आणि दोन ते तीन भाग पाणी अशा प्रमाणात मिश्रण तयार करण्यात आले. त्यांनतर हे मिश्रण रोपांच्या मुळाशी सोडण्यात आले आणि रोपांवर

चवळीच्या पिकावर मानवी मूत्राचा प्रयोग

फवारले गेले. आठवड्यातून एकदा याप्रमाणे तीन वेळा हे मिश्रण पिकांना दिले गेले. मात्र पिकांना दिल्या गेलेल्या दोन मात्रांमध्ये एका आठवड्याचा कालावधी सोडण्यात आला. म्हणजेच, एकूण सहा आठवड्यांच्या कालावधीत तीन वेळा मानवी मुत्राच्या मात्रा पिकांना देण्यात आल्या. नायजरमधल्या वेगवेगळ्या गावांमधून हे प्रयोग करण्यात आले.

या प्रयोगांमधून दोन महत्त्वपूर्ण निरीक्षणे नोंदवली गेली. एक म्हणजे, प्रचलित कीडनाशके वापरूनसुद्धा चवळीच्या पिकांवर होणाऱ्या किडीच्या प्रादुर्भावाच्या तुलनेत मानवी मूत्राचा वापर केल्याने किडीचा प्रादुर्भाव सुमारे वीस टक्क्यांनी कमी झाला. दुसरे महत्त्वाचे निरीक्षण असे, की मानव मूत्राचा वापर केल्याने पिकाची उत्पादकता १.८ पट म्हणजे जवळपास दुपटीने वाढली. त्यामुळेच या देशात अशा प्रयोगाचे महत्त्व खूपच मोठे आहे. रासायनिक खते व कीडनाशके खूप महाग असल्याने हे स्वस्त आणि घरगुती स्तरावर वापरता येण्याजोगे तंत्र स्थानिक शेतकऱ्यांसाठी एक वरदान ठरू शकते, असे मत संशोधकांनी व्यक्त केले आहे.

दक्षिण आफ्रिकेत अशाच प्रकारचे प्रयोग आणखीही काही ठिकाणी स्वतंत्रपणे केले गेले. ॲलिस येथील फोर्ट हेअर विद्यापीठातील संशोधकांनी मका आणि टोमॅटोच्या पिकांवर मानवी मूत्राचे प्रयोग केले. या प्रयोगांमध्ये त्यांनी मानवी मूत्र एक महिना साठवून ठेवले. यामुळे त्यामधील रोगकारक जीवजंतू नष्ट होण्यास मदत झाली. त्यानंतर त्यांनी प्रति हेक्टर सुमारे २०० ते ४०० किलो नत्र पिकाला मिळेल या प्रमाणात मानवी मूत्र पिकांना दिले. या प्रयोगांमधून आढळलेल्या निरीक्षणांची तुलना युरिया वापरून केलेल्या प्रयोगांच्या निरीक्षणांबरोबर केल्यावर संशोधकांना असे आढळले, की प्रति हेक्टर २०० किलो नत्र पिकाला मिळेल या प्रमाणात मानवी मूत्र पिकांना दिल्यास युरिया वापरून

मानवी मूत्राची टाकीमध्ये साठवणूक

मिळणाऱ्या उत्पादनाएवढेच उत्पादन घेता येते. थोडक्यात, युरिया विकत घेण्याचा खर्च वाचू शकतो. या प्रयोगांमधून असेही आढळले, की जमिनीत मानवी मूत्राचा वापर अधिक प्रमाणात केल्यास जमिनीची विद्युत वाहकता वाढते आणि जमीन खारपड होण्यास सुरुवात होते.

इथियोपियामध्येदेखील मक्याच्या पिकासाठी पोषकद्रव्य म्हणून मानवी मूत्राचा वापर केला गेला आणि पारंपरिक रासायनिक खतांच्या तुलनेत उत्पादकता वाढल्याचे दिसून आले.

दक्षिण आफ्रिकेतच आणखी एक रोचक प्रयोग करण्यात आला. संशोधकांनी भेंडीच्या पिकावर कंपोस्टमध्ये मानवी मूत्र वेगवेगळ्या प्रमाणात मिसळून पीक उत्पादनावर काय परिणाम होतो, हे तपासले. आपल्या प्रयोगांमध्ये त्यांनी कंपोस्टचे प्रमाण २५ टक्क्यांनी कमी करत नेले आणि मानवी मुत्राचे प्रमाण २५ टक्क्यांनी वाढवत नेले. २५ टक्के कंपोस्ट आणि ७५ टक्के मानवी मूत्र या प्रमाणात मिश्रण करून पिकांना दिल्यास रोपांची वाढ जोमाने झाली आणि उत्पादन सर्वाधिक आल्याचे आढळले. मात्र कंपोस्ट न वापरता फक्त मानवी मुत्राचा वापर केल्यावर जमिनीची आम्लता वाढून जमीन खारपड होत असल्याचे आढळून आले.

थोडक्यात, योग्य प्रमाणात वापर केल्यास मानवी मुत्राचा चांगला परिणाम पीकउत्पादनावर होत असल्याचे प्रयोगांतून आढळले आहे. विशेष म्हणजे, रासायनिक खते व कीडनाशके वारंवार वापरल्याने काही वर्षांनी जमिनीमध्ये पिकांसाठी जे अपायकारक परिणाम दिसून येतात ते मानवी मूत्राचा वापर केल्यास टाळले जाऊ शकतात. मानवी मुत्रामध्ये कोणकोणते घटक सधारणपणे किती प्रमाणात आढळतात, याचा तक्ता पुढे दिला आहे. वनस्पतींच्या वाढीसाठी आवश्यक असलेल्या पोषक द्रव्यांचा समावेश मानवी मुत्रामध्ये असल्याचे त्यावरून लक्षात येईल.

चीनमधील कैफेंग येथील हेनान विद्यापीठातील संशोधकांना असे आढळून आले आहे की ऑक्सिजन आणि ग्रॅफाइट यांच्या मदतीने मानवी मूत्रामधून 'परकार्बामाइड' नावाचा नायट्रोजनसमृद्ध पदार्थ मिळवता येतो. या प्रक्रियेमध्ये त्यांनी ग्रॅफाइटच्या पातळ चकत्या इलेक्ट्रोड म्हणून वापरल्या आणि मानवी मूत्रातून विद्युतधारा प्रवाहित केली. विद्युत अपघटन प्रक्रियेत हवेतील ऑक्सिजन, द्रावणातील हायड्रोजन आणि युरिया यांच्या संयोगाने परकार्बामाइडचे घनरूप स्फटिक तयार होतात. हे स्फटिक द्रावणापासून सहजपणे वेगळे केले जाऊ शकतात. संशोधकांनी परकार्बामाइड स्फटिकांचा वापर पोषकद्रव्य म्हणून गहू, भुईमुग या पिकांवर आणि लेट्युस या

घटक द्रव्य	शेकडा प्रमाण	उपयुक्तता
पाणी (H_2O)	९५% ते ९६%	मूत्राचा द्रव आधार
युरिया	सुमारे २%	नायट्रोजन स्रोत
क्रिएटिनिन	सुमारे ०.१-०.२%	चयापचयाचे उप-उत्पादन
युरिक ॲसिड	सुमारे ०.०३-०.०५%	अँटिऑक्सिडंट
अमोनिया (Ammonia)	अत्यल्प प्रमाणात	वासासाठी कारणीभूत, नायट्रोजन स्रोत
सोडियम (Na^+)	सुमारे ०.५-०.७%	वनस्पतींच्या कोशिकांसाठी आवश्यक
पोटॅशियम (K^+)	सुमारे ०.१-०.२%	फुलझाडे, फळपिकांसाठी फायदेशीर
क्लोराइड (Cl^-)	सुमारे ०.५%	आयनांचे संतुलन राखण्यासाठी
फॉस्फेट (PO_4^{3-})	सुमारे ०.१%	फॉस्फरसचा स्रोत; मुळांच्या वाढीसाठी
सल्फेट (SO_4^{2-})	सुमारे ०.१%	प्रथिनांसाठी उपयुक्त
कॅल्शियम, मॅग्नेशियम, झिंक, लोह इ.	अत्यल्प प्रमाणात	सूक्ष्म पोषकद्रव्ये

सलाडसाठी वापरल्या जाणाऱ्या वनस्पतीवर केला. पिकांना थेट युरिया देण्याऐवजी परकार्बामाइड स्फटिकांचा वापर केल्यास पिकांची वाढ अधिक जोमाने होते आणि उत्पादकता वाढते असे या प्रयोगांमधून आढळून आले.

खतनिर्मितीसाठी लागणारा अमोनिया मिळवण्यासाठी सर्वसाधारणपणे वापरली जाणारी हॅबर-बॉश प्रक्रिया किंवा युरिया उत्पादन करण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या प्रक्रियेपेक्षा परकार्बामाइड स्फटिक मिळवण्याची प्रक्रिया अधिक सुलभ, स्वस्त आणि पर्यावरणस्नेही असल्याचे संशोधकांचे मत आहे.

फिनलंड येथील कुओपिओ विद्यापीठातील संशोधकांनी आणखी वेगळ्या प्रकारे मानवी मूत्राचा वापर पिकासाठी पोषकद्रव्य म्हणून केला आहे. त्यांनी मानवी मूत्र तब्बल सहा महिन्यांपर्यंत साठवून ठेवले आणि त्यानंतर त्यामध्ये लाकडाची राख मिसळली. राखेच्या आम्लारीधर्मामुळे मानवी मूत्राची आम्लता कमी करण्यास मदत झाली. फिनलंडच्या संशोधकांनी ९०० मिलीलिटर पाण्यात १०० मिलीलिटर इतके साठवणूक केलेले मानवी मूत्र मिसळून एक लिटर द्रावण तयार केले. त्यानंतर त्यामध्ये २५ ग्रॅम लाकडाची राख मिसळून तयार झालेले मिश्रण टोमॅटोच्या रोपट्यांच्या मुळाशी घातले. फिनलंडमध्ये वापरल्या जाणाऱ्या रासायनिक खतांमुळे जेवढे उत्पादन मिळते, तेवढेच उत्पादन मानवी मूत्राचा वापर अशा पद्धतीने केल्यावर मिळाले. मात्र ही पद्धत तुलनेने बरीच स्वस्त आणि पर्यावरणस्नेही आहे. मानवी मूत्राचा वापर करून मिळालेल्या टोमॅटोच्या चवीमध्ये, रंगामध्ये कोणताही फरक आढळला नाही. त्याचप्रमाणे, या टोमॅटोमध्ये कोणतेही अपायकारक घटक नसल्याचे प्रयोगांतून आढळले.

शेतीमध्ये पोषकद्रव्य म्हणून अनेक ठिकाणी मानवी मूत्राचा वापर केला जात आहे. अत्यंत कमी खर्चीक आणि पर्यावरणस्नेही असल्याने मानवी मूत्राचा हा वापर भविष्यात अधिकाधिक लोकप्रिय होऊन सार्वत्रिक होईल आणि तेव्हा कदाचित आपल्याकडून मानवी मूत्र विकतही घेतले जाईल! काही संशोधकांच्या मते, ही पद्धत शहरी भागांमधून मोठ्या प्रमाणावर वापरणे तांत्रिकदृष्ट्या थोडे अडचणीचे ठरेल. पण गाव-खेड्यांमध्ये जिथे संसाधनांची टंचाई आहे, तिथे ही पद्धत क्रांतिकारी ठरू शकते.

अभ्यासू वाचकांनी आपल्या बगिच्यामध्ये; तसेच बाल्कनीत कुंड्यांमधून वाढवलेल्या वनस्पतींवर मानवी मूत्राचा वापर पोषकद्रव्य म्हणून करावा, आणि आपली निरीक्षणे व निष्कर्ष आम्हाला अवश्य कळवावेत. अर्थात, हे प्रयोग करताना आरोग्याच्या दृष्टीने योग्य ती खबरदारी घेणे आणि शास्त्रीयदृष्ट्या अचूकता साधण्यासाठी तज्ज्ञांचे मार्गदर्शन घेणे आवश्यक आहे, हे लक्षात ठेवावे.

– हेमंत लागवणकर
(विज्ञानप्रसारक आणि शैक्षणिक सल्लागार)
https://www.hemantlagvankar.com

डॉ. वसुधा जोशी

वृद्धत्व (भाग १)

आशा, अग हे तर आपले मोडक सर! किती वर्षांनी पाहाते आहे त्यांना! तेव्हा किती तडफदार होते आणि किती पळापळ करायचे. एकसारखे कोणत्या ना कोणत्या कामात गुंतलेले असायचे आणि आता तेच सर काठीच्या आधाराने जेमतेम चालताहेत. आम्ही त्यांना हाक मारली, ते थांबले. क्षणभर आमच्याकडे पाहात राहिले, पण लगेच त्यांनी ओळखले आम्हाला. आम्हालाही खूप आनंद झाला. त्यांना फार वेळ उभे रहाणे कठीण आहे हे आम्हाला कळत होतेच. मीच त्यांना म्हटले सर आम्ही येतो उद्या तुमच्या घरी गप्पा मारायला. तेही खुश झाले. त्यांच्याबरोबर आम्ही त्यांच्या घरापर्यंत गेलो आणि त्यांचा निरोप घेतला. माझ्या मनात आले की काही वर्षांनी आपणही असेच होणार का? अर्थातच! जन्माला आलेल्या प्रत्येक प्राण्याची अशीच अवस्था होणार हेच सत्य आहे. वृद्धत्व कोणालाही चुकलेले नाही. अर्थात सरांसारखे वृद्धत्व काही वाईट नाही. हिंडणे फिरणे, जीवनावश्यक दैनंदिन कर्तव्ये पार पाडणे, स्मरणशक्ती उत्तम असणे, आणखी काय पाहिजे? अर्थात या सर्व क्रिया थंडावतात हे त्रासदायक आणि चिडचिड होणारे आहेच.

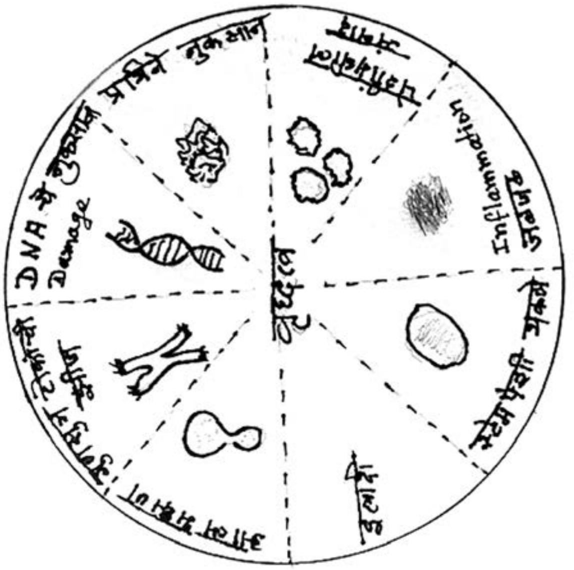
वृद्धत्वाकडे झुकलेल्या माणसाकडे पाहण्याचा तरुणांचाच नाही तर सर्वांचाच दृष्टिकोन बदललेला असतो. साहजिकच आहे त्यांच्या दृष्टीने ज्येष्ठ नागरिक म्हणजे रिकामटेकडी माणसे. काही ज्येष्ठ नागरिक उगाचच बढाया मारतात, प्रत्येक गोष्ट त्यांच्या तरुण वयात कशी चांगली होती आणि आता हे सर्व कसे बिघडले आहे हेच सांगत बसतात. हे समोरच्याला आवडत नाही, कंटाळवाणे वाटते आहे, हे त्यांच्या लक्षातही येत नाही. त्यामुळे काही वेळा वृद्धांच्या बोलण्याकडे दुर्लक्ष केले जात असेलही. परंतु ह्या गोष्टींचा वृद्ध व्यक्तीला मानसिक त्रास होत असणार आणि तो सहनही करावा लागणार. शारीरिक त्रास असतोच, त्याला पर्याय नसतो. परंतु अवहेलना किंवा आपण निरुपयोगी झालो आहोत ही भावनाच त्रासदायक असते.

वृद्धत्व म्हणजे जीवशास्त्रीय वय वाढणे. म्हणजेच वयानुसार शारीरिक आणि मानसिक कर्तव्ये पार पाडण्याच्या क्षमतेत अडथळे येणे. ही कामे जिवंत राहण्यासाठी, शारीरिक गरजा पूर्ण करण्यासाठी किंवा वंश वृद्धिंगत करण्यासाठी गरजेची असतात. काही विकारांमुळे आजारी व्यक्तीला ही कर्तव्ये पार पाडणे कठीण होणे आणि वृद्धत्वामुळे ही कामे पार पाडणे कठीण होणे यात फरक आहे. याचे कारण आहे आपल्या शरीरातील पेशी, DNA इत्यादीमध्ये होणारे बदल किंवा त्यांना होणाऱ्या दुखापती (damage). अशा बऱ्याच प्रकारच्या दुखापती आयुष्यभर होत असतात. त्यातील काही वेळोवेळी ठीक केल्या जातात तर काही ठीक होऊ शकत नाहीत आणि आयुष्यभर जमा होत असतात. वयानुसार या दुखापती आणि पर्यायाने बिघडलेली कामे याचा परिणाम शारीरिक आणि मानसिक कार्ये पार पाडण्याच्या क्षमतेवर होतो. आणि यामुळेच वृद्धत्वात ही कार्ये संथावतात.

स्नायू (muscles), गुणतत्त्वे (chromosomes), डीएनए, प्रथिने इत्यादी सर्वच घटकांना दुखापती होत असतात आणि त्यामुळे या सर्वांची कार्यक्षमता बिघडते, बदलते. रोगप्रतिकारक शक्ती कमी होते. याचा परिणाम म्हणजे वाढत्या वयानुसार वाढत्या वयात होणाऱ्या आजारांना तोंड द्यावे लागणे. वाढत्या वयाबरोबर होणारे विकार म्हणजे हृदयविकार, मेंदूचे विकार, सांधेदुखी, मधुमेह, पार्किनसन्स, अल्झायमर किंवा स्मृतिभ्रंश, कर्करोग आणि अनेक अवयवांना म्हणजेच प्रत्येक अवयवाच्या पेशींना झालेल्या दुखापती आणि त्यामुळे त्यांच्या कार्यावर होणारे विपरीत परिणाम. रोगप्रतिकारकशक्ती कमी झाल्याने सांसर्गिक आजारही लवकर जडतात. कोव्हिड १९च्या साथीमध्ये आपण हे, अनुभवले आहे.

हाडे काही प्रमाणात बारीक होतात किंवा आकुंचन पावतात. स्नायू कमजोर होतात आणि त्यामुळे शारीरिक हालचाली मंदावतात. त्वचा (skin), स्नायुबंध आणि नसा यांची लवचीकता कमी होते. आपल्या पंचेंद्रियांची कामे करण्याची क्षमता थोडी थोडी कमी होत जाते. पंचेंद्रीये कमजोर होतात. त्यामुळे त्यांची कामे संथावतात. जसे वास न येणे, ऐकू कमी येणे, अंधुक दृष्टी या मंदावलेल्या क्रिया असे म्हणता येईल. केस विरळ होणे आणि करडे सफेद होणे हेही वृद्धत्वाचे लक्षण आहे आणि काही प्रमाणात हे आनुवंशिकसुद्धा आहे. या सर्व गोष्टींचा परिणाम दैनंदिन जीवनावर होतो. कामे करण्याची क्षमता कमी होते. आत्मविश्वास कमी होतो. दैनंदिन कर्तव्ये पार पाडणे कठीण होते. त्यासाठी दुसऱ्या व्यक्तीवर अवलंबूनसुद्धा राहावे लागते.

थोडक्यात काय तर वृद्धत्व म्हणजेच जीवशास्त्रीय वय वाढणे ही नैसर्गिक घटना आहे. या घटना सर्वच सजीव प्राण्यांमध्ये अनिवार्य आहेत. आकृतीमध्ये दाखवल्याप्रमाणे बऱ्याच घटकांवर होणाऱ्या आघातांचा एकत्रित परिणाम म्हणजेच जीवशास्त्रीय वय वाढीमुळे दिसणारे परिणाम. हे आघात आणि त्यामुळे दिसणारे परिणाम सर्वच प्राण्यांमध्ये किंवा व्यक्तींमध्ये एकसारखे असू शकत नाहीत. प्रत्येक माणसाची जडणघडण, काम, उद्योगधंदे, सहनशक्ती, आहार विहार, राहणीमान, मानसिकता इत्यादी गोष्टींवर अवलंबून असते. तसेच सर्वच घटकांवर होणारे आघात एकसारख्या ताकदीचे असतात असे नाही. डीएनए म्हणजेच आनुवंशिक घटक यावर होणारे आघात आणि त्याचे परिणाम भयानक असतात.



वयानुसार निरनिराळ्या घटकांवर होणारे परिणाम

पेशी आत्मभक्षणः काही कारणांमुळे पेशी खराब (damaged) झाल्या तर त्या स्वतःला संपवतात आणि या पेशीतील चांगले घटक वापरून नवीन पेशी निर्माण करतात. वृद्धत्वामध्ये ही क्रिया थंडावते.

गुणसूत्रांच्या टोकांची झीज : ही टोके म्हणजे जणू काही गुणसुत्रांची टोपी (cap). हिची झीज होऊन ती टोपी नष्ट होते आणि नंतर गुणसूत्रांचीपण झीज होते. याचा परिणाम म्हणजे गुणसूत्रे आखूड होणे, काही भाग नष्ट होणे, गुणसूत्रांच्या प्रतिकृती योग्य प्रकारे तयार न होणे हा आहे.

डीएनएवरील आघात आणि परिणाम : डीएनए हा घटक प्रत्येक पेशीमधे असतो आणि त्या पेशीच्या सर्व गुणधर्मांचे आणि पर्यायाने आनुवंशिकताचे जतन करण्यासाठी जबाबदार असतो. या डीएनएला जेव्हा जखमा किंवा डीएनएवर आघात होतात तेव्हा पेशींचे गुणधर्म काही प्रमाणात बदलतात. त्यामुळे त्या पेशींच्या कार्यात अडथळे येतात, नीटपणे होत नाही किंवा चुकीचे कार्य होते. दररोज माणसाच्या पेशीमधे डीएनएवर जवळपास एक लाख आघात होतात. हे आघात आणि त्यांचे स्वरूप अनेक प्रकारचे असते. हे आघात किंवा जखमा कमीजास्त ताकदीच्या असतात. त्यांचे स्वरूप वेगवेगळे असते. यापैकी बऱ्याच जखमा अशा असतात की पेशी स्वतःच्या ताकदीने किंवा प्रत्येक पेशीमधे कार्यरत असलेल्या कार्यप्रणालीकडून बऱ्या करून घेऊ शकते. काही जखमा बऱ्या होण्यासारख्या नसतात. तर काही बऱ्या न होता तशाच दुर्लक्षित राहतात. अशा जखमा वयाबरोबर पेशीमध्ये किंवा डीएनएमध्ये वाढत जातात. पेशींचे कार्य बिघडते. काही वेळेस पेशींचे विभाजन नियमानुसार होत नाही. विभाजन न झाल्याने पेशी मरतात आणि टिश्यूमध्ये (tissue) जखम (Inflammation) होते. तर काही वेळा प्रमाणाबाहेर विभाजन होते आणि टिश्यूमध्ये पेशींचा गठ्ठा (गाठ, tumor) तयार होतो. काही आघातामुळे म्युटेशन निर्माण होतात आणि अकाली वाढत्या वयाचे परिणाम दिसू लागतात. या म्युटेशनमुळे किंवा इतर कोणत्याही प्रकारच्या आघातामुळे डीएनएचे कार्य बिघडते आणि काही आजारांना तोंड द्यावे लागते. हे सर्व अतिशय गुंतागुंतीचे आहे. येथे मोघम शब्दांमध्ये लिहिण्याचा प्रयत्न केला आहे. थोडक्यात सांगायचे, तर वृद्धत्व किंवा म्हातारपणी होणारे आजार यावर मात करायची असेल तर जीनोमिक इंटेग्रिटी अबाधित ठेवणे गरजेचे आहे. हे कसे करता येईल? हे करणे शक्य आहे का यासाठी संशोधन चालू आहेच, परंतु अजून फार काही हाती लागलेले नाही.

– डॉ. वसुधा जोशी
josudha47@gmail.com

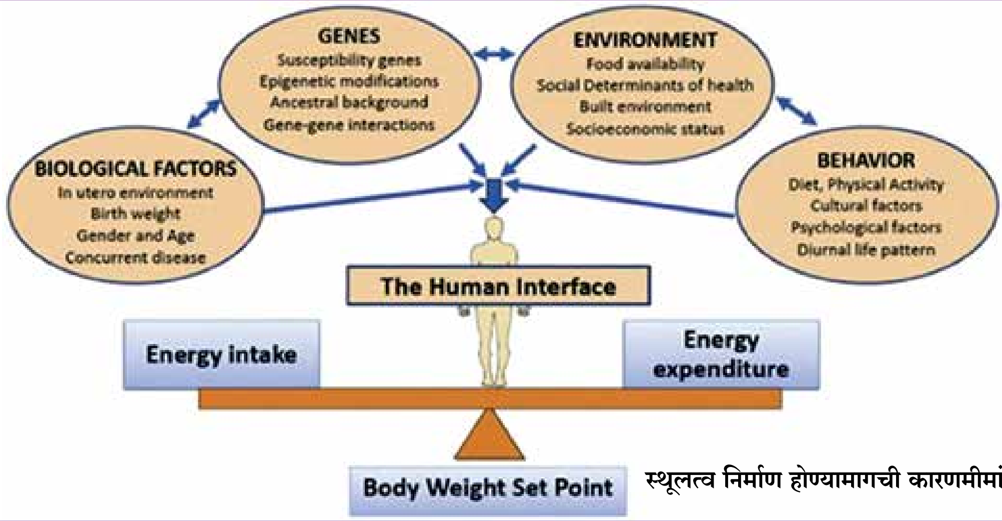
डॉ. स्वाती बापट

स्थूलत्वासाठी कारणीभूत ठरणाऱ्या विविध संकल्पना

स्थूलत्व हे आरोग्याला धोकादायक असून स्थूल व्यक्तींना मेटाबोलिक सिन्ड्रोम होण्याची शक्यता जास्त असते. वर्षानुवर्षे, 'Calorie in-Calorie out' या संकल्पनेवर आधारित उपचारपद्धती वापरली जात होती. या उपचार-पद्धतीमध्ये अनेक त्रुटी आहेत. केवळ या एकाच उपचारपद्धतीवर अवलंबून राहिल्यास स्थूल व्यक्तीचे वजन थोडेफार कमी होतेही, पण त्यानंतर त्या व्यक्तीची भूक वाढून तिचे आहारावरील नियंत्रण सुटण्याची शक्यताच जास्त असते. अशा परिस्थितीमध्ये त्या स्थूल व्यक्तीचे वजन वाढत जाऊन पुन्हा पूर्वीइतकेच होते किंवा काही वेळा पूर्वीपेक्षाही जास्त वाढते. म्हणूनच 'Calorie in-Calorie out approach' स्थूलत्वाचा इलाज करण्यासाठी फोल ठरतो. स्थूल व्यक्तीचे वजन कमी व्हावे यासाठी आज अनेक उपचारपद्धती अस्तित्वात आहेत. त्यांचा विकास कसा होत गेला, हे आपण आता पाहू या.

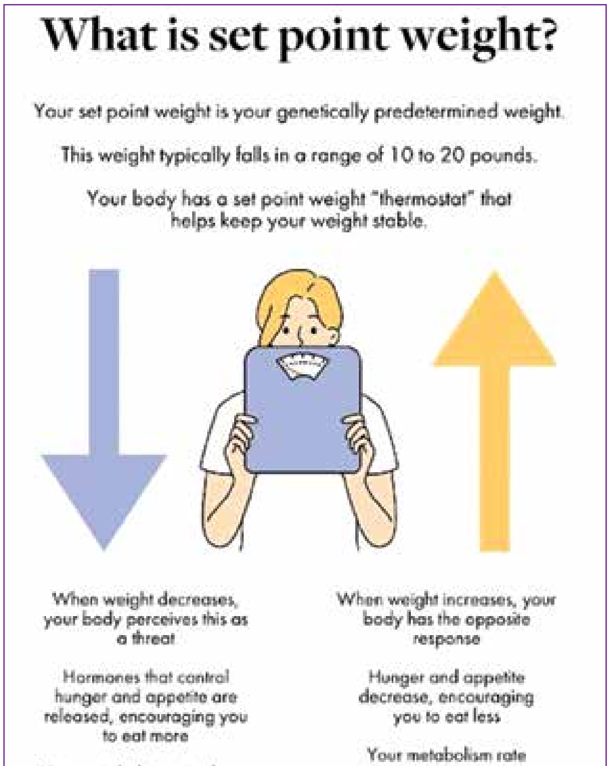
मागील शतकामध्ये, वैद्यकीय क्षेत्रात काम करणाऱ्या अनेक शास्त्रज्ञांना आणि वैद्यकीय व्यावसायिकांना, स्थूलत्व हा आजार आहे, हेच मुळी मान्य नव्हते. स्थूल व्यक्तींमध्ये इच्छाशक्तीचा अभाव असल्यामुळे त्यांना स्थूलत्व येते, अशीच त्यांची ठाम समजूत होती. स्थूल व्यक्तींनी, इच्छाशक्तीच्या बळावर कमी कॅलरी असलेला आहार घेतला आणि शरीराचे चलनवलन वाढवून जास्त कॅलरी खर्ची पाडल्या तर त्यांचे वजन कमी व्हायलाच हवे, अशी त्यांची धारणा होती. परंतु या संकल्पनेतील फोलपणा लक्षात यायला लागला तसतसे या विचारधारेमध्येही बदल होत गेले. त्यामुळे स्थूलत्वाला कारणीभूत ठरणाऱ्या विविध पैलूंवर जगभरातील अनेक संस्थांमधे संशोधन सुरू झाले. कालांतराने 'केवळ इच्छाशक्तीचा अभाव असणे' किंवा 'Calorie in-Calorie out approach' या संकल्पना चुकीच्या आहेत हे सर्वमान्य झाले. सध्या स्थूलत्व या आजाराला 'Adiposity Based Chronic Disease (ABCD)' असे संबोधले जावे असे काही वैद्यकीय तज्ज्ञांचे मत आहे. स्थूलत्व हा, रुग्णाच्या अंगात मुरलेला, अतिशय गुंतागुंतीचा, अनेकविध कारणांमुळे होणारा आणि उपचार करायला अत्यंत अवघड असा आजार आहे, याबाबत सर्व शास्त्रज्ञांमध्ये एकमत झाले. त्याचप्रमाणे, सर्व रुग्णांसाठी लागू पडेल अशी एकच उपचारपद्धती नसून, प्रत्येक रुग्णला लागू पडेल अशी एक किंवा अनेक उपचारपद्धती वापरून त्या त्या रुग्णाचे स्थूलत्व काबूत आणावे, याबाबतही एकमत झाले.

स्थूलत्वाची कारणमीमांसा आणि त्यावरील रामबाण उपाय काय, यावर आजपर्यंत झालेल्या संशोधनांमधून काही बाबी निष्पन्न झाल्या असल्या तरीही सर्व पैलूंचा उलगडा अजूनही पूर्णपणे झालेला नाही. स्थूल व्यक्तीचे वजन वाढण्यामागे त्या व्यक्तीचा आहार जास्त असणे या एका कारणाबरोबरच, तो रुग्ण गर्भावस्थेत असल्यापासूनचे त्याच्या आसपासचे वातावरण, आनुवंशिकता, जीवनशैली, आयुष्यात घडणाऱ्या घटना, अशा अनेक बाबी कारणीभूत असतात. (आकृती क्रमांक-१) एकदा का वजन वाढले की ते कमी होणे, आणि यदा-कदाचित ते कमी झालेच, तर ते स्थिर राहणे अवघड होऊन बसते. वजन कमी करण्यासाठी आहारात केलेल्या बदलामुळे शरीराला कमी कॅलरीचा मिळू लागल्यावर त्या रुग्णाची भूक का बळावते, व त्याचे शरीर कॅलरी खर्ची पाडणे का कमी करते, या सर्व बाबींवर संशोधन झाल्यावर काही शास्त्रज्ञांनी Body Weight Set Point Theory ही संकल्पना मांडली. या संकल्पनेमध्ये एका ठरावीक पातळीच्या खाली आणि एका ठरावीक पातळीच्या



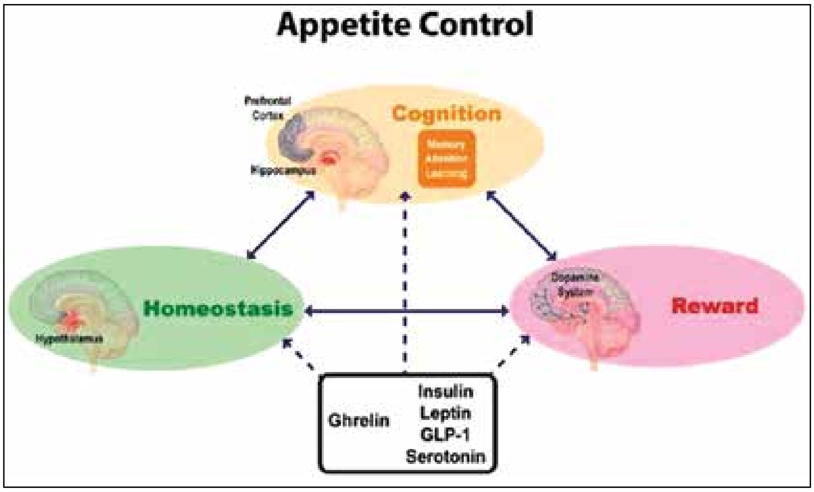
स्थूलत्व निर्माण होण्यामागची कारणमीमांसा (आकृती क्रमांक-१)

वर शरीराचे वजन जाऊ नये यासाठी आपल्या शरीरामध्ये काहीतरी व्यवस्था असते असे मानले गेले. (आकृती क्रमांक-२) अशा व्यवस्थेचे केंद्र कुठे आहे आणि त्या केंद्राचे काम कसे चालते, हे शोधण्याची मोहीम सुरू झाली. या संशोधनांमधून उलगडत गेलेल्या माहितीमुळे स्थूलत्वाच्या उपचारपद्धतीमधे आमूलाग्र बदल घडले.



Body Weight Set Point Theory (आकृती क्रमांक-२)

मेंदूतील कुठल्याही दोन भागांमध्ये संदेशवहनाचे काम न्यूरोट्रान्समीटर नामक रासायनिक संदेशवाहक आणि काही hormones किंवा संप्रेरके करत असतात. या न्यूरोट्रान्समीटर आणि हार्मोनना जिथे संदेश पोहोचवायचा असतो, तिथे तो संदेश स्वीकारण्यासाठी योग्य पद्धतीचे रिसेप्टर असावे लागतात. आपल्या शरीराचे वजन किती असावे हे ठरवण्याचे केंद्र (Body Weight Set Point) आपल्या मेंदूमध्ये असते. भुकेचे, आणि पर्यायाने शरीराच्या वजनाचे नियंत्रण करण्यासाठी, मेंदूच्या वेगवेगळ्या भागामध्ये स्थित असलेल्या तीन वेगवेगळ्या प्रणाली आहेत. या तिन्ही प्रणाली, न्यूरोट्रान्समीटरच्या आणि हार्मोनच्या माध्यमातून अहोरात्र आपापसात संवाद साधून, भूक, अन्नसेवनामुळे मिळणारे समाधान, खाद्यपदार्थांची निवड आणि शरीराचे वजन, अशा सर्व बाबींवर नियंत्रण ठेवतात. यापैकी कोणत्याही एका प्रणालीमध्ये बिघाड झाल्यास अथवा संदेशवहनाच्या मार्गामधे अडथळा आल्यास, अन्नसेवनाबाबतचे, आणि परिणामी वजनाबाबतचे आजार उद्‌भवतात. यातील पहिल्या Homeostatic system या प्रणालीचे केंद्र मेंदूच्या हायपोथॅलॅमस या भागामधे असते. Reward system या दुसऱ्या प्रणालीचे केंद्र, मेंदूच्या mesolimbic भागामधे असते, तर मेंदूच्या prefrontal cortex या भागामध्ये तिसऱ्या Cognitive system प्रणालीचा केंद्रबिंदू असतो. या तीन प्रणालींचे कार्य कसे चालते, या प्रणाली परस्परसंवाद आणि समनव्य कसा साधत असतात आणि त्यायोगे आपल्या भुकेवर आणि वजनावर कसे नियंत्रण ठेवतात, हे संशोधनामधून हळूहळू समजत गेले. (आकृती क्रमांक-३) या सर्व शोधांचा इतिहास खूपच रंजक आहे.



भुकेवर आणि पर्यायाने शरीराच्या वजनावर नियंत्रण ठेवणारी केंद्रे (आकृती क्रमांक-३)

आतापर्यंत झालेल्या संशोधनांमधून Calorie-in-calorie out या संकल्पनेबरोबरच Set point theory, Hormonal theory आणि Genetic theory या तीन वेगवेगळ्या संकल्पना आणि या सर्व संकल्पनांवर आधारित अनेक आधुनिक उपचारपद्धती विकसित होत गेल्या.

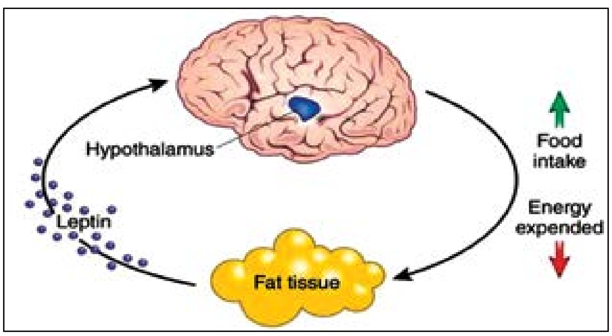
या तीन प्रणालींपैकी पहिली, म्हणजे Homeostatic regulatory system शरीरातील ऊर्जासाठ्यांबद्दल आणि शरीरात असलेल्या पोषक तत्त्वांच्या साठ्याबद्दल सातत्याने माहिती घेत असते. जठरामधील ghrelin या संप्रेरकाकडून आणि मेदपेशीमधील leptin या संप्रेरकाद्वारे Homeostatic system पर्यंत संदेश पोहोचवले जात असतात. या माहितीच्या आधारे, Homeostatic regulatory system त्या व्यक्तीची भूक वाढवत नेऊ शकते किंवा तृप्तीची भावना निर्माण करून भूक कमी करू शकते. त्यामुळे वजनाबाबतचा set point हा हायपोथॅलॅमसमध्ये असतो, असे मानले जाते. मेंदूच्या Mesolimbic भागामधील Reward system मध्ये, अन्नसेवनांतर dopamin नामक transmitter स्रवला जातो. यामुळे आनंदी वाटून आवडलेले अन्नपदार्थ वारंवार सेवन करण्याची ऊर्मी वाढते. ही प्रणाली अत्यंत बलवान असल्यामुळे कित्येकदा Homeostatic regulatory system कडून येणाऱ्या 'आता अन्नसेवन थांबवावे' अशा संदेशांकडे दुर्लक्ष करून, भूक नसतानाही व्यक्तीला अन्नसेवन चालू ठेवण्यास प्रवृत्त करू शकते. तिसरी Cognitive system ही प्रणाली, उपलब्ध असलेल्या खाद्यपदार्थांपैकी नेमके कुठले खाद्यपदार्थ निवडावेत, ते किती प्रमाणात खावेत, अन्नसेवन कधी थांबवावे याचे आकलन करून आपल्या शरीराला संदेश देत असते. शरीरात निर्माण होणारी संप्रेरके या तीन प्रणालींना कशा प्रकारे संदेश पोहोचवतात त्याद्वारे भूक आणि वजन कसे नियंत्रित करतात हे प्रदीर्घ काळ चाललेल्या संशोधनांतून समजत गेले.

सन १९५१मध्ये अमेरिकेतील जॅक्सन लॅबोरेटरीतील जॉर्ज स्नेल आणि त्याच्या सहकाऱ्यांना असे दिसून आले, की एकाच पिंजऱ्यामधे ठेवलेल्या, एकाच प्रकारचे खाद्य उपलब्ध असलेल्या, अनेक उंदरांपैकी एक उंदीर, इतर उंदरांच्या मानाने कमालीचे जास्त खाद्य खात होता. त्यामुळे तो उंदीर गलेलठ्ठ झाला होता व त्या उंदराला सौम्य मधुमेहही झाला होता. या उंदराचे नामकरण त्यांनी 'ob/ob उंदीर' असे केले गेले. या ob/ob उंदराच्या जनुकीय तपासण्यामधून त्याच्या शरीरामधील एका जीनमध्ये दोष आढळून आला (Single gene defect). या जनुकीय दोषामुळे या उंदराला खा-खा सुटून तो गलेलठ्ठ होत आहे ही बाब समोर आली. स्थूलत्वासाठी आनुवंशिकता आणि जनुकीय दोष कारणीभूत ठरतात, हे यातून प्रथमच सिद्ध झाले. जॅक्सन लॅबोरेटरीतील डग्लस कोलमन या संशोधकाने, जेवण झाल्यावर तृप्तीची भावना निर्माण करणाऱ्या घटकाची 'ob/ob' उंदरांच्या रक्तामध्ये कमतरता असावी असे अनुमान बांधले. त्यानंतर त्याने तो घटक शोधण्यासाठी जंग जंग पछाडले. त्यासाठी त्याने अनेक प्रयोग केले. पुढे १९६६मध्ये 'ob/ob' उंदरांसारखाच पण जरासा वेगळा गलेलठ्ठ उंदीर आढळून आला. या उंदरांमधे ob /ob उंदरासारखे स्थूलत्व होतेच, पण खूप जास्त प्रमाणात मधुमेह होता. म्हणून या उंदराचे नामकरण ob/db असे झाले.

पुढे डग्लस कोलमनने ob/ob उंदराची हायपोथॅलॅमस ob/db उंदरांच्या रक्तवाहिन्यांना जोडली आणि ob/db उंदराची हायपोथॅलॅमस ob/ob उंदरांच्या रक्तवाहिन्यांना जोडली. ob/db उंदराचे रक्त ob/ob उंदराच्या हायपोथॅलॅमसला मिळू लागले तेव्हा ob/ob उंदराची भूक कमी होऊन त्याचे वजन झपाट्याने कमी झाले. परंतु जेव्हा ob/ob उंदराचे रक्त ob/db उंदराच्या हायपोथॅलॅमसला मिळू लागले, तेव्हा मात्र ob/db उंदराच्या भुकेमध्ये आणि वजनामध्ये काहीही फरक झाला नाही. भूक व वजन नियंत्रित करण्यासाठी आवश्यक असलेला घटक, ob/ob उंदराच्या शरीरामध्ये निर्माण होत नसला तरी तो घटक ob/db उंदराच्या शरीरामध्ये निर्माण होत असतो व तो घटक मिळाल्यावर ob/ob उंदराचे वजन घटते. पण ob/db उंदराच्या

शरीरामध्ये तो घटक निर्माण होत असला तरीही तो घटक आणि हायपोथॅलॅमस यामधील संदेशवाहनामध्ये असलेल्या दोषामुळे तो घटक ob/db उंदराचे वजन कमी करण्यासाठी असमर्थ असतो असा निष्कर्ष निघाला.

या प्रयोगातून भूक नियंत्रित करण्यासाठी एक घटक असतो हे सिद्ध झाले असले तरीही तो घटक कोणता आणि तो कुठे आणि कसा तयार होतो, हे समजत नव्हते. रॉकफेलर विद्यापीठ आणि हॉवर्ड ह्युजेस मेडिकल इन्स्टिटयूट इथे कार्यरत असलेल्या डॉ. जेफ्री फ्रीडमन या मॉलेक्युलर जेनेटिक्स क्षेत्रामध्ये काम करत असलेल्या संशोधकाने पुढे १९९४ मधे, ob/ob उंदराच्या जनुकांचे क्लोनिंग केले. त्याने पांढऱ्या मेदपेशीमधून स्रवणाऱ्या या घटकाचा, म्हणजेच लेप्टिन या हार्मोनचा शोध लावला. त्याने हे सिद्ध केले की लेप्टिन हायपोथॅलॅमसमधील Homeostatic regulatory system या केंद्राला शरीरामध्ये पुरेसा अन्नसाठा आहे की नाही असा संदेश देण्याचे काम करत असते. (आकृती क्रमांक-४). लेप्टिन हार्मोनचे प्रमाण शरीरातील मेदपेशीच्या साठ्याच्या प्रमाणावर अवलंबून असते. म्हणजेच शरीरामधे मेद जास्त असेल तर लेप्टिनचे प्रमाण जास्त असते, आणि कमी असले तर ते प्रमाण कमी होते. लेप्टिनचे प्रमाण जास्त असेल तर आपली भूक कमी होते आणि लेप्टिनचे प्रमाण कमी असेल तर भूक वाढते असे दिसून आले. गलेलठ्ठ अशा ob/ob उंदरांच्या सदोष ओबी जनुकामुळे त्यांच्या शरीरामध्ये लेप्टिनची कमतरता होती. त्यामुळे मेंदूतील Homeostatic regulatory system ला भूक कमी करण्याचा संदेश मिळायच्याऐवजी शरीरामध्ये ऊर्जासाठा कमी आहे असा संदेश मिळत होता. या 'ob/ob' उंदरांना बाहेरून लेप्टिन हार्मोनची इंजेक्शने दिल्यावर त्यांची भूक कमी होऊन त्या उंदरांचे वजन कमी झाले. पण 'ob/db' उंदरांच्या लेप्टिन रिसेप्टरमध्ये दोष असल्यामुळे लेप्टिन हार्मोनचे संदेश हायपोथॅलॅमसपर्यंत पोहोचत नव्हते. रक्तात लेप्टिन असूनही त्यांना खा-खा सुटत होती, असा निष्कर्ष काढला गेला. तसेच शरीरातील मेदपेशी वाढत गेल्यामुळे त्यांच्या रक्तातील लेप्टिनची पातळीही वाढत गेली, असेही सिद्ध झाले



लेप्टिन हार्मोनच्या पातळीचा अन्नसेवनावर होणारा परिणाम (आकृती क्रमांक-४)

लेप्टिन हार्मोनच्या शोधानंतर, काही काळासाठी वैद्यकीय क्षेत्रामधे मोठीच खळबळ माजली. नियंत्रण करण्यासाठी अत्यंत अवघड असलेल्या स्थूलत्व या आजारावर आता सहजी मात मात करता येईल असे वाटून, वैद्यकीय क्षेत्रामधे आनंदाची लाट पसरली. स्थूल व्यक्तींना लेप्टिनची इंजेक्शन देऊन, त्यांची भूक कमी करून वजन नियंत्रित करणे सहजी शक्य होईल असे अनुमान होते. त्या दृष्टीने, प्रमाणात वजन असलेल्या सर्वसामान्य व्यक्तींच्या व प्रमाणाबाहेर वजन असलेल्या स्थूल व्यक्तींच्या रक्तातील लेप्टिनचे प्रमाण मोजले गेले. परंतु सर्वसामान्य वजन असलेल्या व्यक्तींच्या मानाने स्थूल व्यक्तींच्या रक्तामधील लेप्टिनचे प्रमाण खूपच जास्त आहे असे आढळून आले. बहुतांश स्थूल व्यक्तींच्या शरीरामध्ये, लेप्टिनचे प्रमाण जास्त असूनही त्यांच्या मेंदूकडे ते लेप्टिन योग्य संदेश पोहोचवू शकत नाही. त्यामुळे शरीरामध्ये भरपूर चरबीसाठा असूनही त्यांच्या मेंदूमधे तृप्तीची भावना निर्माण होत नाही व त्यांना खा-खा सुटत राहते. त्यामुळे त्यांचे वजन, म्हणजेच त्यांच्या शरीरातील चरबीचे वजन वाढत जाते. परिणामी त्यांच्या शरीरातील लेप्टिनची पातळीही वाढत जाते व हे दुष्टचक्र चालू राहते. एकुणात त्यांच्या शरीरामधे Leptin resistance किंवा लेप्टिनच्या परिणामाला अवरोध निर्माण झालेला असतो असे लक्षात आले. त्यामुळे साहजिकच अशा स्थूल व्यक्तींमध्ये स्थूलत्व निवारणासाठी लेप्टिन हार्मोनचा वापर करता येत नाही. अशा व्यक्तीच्या शरीरात लेप्टिनच्या कार्याला निर्माण झालेला अवरोध कसा कमी करता येईल यावर मोठ्या प्रमाणावर संशोधन चालू आहे. काही मोजक्या स्थूल व्यक्तींमध्ये जन्मतःच असलेल्या जनुकीय दोषामुळे त्यांच्या शरीरात लेप्टिन तयारच होऊ शकत नाही. अशा व्यक्तीचे वजन लहानपणापासूनच कमालीच्या झपाट्याने वाढू लागते. केवळ अशा व्यक्तींच्या स्थूलत्वाचे निवारण करण्यासाठी लेप्टिनचा वापर करता येतो.

शरीरातील चरबीमधून स्रवणारे लेप्टिन हार्मोन जसे भूक नियंत्रित करते, तशीच आपल्या पचनसंस्थेमध्ये तयार होणारी काही हार्मोनदेखील भुकेच्या नियंत्रणासाठी कारणीभूत असतात. त्या हार्मोनबाबत आपण पुढील लेखामध्ये समजून घेणार आहोत.

– डॉ. स्वाती बापट
swateebapat@gmail.com

मेधा लिमये

मातृत्वाचा गौरव - मदर्स डे

अकरा मे हा दिवस आहे, मातांच्या सन्मानाचा. मे महिन्याचा दुसरा रविवार अलीकडे जगातले बरेच देश मदर्स डे म्हणून मोठ्या प्रमाणावर साजरा करतात. देशोदेशी त्याचे स्वरूप थोडे थोडे वेगळे असले तरी मातृत्वाचा गौरव ही मूळ संकल्पना समान आहे. अर्थात हे मदर्स डेचे आधुनिक रूप आहे. खरे म्हणजे मातेविषयी कृतज्ञता व्यक्त करण्याची परंपरा प्राचीन काळापासून अस्तित्वात होती. नावे किंवा साजरे करण्याच्या पद्धती यांच्यात फरक होता. भारतात श्रावण महिन्यातील पिठोरी अमावास्येला मातृदिन म्हटले जाते. ग्रीक, रोमन संस्कृतींमध्ये मातृदेवतेचा उत्सव प्रचलित होता. ब्रिटन, आर्यलंड इत्यादी देशांमध्ये मे महिन्यातील चौथा रविवार मदरिंग संडे या नावाने साजरा होत असे. परंतु आजचा मदर्स डे जगभरातील अनेक देशांमध्ये लोकप्रिय झाला आहे.

अमेरिकेत जन्माला आलेल्या या मदर्स डे संकल्पनेचे जनकत्व जाते ज्युलिया वार्ड होवे ह्या कार्यकर्तीकडे. स्त्रियांच्या हक्कांसाठी कार्य करणारी ज्युलिया सन १८७०मध्ये या संकल्पनेसाठी जागृती करू लागली आणि सन १८७२मध्ये २ जून या दिवशी तिने शांतता, मातृत्व व स्त्रीत्व यांच्या सन्मानासाठी मदर्स डे साजरा करण्याचे आवाहन केले. तिच्या प्रयत्नांना थोडे यश आले, तरी तो अधिक लोकप्रिय होण्यास त्यानंतर बरीच वर्षे गेली, आणि आता मदर्स डेची जन्मदात्री म्हटले जाते, ॲन मारिया रीव्ज जार्विस हिला, जिचा ९ मे हा स्मृतिदिन आहे.

आधुनिक मदर्स डेचा इतिहास आपल्याला मायलेकीच्या एका जोडीच्या अथक प्रयत्नांचे दर्शन घडवतो. ही जोडी म्हणजे ॲन मारिया रीव्ज जार्विस आणि तिची मुलगी ॲना जार्विस. या दोघींची कहाणी मोठी सुरस आहे. आईचा जन्म १८३२चा. अमेरिकेत व्हर्जिनिया प्रांतात जन्मलेली ती अकरा मुलांची माता झाली; पण त्या काळात जगात सगळीकडेच बालमृत्यूचे प्रमाण मोठे असल्यामुळे तिची चारच मुले जगली व मोठी झाली. संसारातले व्याप सांभाळून ती चर्चच्या कामात भाग घेत असे. चर्चच्या प्राथमिक शाळेत तिने पंचवीस वर्षे शिक्षिकेचे काम तर केलेच, पण ती सामाजिक, शैक्षणिक विषयांवर उत्तम भाषणेही करी. आरोग्य, स्वच्छता यांविषयी तिला मोठी आस्था होती. तिच्या आजूबाजूला अस्वच्छता, आरोग्यसुविधांची कमतरता ह्या समस्या होत्या व त्याच बालमृत्यूंना कारणीभूत होत्या हे तिला जाणवत होते. तिने याविरुद्ध आवाज उठवला व स्त्रियांना त्यासाठी संघटित केले.

स्त्रियांचे माता म्हणून समाजासाठी दिले जाणारे योगदान ॲन मारियाला फार महत्त्वाचे वाटे. मातांचे आरोग्य चांगले राहणे संपूर्ण समाजाच्या हिताचे आहे, ज्यामुळे होणारी संतती अधिक सक्षम निपजेल याचे महत्त्व तिला पटले होते. त्यामुळे स्थानिक चर्चमध्ये तिने मदर्स डे वर्क क्लब्ज सुरू करून आरोग्यविषयक जाणीवजागृती निर्माण करण्याचे काम सुरू केले. या क्लबतर्फे क्षयरोगी मातांना औषधे पुरवणे, मुलांच्या दुधाची तपासणी करणे अशी कामे केली जात. कामगारांचे आरोग्य व सुरक्षितता यासाठीही काम केले जाई. अमेरिकेतील

अॅना जार्विस (१/५/१८६४–२४/११/१९४८)

Andrews Methodist Episcopal Church

युद्धाच्या वेळी तिने सैनिकांच्या मातांच्या सभा घेतल्या व जखमी सैनिकांच्या शुश्रूषेसाठी स्त्रियांची संघटना उभारली. सैनिकांमध्ये साथीचे रोग पसरले तेव्हा तिने व तिच्या संघटनेने बहुमोल मदत केली. या युद्धानंतर ती मदर्स डेसाठी विशेष क्रियाशील बनली. माता मानवतेची अतुलनीय सेवा करतात, म्हणून त्यांना गौरवले गेले पाहिजे असे तिला वाटे.

आईचे एक भाषण लहानग्या अॅनाने ऐकले होते. त्या भाषणाच्या शेवटी आईने अशी इच्छा व्यक्त केली होती की कधीतरी कोणीतरी मातांचा सन्मान एक खास दिवस ठरवून करावा. आईची ही इच्छा लेक कधीच विसरली नाही. ९ मे १९०५ रोजी आईचा मृत्यू झाल्यानंतर अॅना जार्विसने तिच्या मदर्स डे क्लबच्या कार्याचा आढावा घेऊन तिचा दुसरा स्मृतिदिन १९०७मध्ये छोट्या स्वरूपात ग्राफ्टन, वेस्ट व्हर्जिनिया येथे साजरा केला. नंतर आई जिथे कार्य करत होती त्या चर्चला पत्र लिहून तिने मदर्स डेसाठी सहकार्य करण्याची विनंती केली. अॅण्ड्र्युज मेथॉडिस्ट एपिस्कोपल चर्चने तिच्या विनंतीला मान देऊन १९०८ मध्ये मदर्स डे अधिक मोठ्या प्रमाणावर साजरा केला. या समारंभास चारशे मुले आपल्या मातांसह हजर होती. त्यानंतर अनेक समविचारी लोकांच्या मदतीने अॅनाने हा दिवस राष्ट्रीय पातळीवर साजरा व्हावा यासाठी प्रयत्न केले. शेकडो पत्रे लिहिली, भाषणे केली. राजकारणी लोकांना, उद्योजकांना आवाहन केले. या प्रयत्नांना यश आले आणि मग हा दिवस अमेरिकेच्या अनेक प्रांतांमध्ये साजरा होऊ लागला. सन १९१२मध्ये अॅनाने मदर्स डे इंटरनॅशनल असोसिएशनची स्थापना केली. नंतर १९१४मध्ये राष्ट्राध्यक्ष वुड्रो विल्सन यांनी मे महिन्याचा दुसरा रविवार मदर्स डे म्हणून राष्ट्रीय सुट्टीचा दिवस जाहीर केला आणि तेव्हापासून अखंडित साजरा होऊन आता त्याने ११० वर्षे पूर्ण केली आहेत. अमेरिकेतून सुरू झालेल्या त्या दिवसाने जगभर लोकप्रियता मिळवली आहे.

असे दिवस साजरे करणे हे प्रतीकात्मक असते. अनेकांना हे एक फॅड आहे असेही वाटत असते. परंतु या दिवसाचे महत्त्व केवळ मातेचे ऋण मानणे अशा भावनिक अर्थाने नसून मानवी जीवनाची गुणवत्ता वाढावी या संदर्भातही आहे. लोकसंख्येच्या अभ्यासात मातेचे आरोग्य आणि जन्माला येणारी संतती यांचा अतिशय जवळचा संबंध असल्याचे सिद्ध झाले आहे. आईचे योग्य वय, तिचा आहार, आवश्यक औषधे या घटकांमुळे बालमृत्यूंचे व मातामृत्यूंचे प्रमाण गेल्या काही दशकांमध्ये झपाट्याने कमी झाले आहे. यामुळे लोकसंख्येतील संख्यात्मक वृद्धी कमी होऊन गुणात्मक वृद्धीला हातभार लागतो. आई ही संपूर्ण कुटुंबाचा आधारस्तंभ असते त्यामुळे तिचे आयुष्य सुधारले तर त्याचा फायदा कुटुंबाला, समाजाला, राष्ट्राला, जगाला मिळतो. म्हणूनच या दिवसाच्या लोकप्रियतेने तरी मातेची महती जगाला पटली तर ते चांगलेच आहे.

परंतु सध्या सेलिब्रेशन हा परवलीचा शब्द झाला आहे. परंपरागत सण, उत्सव, विवाहसोहळे हे सगळेच आता नव्या व्यापारी स्वरूपात सेलिब्रेट होत असतात. अॅना जार्विसला

अभिप्रेत असलेला मदर्स डे असा नव्हता. तो होता, शांती, पावित्र्य, कृतज्ञता यांचे प्रतीक असलेला! तिने आपल्या आयुष्याचा बराच काळ मदर्स डेचे महत्त्व पटवण्यासाठी खर्च केला खरा, पण अमेरिकेतल्या व्यापारी जगताला या दिवसाची लोकप्रियता जाणवू लागली आणि तिच्या कल्पनांना तडे जाऊ लागले. जोरदार जाहिरातबाजीने या दिवसाला सेलिब्रेशनचे व्यापारी स्वरूप आणले. फुले, भेटवस्तू, शुभेच्छापत्रे यांची मागणी प्रचंड वाढली. नफातोट्याची गणिते मांडणारा असा भावनांचा बाजार ॲनाला मुळीच पसंत नव्हता. तिने या सर्व प्रकाराला जोरदार विरोध सुरू केला, निषेधसभा घेतल्या, पण व्यापारीकरणाचा जोर एवढा जबरदस्त होता की तिचा विरोध त्यापुढे टिकूच शकला नाही. त्यामुळे ती अखेरीस निराश झाली.

ॲना कधी माता बनली नाही किंवा श्रीमंतही बनली नाही, पण मातेची महती जगाला कळावी म्हणून झगडणारी ती आपल्या संकल्पनेमुळे अनेकांना श्रीमंत करून गेली. आता तर इंटरनेट व इतर सर्व प्रसारमाध्यमांमधून मदर्स डेला विविध उत्पादनांच्या जाहिरातींचा मारा होत असतो. कपडे, दागिने, फुले इत्यादींची प्रचंड उलाढाल होते. केक, आइसक्रीम वगैरे खाद्यपदार्थ अफाट खपतात. अनेक हॉटेलमध्ये हा सर्वाधिक खपाचा दिवस असतो. अमेरिकेतील सर्वेक्षणात असे आढळले आहे की ९६ टक्के लोक यात कोणत्या ना कोणत्या प्रकारे भाग घेतात आणि ख्रिसमसच्या खालोखाल भेटवस्तूंच्या खरेदीसाठी हा दिवस असतो. हल्ली जग जवळ आले आहे, लोक जिथे संधी तेथे नोकरी-व्यवसायानिमित्त स्थलांतर करतात त्यामुळे मुले आणि आई यांचे निवासस्थान दूर असते. त्यामुळे प्रत्यक्ष भेट शक्य नसते म्हणून लांब अंतराच्या टेलिफोनसेवेसाठी हा कमालीची मागणी असणारा दिवस होत आहे. हे सर्व आईबद्दल आदर व्यक्त करण्यासाठी होत आहे ही त्यातली जमेची बाजू!

आपल्याकडेसुद्धा मदर्स डे सेलिब्रेट होऊ लागला आहे. परंतु याचा मूळ उद्देश मातृत्वाचा गौरव हा आहे. म्हणून खरी गरज आहे ती तिच्या सेवेचा सन्मान करण्याची! तिच्या सेवेला गृहीत धरून चालण्याची आपली सवय मोडण्याची! आपल्या उपनिषदातले वचन आहे, मातृदेवो भव, म्हणजे मातेला देवासमान मानणारा हो. तिचे आयुष्य सुखाचे जावे म्हणून आईला आपण प्रेम द्यायलाच हवे. तसेच, सामाजिक जाणीव ठेवणेही महत्त्वाचे मानायला हवे. अनाथ, अपंग मुलांची आणि निराधार, गरीब मातांचीही अशा दिवसाच्या निमित्ताने आपण आठवण ठेवायला हवी. त्यांच्यासाठी कार्य करणाऱ्या संस्थांचे, व्यक्तींचे बळ आपण वाढवायला हवे. आपल्या देशाची गरज, परिस्थिती यांचे भान ठेवून सुस्थितीतील मुलांनी गरजू मातांसाठी आणि सुस्थितीतील मातांनी गरजू मुलांसाठी जमेल तेवढे कार्य केले तर हा दिवस सार्थकी लागेल.

– डॉ. मेधा लिमये
medhalimaye@gmail.com

रंग जीवनाचे

सुधा हुजूरबाजार-तुंबे

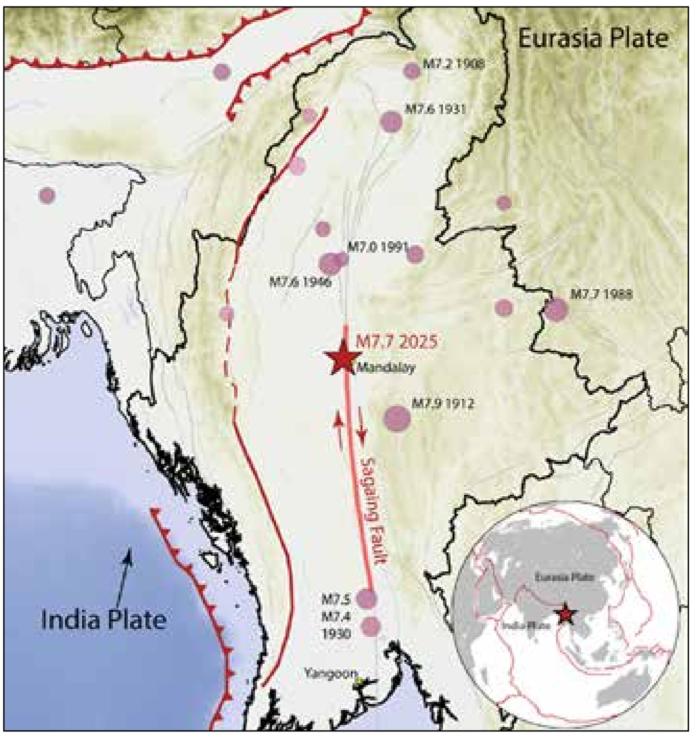
मूल्य २५० रुपये
सवलतीत १५० रुपये.
टपालखर्च ५० रु.

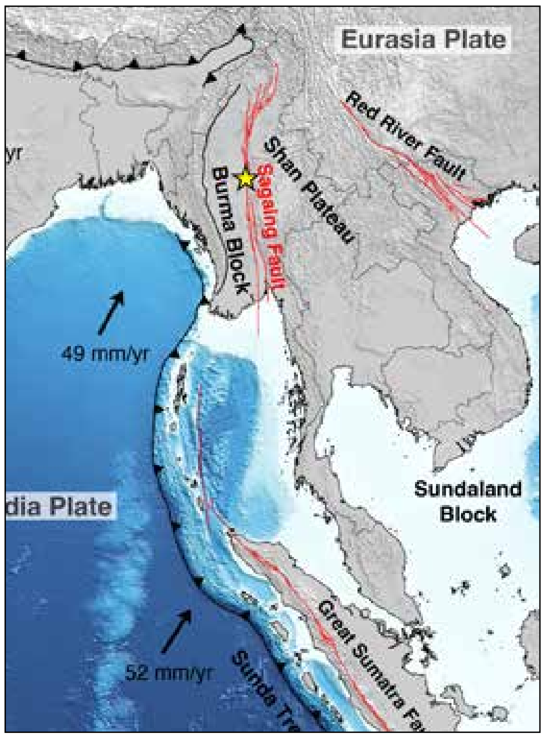
आनंद घैसास

म्यानमारचा भूकंप : का, कसा, आणि इथेच का?

मार्च महिन्यातल्या २८ तारखेला भरदुपारी १२ वाजून काही मिनिटांनी म्यानमार इथे पहिला भूकंपाचा धक्का जाणवला. त्यानंतर काही मिनिटात या धक्क्यांचा जोर वाढत गेला आणि आसपासचे सगळेच जोरात हलत आहे हे जाणवायला लागले. हे हलणे दोन प्रकारचे होते. काही भागांत जमीन मागे पुढे हलत होती, तर काही ठिकाणी जमिनीला चक्क मोठ्या भेगा पडत होत्या, जमिनीचे होणारे तुकडे एकमेकांपासून दूर तर जात होतेच, जमीन मोठ्या प्रमाणात खचूनही जात होती. चांगली मोठे खडक असणारी जमीनच नाही, तर चांगले बांधकाम असणारे रस्तेही असे खाली धसू कसे काय शकतात, असा प्रश्न मनात लगेच येत होता. काही इमारतींचे त्यांचा पायाच्या पुढे मागे होण्याने, पूर्णपणे होत्याचे नव्हते झाले होते. ही स्थिती होती म्यानमारमधील (पूर्वी यालाच ब्रह्मदेश म्हणत असत) मंडाले या शहराच्या आणि आसपासच्या भागाची.

या प्रदेशात, 'युरेशिया प्लेट'च्या (येथे आपण विविध भूपट्टांना 'प्लेटस' म्हणतो) सापेक्ष 'भारताची प्लेट' उत्तर-ईशान्येकडे सरकते. या भूपट्टांच्या हालचालींमुळे 'सुंडा ट्रेंच' 'सुंडा दरी' म्हणून ओळखल्या जाणाऱ्या जागी, आग्नेय आशियाच्या खाली भारतीय भूपट्टांचे उपसर्ग होणे,





हिमालयीन पर्वतरांगांसह भारत खंडाची युरेशियाच्या भूपट्टाशी टक्कर होणे आणि या टक्कर देणाऱ्या भारतीय खंडाभोवती युरेशिया फिरत असताना या टक्कर क्षेत्राच्या पूर्वेकडील काठावर 'ट्रान्सकरंट स्ट्राइक-स्लिप फॉल्टिंग' म्हणजे 'अटक-सटक' विकृती आणि टकरी होणे हे होत असते. म्यानमारमधील अशा सक्रिय विकारी (फॉल्टिंग) जागी हे प्रामुख्याने होते, ते या तीन मुख्य 'टेक्टोनिक' भूपट्टांच्या हालचालींच्या प्रक्रियांशी संबंधित, पृथ्वीच्या वरच्या आवरणात होणाऱ्या घटना आणि कवचातील विकृतीचा परिणाम आहे. एक भूपट्ट दुसऱ्या भूपट्टावर येऊन टेकतो, आदळतो, तेव्हा तिथे तो अडवला जातो. पण तिथला दाब एकूणच वाढत जातो. त्याने कधी तिथली जमीन खचते, कधी वर उचलली जाते, तर कधी फाटतेही. कधी तर एकमेकांवर घासतही जाते. कधी सटकते. या घटनांमुळे खरे तर जे धक्के तयार होतात, त्यांनाच आपण भूकंपाचे धक्के असे म्हणतो.

२८ मार्च २०२५ रोजी 'सागिंग फॉल्ट' वर ७.७ रिश्टर स्केलचा (हा एक मापदंड आहे, ज्यात तो किती क्षमतेचा विनाशकारी भूकंप आहे ते ठरवता येते.) विनाशकारी भूकंप झाला. भारत आणि युरेशिया भूपट्टांमधील दोन वेगळ्या दिशेने जाणाऱ्या 'ट्रान्सकरंट फॉल्टिंग'ला सामावून घेणाऱ्या मुख्य संरचनांपैकी झालेली ही एक घटना आहे. विसाव्या शतकाच्या सुरुवातीपासून, या विकारी जागी, 'फॉल्ट'मध्ये मोठ्या, हानिकारक भूकंपांची मालिका झाली आहे, हे लक्षात घ्यायला हवे. इसवी सन १९३०मध्ये, यांगूनजवळ, 'सागिंग फॉल्ट'च्या दक्षिणेकडील भागात किंवा त्याच्याजवळ दोन भूकंप (रिश्टर स्केलवर ७.५ आणि ७.४) झाले. इसवी सन १९४६ आणि इसवी सन १९९१ मध्ये, २८ मार्च २०२५ रोजी आलेल्या ७.७ रिश्टर स्केलच्या मंडालेच्या उत्तरेस, अनुक्रमे ७.६ आणि ७.१ रिश्टर स्केलचे दोन भूकंप झाले. भारत-बर्मा (म्यानमार) सीमेजवळ, सागिंग फॉल्टच्या उत्तरेकडील भागात इसवी सन १९०८ आणि इसवी सन १९३१ मध्येही अनुक्रमे ७.२ आणि ७.६ रिश्टर स्केलचे भूकंप झाले.

इसवी सन १९०० ते १ एप्रिल २०२५ पर्यंत ७ आणि त्याहून अधिक तीव्रतेच्या झालेल्या भूकंपांच्या क्षमतेचा नकाशा लेखात पहिल्या पानावर दिला आहे. भूकंप आणि भूपट्टांची कडा, किंवा सीमा या युनायटेड स्टेट्स जिओलॉजिकल सर्व्हेकडून (USGS) यात घेतलेल्या आहेत. सक्रिय विकृती ठिकाणे सक्रिय फॉल्ट्स ऑफ युरेशिया डेटाबेस (झेलेनिन आणि इतर, २०२२) यांच्या शोधनिबंधातून घेतले आहेत. 'सागाईंग फॉल्ट'चा 'ऑप्टिकल सॅटेलाइट इमेजिंग'मधून (रीटमन आणि इतर, २०२५) मॅप केलेला फॉल्ट स्ट्रेस दर्शवतो.

प्रादेशिक 'टेक्टोनिक्स' म्हणजे स्थानिक भूपट्टांच्या हालचाली

भारत आणि युरेशिया भूपट्टांमधील ऐतिहासिक आणि सध्याच्या परस्परसंवादांचे, घटना आणि परिणामांचे वर्णन/आधार यात पाहायला लागतात, ज्यामुळे या २०२५मध्ये, जो म्यानमारचा भूकंप झाला, शिवाय आग्नेय आशियामध्ये इतर भूकंपीय सक्रिय विकृतींचा (फॉल्ट्सचा) त्यातून विकास झाला. यासाठी, स्थिर युरेशिया भूपट्टाच्या सापेक्ष, इतर भूपट्ट आणि इतर भौगोलिक हालचालींवर चर्चा करावी लागते.

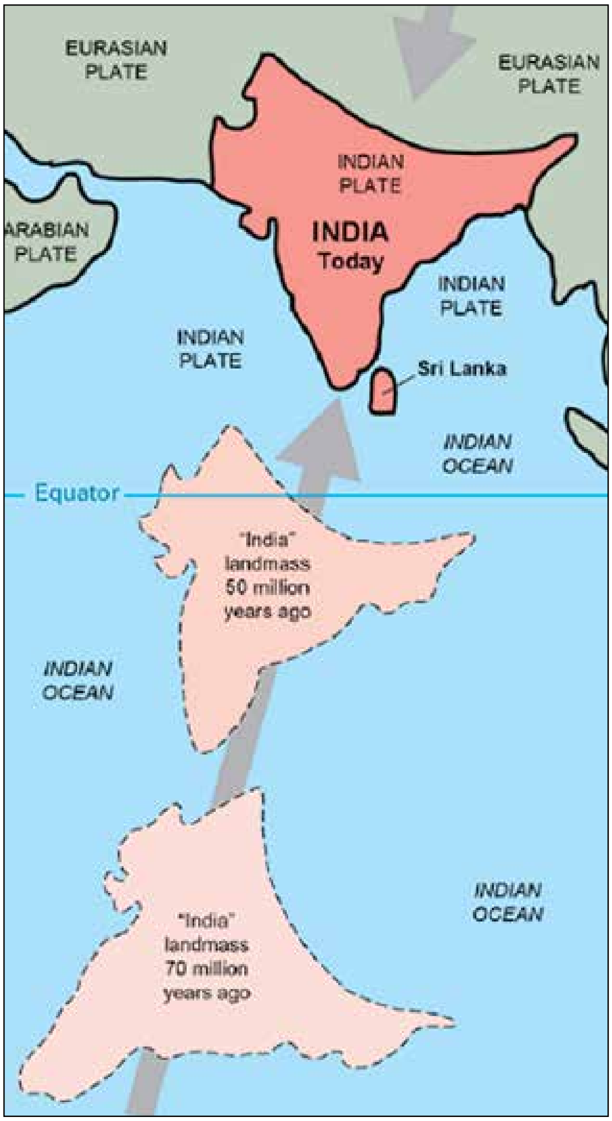
विकृतीचा दर

सध्या, भारताचा भूपट्ट आणि युरेशिया भूपट्टामधील सापेक्ष गती सुमात्राच्या दक्षिण टोकाजवळ ६० मिमी/प्रतिवर्ष ते १५° उत्तर अक्षांशावर अंदमान बेटांच्या उत्तरेस ५० मिमी/प्रतिवर्षपर्यंत बदलती असते. या गतीची दिशा सुमारे २५° आहे (उदाहरणार्थ, भारताचा भूपट्ट युरेशिया भूपट्टाच्या सापेक्ष उत्तर-ईशान्य दिशेने सरकतो). अशाप्रकारे, सापेक्ष गती सुमात्रातील सामान्यतः एक भूपट्ट दुसऱ्या भूपट्टाखाली दबला जाणाऱ्या 'सबडक्शन ट्रेंच'च्या बाजूने भूपट्ट त्याच्या सीमेपर्यंत उच्च कोनात असल्याने, या ट्रेंचच्या जवळजवळ समांतर आणि दक्षिण म्यानमार जवळील 'सागाइंग फॉल्ट'सारख्या उत्तर-दक्षिण दिशेने असलेल्या विकृती रेषेपर्यंत बदलते.

सध्याच्या GNSS डेटाच्या आधारे, सागाईंग फॉल्टच्या बाजूने खोलवर (उभी) होणारी घसरण २०-२५ मिलीमीटर /प्रतिवर्ष (टिन आणि इतर, २०२२) असल्याचे समजते. या विकृती पट्टांच्या जागी 'फॉल्ट स्लिप' (एका भूपट्टाचे दुसऱ्या भूपट्टावरून निसटून जाणाऱ्या) दरांचे भूगर्भीय अंदाज ११ ते १८ मिलीमीटर/प्रतिवर्षपर्यंत (वांग आणि इतर, २०११) असतात. अलीकडील अंदाजानुसार फॉल्टच्या सुरुवातीचा दर सुमारे २८ मिलीमीटर प्रतिवर्ष (मोरेली आणि आर्बोइट, २०१९) असावा, जे सूचित करते की 'सागाईंग फॉल्ट'च्या इतिहासात ३०० किमीपेक्षा जास्त विस्थापन येथे आधीच झालेले असावे. याचा अर्थ असा, की ही एक परत परत होणारी (परिपक्व) रचना आहे, ज्या रचनेने तिच्या इतिहासात मोठ्या संख्येने झालेले, अनेक मोठे भूकंप अनेकदा अनुभवले असणार.

भारतीय भूपट्टाची टक्कर

भारतीय-भूपट्ट, युरेशिया-भूपट्टाशी टक्कर झाल्यामुळे



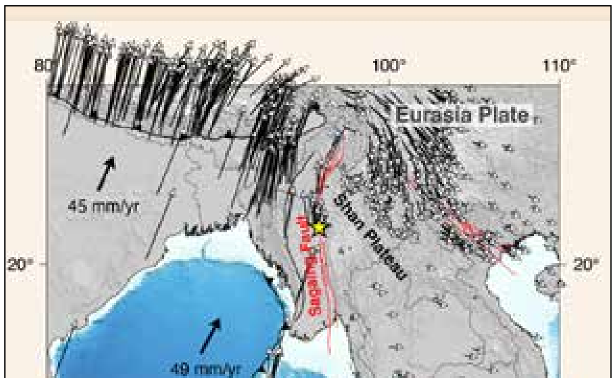
निर्माण झालेल्या अनेक प्रमुख अटक-सटक (स्ट्राइक-स्लिप फॉल्ट) विकृतींपैकी 'सागाईंग फॉल्ट' हा सर्वात दक्षिणेकडील भाग आहे, ज्यामुळे आग्नेय आशियाचे पूर्वेकडे आणि दक्षिणेकडे विस्थापन होते, ज्याला भूपट्टाचे निसटून घसरणे, म्हणजे 'एस्केप टेक्टोनिक्स' असे म्हणतात.

या टक्करीची अंदाजे वेळ

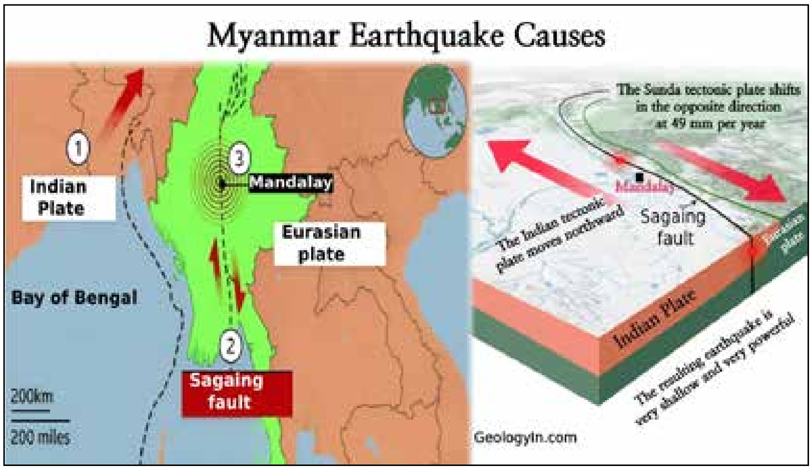
भारतीय भूपट्टाची प्राथमिक टक्कर सुमारे चार कोटी वर्षांपूर्वी सुरू झाली, जेव्हा भारताचा खंडीय कवचाचा भागच दक्षिण युरेशियाच्या सीमेवर जाऊन भिडला. त्यामुळे भारतीय भूपट्ट युरेशिया भूपट्टाच्या कवचाखाली घुसले आणि ते आतल्या, खालच्या शीलारसात 'मॅग्मा'मध्ये दबून त्याचे शीलारसात 'विलयन' व्हायला लागले. यालाच भारतीय भूपट्टाने 'सबडक्शन झोन'मध्ये प्रवेश केला असे म्हटले जाते. या टकरीपूर्वी, 'गोंडवाना' भूपट्टापासून फाटल्यानंतर, भारताचा खंडीय भाग हजारो किलोमीटर ईशान्येकडे होता. या टकरीमुळे युरेशिया भूपट्टाच्या संदर्भात भारतीय भूपट्टाची गती जलद रीतीने घटली असे अनुमान केले जाते. आधीच्या १२० मिलीमीटर/वर्ष वरून ते सध्या ४५ मिलीमीटर/वर्ष (मोलनार आणि स्टॉक, २००९चा शोधनिबंध) असे झाले आहे, असे यात दिसून येते. या टकरीमुळे युरेशियामध्ये मोठ्या प्रमाणावर विकृती आणि ढकलण्याप्रमाणे क्रिया होऊन काही प्रमाणात वरच्या भूपट्टात लहानपणा निर्माण झाला, ज्यामुळे तिबेट आणि आग्नेय आशियामध्ये मोठ्या धक्काविकृती 'स्ट्राइक-स्लिप फॉल्ट'सह पूर्वेकडे आणि आग्नेय दिशेने जमिनीच्या हालचालींचा एक नमुना निर्माण झाला (मोलनार आणि टॅपोनियर, १९७५; टॅपोनियर आणि इतर, १९८२). यात 'रेड रिव्हर फॉल्ट' आणि 'सागाइंग फॉल्ट' यासारखे दोष या टक्कर-आणि-पलायन-संबंधित विकृतीचे प्रमुख घटक आहेत.

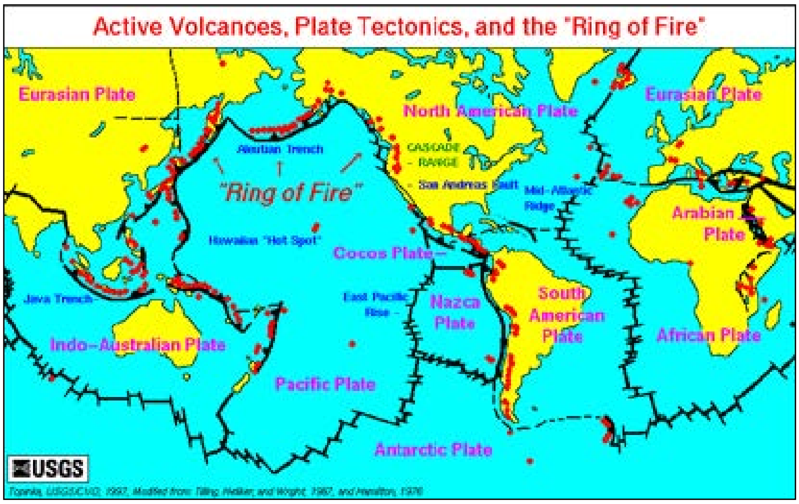
पलायन विकृती हालचाली 'एस्केप टेक्टॉनिक्स'

GNSS डेटाद्वारे (क्रीमर आणि इतर, २०१४ अवकाशीय प्रतिमा घेतलेल्या सध्याच्या पृथ्वीकवचाच्या 'क्रस्टल' विस्थापनांमुळे 'पलायन' हालचालींचा 'एस्केप टेक्टोनिक्स'चा सध्याचा नमुना दिसून येतो. ही निरीक्षणे स्थिर युरेशियाच्या सापेक्ष टेक्टॉनिक ब्लॉक्सची पूर्व-ते-आग्नेय गती दर्शवतात.



एस्केप टेक्टोनिक्स





सागाइंग फॉल्ट हा बर्मा ब्लॉक (सामान्यतः भारताच्या भूपट्टावरील विकृत क्षेत्र) म्हणून ओळखल्या जाणाऱ्या प्रदेशातील आणि शान पठारासह बाहेर पडणाऱ्या टेक्टोनिक ब्लॉक्सपैकी एक यांच्यातील सीमा दर्शवतो. GNSS निरीक्षणांवर आधारित, सागाइंग फॉल्टच्या आग्नेय भागातील प्रदेश कधी कधी 'सुंडालँड ब्लॉक' म्हणून ओळखला जातो, परंतु सुंडालँड ब्लॉक आणि युरेशिया प्लेटमध्ये कोणतीही वेगळी सीमा नाही. म्हणून सागाइंग फॉल्ट थेट भारत-युरेशिया टकरीद्वारे होणाऱ्या प्रक्रियांशी निगडित ठरतो, जरी तो प्रत्यक्ष भूपट्ट सीमा दर्शवत नसला तरी, टक्करक्षेत्रातून बाहेर पडणाऱ्या टेक्टोनिक ब्लॉकना विभाजित करणारा हा एक मोठा त्रुटी दर्शवणारा विकृती पट्टा- 'फॉल्ट' आहे.

याच ठिकाणी हे का होते?

आता यासाठी थोडा जागतिक विचार करावा लागतो. भारताचा भूपट्ट सतत युरेशिया भूपट्टाला टक्कर देत असतो. त्यामुळेच हिमालयासारखा प्रचंड उंच पर्वत निर्माण झालेला आहे. तसेच, हिमालयाची उंचीही सतत वाढत असल्याने, त्या भागात या भूगर्भीय आंतरिक हालचालींमुळे भूकंपाची शक्यता नेहमीच भारतीय खंडातील इतर ठिकाणांपेक्षा येथे अधिक असते. परिणामी, पूर्वेकडील आसाम, मध्यात नेपाळपासून पश्चिमेकडे, सध्या पाकिस्तानात असणाऱ्या हिमालयाच्या रांगांपर्यंतचा प्रदेश हा भूकंपप्रवण क्षेत्र बनतो.

पूर्ण जगाचा विचार केला, तर अटलांटिक महासागरात जवळजवळ मध्यभागी अगदी दक्षिणेकडून उत्तरेकडे जाणारी एक समुद्रतळ उंच बनवणारी पर्वतांची साखळी दिसते. या जागी तयार झालेले आणि अजूनही कार्यरत असणारे अनेक ज्वालामुखी आहेत, जे अंतर्गत शीलारसाला सतत जमिनीवर आणून सोडत आहेत. त्यामुळे येथील जमीन जणूकाही एकमेकीपासून पूर्व-पश्चिम दिशांना दूर ढकलली जात आहे. जरी हे दूर जाण्याचे प्रमाण वार्षिक काही मिलीमीटर एवढे सूक्ष्मच असले, तरी त्यामुळे लाखो वर्षांच्या इतिहासात युरोप-आफ्रिकेपासून दोन्ही अमेरिका खंडे, त्यांच्यापासून दूर चालली आहेत असा परिणाम झालेला जाणवतो आहे तर याच्या उलट, पॅसिफिक (प्रशांत महासागर) महासागराच्या सभोवती असणारे खंडांचे सगळे भूपट्ट एकमेकांच्याकडे दाबले जात आहेत, सरकत आहेत. एवढेच नाही, तर ते पॅसिफिक भूपट्टाच्या खाली गाडले जात आहेत, जसे भारताचे भूपट्ट युरेशियाखाली गाडले जात आहे. या खाली जाणाऱ्या भूपट्टाच्या हालचालीतून ज्वालामुखींची निर्मितीही होत असते. त्यामुळे या महासागराच्या सगळ्याच किनारपट्टीवर जणू ज्वालामुखींचे एक कडेच निर्माण झाले आहे. याला भौगोलिक 'अग्निकंकण' म्हणजे 'रिंग ऑफ फायर' असे या ज्वालामुखींमुळे ओळखले जाते. जावा-सुमात्रा हा प्रदेशही या अग्निकंकणाच्या सीमेवरचाच एक भाग येतो. हेही येथे होणाऱ्या भूकंपांचे एक मोठे कारण असते.

- आनंद घैसास
anandghaisas@gmail.com

वर्षा केळकर-माने

कार्बन डेटिंग - क्षमता, गरज आणि शास्त्रीय तत्त्व

मुंबई विद्यापीठात कार्बन डेटिंग सेंटर पूर्ण क्षमतेने चालू केल्याची बातमी आली आणि त्यानंतर समाजाच्या विविध स्तरांतून डेटिंग करून द्या अशा विनंत्या/मागण्या आमच्याकडे होऊ लागल्या.

कुठे शाळांना हे केंद्र बघण्याची उत्सुकता आहे तर पुरातत्त्वशास्त्रज्ञांना त्यांच्याकडील पुरातन अवशेष नक्की किती जुने आहेत हे जाणून घ्यायची! काही ग्रामस्थांना त्यांच्या आजूबाजूला असलेली पुरातन वास्तू नेमकी किती साली बांधली गेली असावी याची उत्सुकता आहे. अशा अनेक मागण्या येऊ लागल्या आहेत. सुगंध बनवणारी तसेच कच्चे तेल व गॅसचे उत्पादन करणाऱ्या कंपन्यांनीसुद्धा ही सुविधा वापरण्याची विनंती केली. तुम्हाला गंमत वाटेल, पण एका वकिलाने तर त्यांच्या अशिलाकडे असलेल्या मृत्युपत्राचे कार्बन डेटिंगने कालमापन होऊ शकते का अशी ही विचारणा केली.

आकृती क्र. १ मुंबई विद्यापीठातले Carbon डेटिंग सेंटरमधील Atomic Mass Spectrophotometer

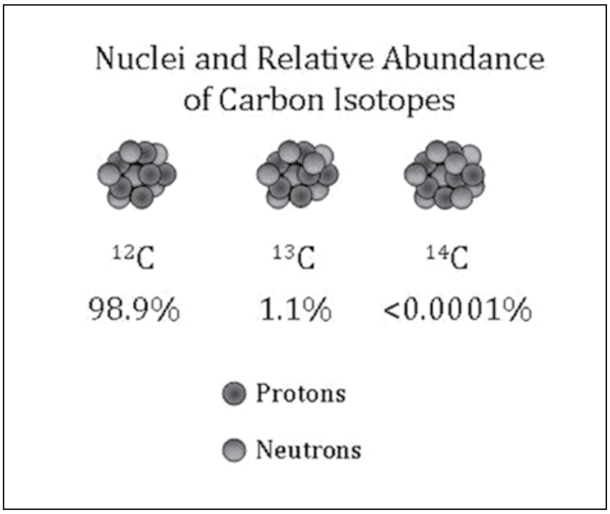
पुरातत्त्व वास्तू, वस्तू, प्राचीन संस्कृती ह्यांचे आकर्षण आपल्या सर्वांना असते. आपले पूर्वज कसे होते, कसे राहायचे, काय खायचे, कोणकोणत्या वस्तु वापरायचे, कुठल्या देशांसोबत त्यांचे व्यापारसंबंध होते, हे जाणून घ्यायची उत्सुकता आपल्या सर्वांच्याच मनात कमीअधिक प्रमाणात असते. पुरातत्त्वशास्त्रज्ञ अनेक दस्तऐवज, लिखित पुरावे व इतर पद्धती वापरून कालगणना करतात. परंतु १९४०च्या दशकाच्या उत्तरार्धात शिकागो विद्यापीठात विलार्ड लिबी यांनी प्रथम विकसित केलेली कार्बन-१४ डेटिंगच्या पद्धतीने ह्यामध्ये क्रांतिकारी बदल घडवून आणला.

आकृती क्र. २ शिकागो विद्यापीठातील रसायनशास्त्र विभाग आणि न्यूक्लियर स्टडीज इन्स्टिट्यूटमधील (एनरिको फर्मी इन्स्टिट्यूट) रसायनशास्त्राचे प्राध्यापक अर्नेस्ट सी. अँडरसन आणि विलार्ड एफ. लिबी

सामान्य लोकांपासून पुरातत्त्व विभाग व तेल उत्पादन करत असलेल्या कंपन्यांना उपयोगी पडणारी आणि बातम्यांम ध्ये गाजणाऱ्या ह्या केंद्राबद्दल व त्यात वापरण्यात येणाऱ्या रेडिओकार्बन डेटिंग, किंवा कार्बन-१४ डेटिंगच्या मागच्या शास्त्रीय तत्त्वांबद्दल, तसेच त्याच्या व्याप्तीबद्दल जाणून घेऊ. तत्पूर्वी आपल्या विज्ञानाच्या पाठ्यपुस्तकांमध्ये वाचलेल्या कॉस्मिक रेज आणि आयसोटोप म्हणजे समस्थानिकांची उजळणी करू.

प्रोटॉन, न्यूट्रॉन आणि इलेक्ट्रॉन मिळून बनत असलेल्या आणूंबद्दल आपण जाणतो. आयसोटोप म्हणजे एकाच घटकांचे अणू ज्यामधील न्यूट्रॉनची संख्या व त्यामुळे त्यांची अभिक्रियाशीलता (reactivity) भिन्न असते. उदारहरण घ्याचे तर कार्बनचेच पाहू.

कार्बनची तीन प्रकारची समस्थानिके असतात. त्यामध्ये हवेत सर्वाधिक प्रमाणात असणारे म्हणजे कार्बन-१२ (१२C) आहे. ज्यामध्ये सहा प्रोटॉन व सहा न्यूट्रॉन असतात. त्याहून वजनाने जड असणारे कार्बन समस्थानिक म्हणजे कार्बन-१३ (१३C) ज्यामध्ये सात न्यूट्रॉन व सहा प्रोटॉन असतात. १२C



आकृती क्र. ३ कार्बनचे समस्थानिक आणि त्यांचे आपल्या हवेत असलेले प्रमाण

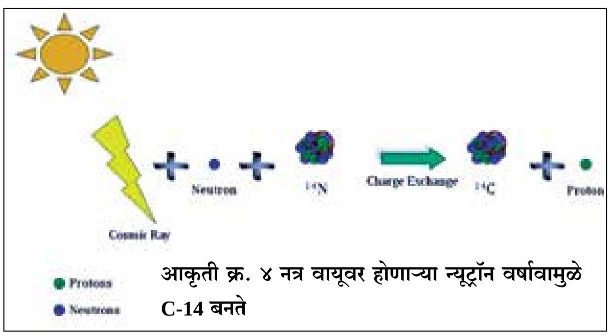
आणि १३C ह्यांना स्थिर समस्थानिक म्हणतात, कारण त्यांचे कालांतरानेसुद्धा इतर कोणत्याही स्वरूपात किंवा घटकांमध्ये विघटन होत नाही. कार्बनचे तिसरे समस्थानिक म्हणजे कार्बन-१४ (१४C). हे हवेत अतिशय अल्प प्रमाणात असून त्याच्या केंद्रात आठ न्यूट्रॉन असतात. हे समस्थानिक मात्र किरणोत्सर्गी असून कालांतराने त्याचे विघटन होते.

कॉस्मिक रेंजद्वारे होणाऱ्या न्यूट्रॉनचा वर्षाव जेव्हा हवेतील नत्र वायू वर होतो तेव्हा C१४ बनतो. (आकृती क्र. २) रेडिओकार्बन डेटिंगची संकल्पना या गृहीतकावर आधारित आहे की सजीव प्राणी आणि वनस्पतीच्या उती हवेतील कार्बन-१४ चे संकलन अप्रत्यक्ष किंवा प्रत्यक्षपणे करतात. हे जीवे मरतात तेव्हा ते कार्बनचक्रातून तुटून त्यांच्यातील कार्बन-१४चे प्रमाण कालांतराने म्हणजेच ५४७० वर्षांनी अर्धे होते. जणू एक टाइम-कॅप्सुलच तयार होते असे म्हटले तरी चालेल. त्यामुळे त्यांच्या अवशेषांमधील उर्वरित कार्बन-१४ अणू मोजून शास्त्रज्ञ जीव किती काळापूर्वी सजीव असावा याचा अचूक अंदाज लावतात. हे तंत्र सन १९४०च्या दशकाच्या उत्तरार्धात शिकागो विद्यापीठातील रसायनशास्त्राचे प्राध्यापक विलार्ड लिबी यांच्या नेतृत्वाखालील एका पथकाने विकसित केले होते. ह्या शोधासाठी त्यांना १९६०मध्ये नोबेल पारितोषिक मिळाले.

जीवाश्मांच्या कालगणनेच्या व्यतिरिक्त कार्बन डेटिंगचे आणखी दोन क्षेत्रात होणारे उपयोग पाहू.

१. नैसर्गिक सुगंधामधील भेसळ ओळखणे

वनस्पती तेल, प्राण्यांची चरबी, सुगंधांऐवजी कमी दर्जाचे कृत्रिम तेल, सुगंध स्वस्त असल्याने सुगंध उद्योगात भेसळीचे प्रमाण अधिक अधिक वाढत आहे. परंतु आज कार्बन-१४ वापरून आपल्याला सुगंध तसेच तेलाचा स्रोत नैसर्गिक आहे की नाही हे Atomic Mass Spectrophotometerच्या (MS- C-१४ मोजण्याचे यंत्र) साहाय्याने प्रभावीपणे सांगता येते. पेट्रोकेमिकलयुक्त सामग्री व सुगंधी घटक आणि उत्पादनांमध्ये नैसर्गिकरीत्या मिळवलेल्या सामग्रीचे प्रमाण किती आहे हेसुद्धा ह्या तंत्राद्वारे आपल्याला समजू शकते. संपूर्णपणे जैव-आधारित (किंवा नैसर्गिक) घटक असलेल्या पदार्थांमध्ये C-14 ची टक्केवारी सर्वाधिक (१०० टक्के) असेल तर पूर्णपणे पेट्रोकेमिकलने युक्त (किंवा कृत्रिम) पदार्थांमध्ये कार्बन-१४ नसेल. नैसर्गिकरीत्या मिळवलेल्या आणि कृत्रिम दोन्ही स्रोतांमधून मिळवलेल्या घटकांचे आणि संयुगांचे मिश्रण केल्यास त्यामधील टक्केवारी समजून येईल. C 14ची टक्केवारी जास्त असणाऱ्या नमुन्यात नैसर्गिकरीत्या मिळवलेल्या पदार्थांचे प्रमाण जास्त असल्याचे निदर्शनास



आकृती क्र. ४ नत्र वायूवर होणाऱ्या न्यूट्रॉन वर्षावामुळे C-14 बनते

येईल. कार्बन–१४ वापरून नैसर्गिक उत्पादन चाचणी केल्याने पुरवठादार आणि उत्पादकांना त्यांचे दावे सिद्ध करता येतील. तसेच वनस्पतिजन्य घटकांमधली भेसळ ओळखता येऊन, ग्राहकांना योग्य ते उत्पादन पुरवता येईल. फॉर्म्युलेशनपासून अंतिम उत्पादनापर्यंत गुणवत्तानियंत्रण उपायांमध्ये ह्या AMS तंत्राची अशा प्रकारे मदत होते.

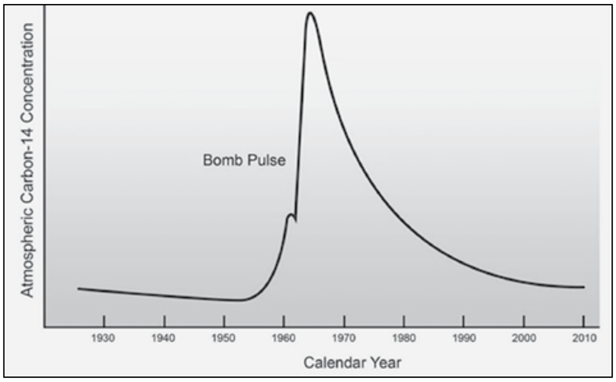
२. पेशींचे आयुर्मान आणि टर्नओव्हर समजण्याकरता

साधारणपणे पेशींच्या विभाजनादरम्यान जीनॉमिक डीएनए लक्षणीय प्रमाणात नवीन कार्बन प्राप्त करतो, म्हणून न्यूक्लियर डीएनएचे 14 C / 12 C हे प्रमाण पेशीचा जन्म दर्शवू शकतो. मानवी मेंदूच्या विविध भागात होणाऱ्या न्यूरोजेनेसिसचा (मेंदूमध्ये नवीन पेशी निर्माण करण्याची प्रक्रिया) अभ्यास करण्याकरता जीनॉमिक डीएनए डेटिंगचा वापर केला गेला आहे. स्वादुपिंडाच्या पेशींमधील डीएनएचे 14 C / 12 C विश्लेषण केले असता, शास्त्रज्ञांना असे आढळून आले की इन्सुलिन बनविणाऱ्या पेशी प्रौढत्वाच्या सुरुवातीपर्यंत वर्षाला १–२ टक्के प्रमाणात बदलत असून साधारण ३० वर्षांनंतर या पेशींच्या निर्मितीचे चक्र थांबते.

बॉम्ब कर्व्ह आणि कार्बन डेटिंग

१९५०च्या दशकाच्या मध्यापासून १९६०च्या दशकापर्यंत, काही देशांनी मोठ्या प्रमाणात अण्वस्त्र चाचण्या केल्या. या चाचण्या १९६३मध्ये संपल्या असल्या तरीही त्यामुळे पृथ्वीच्या जवळच्या कार्बन–१४चे प्रमाण अचानक वाढले. कार्बन–१४चा एक नवीन स्रोत असल्यासारखे झाले. त्याला बॉम्ब कर्व्ह असे टोपणनाव देण्यात आले. (आकृती क्र. ५)

शात्रज्ञ त्यानंतर C12-C14 चे प्रमाण वापरून कालगणना करायला लागले. हे होते न होते तोच औद्योगिक क्रांतीमुळे जीवाश्म इंधनाच्या वापराचे प्रमाण वाढत गेले व त्यामुळे हवेत उत्सर्जित होणाऱ्या C12चेसुद्धा प्रमाण वाढू लागले. C14-C12 हे प्रमाण अपेक्षेपेक्षा खूपच वेगाने कमी झाले असून ते आता बॉम्ब चाचण्यांपूर्वीच्या पातळीवर परत आले आहे असे हेथेर ग्रेवेन ह्या वातावरणशास्त्रज्ञाचे म्हणणे आहे.



आकृती क्र ५. बॉम्ब ब्रेक दर्शवणारा आलेख

रेडिओकार्बन डेटिंगमुळे अनेक क्षेत्रांची क्षितिजे विस्तारली. परंतु सर्व तंत्रांप्रमाणे ह्यालाही मर्यादा आहेत. रेडिओकार्बन डेटिंग सुमारे ६०,००० वर्षांपर्यंतच्याच सेंद्रिय पदार्थांसाठी उपयुक्त ठरते. त्याहून पुरातन किंवा inorganic पदार्थांसाठी पोटॅशियम–४० / आर्गॉन–४० व अन्य पुढे दिलेल्या तक्त्यात पदार्थांवर आधारित पद्धती विकसित झाल्या. उदाहरणार्थ, भूगर्भशास्त्रज्ञ अतिशय जुन्या पदार्थांचे जसे उल्कांचे, मेटीओराईटचे आणि रूपांतरित खडकांचे वय/काल निश्चित करण्यासाठी किंवा एखादा खडक कधी स्फटिकरूप झाला हे निश्चित करण्यासाठी Sm-Nd (Samarium-147/Neodymium-143) पद्धत वापरली जाते.

तक्ता १. निश्चित कालगणना करण्यासाठी काही सामान्यतः वापरल्या जाणाऱ्या घटकांच्या जोड्या

(https://www.nps.gov/subjects/geology/radiometric-age-dating.htm)

विज्ञानातील नवनवीन शोधाचे, तंत्रज्ञानाचे जग म्हणजे जादूचा पेटारा आहे. जितके शोधात जाऊ तितके काहीतरी रोमांचक हाती लागते. गरज आहे ती आपली जिज्ञासा व कुतूहल कायम जागे ठेवण्याची व लहान मुलांप्रमाणे न संपणारे प्रश्न विचारण्याची!

– वर्षा केळकर–माने
varshakelkar@hotmail.com

मूळ घटक	**क्षय झाल्यामुळे निर्माण झालेला घटक**	**अर्ध आयु (Half Life)**	**कालगणना केलेले साहित्य**
युरेनियम २३८	जस्त–२०६	४.५ अब्ज वर्ष	झिरकॉन
रुबिडियम ८७	स्ट्रॉन्शियम ८७	४८.८ अब्ज वर्ष	खडक तयार करणारी खनिजे
पोटॅशियम–१४	आर्गॉन –४०	१.२५ अब्ज वर्ष	
कार्बन १४	नायट्रोजन १४	५३७० वर्ष	जीवाष्म

कुसुमसुत

सिलिकॉन : शास्त्रीय आणि काल्पनिक जगाचा अद्भुत घटक

आयझॅक असिमोव्ह, लॅरी निव्हन आणि रॉबर्ट हेनलिन यांच्या विज्ञानकथांच्या अद्भुत जगामध्ये वाचक सहजतेने रंगून जातात. या कथा अपरिचित ग्रहांवरील अशक्य वाटणाऱ्या साहसांनी भरलेल्या आहेत, आणि त्याच वेळी सुरू असलेल्या अपोलो अंतराळ मोहिमांनी वाचकांच्या विश्वासाला अधिक बळ दिले. अशा कथांमध्ये एक महत्त्वाचा विचार वारंवार समोर येत होता-परग्रहवासी जीवसृष्टी कार्बनऐवजी सिलिकॉनवर आधारित असू शकते. सिलिकॉनवर आधारित जीवसृष्टी ही संकल्पना अनेक विज्ञानकथांमध्ये मांडण्यात आली आहे.

सिलिकॉन आणि त्याचे पृथ्वीवरील अस्तित्व

या सर्व विज्ञानलेखकांनी सिलिकॉनची निवड का केली? आवर्तसारणीतील जवळपास असलेल्या मूलद्रव्यांचे भौतिक-रासायनिक गुणधर्म काहीसे समान असतात. कार्बन हा जीवनाचा मूलभूत घटक मानला जात असल्याने, या विज्ञानलेखकांनी आवर्तसारणीत त्याच्या खाली असलेल्या सिलिकॉनवर लक्ष केंद्रित केले. सिलिकॉन हा कार्बनसारखाच चतुर्भुज संयोजकता (tetra-valency) असलेला घटक आहे, त्यामुळे तो जैविक सृष्टीसाठी पर्याय म्हणून सुचवला जातो. अर्थात सिलिकॉनच्या तुलनेत कार्बन अधिक योग्य ठरतो असे आपण आपल्या अनुभवावरून म्हणू शकतो. याची काही महत्त्वाची कारणे आहेत :

संयुगे तयार करण्याची क्षमता – कार्बन सहजपणे C-C बंध तयार करून मोठी आणि स्थिर साखळी तयार करू शकतो, जी जैविक रेणूंसाठी आवश्यक आहे. सिलिकॉनही Si-Si बंध तयार करू शकतो, पण ते तुलनेने कमकुवत आणि अस्थिर असतात.

ऑक्सिडेशनी अभिक्रिया

कार्बन CO_2 (कार्बन डायऑक्साइड) तयार करतो, जो वायुरूप असल्याने सजीवांना सहज बाहेर टाकता येतो.

सिलिकॉन SiO_2 (सिलिका किंवा वाळू) तयार करतो, जो घन स्वरूपात राहतो, त्यामुळे सजीव पेशींमध्ये साचून समस्या निर्माण करू शकतो.

जीवनक्रियांसाठी आवश्यक लवचिकता

कार्बन-आधारित रेणू (प्रथिने, डीएनए, लिपिड्स) जैविक प्रक्रिया सहज पार पाडू शकतात.

सिलिकॉन-आधारित संयुगे तुलनेने कमी लवचीक आणि कमी कार्यक्षम असतात.

पृथ्वीवरील जैविक प्रक्रिया

पृथ्वीवरील जीवन पाण्यावर आधारित आहे, आणि कार्बन संयुगे पाण्यात सहज प्रतिक्रिया देऊ शकतात.

सिलिकॉन संयुगे पाण्याशी प्रतिक्रिया करून गाळ तयार करतात, त्यामुळे जीवनक्रियांना अडथळा येऊ शकतो.

कॉर्निंग काच कारखान्यात, सिन्नर येथील काच कारखान्यात, ठिकठिकाणी असलेल्या डोंगरांवर आणि हिरव्यागार शेतांवर उभे राहिल्यावर तेथे मुबलक प्रमाणात असलेल्या सिलिकेट पाहून मनात विचार येतो, सिलिकॉन-शिवाय आपले जग कसे असेल? पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर ऑक्सिजननंतर सर्वात विपुल असणारे मूलद्रव्य म्हणजे सिलिकॉन. सिलिकेट खडकांमध्ये सिलिकॉन चार ऑक्सिजन अणूंनी वेढलेला असतो, आणि त्याच्या रचनात्मक जुळवणीवर विविध प्रकारच्या खनिजांचा उगम ठरतो. सिलिकॉन डायऑक्साइड म्हणजेच सिलिका, नैसर्गिक स्वरूपात क्वार्ट्झ किंवा रॉक क्रिस्टल म्हणून आढळते. अशा क्रिस्टलमध्ये अणू एका विशिष्ट हेलिकल (सर्पिल) स्वरूपात असतात-अक्षाच्या डावीकडे फिरणारे किंवा उजवीकडे फिरणारे. ही वैशिष्ट्ये कायनिकरूपता (chirality) दर्शवतात, जी पूर्वी केवळ कार्बनयुक्त संयुगेच दाखवू शकतात असे मानले जात होते. आपल्या सभोवती सिलिकॉनचे नैसर्गिक स्रोत सर्वत्र आहेत.

नैसर्गिक स्रोतांमधील सिलिकेचे प्रमाण

क्वार्ट्झ (Quartz) : ९९% पर्यंत शुद्ध सिलिका असते.

ग्रॅनाइट (Granite) : सुमारे २०-६०% सिलिका असते.

वाळू (Sand) : ८०-९९% सिलिका असते, वाळूच्या प्रकारावर हे प्रमाण अवलंबून असते

माती (Soil) : विविध प्रकारच्या मातीमध्ये ३०-७०% सिलिका असू शकते.

पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील प्रमाण

संपूर्ण भूपृष्ठाच्या सुमारे ५९% भागात, विशेषतः खडक आणि खनिजांमध्ये सिलिका असते, सागरी वाळूत ८५-९५% सिलिका असते.

सिलिकॉनच्या विलक्षण संरचना

सिलिकेट रसायनशास्त्राच्या मदतीने अनेक त्रिमितीय रचनात्मक पदार्थ तयार करता येतात- उदाहरणार्थ, झिओलाइट्स (Zeolites). हे पदार्थ सूक्ष्म छिद्रांनी भरलेले असतात आणि विशिष्ट आकाराच्या रेणू किंवा आयनांना अडकवण्याचे काम करतात. त्यामुळे हे पदार्थ विविध औद्योगिक आणि वैज्ञानिक अनुप्रयोगांमध्ये वापरले जातात.

सिलिकॉन : विज्ञानाच्या प्रयोगशाळेतून इलेक्ट्रॉनिक्सपर्यंत

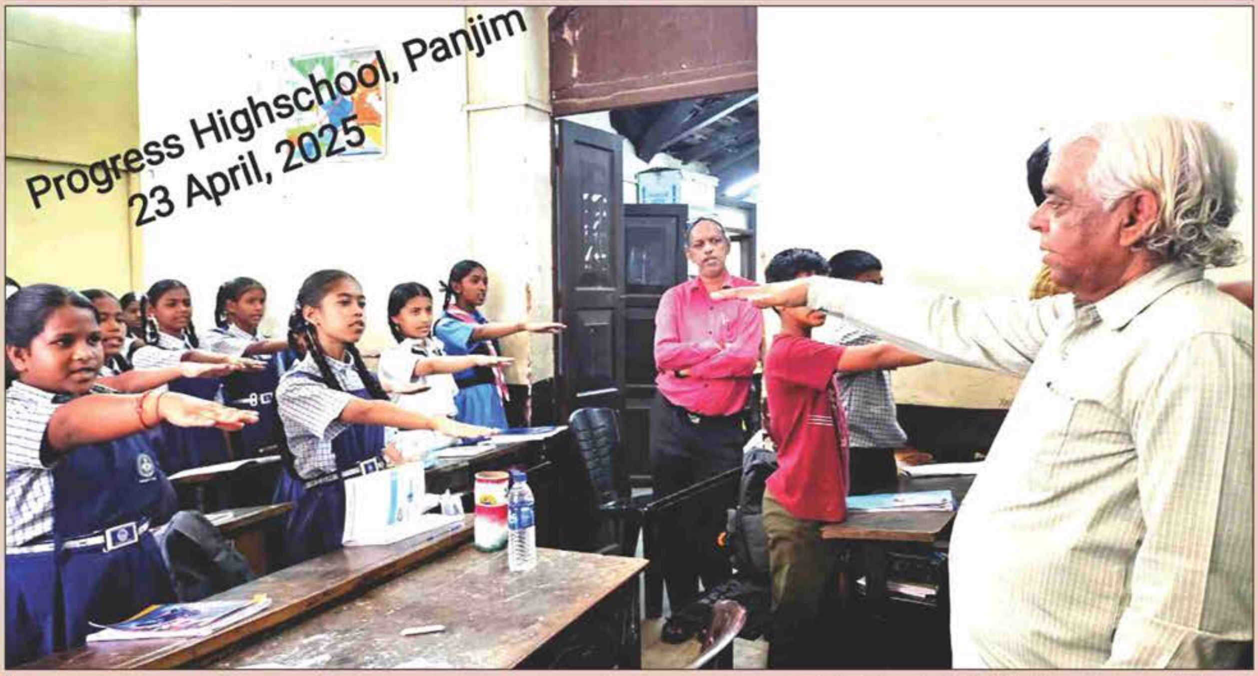
सिलिकॉनला ऑक्सिजनपासून मुक्त करणे खूप कठीण असते. कॉर्निश वैज्ञानिक हम्फ्री डेव्ही यांनी प्रथम सिलिका हे एक संयुग असल्याचा अंदाज व्यक्त केला. त्यांनी विद्युत-प्रवाहाद्वारे वेगवेगळ्या क्षारांचे विघटन केले आणि पोटॅशियम सारखे काही अत्यंत प्रतिक्रियाशील धातू, वेगळे केले. यानंतर त्यांनी पोटॅशियमचा उपयोग सिलिका तोडण्यासाठी केला आणि एक गडद पदार्थ मिळवला. पुढे फ्रेंच आणि स्वीडिश वैज्ञानिकांनी या संशोधनात भर टाकली आणि अखेरीस सिलिकॉन मूलद्रव्य म्हणून ओळखले गेले. सिलिकॉन हे मूलद्रव्य गडद करड्या रंगाचे आणि चमकदार असून धातूसारखे दिसते. सिलिकॉन हा अर्धधातू (metalloid) आहे, म्हणजेच त्यामध्ये धातू आणि अधातू दोन्हींची वैशिष्ट्ये असतात. तो ऑक्सिजन किंवा कार्बनसारखा पूर्णपणे अधातू नाही, तसेच तो मॅग्नेशियम किंवा लोखंडासारखा पूर्णपणे धातूही नाही. सिलिकॉन ठिसूळ असतो आणि शुद्ध स्वरूपात विजेचा चांगला वाहक नसतो (हे अधातूंसारखे गुणधर्म आहेत), पण विशिष्ट परिस्थितीत तो वीज वाहू शकतो (धातूंसारखा गुणधर्म), त्यामुळेच तो अर्धवाहक (semiconductor) बनतो आणि इलेक्ट्रॉनिक उपकरणांमध्ये उपयोगी ठरतो. ठरावीक तापमानाला सिलिकॉनमध्ये इलेक्ट्रॉन एका उर्जास्तरावरून दुसऱ्यावर उडी मारतात आणि विद्युतप्रवाह वाहून नेतात. सिलिकॉनमध्ये मुद्दाम बोरॉन किंवा फॉस्फरस मिसळले, तर त्याचे विद्युतवहन गुणधर्म आणखी सुधारले जातात. याच गुणधर्मांमुळे संगणक चिप, सौरपटल आणि विविध इलेक्ट्रॉनिक उपकरणे तयार केली जातात.

शुद्ध स्वरूपातील सिलिकॉन निळ्या-राखाडी धातूसारखी चमक असलेला घनपदार्थ आहे. त्याचा अणुक्रमांक १४ असून १४ इलेक्ट्रॉन तीन कक्षांमध्ये २, ८, ४ फिरत असतात. त्याच्या केंद्रकात १४ प्रोटॉन्स आणि १४ न्यूट्रॉन असतात. आवर्तसारणीतील १४व्या गटाचा हा सदस्य आहे आणि वर म्हटल्याप्रमाणे मेटॅलॉइड या धड ना धातू धड ना अधातू या सदरात मोडतो. त्या गटात त्याच्या डोक्यावर अधातू गटातील कार्बन आहे तर खाली जरमॅनियम.कथिल, शिसे आणि फ्लेरोव्हियम हे धातू आहेत. पी ब्लॉक मूलद्रव्य म्हणून याची नोंद आहे. सिलिकॉनची तीन सस्थानिके आहेत. सिलिकॉन २८ हा निसर्गात विपुल प्रमाणात (९२.२३%) असलेले समस्थानिक आहे तर सिलिकॉन २९ (४.६७%) आणि सिलिकॉन ३० (३.१०%) अशी आणखी दोन समस्थानिके आहेत.ही तिन्ही समस्थानिके स्थिर या सदरात मोडणारी आहेत. याशिवाय सिलिकॉनची आणखी २३ समस्थानिके किरणोत्सर्गी या सदरात मोडणारी आहेत. त्यात ८, ९, १०, ११, १२, १३, १७, १८, १९, २०, २१, २२, २३, २४, २५, २६, २७, २८, २९, ३०, ३१ आणि ३२ न्यूट्रॉन असतात. यातील काही किरणोत्सर्गी समस्थानिकांचा (Si-31 आणि Si-33) उपयोग संशोधनात, जैवउद्‌गमाच्या सिलिकॉनचे वय ठरवण्यासाठी होतो.

सिलिकॉनचा वापर सिलिकोन बनवण्यासाठीही केला जातो. सिलिकोन (Silicones) ही संश्लेषित संयुगे आहेत. सिलिकोन्स हे सिलिकॉन, ऑक्सिजन, कार्बन आणि हायड्रोजन यांचे संयुग आहे. हे विविध सिलोक्सेनचे पॉलिमर आहेत, प्रत्येक सिलिकॉन अणूला दोन मिथाइल (किंवा इतर सेंद्रिय) गटांसह सिलिकॉन-ऑक्सिजन साखळ्या जोडलेल्या असतात. त्याचे द्रव, जेल, रबर, किंवा घन पदार्थ अशा वेगवेगळ्या स्वरूपात उत्पादन होते. त्यांचा वापर आरोग्य आणि सौंदर्यप्रसाधने (जसे- त्वचेसाठी मॉइश्चरायझर, शाम्पू, मेकअप) बनवण्यासाठी तसेच औद्योगिक आणि स्वयंपाकासाठीची उपकरणे (जशी- बेकिंग मोल्ड, सीलंट्स, चिकटपट्टी). आणि वॉटरप्रूफिंग आणि लुब्रिकेशनसाठी करण्यात येतो. सिलिकॉन तेल हे उत्तम वंगण आहे आणि काही सौंदर्यप्रसाधने आणि केस कंडिशनरमध्ये वापरले जाते. सिलिकॉन रबर उत्पादनाच्या अनेक क्षेत्रांमध्ये वाढत्या प्रमाणात उपयुक्त आहे, स्वयंपाकघरातील वस्तूंपासून ते स्वयंचलित भागांपर्यंत, आणि जलरोधक सीलंट म्हणून ते वापरले जाते. उदाहरणार्थ, बाथरूममध्ये.

सिलिकॉन हे घटक कॉम्प्युटर आणि मायक्रोइलेक्ट्रॉनिक उद्योगांमध्ये घनस्थिती उपकरणांमध्ये सेमीकंडक्टर म्हणून मोठ्या प्रमाणावर वापरले जातात. यासाठी अतिशुद्ध सिलिकॉन आवश्यक असते. सिलिकॉनचे इलेक्ट्रिकल गुणधर्म नियंत्रित करण्यासाठी बोरॉन, गॅलियम, फॉस्फरस किंवा आर्सेनिक त्यात थोड्या प्रमाणात मिसळले (डोप) केले जाते. असे सर्वगुणी मूलद्रव्य आपल्याला उपलब्ध आहे हे आपले भाग्यच म्हटले पाहिजे. ●

श्री गणेश हायकूल, म्हापसा
२८ एप्रिल २०२५


Progress Highschool, Panjim
23 April, 2025

People's Highschool, Panjim
28 April 2025

महाराष्ट्रदिनाच्या हार्दिक शुभेच्छा

ही भूमी
बुद्धिवंतांची,
विज्ञाननिष्ठांची,
कष्टकऱ्यांची,
संतांची, वीरांची,
समाजसेवकांची
होऊ वारस त्यांचे,
वाचू ग्रंथ ज्ञानाचे