मासिक विज्ञानपुस्तिका

विज्ञानधारा

शिक्षण क्षेत्रात बदल वेगाने व्हायला हवे आहेत!

डिसेंबर २०२५ * मूल्य २०० रुपये

Goa Leads the Way : How India's First State-Wide Deposit Refund Scheme is Turning Waste into Value

Goa has made history by becoming the first state in India and the first in South Asia to implement a state-wide Deposit Refund Scheme (DRS). This groundbreaking initiative marks a major step in India's journey towards circularity, sustainability, and behavioural change, creating a model that could reshape how citizens perceive and manage waste.

At its core, the Deposit Refund Scheme is built on a simple but transformative principle: when you buy a product, you pay a small refundable deposit —₹ 2, ₹ 5, or ₹ 10 — on its packaging. Once you return the empty container, bottle, or packet, that deposit is instantly refunded. The result is a closed loop that ensures packaging materials re-enter the recycling chain instead of ending up in drains, landfills, or oceans.

Globally, DRS models have achieved return rates as high as 95% for PET bottles, and Goa's version goes even further by including multi-layered plastics (MLPs) such as snack packets and sachets, a first for any state or nation. For a region generating nearly 800 tonnes of waste daily, much of it non-biodegradable, this shift is not just an environmental reform, it's an act of survival.

The impact of DRS extends far beyond cleaner streets or beaches. It fundamentally changes how people think about waste. For decades, packaging has been viewed as disposable; DRS reframes it as valuable. A bottle or wrapper becomes a form of currency something worth holding onto, not throwing away. This subtle shift in perception drives profound behavioural change, where citizens, shopkeepers, and tourists alike become active participants in the recycling ecosystem. The scheme also introduces digital traceability and inclusivity, ensuring that every container is uniquely coded and every stakeholder from waste collectors to municipal bodies has a role to play. Informal waste pickers earn more, local communities engage meaningfully, and governments gain real-time visibility into recovery rates and recycling performance.

Environmentally, the benefits are immense. With millions of packaging units being collected and reprocessed, Goa's DRS will significantly reduce plastic leakage, lower carbon emissions, and prevent the degradation of fragile coastal and forest ecosystems. It demonstrates that when incentives, technology, and awareness come together, sustainability becomes not just achievable but desirable. The Goa DRS is more than a policy, it's a mindset revolution. It transforms waste into worth, responsibility into reward, and consumers into custodians of the planet. In doing so, Goa has not only set a benchmark for India but has created a blueprint for nations striving to turn environmental intent into lasting impact.

"Goa's Deposit Refund Scheme marks a fundamental shift in how we view waste not as a burden, but as a resource with value," said **Sachin S. Dessai, Director, Department of Environment and Climate Change, Government of Goa.** "By integrating technology, accountability, and citizen participation, we are building a model where environmental protection and economic inclusion go hand in hand. This initiative is not just about cleaner cities; it's about shaping a new mindset, one where every Goan, from households to hotels, becomes a partner in circular progress. Our goal is to make responsible consumption a part of everyday life and inspire other states to follow this sustainable path."

'ग्रंथाली'ची मासिक पुस्तिका

विज्ञानधारा

डिसेंबर २०२५, वर्ष तिसरे
पुस्तिका सातवी, मूल्य ५० रु.
संपादक : **शरद काळे**
कार्यकारी संपादक : **अरुण जोशी**
समन्वयक : **सुदेश हिंगलासपूरकर** (विश्वस्त, ग्रंथाली)
मुखपृष्ठ : ग्रंथाली संगणक विभाग
अक्षरजुळणी : **ऑलरीच एन्टरप्रायझेस**

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.

BHIM UPI
SCAN & PAY
GRANTHALI

पत्रव्यवहार/वर्गणी पाठवण्याचा पत्ता
ग्रंथाली, १०१, १/बी विंग, 'द नेस्ट', पिंपळेश्वर को-ऑप. हौसिंग सोसायटी, टायकलवाडी, स्टार सिटी सिनेमासमोर, मनोरमा नगरकर मार्ग, माहीम (प.), मुंबई ४०००१६
फोन : २४२१६०५०

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

अनघा शिराळकर / ६
भारतीय हवामानाचा अंदाज

Bipin Deshmane / १३
New (Novel) Drug Development in India
Aatm Nirbhar Bharat

नरेंद्र गोळे / १९
आण्विक प्रक्रिया

हेमंत लागवणकर / २२
PAN – भारतीयांचा कायमस्वरूपी आर्थिक ओळख क्रमांक

डॉ. रंजन गर्गे / २४
सामना प्रिऑनशी!२४

Sanjay Jahagirdar / २७
From Caveman Fire to 5-Star Cool : The Evolutionary Journey of Heat Transfer

राघवेंद्र वंजारी / ३१
जेम्स वॉटसन

आनंद घारे / ३४
धातूंचा इतिहास

डॉ. जयंत वसंत जोशी / ३७
माळीकामातील विज्ञान आणि तंत्रज्ञान (भाग - १)

डॉ. संगीता गोडबोले / ४०
डॉ. एकनाथ चिटणीस

शर्वरी कुडतरकर / ४३
सागरमोहिमा

आनंद घैसास / ४७
पुरातन विचित्र रेडिओ कंकणे

डॉ. स्वाती बापट / ५१
आपला रक्तदाब आणि आपले आरोग्य

कुसुमसुत / ५५
एकविसाव्या शतकाचे मूलद्रव्य टायटॅनियम

शरद काळे / ५९
शिक्षणक्षेत्रात बदल वेगाने व्हायला हवे आहेत!

संपादकीय

डिसेंबर उजाडला की नवीन वर्षाचे वेध लागतात. सरत्या वर्षाला निरोप देऊन नवीन वर्षाच्या स्वागताला सारेच उत्सुक असतात. इसवी सन हीच सध्यातरी लोकमान्य प्रणाली कार्यरत असली तरी गुढीपाडवा हाही नववर्षदिन असतोच. शालेय वर्ष, आर्थिक वर्ष यांची गणितेही वेगळी असतात. पण १ जानेवारीचे महत्त्व त्यामुळे कमी होत नाही. नवीन वर्ष म्हणून त्याला जगन्मान्यता आहे, आणि ती स्वीकारल्यामुळे आपल्या अस्मितेला धक्का लागण्याचे काहीच कारण नाही! २०२५ साल संपून २०२६ साल सुरू होईल. त्याचवेळी एक जानेवारी किंवा गुढीपाडवा यासारखे दिवस आपल्याला सिंहावलोकनासाठी आवश्यक असतात. सरकारी अधिकारी, सामाजिक संस्था, आणि समाजातील सर्वच आस्थापनांनी वर्षभरातील झालेल्या आणि न झालेल्या कामांचा आढावा घेणे गरजेचे असते. पण असा आढावा घेतला जातोच असे होत नाही. त्याची मोठी किंमत पुढे मोजावी लागते.

समाज प्रगल्भ आणि विज्ञानाधिष्ठित असेल तर अवघड वाटा सोप्या होण्याची शक्यता असते. अर्थात त्यासाठी सातत्याने प्रयत्न करावे लागतात. त्यासाठी समाजात विविध स्तरांवर उपाययोजना करण्याची आवश्यकता असते. 'विज्ञानधारा' कार्यक्रमांतर्गत आणि 'विज्ञानधारा' मासिकाद्वारे आम्ही आमचा खारीचा वाटा उचलण्याचा प्रयत्न करत आहोत. यात सामील असलेल्या सर्व लेखकांचे आणि कार्यकर्त्यांचे प्रयत्न उल्लेखनीय आहेत. त्यांचे असेच सहकार्य मिळत राहील याची खात्री वाटते. शिक्षणक्षेत्रात मात्र विषमता वाढत असल्याचे प्रकर्षाने जाणवते. ही विषमता वेगवेगळ्या प्रकारची आहे. आर्थिक सुबत्ता देशात वाढली असली तरी शिक्षणक्षेत्रात त्याचे पडसाद अजून उमटत नाहीत. विशेषतः जिल्हापरिषदांमार्फत आणि नगरपालिकांमार्फत चालवल्या जाणाऱ्या अनेक शाळांची परिस्थिती अतिशय दयनीय असल्याचे ठिकठिकाणी जाणवते. अशा शाळांमधील शिक्षकांच्या उदासीन प्रवृत्तीमुळे देशाची नवीन पिढ्या धोक्यात येत असतात. खाजगी शाळांमध्ये जाणाऱ्या विद्यार्थ्यांचे पालक जसे त्यांच्या पाल्यांबाबत दक्ष असतात, तशी दक्षता सरकारी शाळांमधील पालक घेताना दिसत नाहीत. त्याची अनेक कारणे आहेत. त्यावर उपाययोजना करण्याची आवश्यकता आहे.

भारतीय समाजाचे सरासरी वय वाढत आहे. आपल्या देशाची ओळख तरुणांचा देश अशी असली तरी आता लोकसंख्येची रचना वेगाने बदलत आहे. चांगल्या वैद्यकीय सुविधांमुळे, पोषणाच्या जाणिवेमुळे आणि आयुष्याविषयीच्या सकारात्मक दृष्टिकोनामुळे सरासरी आयुष्यमान ७३-७४ वर्षांपर्यंत पोहोचले आहे. याउलट निवृत्तीचे वय ६० वर्षांवर स्थिरच आहे. त्यामुळे ६० ते ७५ वर्षांदरम्यानची अशी मोठी पिढी निर्माण झाली आहे – जी कार्यक्षम, शारीरिक व मानसिकदृष्ट्या सक्षम, आणि अनुभवसंपन्न आहे. परंपरेने निवृत्ती म्हणजे कामकाजातून बाहेर जाणे अशी समजूत असली तरी आजच्या काळात ते वास्तव नाही. आयुष्याची २५-३० वर्षे अद्याप उरलेली असताना अनुभव, ज्ञान आणि कौशल्ये फक्त स्वत:पुरती मर्यादित ठेवणे हा सामाजिक संसाधनांचा अपव्यय आहे. विशेष म्हणजे या निवृत्त व्यक्तींपैकी अनेकांना पुरेसे पेन्शन, कौटुंबिक स्थैर्य आणि आर्थिक सुबत्ता प्राप्त आहे. अशा लोकांकडे वेळ आणि क्षमता दोन्ही आहेत. त्यांचा हा वेळ समाजाच्या भावी पिढीच्या विकासासाठी गुंतला, तर शिक्षणव्यवस्थेला मिळणारी ताकद अफाट असेल.

कोरोनाकाळातील दीड ते दोन वर्षांचे शैक्षणिक नुकसान अद्याप भरून निघालेले नाही. ऑनलाइन शिक्षणामुळे मुलांमधील आकलनशक्ती घटली, वाचन-लेखन व गणिताच्या मूलभूत कौशल्यांमध्ये तुटवडा राहिला, अभ्यासाशी नाळ घट्ट राहिली नाही आणि नियमितपणा, जिज्ञासा, आणि प्रश्न विचारण्याची प्रवृत्ती कमी झाली. आज नववी-दहावीतील अनेक विद्यार्थी पाचवी-सहावीच्या स्तरावरील आकलनाने शिकत आहेत. शिक्षकांवर ताणही प्रचंड आहे – विद्यार्थिसंख्या मोठी, अभ्यासक्रम विस्तृत, आणि अपेक्षा वाढलेल्या. अशा वेळी अतिरिक्त मदत आणि वैयक्तिक मार्गदर्शन अपरिहार्य आहे. निवृत्त व्यक्ती शाळांमध्ये जाऊन गणित/विज्ञान/इंग्रजी/ इतिहास इत्यादी विषयांमध्ये साहाय्य करू शकतात, वाचनसंस्कृती वाढवू शकतात, शैक्षणिक प्रकल्प, प्रायोगिक सत्रे आणि कौशल्यवर्धन उपक्रम राबवू शकतात, विद्यार्थ्यांच्या करिअरनिवडीसाठी मार्गदर्शक होऊ शकतात आणि आर्थिक मदत, शिकवणीची पुस्तके, किट, गणवेश यासाठी मदत करून योगदान देऊ शकतात. यातून विद्यार्थ्यांना मिळणारे लाभ स्पष्ट आहेत, शिवाय निवृत्त व्यक्तींनाही याचे मानसिक समाधान होईल. सामाजिक उपयुक्तता भावना, मानसिक ताजेपणा आणि नवे संबंध यामुळे त्यांच्या वृद्धत्वकालात सकारात्मक जीवनमान तयार होण्यासही हातभार लागेल.

सर्वांना नवीन वर्षाच्या शुभेच्छा!

– शरद काळे
sharadkale@gmail.com

Isn't There Enough to Learn, Dear?

When I gaze out through my window pane,
The sight of birds lights up my brain.
In perfect V they sweep the sky,
A marvel that just drifts on by.

Who teaches them that faultless art,
That common rhythm, heart to heart?
Their wings in tune, their aim so clear-
Isn't there enough to learn, dear?

Then down below, the ants I see,
In silent lines of harmony.
No sound, no shout, yet all align,
Their purpose pure, their steps divine.

Who holds their reins, who leads their band,
Through time's long tunnel, grain and sand?
They waste no hour, they shed no tear-
Isn't there enough to learn, dear?

In every rhythm, small or grand,
There moves an unseen guiding hand.
Who sets the stars, who stirs the breeze,
Who paints the bloom on forest trees?

No Sunday rest, no holiday,
Yet all in joy they find their way.
Their constant zeal, their vision clear-
Isn't there enough to learn, dear?

And we, the humans, blessed with mind,
With hearts that seek, with dreams that bind-
The key to knowledge in our hold,
To shape our thoughts, both new and old.

No pause in learning, none in care,
Each moment precious, rich and rare.
Move on with purpose, far or near-
Isn't there enough to learn, dear?

- Kusumsut

संवेदना

माणसाने माणसाशी माणसासारखे वागायचे असते
संवेदना संवेदना म्हणतात ती हीच तर असते!

ज्ञानदेवांनी मानवधर्म सांगितला
श्रीकृष्णांनी अहंकार दूर ठेवायला सांगितला
मानव काळाच्या ओघात नाही विसरला
म्हणूनच तो मानव मानव झाला!

संस्कृती हीच तर असते मंडळी
शिक्षणाची जोड मिळाली तर
ती मानवाला देवत्व देऊन जाते
त्यातच तर जीवनाचे रहस्य असते!

जगतात तर सारेच जीव जे जन्मास येतात
अनुकंपा असेल तरच ते सजीव असतात
अनुकंपा नसेल तर सोन्याच्या राशी कवडीमोल ठरतात
जिवंत असूनही ती कलेवरे असतात!

भारतमाता हेच तर शिकवत असते
वसुधैव कुटुंबकंचा संदेश देत असते
जीवनाचे सार हेच तर असते
समजून उमजून तसे वागायचे असते!

माणसाने माणसाशी माणसासारखे वागायचे असते
संवेदना म्हणतात ती हीच तर असते!

– कुसुमसुत

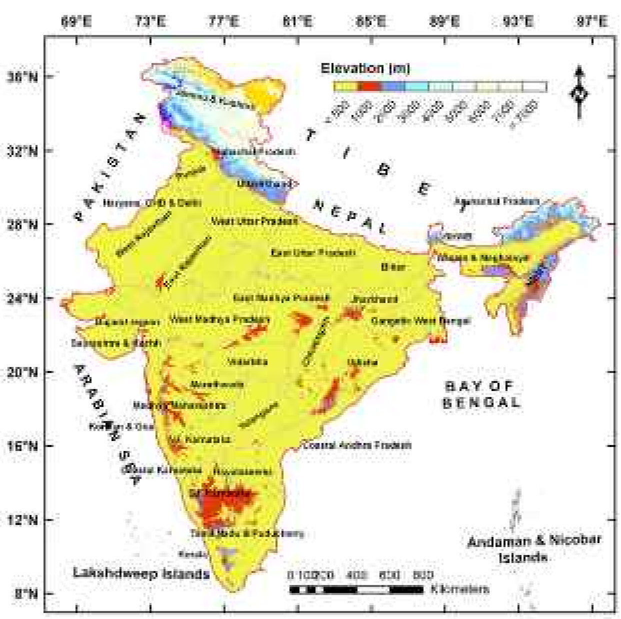
भारतीय हवामानाचा अंदाज

अनघा शिराळकर

भारतीय हवामान

कोणत्याही देशाचे हवामान मूलतः त्याच्या अक्षांश-रेखांश, समुद्रसपाटीपासूनची उंची, समुद्रकिनारे, पठारे आणि पर्वतरांगा या घटकांवर अवलंबून असते. भारत देशाचा अक्षांश आहे विषुववृत्तापासून ८°४' उत्तर ते ३७°६' उत्तर आणि रेखांश आहे ६८°७' पूर्व ते ९७°२५' पूर्व. म्हणजेच अक्षांशाप्रमाणे पृथ्वीच्या उत्तर गोलार्धात आणि रेखांशाप्रमाणे पूर्व गोलार्धात आहे. त्यामुळे हा भाग उष्णकटिबंधीय व उपोष्णकटिबंधीय क्षेत्रात येतो. भारताची भौगोलिक स्थिती वैशिष्ट्यपूर्ण असल्याने त्याचे हवामानही वैशिष्ट्यपूर्ण झालेले आहे.

भारताच्या उत्तरेला असलेला हिमालय पर्वत सायबेरियाहून येणारे थंड वारे रोखत असल्याने ते भारतात प्रवेश करू शकत नाहीत. त्यामुळे भारतात उपोष्णकटिबंधीय हवामान आढळते. तसेच हिमालयामुळे नैऋत्य मोसमी व ईशान्य मोसमी वारे अडवले जाऊन पाऊस भारतातच व्यापकपणे पडतो. हिमालय नसता, तर हे वारे चीन आणि मध्य आशियाकडे सरकले असते आणि भारत कोरडाच राहिला असता.



पश्चिमेला अरबी समुद्र, दक्षिणेला हिंदी महासागर आणि पूर्वेला बंगालचा उपसागर असल्याने भारत द्वीपकल्प बनला आहे. याचा परिणाम म्हणून समुद्रावरून वाहत येणारे वारे भरपूर बाष्प घेऊन येतात जे देशाच्या मुबलक पावसासाठी कारणीभूत ठरतात. शिवाय थारचे विस्तीर्ण वाळवंट; भरपूर लांबीची समुद्रकिनारपट्टी; विस्तृत पठारे; हिमालय, सह्याद्री व विंध्य पर्वतांच्या रांगा; गंगा, यमुना, ब्रह्मपुत्रा, नर्मदा अशा नद्यांचे सुपीक खोरे अशा भौगोलिक रचनेमुळे भारताच्या हवामानात प्रचंड विविधता आली आहे. थोडक्यात, या सर्व घटकांमुळे भारताचे हवामान हे 'मोसमी पावसास अनुकूल हवामान' या प्रकाराचे झाले आहे. चीन देशाच्या ताब्यात असलेल्या पृथ्वीवरील सर्वांत मोठ्या व उंच तिबेटच्या पठाराची भारताच्या मोसमी पावसाच्या निर्मितीमध्ये महत्त्वाची भूमिका असते. भारताचे हवामान तीन प्रमुख ऋतूंमध्ये विभागले गेले आहे, ते म्हणजे हिवाळा (डिसेंबर-फेब्रुवारी), उन्हाळा (मार्च-मे) आणि पावसाळा (जून-सप्टेंबर नैऋत्य मोसमी पावसाचा आणि ऑक्टोबर-नोव्हेंबर ईशान्य मोसमी पावसाचा). जून ते सप्टेंबर या काळात नैऋत्य मोसमी वारे देशभर पाऊस पाडतात. पूर्वोत्तर भागात व पश्चिम घाटावर अतिवृष्टी तर राजस्थानसारख्या भागात दुष्काळी हवामान असते. भूप्रदेशातील विविधतेमुळे हवामानात फरक पडतो. समुद्रसपाटीपासून उंच असणाऱ्या प्रदेशात तापमान कमी असते, तर दऱ्याखोऱ्यात, पठारांवर हवामान उष्ण असते, समुद्रकिनारी ते दमट असते. राजस्थानातील थार वाळवंटात हवामान उष्ण व कोरडे तर हिमालयीन भागात थंड असते. भौगोलिक स्थितीनुसार पावसाच्या वितरणातही विविधता दिसते. मेघालयातील मौसिनराम व चेरापुंजी येथे जगातील सर्वाधिक, तर थार वाळवंटाच्या क्षेत्रात अत्यल्प पाऊस पडतो. उन्हाळ्यात व हिवाळ्यात उष्णतेच्या व थंडीच्या बाबतीतही अशीच

विविधता आढळते. बंगालच्या उपसागरात व अरबी समुद्रात निर्माण होणारी चक्रीवादळे भारताच्या किनाऱ्यांवर मोठ्या प्रमाणावर परिणाम करतात. अशा प्रकारे ऋतुचक्र, हवामानातील वैविध्य व मोसमी पाऊस ही भारतीय हवामानाची महत्त्वाची वैशिष्ट्ये आहेत. अशा या हवामानाचा अचूक अंदाज देणे हे आव्हानात्मक काम आहे. भारतीय हवामानशास्त्र विभाग त्याच्या स्थापनेपासून उपलब्ध मनुष्यबळ, साधनसामग्री व तत्कालीन तंत्रज्ञान यांचा वापर करून हवामानाचा अंदाज देत आहे.

स्वातंत्र्यपूर्व काळातील भारतीय हवामानाचा अंदाज

ईस्ट इंडिया कंपनीने मद्रास वेधशाळेची स्थापना १७७२ मध्ये केली आणि १७९६ सालापासून खगोलशास्त्राची निरीक्षणे घेऊन समुद्रमार्गे प्रवास करणाऱ्यांसाठी हवेचा अंदाज देण्यास सुरुवात झाली. हवामानाचा सर्वसाधारण नियमितपणे अंदाज देण्याच्या दृष्टीने अभ्यास सुरू होण्यास मात्र ८० वर्षांचा कालावधी गेला. बंगालच्या उपसागरात १८६४ मध्ये निर्माण झालेले विध्वंसक चक्रीवादळ आणि १८६६ व १८७२ मध्ये पडलेला तीव्र दुष्काळ यामुळे भारतात हवामानाच्या अंदाजाची विशेषतः पावसाच्या अंदाजाची नितांत आवश्यकता भासू लागली. भारतात मोसमी पावसाचा अभ्यास करण्यासाठी व हवामानसेवेची राष्ट्रीय स्तरावर व्यवस्था व्हावी यासाठी ब्रिटिश सरकारने भारतीय हवामानशास्त्र विभाग (इंडिया मिटिऑरॉलॉजिकल डिपार्टमेंट - आय.एम.डी.) १५ जानेवारी १८७५ रोजी कलकत्ता (कोलकाता) येथे स्थापन केला आणि ब्रिटिश हवामानशास्त्रज्ञ सर हेन्री फ्रान्सिस ब्लॅनफोर्ड यांची भारतीय हवामानशास्त्र विभागाचे पहिले इंपीरियल मिटिऑरॉलॉजिकल रिपोर्टर व अधिकृत हवामानशास्त्रज्ञ म्हणून नेमणूक केली. ते भारतीय हवामानशास्त्र विभागाचे पहिले संस्थापक संचालक झाले. सर हेन्री फ्रान्सिस ब्लॅनफोर्ड यांच्या काळातच मूलभूत वैज्ञानिक ज्ञानांवर आधारित रोजच्या आणि दर महिन्याचा हवामानाचे अहवाल नियमित बनवले जात होते. उत्तर बंगाल आणि ओरिसा येथील सर्व बंदरांवर धोक्याची सूचनाही त्वरित दिली जात होती.

पहिला दैनिक हवामान अहवाल (Daily Weather Report - DWR) १५ जून १८७८ रोजी प्रसिद्ध झाला. सर हेन्री फ्रान्सिस ब्लॅनफोर्ड यांनी भारताच्या हवामानाचा पहिला अंदाज ४ जून १८८६ रोजी तयार केला. ०१ सप्टेंबर १८८७ रोजी हवामानाचा पहिला तक्ता (weather chart) दैनिक हवामान अहवालात समाविष्ट केला.

भारतीय हवामानशास्त्र विभाग, कलकत्ता
स्थापना १५ जानेवारी १८७५

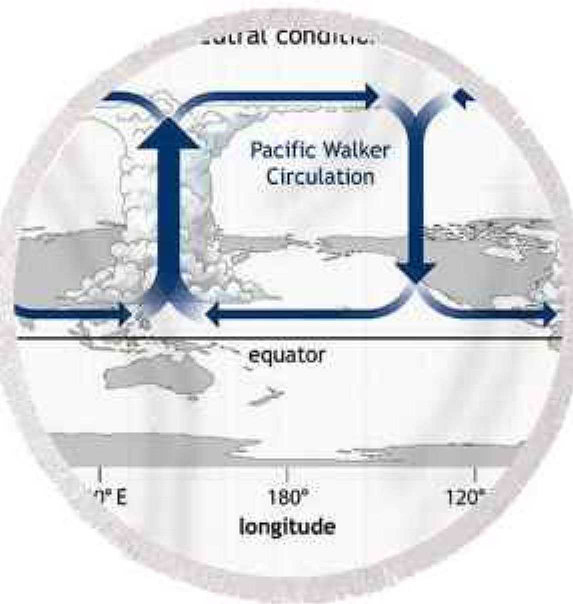
भारतीय हवामानशास्त्र विभागाचे पहिले हवामानशास्त्रज्ञ व महासंचालक सर हेन्री फ्रान्सिस ब्लॅनफोर्ड

हवामानाचा पहिला तक्ता

एकोणिसाव्या शतकात अनुभवजन्य (empirical) प्रारूपे वापरून अंदाज तयार केला जात होता. यामध्ये भूतकाळातील हवामानाच्या घटकांच्या निरीक्षणांशी सद्यस्थितीतील निरीक्षणांची तुलना करून अंदाज दिला जात असे.

सर हेन्री ब्लॅनफोर्ड (१८७५-१८८९) व त्यांच्या नंतरचे महासंचालक सर जॉन एलिएट (१९८९-१९०३), सर गिल्बर्ट वॉकर (१९०४-१९२४), सर जॉन एच. फील्ड (१९२४-१९२८) आणि सर चार्ल्स विल्यम ब्लिथ नॉरमंड (१९२८-१९४४) हे भारतीय हवामानशास्त्राचा पाया रचणारे आद्य प्रवर्तक ठरले. त्यांनी हवामानाच्या घटकांच्या निरीक्षणांची व्याप्ती (synoptic observational network) वाढवून एकाच वेळी वेगवेगळ्या ठिकाणच्या हवामानाच्या घटकांच्या नोंदींचा वापर हवामानाचा अंदाज तयार करण्यासाठी करायला सुरुवात केली.

सर गिल्बर्ट वॉकर यांनी उपयोजित गणित (Applied Mathematics) व संख्याशास्त्र (Statistics) यांचा उपयोग करून दक्षिणी दोलन (Southern Oscillation) या जागतिक हवामानावर परिणाम करणाऱ्या घटनेचा शोध लावला. यातूनच एल निनो - सदर्न ऑसिलेशन (ENSO) हा सिद्धांत विकसित झाला, जो आजही मोसमी पावसाच्या अंदाजासाठी महत्त्वाचा घटक म्हणून विचारात घेतला जातो. पूर्व आणि पश्चिम उष्ण कटिबंधीय प्रशांत महासागराच्या हवेचा दाब आणि तापमानातील फरकांमुळे जे अभिसरण निर्माण होते त्याला वॉकर अभिसरण (Walker Circulation) असे नाव दिले गेले. एका भागातील हवामानाचा जगातील दूरच्या भागातील हवामानावर होणारा परिणाम (teleconnection) हा महत्त्वाचा शोध सर गिल्बर्ट वॉकर यांनी लावला. त्यांनी ऋतूंप्रमाणे हवामानाचा अंदाज (Seasonal Forecasting) सुधारण्यात आणि हवामानातील बदल (Climate Variability) समजण्यात मोलाचे योगदान दिले आहे.



गिल्बर्ट वॉकर सर्क्युलेशन

सर चार्ल्स विल्यम ब्लिथ नॉरमंड यांच्यानंतर डॉ. एस. के. बॅनर्जी (१९४४-१९५०) हे पहिले भारतीय महासंचालक होते. त्यांनी स्वातंत्र्यपूर्वकाळात चार वर्षे आणि स्वातंत्र्यानंतर तीन वर्षे हवामानशास्त्रसेवेत योगदान दिले. त्यांच्या कारकिर्दीत हवामानाच्या अंदाजासाठी स्वदेशी संसाधन निर्मितीवर भर दिला. यामध्ये निरीक्षणांची स्थानके वाढवणे, वादळांचा अंदाज आणि इशारा देणे व इतर हवामानसेवेचा विस्तार करणे यांचा समावेश होता.

सर गिल्बर्ट वॉकर

डॉ. एस.के. बॅनर्जी, पहिले भारतीय महासंचालक

स्वातंत्र्योत्तर काळात भारतीय हवामानाच्या अंदाजाचा विकास

भारतीय हवामानाच्या विशेषतः मोसमी पावसाच्या अंदाजासाठी विविध प्रारूपांचा विकास होत गेला. १९७०च्या दशकापर्यंत हवामानाच्या घटकांची निरीक्षणे घेणे, त्यांच्या नोंदी ठेवणे व त्यांचा वापर करून हवामानाचा विशेषतः चक्रीवादळांचा अंदाज तयार करणे हे नियमितपणे चालू होते. अंदाज तयार करण्यासाठी सारांशी (synoptic) ही पारंपरिक पद्धत वापरली जात होती.

सन १९७०च्या आणि १९८०च्या दशकांत संख्यात्मक (Numerical Weather Prediction - NWP) प्रारूपांचा वापर होऊ लागला. यामध्ये जागतिक पूर्वानुमान प्रारूप (Global Forecast System - GFS) model), मर्यादित क्षेत्राचे प्रारूप (Limited Area Model - LAM) आणि १० ते १००० किलोमीटर या क्षेत्रातील हवामानाच्या अंदाजासाठीचे प्रारूप (Quasi-Lagrangian Model - QLM) यांचा समावेश होतो. लांब पल्ल्याच्या हवामानाच्या अंदाजाचा पद्धतशीरपणे विकास जगात भारतीय हवामानशास्त्र विभागाने केला.

सन १९९०च्या दशकात उपग्रहाद्वारे मिळणाऱ्या सद्यस्थितीच्या निरीक्षणांच्या नोंदींचा (Real time data) उपयोग हवामानाच्या अंदाजात सुधारणा होण्यास, विशेषतः चक्रीवादळांच्या अंदाजात सुधारणा होण्यास आणि त्यांच्या हालचालींवर लक्ष ठेवण्यास मदत होऊ लागली. याच काळात सारांशी (synoptic) व सांख्यिकीय (statistical) प्रारूपे वापरून केलेला जिल्हानिहाय हवामानाचा अंदाज देणे सुरू झाले.

नामांकित शास्त्रज्ञ व भारत सरकारच्या विज्ञान व तंत्रज्ञान मंत्रालयाचे माजी सचिव डॉ. वसंत गोवारीकर यांच्या मार्गदर्शनाखाली भारताच्या मोसमी पावसाच्या अंदाजासाठी भारतीय हवामान विभागाने १९८७ मध्ये तयार केलेले १६ घटकांचे स्वदेशी प्रारूप (16-parameter model) २००७ सालापर्यंत वापरले जात होते. या

डॉ. वसंत गोवारीकर
भारतीय हवामानाच्या अंदाजाच्या स्वदेशी प्रारूपाचे जनक

प्रारूपाच्या वापराने मोसमी पावसाच्या अंदाजात लक्षणीय सुधारणा दिसून आली होती. अंदाजात अधिक अचूकता येण्यासाठी २००७ ते २०११ सालापर्यंत संगणकाच्या वाढत्या क्षमतेप्रमाणे वेगवान गतीने काम करणाऱ्या नवीन बहुप्रारूपांचा वापर करून तयार केलेले सुधारित प्रारूप (Ensembled model) वापरणे सुरू झाले. २०११ सालापासून अंदाजाचे जोड प्रारूप (Coupled Forecasting System model) आणि हवामानाचा अंदाज देणारे प्रारूप (Climate Forecast System model) या प्रगत व अत्याधुनिक प्रारूपांचा वापर केला जात आहे.

अंदाजे १० ते १००० किलोमीटरच्या क्षेत्रातील हवामानविषयक घटनांच्या अंदाजासाठी हवामान संशोधन आणि अनुमान प्रारूप (Weather Research and Forecasting (WRF) model) वापरले जात आहे. हे संख्यात्मक (numerical) अंदाजासाठी प्रगत व अत्याधुनिक प्रारूप असून उच्च क्षमतेच्या व अतिजलद संगणकावर चालते. मोसमी पाऊस, चक्रीवादळे आणि तीव्र हवामान यांच्या अंदाजासाठी भारतीय हवामानशास्त्र विभाग या प्रारूपाचा उपयोग करत आहे. ही नवीन प्रारूपे उच्च रिझोल्युशनची असल्याने स्थळ व काळानुसार हवामानाच्या निरीक्षणांचा सर्वांगीण व योग्य वापर करून अंदाजामधील अचूकता वाढवतात.

भारतीय हवामानाच्या अंदाजाची आव्हाने

भौगोलिक स्थिती आणि वातावरणाची अस्थिरता यांसारख्या एकमेकांवर परिणाम करणाऱ्या हवेच्या घटकांमुळे व त्यांच्या क्लिष्ट स्वरूपामुळे हवामानाचा अचूक अंदाज तयार करण्यामध्ये १०० टक्के यश मिळविणे अवघड असते.

शेती हा भारताच्या आर्थिक स्थितीचा कणा आहे आणि शेती ही प्रामुख्याने मोसमी पावसावर अवलंबून असल्याने त्याचा अंदाज अतिशय महत्त्वाचा ठरतो.

भारतीय हवामानशास्त्र विभागाने हवामानानुसार देशांचे वर्गीकरण करून उष्ण, समशीतोष्ण, आर्द्र, कोरडे, पठार, उंच डोंगरमाथे इत्यादी भाग ठरवले आहेत. या वर्गीकरणाचा उपयोग स्थलानुसार हवामानाचा अंदाज तयार करण्यासाठी, शेतीसाठी आणि सेवांच्या व नैसर्गिक आपत्तींच्या व्यवस्थापनासाठी होतो.

भारतातील मोसमी पाऊस ही वातावरणातील क्लिष्ट प्रक्रिया असून ती एकमेकांवर परिणाम करणाऱ्या हवेतील घटकांवर अवलंबून आहे. मोसमी पावसाच्या अंदाजासाठी तीन प्रमुख घटकांचा अभ्यास अत्यावश्यक असतो. पहिला घटक म्हणजे एल निनो व ला निना, ज्या प्रशांत महासागराच्या विषुववृत्तीय भागातील पृष्ठभागावरील पाण्याच्या तापमानासंबंधीच्या घटना आहेत. एल निनो सक्रिय असताना भारतात मोसमी पाऊस कमी पडतो आणि ला निना सक्रिय असेल तर अपेक्षित किंवा जास्त पडतो. मोसमी पावसावर परिणाम करणारा दुसरा महत्त्वाचा घटक म्हणजे हिंदी महासागरातील द्विध्रुव स्थिती (Indian Ocean Dipole - IOD). पृथ्वीच्या भूभागावरील आणि समुद्राच्या पृष्ठभागावरील तापमानातील फरक हा मोसमी पावसाचा मुख्य सूत्रधार मानला जातो. सकारात्मक आय.ओ.डी. असलेल्या वर्षी भारतात सरासरीपेक्षा जास्त पाऊस पडतो. तिसरा घटक आहे युरेशियन प्रदेशातील हिमवृष्टीचे प्रमाण. हे प्रमाण कमी असेल तर भारतात मोसमी पाऊस चांगला पडतो.

हवेतील सूक्ष्म बदलही तिच्या क्लिष्टतेवर परिणाम करतात. एका ठिकाणच्या हवेतील सूक्ष्मातील सूक्ष्म घटना नजीकच्या तसेच दूरवरच्या ठिकाणांच्या हवेची स्थिती बदलवू शकते. प्रशांत महासागरातील एल निनो व ला निना, तसेच हिंदी महासागर द्विध्रुव स्थिती या घटना हजारो किलोमीटर दूर असणाऱ्या प्रदेशांमध्ये अतिवृष्टी, दुष्काळ यासारखे तीव्र हवामान निर्माण करू शकतात. व्यापारी वारे, ऋतूंमधील दोलनात बदल घडवणारे मेडन ज्युलियन ऑसिलेशन, महासागरातील प्रवाह इत्यादींचाही प्रभाव मोसमी पावसावर होतो. या सर्वांचा अर्थ असा आहे की जगाचे हवामान म्हणजे सर्वत्र जोडलेली एक गुंतागुंतीची प्रणाली आहे.

मोसमी पाऊस ही एक अतिशय क्लिष्ट प्रक्रिया आहे. त्यामुळे त्याचा अचूक अंदाज करणे हे कठीण व आव्हानात्मक काम आहे. हवामानात होणारे तीव्र बदल हे अंदाजाच्या अचूकतेमध्ये अडथळा ठरत आहेत. हवेच्या घटकांच्या निरीक्षणांच्या नोंदीची उपलब्धता व त्यांची गुणवत्ताही तितकीच महत्त्वाची असते. देशातील अनेक भागात, विशेषतः दुर्गम भागात, अशी यंत्रणा उपलब्ध नसल्याने तिथल्या नोंदी उपलब्ध नसतात. याचा परिणाम क्षेत्रनिहाय अंदाज देण्यावर किंवा दिलेल्या अंदाजाच्या गुणवत्तेवर होतो. नैसर्गिक आपत्ती या अडचणीत भर टाकतात.

भारतीय मोसमी पाऊस आणि त्याच्या अंदाजासाठीची प्रारूपे या विषयांवर अनेक देशांतील संशोधन संस्था व नामवंत विद्यापीठांमध्ये संशोधन चालू असते. भारतीय मोसमी पाऊस समजून घेणे आणि त्याच्या अंदाजासाठीच्या प्रारूपांमध्ये सुधारणा करणे यासाठी लागणाऱ्या संशोधनासाठी आंतरराष्ट्रीय सहयोग प्रकल्पांवर या देशात काम केले जाते. प्रारूपांची देवाणघेवाण व मार्गदर्शन केले जाते.

भारतीय हवामानाच्या अंदाजाची अचूकता वाढण्यासाठीचे प्रयत्न

भारताची भौगोलिक स्थिती वैशिष्ट्यपूर्ण असल्याने हवामानाच्या अंदाजासाठी वापरण्याची प्रारूपेही (मॉडेल) खास बनवावी लागतात. इतर देशांची प्रारूपे वापरण्यासाठी त्यांमध्ये बदल करावे लागतात. भारत सरकारच्या पृथ्वी विज्ञान मंत्रालयाच्या 'नॅशनल मान्सून मिशन' या बहुसंस्थात्मक प्रकल्पाअंतर्गत विविध कालावधीच्या हवामानाच्या पूर्वानुमानासाठी अत्याधुनिक गतिशील प्रारूपे (dynamic models) तयार केली आहेत. तसेच, जागतिक हवामान पूर्वानुमान प्रणाली (Global Forecast System - GFS) अद्ययावत केली जात आहे.

विभागनिहाय हवेच्या प्रदूषणास कारणीभूत असलेल्या प्रदूषक घटकांची निरीक्षणे घेऊन त्यावर आधारित हवेच्या प्रदूषणाची पातळी दाखवणारा आणि हवेच्या गुणवत्तेचा अंदाज व इशारा देणारा 'सफर' (System for Air quality, weather Forecasting and Research - SAFAR) हा प्रकल्प भारतीय उष्णदेशीय हवामानशास्त्र संस्था (IITM) व राष्ट्रीय मध्यम कालावधी हवामान पूर्वानुमान केंद्र (NCMRWF) यांच्याबरोबर भारतीय हवामानशास्त्र विभाग यशस्वीपणे राबवत आहे.

भारतीय उष्णदेशीय हवामानशास्त्र संस्था (IITM) आणि राष्ट्रीय मध्यम कालावधी हवामान पूर्वानुमान केंद्र (NCMRWF) यांच्या सहयोगाने वीज कोसळण्याच्या आपत्तींचा स्थलनिहाय अंदाज व इशारा देणारी 'दामिनी' ही

प्रणाली भारतीय हवामानशास्त्र विभागाने कार्यान्वित केलेली आहे. हवामानाचा अंदाज देणारी 'मौसम', शेतीसाठी हवामानाचा अंदाज व सल्ला देणारी 'मेघदूत' आणि वीज कोसळण्याच्या घटनेचा अंदाज व इशारा देणारी 'दामिनी' या प्रणाली सर्वसामान्य जनतेला त्यांच्या मोबाइलवर उपलब्ध करून दिल्या आहेत.

भारत सरकारने 'मिशन मौसम' हा जानेवारी २०२५ मध्ये मंजूर केलेला प्रकल्प भारतीय उष्णदेशीय हवामानशास्त्र संस्था आणि मध्यम कालावधी हवामान पूर्वानुमान केंद्र यांच्या सहयोगाने भारतीय हवामानशास्त्र विभाग राबवत आहे. त्यासाठी हवामानाच्या घटकांच्या नोंदी घेणारी अत्याधुनिक व स्वयंचलित यंत्रणा, खास उपग्रह, कलर डॉप्लर रडार यांचे जाळे तयार करून ते महासंगणकाला जोडणे, तसेच महासंगणकाची क्षमता वाढवणे व उच्च प्रतीची प्रारूपे उपलब्ध होण्यासाठी आवश्यक निधी या गोष्टींना प्राधान्य देण्यात येत आहे. या अंतर्गत हवामानाच्या घटकांच्या निरीक्षणांच्या नोंदी करणारी यंत्रणा पूर्णपणे स्वयंचलित व संगणकीकृत करणे आणि तिची व्याप्ती वाढवणे यांचे प्रयत्न चालू आहेत. ही यंत्रणा हाताळणारे शास्त्रज्ञ व तंत्रज्ञ हेपण प्रशिक्षित केले जात आहेत. भारतातील व भारताबाहेरील हवामानशास्त्रासंबंधित संस्था व विद्यापीठे यांच्या सहयोगाने निरीक्षणांची यंत्रसामग्री, अत्याधुनिक प्रारूपे, योग्य संगणक प्रणाली आणि मानवी संसाधन यांचा योग्य उपयोग करून हवामानाच्या अंदाजाचीही गुणवत्ता वाढवण्याचे सर्व प्रयत्न केले जात आहेत. तसेच, हवामानातील बदलांमुळे भारतीय मोसमी पावसावर होत असलेल्या परिणामांवरही संशोधन केले जात आहे.

हवामानाचा अचूक अंदाज आणि हवामानबदलांमुळे होणाऱ्या नैसर्गिक आपत्ती यांचा इशारा यांसाठी कृत्रिम बुद्धिमत्ता व यंत्रशिक्षण (Artificial Intelligence and Machine Learning) यांचा वापर करण्याचे प्रयोग चालू आहेत.

भारत सरकारच्या पृथ्वी विज्ञान मंत्रालयाच्या अखत्यारीत असणाऱ्या पुण्यातील भारतीय उष्णदेशीय हवामानशास्त्र संस्थेने (Indian Institute of Tropical Meteorology - IITM) संपूर्णपणे स्वदेशी हवामानशास्त्रीय 'हाय रिझोल्युशन ग्लोबल फोरकास्टिंग मॉडेल (प्रारूप)' निर्माण केले आहे. हे प्रारूप सहा किलोमीटर रिझोल्युशनचे जगातील पहिले प्रारूप आहे. या प्रारूपाचे भारत फोरकास्टिंग सिस्टीम - बीएफएस असे नामकरण केले असून दिल्ली येथील विज्ञान भवनात २६ मे २०२५ रोजी अधिकृतपणे भारतीय हवामानशास्त्र विभागाला ते हस्तांतरित करण्यात आले. भारत फोरकास्टिंग सिस्टीमची अचूकता अमेरिकी प्रणाली 'ग्लोबल फोरकास्टिंग सिस्टीम - जीएसएफ'पेक्षा अधिक आहे. भारत फोरकास्टिंग सिस्टीम ६ कि.मी. x ६ कि मी. हे ग्रीड वापरते. यासाठी उच्च क्षमतेचा वेगवान (११.७७ पेटा फ्लॉप क्षमता व ३३ पेटा फ्लॉप संग्रहणक्षमता) महासंगणक वापरला जात आहे. हे प्रारूप वापरून या महासंगणकावर चार तासांत पुढील दहा दिवसांचा हवामानाचा अंदाज तयार होतो. यासाठी देशभरातील डॉपलर रडार, उपग्रह व हवामानकेंद्रे यांच्याकडून मिळवलेला विदा वापरला जात आहे. या प्रारूपाचा उपयोग पुढील १-२ तासांचा हवामानाचा अंदाज (Nowcasting) देण्यासही मदत होईल. तसेच, ग्रामीण आणि स्थानिक पातळीवरील सर्वसाधारण हवामान, ढगफुटी, वादळी पाऊस, अतिवृष्टी अशा तीव्र हवामानाच्या

भारतीय हवामानशास्त्र विभागाचे नवी दिल्ली येथील मुख्यालय

घटना व आपत्ती यांच्या अंदाजात सुधारणा दिसून येईल. हवेच्या अचूक अंदाजामुळे कृषी, आपत्ती निवारण, जलसंधारण, वाहतूक इत्यादींचे नियोजन व व्यवस्थापन यांमध्ये सुधारणा होईल. या प्रणालीच्या यशस्वी निर्मितीने हवामानक्षेत्रातील भारताचे स्थान जागतिक पातळीवर उच्चस्थानी नेले आहे.

आत्मनिर्भर भारत अंतर्गत हवामान बदलाच्या विविध नैसर्गिक आपत्तींचा आगाऊ इशारा देणारी प्रणाली जी इंटरनेट किंवा वेब ब्राउझरच्या माध्यमातून चालणाऱ्या भौगोलिक माहिती प्रणालीच्या आधारावर (Web-GIS based Multi-Hazard Early Warning Decision Support System - DSS) चालते तिची निर्मिती भारतीय हवामानशास्त्र विभागाने केली आहे. या प्रणालीमुळे नैसर्गिक आपत्तीमुळे होणारी हानी कमी करता येते, तसेच आपत्तीनंतरचे व्यवस्थापन करणे सोयीचे होते.

'हर घर मौसम' या संकल्पनेवर आधारित 'मौसमग्राम ही नागरिक-केंद्रीत व ग्रामीण भागापर्यंत अचूक, स्थल व काळनिहाय, पुढील ३६ तासांसाठी, प्रत्येक तासाचा, पुढील पाच दिवसांसाठी दर तीन तासांचा आणि पुढील दहा दिवसांसाठी दर सहा तासांचा हवामानाचा अंदाज देणारी प्रणाली कार्यरत आहे. या प्रणालीमार्फत गावाचे नाव, पिनकोड किंवा राज्य, जिल्हा, शहर, ग्रामपंचायत यांचे नाव टाकून पाहिजे त्या भारतीय भाषेत हवामानाचा अंदाज मिळू शकतो.

थोडक्यात, अत्यल्प संसाधनांनी सुरू झालेला भारतीय हवामानाच्या अंदाजाचा प्रवास अत्याधुनिक तंत्रज्ञान, यंत्रणा व सक्षम तज्ज्ञांच्या साहाय्याने अचूकतेकडे यशस्वी वाटचाल करत आहे.

संदर्भ :

- Hundred years of weather services (1875-1975), New Delhi, India Meteorological Department, 1976
- 125 Years of Service to the Nation (1875-2001) : retrospective and futuristic overview, India Meteorological Department, New Delhi, 2001
- Gowarikar V. et. al., Power regression model for long range forecast of Southwest monsoon rainfall over India, Mausam, 42, 2, 1991, 15-130
- Kelkar R. R., Journey of India Meteorological Department during last 150 years, Mausam, 76, 1, 2025, Special Issue on Completion of Seventy Five Years of Mausam And 150 years of IMD, 1-12
- Phani Murali Krishna. R., et. al, High-Resolution Global Forecast Model version 1: an attempt to resolve monsoon prediction deadlock, Geoscientific Model Development, European Geosciences Union, 18, 2025, 1879-1894, https://doi.org/10.5194/gmd-18-1879-2025
- Rao, S. A., et. Al, Monsoon Mission: a targeted activity to improve monsoon prediction across scales, Bulletin of American Meteorological Society, 100, 2019, 2509-2532, https://doi.org/10.1175/BAMS-D-17-0330.1
- Sikka D.R., Fifty Golden Years of IITM, Indian Institute of Tropical Meteorology, Pune, 2011
- Vijay Kumar Didal, et. al, Weather Forecasting in India: - Review, International Journal of Current Microbiology and -pplied Sciences, 6, 11, 2017, 577-590
- देशपांडे मेधा, हवामान अंदाजात भारताचे नवे शिखर, लोकसत्ता, १९ जून २०२५
- शिराळकर अनघा, भारतीय हवामानशास्त्र विभाग (India Meteorological Department), मराठी विश्वकोश, १९ सप्टेंबर २०२४
- शिराळकर अनघा, हवामान अंदाजाची अचूकता, सृष्टिज्ञान, ९७, सप्टेंबर २०२४, १५-२०
- शिराळकर अनघा, गगनभरारी हवामानशास्त्र विभागाची, भारतीय हवामानशास्त्र विभागाची दीडशे वर्षे, सृष्टिज्ञान, ९८, जानेवारी २०२५, ५-१२
- https://mausam.imd.gov.in/
- https://www.vedantu.com/geography/weather-forecasting
- https://www.scienceabc.com/innovation/how-does-weather-forecasting-work.html

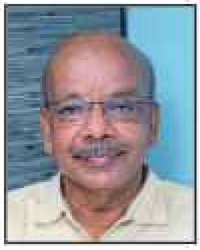
- अनघा शिराळकर

निवृत्त वैज्ञानिक अधिकारी

भारतीय उष्णदेशीय हवामानशास्त्र संस्था, पुणे

मो. : ९८२२४९२४५५

anaghashiralkargmail.com



New (Novel) Drug Development in India Aatm Nirbhar Bharat

Bipin Deshmane

Signature tune (fades out)

Narrator :

India has made a phenomenal progress in becoming an important and significant global player in the manufacture and supply of generic APIs i.e. Active Pharmaceutical Ingredients. India is a global player in manufacturing generic as well as branded generic formulations. Our success story lies in the import substitution research, which is acclaimed by the whole world! This did not help only to get the drugs at an affordable cost but it saved a lot of foreign currency!

India has more than 3000 pharmaceutical companies. We have a network of more than 10,500 manufacturing facilities. We produce largest number of generic brands of formulations i.e. around 60,000! The huge number! Isn't it?! These formulations are sold locally as well as exported getting sizable amount of foreign currency. We manufactured around 1000 generic APIs. Out of 1000 generic APIs, 600 are very significant and have high export potential! These APIs are accepted globally because of their internationally acceptable high quality standards!

Coming to new or novel drug discovery and development in India, we have a long history of hundred years in this field. The first new drug in India was discovered in 1923 and now we are in the year 2025! Let's peek in to the past, find out what's happening in the present and usher into new era of future in the new drug discovery and development in India. Self-reliant India!

Characters -

Ujjwala (mother)

Sushrut (Father)

Rugved (Son) - 12th std. student,

Kalindi (Daughter) - Student of pharmacy college - 3rd year,

Aditya (professor of Pharmacy) Sushrut's brother

Scene change music (fades out)

Sunday morning Sushrut, Rugved and Kalindi are relaxing in the hall. Ujjwala is making dosas and serving them.

Sushrut : (taking a bite of masala dosa) Oh! What a taste ! Hot and crispy as ever! Nobody can make dosas like your mother! Ujjwala is the best cook in the world!

Kalindi : Not only that pappa. See the consistency in the quality of dosas!

Ujjwala : Don't forget that I am the mother of pharmacy student - Kalindi. How can I deviate from the highest standards of quality like your drugs & medicines!

Kalinid : Yes mamma, you are right. Our drug quality is regulated by FDA i.e. Food & Drug Administration. It includes not only drugs but food also!

Rugved : That means mumma is our FDA! - regulating our food quality day in and day out!

Sushrut : Why only food quality? Everything is under her control! She is the supreme authority!

(Everyone laughs)

The doorbell rings. Rugved opens the door.

Rugved : Aditya kaka (uncle) has come.

Sushrut : Ujjwala, Aditya has come. Make some more dosas hot & crispy! He will relish it.

Aditya : All of you really enjoy Sunday morning. Completely relaxed and enjoying delicious food!

Sushrut : Yes of course! We enjoy the food and we enjoy the food for thought also!

Rugved : That's why we were talking about FDA!

Aditya : What? FDA? You mean Food & Drug Administration?

Kalindi : Yes Kaka.

Ujjwala (from kitchen) : Aditya bhauji (brother in law)! Be comfortable. I will make special dosa for you.

Sushrut : We have seen green revolution in India. Now we should venture into pharmaceutical revolution. We want to make India - self-reliant in all the fields. Aatm-nirbhar Bharat is our motto!

Aditya : I completely agree with you.

Kalindi : Adityakaka, I want to make my career in new drug discovery and development. I will be so happy to be a part of the team of scientists who will discover a novel drug molecule!

Aditya : Don't get so excited Kalindi! You know how many hurdles are there right from the discovery of the new drug molecule till it comes in the market.

Kalindi : I am ready to cross each & every hurdle.

Sushrut : That's the spirit of our Indian youth! Kalindi, I am proud of you. India has the greatest youth population in the world! More than 81 crores under the age of 35!

Aditya : No doubt about it. We can certainly harness this youth energy in the new drug development programme. This programme is a very very long journey!

Sushrut : Now I am extremely curious to know about this long journey. As a lay man I want to know what are the different stages in the new drug development.

Ujjwala : Wait, wait, wait! Before you enter into a discussion of new drug development, this new variety of cheese dosa has arrived! Bhauji have it first. Now no one will ask him any question. Let him enjoy the dosa!

(Everyone laughs, Music)

Aditya : What a delicious dosa! You are the best cook vahini (sister in law)!

Kalindi : How much money is required to develop a new drug and bring it to market?

Aditya : Its' a huge sum, around 1 billion US dollars.

Rugved : My God! That means 89 billion rupees. Means 8900 crore rupees!

Aditya : In US, this much amount is required to develop a new drug and get USFDA approval. Of course it varies from drug to drug molecule.

Sushrut : It's a costly affair. No doubt. How much time is required?

Aditya : From 12 to 15 years or sometimes more.

Kalindi : I don't mind giving 15 years of my career life for new drug discovery. At the end of it, it's worth to see that this new drug has mitigated the sufferings of patients!

Ujjwala : Bhauji, Kalindi is the right candidate to pursue her career in this field. She is full of patience, perseverance!

Rugved : There is still enough time for sister to pursue her career. Right now you tell us about various stages of new drug development.

Aditya : 1st stage is to carry out basic research and discover potential drug molecules. You have to carry out thorough characterization of these molecules. Select the best molecule to undergo preclinical trials.

Rugved : What are preclinical trials?

Aditya : Preclinical means animal toxicology studies.

Rugved : Where these rats, ginuea pigs, dogs are used. Right?

Aditya : Yes Rugved. You are right. Generally mice are used.

Rugved : What is the purpose of these animal trials?

Aditya : To see the efficacy of the drug in animals. More than that to see the safety of the drug. It should not be toxic to the animal. The drug should not have any deleterious, harmful effects on the animal.

Ujjwala : If the drug is efficient in treating the disease but has got toxic, harmful effects on the animal. Will it pass this stage of development?

Aditya : Absolutely not.

Ujjwala : That means expenses incurred till that stage are down the drain!!

Aditya : Yes Vahini. You are right. That's the reason huge amount is required for new drug development. You have to pay for failures also!

Kalindi : If we pass preclinical trials successfully, then we can proceed for clinical trials Right Kaka?

Aditya : You have to submit all the basic data and preclinical-animal toxicology data to DCGI or FDA. This is nothing but IND application i.e. Investigative New Drug application. If the concerned authorities are satisfied with the data, you are given permission to carry out phase I, phase II, phase III clinical trials.

Sushrut : Clinical means trials carried out on human volunteer. Am I right?

Aditya : Yes, Preclinical means on animals. Clinical means on human volunteers.

Rugved : Now the drug is ready for marketing!

Aditya : Wait. Its' not that easy. Clinical trials in all the three phases require years together. Number of volunteers increase as you go from phase I to phase III.

Ujjwala : What do you understand by these trials?

Aditya : Efficacy and safety. The drug is doing it's intended job with minimum side effects!

Sushrut : Is it possible that some new drugs may fail at this stage also!

Aditya : Unfortunately the answer is 'yes'.

Ujjwala : Oh my God! If the failure happens at this stage huge amount will literally go to drain. The new drug development is really time consuming, labour intensive tedious, complicated, highly expensive, failure prone task! Naturally number of new drug molecules crossing all these hurdles and reaching market must be very very small.

Aditya : Yes. True. Once all the phases of clinical trials are successfully completed, we are ready for NDA i.e. New Drug Application to FDA with all the clinical trial data for their review.

Kalindi : Can they ask for additional data if required?

Aditya : They will thoroughly study and review the submitted data and if not satisfied they can ask for additional data.

Rugved : When is the permission to market the drug is given?

Aditya : After fully satisfied FDA or DCGI gives the approval. That's the moment of celebration for scientists in that company or govt. institute! This moment can come after 15 years once you started the new drug development.

Sushrut : That's why these drugs are costly as they have to recover the cost of failures also. That makes sense.

Aditya : That's why these new drugs are patented and after FDA approval, exclusive rights are given to the originator company or institute for certain period of time. Nobody else can manufacture these drugs till their patent is expired.

Ujjwala : Now onwards whenever I consume

any tablet, capsule or take any injection I will gratefully remember tremendous painstaking efforts put into that medicine!

Kalindi : Mumma, one day you will remember me also in those contributors for new drug discovery!

Ujjwala : Why not beta! I will be glad to see you in that list of great scientists! Having done so much drug discovery, let's discover the pleasure of a cup of tea!

(Everyone laughs)

Kalindi : Aditya Kaka, I am curious to know who had discovered the first novel API in India?

Aditya : The credit goes to Upendra Nath Brahmchari of Campbell Medical College, Kolkata. The name of the drug was urea stibamine. It was discovered in 1923 and used for the treatment of leishmaniasis i.e. kala azar. Many lives were saved using this drug.

Sushrut : India has created a huge network of research institutes after independence. In these laboratories a lot of research must be carried out, I suppose.

Aditya : Yes. No doubt about it Kalindi, can you name few of our prestigious research institutes?

Kalindi : I can for example, Central Drug Research Institute CDRI, Lucknow, National Chemical Laboratory, NCL Pune, Centre for Cellular & Molecular Biology, CCMB Hyderabad.

Aditya : Very good. These and other such institues come under the umbrella of CSIR, Council of Scientific & Industrial Research, Govt. of India. Of these research institutes CDRI, Lucknow has played a major role in the novel drug discovery!

Sushrut : How many novel APIs. India has produce of so far ?

Aditya : 16 chemically synthesized new drugs.

Sushrut : Number appears to be small. But considering arduous path of new drug discovery it must be fairly good.

Aditya : India has made some mark in the discovery of novel APIs. But we have to accelerate the pace of new drugs discovery programme.

Sushrut: Especially after open market economy, we are facing intense international competition in all the fields.

Aditya : In spite of this our CSIR - CDRI has done an excellent job in new API development. Out of 16 novel APIs, 8 are discovered in CDRI, Lucknow. Pt. Jawaharlal Nehru inaugurated CDRI in 1951 with a vision to strengthen & advance the field of drug R & D.

Kalindi : Kaka, all these 8 novel APIs are available in the market?

Aditya : No. Out of these 8 drug molecules discovered by CDRI only 3 drug molecules are being used. Four molecules were never marketed in spite of transferring the technologies to private companies.

Kalindi : So sad! I can imagine what the scientists must be feeling who have discovered these drugs! Its' like making the movie which has never seen the screen of movie theatre! Very very sad, indeed!

Ujjwala : Aditya bhauji what are the drugs which are discovered by CDRI, Lucknow and now available in market?

Aditya : World's first non-steroidal female oral contraceptive ormiloxifene was discovered by CDRI in 1975. It was licensed to HLL Lifecare Ltd. In 1992.

Ujjwala : Are these pills called 'Saheli'?

Aditya : You are absolutely right vahini. It's used in family planning.

Rugved : Which is the second one?

Aditya : It's market name or trade name is E-Mal. Chemically it is alfa/beta Arteether. This is anti-malarial drug. It's used for cerebral malaria as a second line treatment for chloroguine

resistant cases. This was introduced in the market in 1997.

Sushrut : Which is the third one?

Aditya : This one is also antimalarial drug Bulaquine which was discovered by CDRI in 1984 and was introduced in the market in 1999 under the trade name Aablaquin.

Sushrut : Our priorities of new drug development appear to be different as compared to international scenario.

Aditya : There you are! You have rightly put it. Depending upon the diseases prevalent in our country priorities of new drug development were set up in CSIR institutes especially in CDRI, Lucknow.

Kalindi : Kaka, What are the other drugs which have crossed all the stages of drug development but were not marketed? Discovered by CDRI.

Aditya : Centimizone for treating thyroid disorder discovered in 1962, Centbutindole - antipsychotic drug discovered in 1973, Centpropazine - antidepressant discovered in 1972, Centbucridine - local anesthetic discovered in 1982, Chandonium iodide - skeletal muscle relaxant discovered in 1974. Chandonium iodide was commercialized but abandoned lateron.

Rugved : How do you remember the complex names of drugs kaka?

Sushrut : Don't forget that he is a professor of Pharmaceutics! He has to remember the names and their chronology of discovery!

Aditya : I can't forget the contribution made by CDRI.

Sushrut : You have visited CDRI. Isn't it?

Aditya : So many times. Attended many pharma conferences also. Excellent R & D facilities. I have a tremendous respect for that institute. I am sure its' going to contribute significantly in our future new drug discovery programme. I've no doubt that it's one of the premier institutes which will contribute for our Self Reliant - 'Aatm Nirbhar Bharat' programme!

Sushrut : I vaguely remember that somebody told me that Hindustan Antibiotics Pimpri, Pune had discovered some novel antibiotic.

Aditya : Yes. You are right. Dr. M.J. Thirumalachar discovered an antifungal antibiotic in 1966. It was named after Hindustan Antibiotics i.e. HAmycin! It was isolated from the organism Streptomyces pimprina. Hindustan Antibiotics became sick and manufacturing was discontinued. This was effective against skin candidiasis.

Kalindi : Kaka, last year I visited Indian institute of chemical Technology - IICT, Hyderabad as a part of study tour. That is also renowned institute for drug research.

Aditya : IICT, Hyderabad discovered methaqualone which is a sedative in 1951. Presently it's banned in India being a narcotic drug. But it was extensively used in other countries. There is one more drug, pain reducing - analgesic enfenamic acid discovered in 1964 and commercialized in 1981, but it is abandoned later.

Sushrut : I heard that there was Hindustan Ciba-Geigy Research centre, in Goregaon, Mumbai dedicated to new drug discovery research.

Aditya : Yes. But now it's closed down. The company is also taken over by Navartis. This centre has discovered new antidepressant drug Nitroxazepine in 1972 which is in the market under the trade name Sintamil.

Kalindi : All the examples you have given are before 2000 Are there any new drugs marketed after 2000 or recently?

Aditya : You know Kalindi, the pace of new drug research is very slow. You cannot expect every year a new drug will come in the market.

Kalindi : Yes. I agree with you.

Aditya : Two drugs were commercialized

post 2000. One was discovered by Zydus Cadilla in 2001. This is Saroglitizar - ant diabetic. It was launched by them in 2013 with a trade name 'Lipaglyn'.

Kalindi: Which is the second one?

Aditya: Indian pharma company Centaur collaborated with Cyto Tools Germany around 2005 and came out with the molecule Diperoxochloric acid - DPOCL which was launched in 2020 under brand name WOXheal. This is used for diabetic foot ulcer.

Rugved: You are great Aditya kaka! You have literally taken us for a tour of new drugs development process and new drugs developed in India.

Aditya : Vahini, can I have a glass of water?

Ujjwala : Yes. Sure Let him take a break from this virtual tour now.

Everyone : Okay, Okay, Agreed.

(Music)

Sushrut : If we want to accelerate the pace of new drug development process to make India self reliant, we should know our strength.

Aditya : As you said, largest no. of youth is our strength. It's applicable to pharma sector also. We are competent in complex chemical synthesis. We have groups of intelligent & dedicated scientists. We have huge low cost a skilled manpower. We have a large network of research institutes under CSIR.

Kalindi : Do they carry out novel drug discovery research in all 38 labs under CSIR?

Aditya : Of course not. In these labs. Multiple types of research is being carried out but in some labs parallely new drug discovery research is also going on, like in CSIR-IICT, Regional Research Lab., Jammu-now renamed as Indian Institute of Integrative Medicine, CSIR - Indian Institute of Chemical Biology, Kolkata, Institute of Microbial Technology - IMTECH, Chandigarh, National Chemical Lab, Pune. Industrial Toxicology Research Centre, Lucknow and many more.

Sushrut : We have a tremendous R & D capabilities distributed throughout India!

Aditya : No doubt about it. Govt. has developed a public private partnership-PPP-model. Govt of India from various scientific departments of Ministry of Science & Technology has made concerted efforts for this. It is Dept. of Science & Technology - DST, CSIR, Dept. of Scientific & Inudstrial Research - DSIR, Dept. of Biotechnology DBT and many more.

Sushrut : That's' great! Collaboration between public institutes and private companies will pave the way for the New Drug Discovery and Development programme.

Aditya : All the public private partnership programmes schemes, projects of DST, CSIR, DBT have made a noticeable impact on promoting research, technology development, industrialization and overall development of pharma industry. We are also tapping our Indian marine resources for the discovery of novel drugs under Ministry of Earth Sciences.

Kalindi : Kaka. Any novel biotech drug from India?

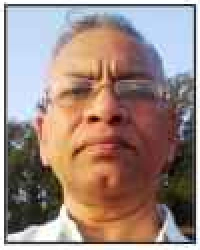
Aditya : Two monoclonal antibodies by Biocon, Bangalore Itolizumab in 2013 for psoriasis and Nimotozumab in 2006 for head & neck cancer. This is also very significant achievement!

Sushrut : Every one of us in public sector and private sector pharma research institutes have to put our heart and soul into the New Drug Discovery & Development programme and make our India Self Reliant. Aatm Nirnhar Bharat.

Aditya : Very aptly said Dada!

(Music)

- Bipin Deshmane
bipindeshmane@gmail.com



आण्विक प्रक्रिया

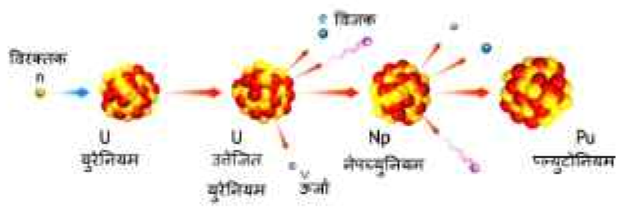
नरेंद्र गोळे

आण्विक प्रक्रिया, वृत्तबद्ध काव्यांत व्यक्त करण्याचा हा प्रयास आहे! कदाचित मराठी साहित्यात प्रथमच होत असावा. विरक्तक म्हणजे अणुअंतर्गत विरक्त/विद्युतभारविहीन कण ज्याला इंग्रजीत न्यूट्रॉन म्हणतात. तसेच मराठीत विदलन म्हणजे इंग्रजीत फिजन. सर्वात अवजड अणूंवर विरक्तक धडकवल्यास घडून येणारी आण्विक प्रक्रिया म्हणजेच विदलन. मात्र विरक्तक एखाद्या अणूस धडकवण्याच्या धडकप्रक्रियांत, विरक्तकाच्या ऊर्जेवर तसेच लक्ष्य अणूच्या अवस्थेवर अवलंबून सहा निरनिराळ्या प्रक्रिया घडून येत असतात. त्या सहा विरक्तक-धडकप्रक्रिया पुढीलप्रमाणे आहेत : परस्परस्वभावांतरण (ट्रान्सम्युटेशन), अनावरण आणि उचल (स्ट्रिपिंग अँड पिक-अप), विदलन (फिजन), विखंडन (स्पॅलेशन), विदारण (फ्रॅगमेंटेशन) आणि विखुरण (स्कॅटरिंग).

या सर्व प्रक्रियांची वर्णने येथे काव्यात बांधण्याचा प्रयत्न केला आहे. काव्यात का? तर कमीत कमी शब्दांत सुबोध विवरण करण्याचा तोच एकमेव मार्ग आपल्या सांस्कृतिक परंपरेने आपल्याला दिलेला आहे. सर्व पुरातन संस्कृतींत आपली संस्कृती टिकून राहिली आहे. ग्रीक, इजिप्त आणि रोमन यांसारख्या इतर संस्कृती लयास गेल्या. मात्र आपण टिकून आहोत. कारण आपल्या अनुभवाच्या नोंदी कागदपत्रांवर नव्हे तर, वृत्त-छंदांत बांधून मौखिक परंपरेने अत्यंत काळजीपूर्वक, हजारो वर्षे सातत्याने सांभाळण्यात आल्या. आधुनिक विज्ञाने आणि त्यांतील आपले अनुभवही असेच सुरक्षित केल्यास चिरंजीव होऊ शकतील, अशा आशेनेच मी हे करत आहे. बहुतेक वर्णने 'शार्दूलविक्रीडित' वृतात केलेली आहेत. या वृत्तात एका ओळीत अक्षरे-१९ असतात. विराम किंवा यती- अनुक्रमे १२, ७ अक्षरांनी येत असतो. लग्नाची मंगलाष्टके बहुधा याच वृत्तात रचलेली असतात.

जेव्हा घात विरक्तका धडकुनी केंद्रा अणूच्या घडे
तो ऱ्हासा मग सोसतो निरनिराळ्या प्रक्रियांनी सहा।
साऱ्या त्या धडका इथेच बघू या होती कधी कोणत्या
नावे ठेवत लोक ती 'विदलना', व्याख्या न या जाणता।।

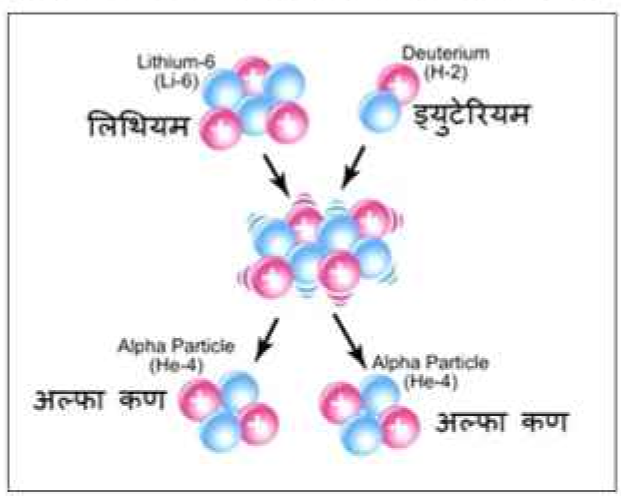
१. परस्पर स्वभावांतरण (ट्रान्सम्युटेशन)



या चित्रात युरेनियमचा अणू विरक्तक (पिवळे) व धनक (प्रोटॉन, लाल) यांनी मिळून तयार झालेला दाखवलेला आहे. आपाती विरक्तकाचा वर्ण व रंग त्याला निराळा दाखवण्याकरताच योजलेला आहे.

आपातीत विरक्तकास गिळुनी, मोठा अणू होतसे
होई अस्थिर तो मिळून सगळी, दोन्हींचि ऊर्जा तिथे।
गाठाया स्थिरता त्यजून किरणे, होती 'स्वभावांतरे'
होई नष्ट मुळातला अणु, अणू ना पाहिलेला घडे।।

२. अनावरण आणि उचल (स्ट्रिपिंग अँड पिक-अप)

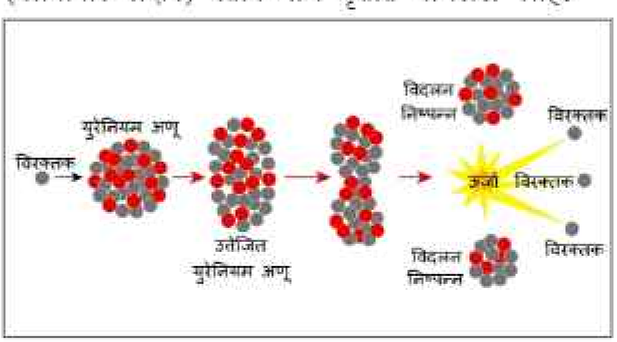


येथे आपाती (येणारा) कण, ड्युटेरियम (उदजन वा हायड्रोजनचा समस्थानिक म्हणजे आयसोटोप), हा लिथियम अणूवर (लक्ष्य) धडकतो. या चित्रात विरक्तक निळ्या रंगात दाखवलेले आहेत. विजक अथवा ऋणक वजनाने खूपच (अदमासे १८४० पट) लहान असल्याने चित्रात दाखवलेले नाहीत. त्यातील धनक (धन कण वा प्रोटॉन) आणि विजकांची (ऋण कण किंवा ऋणक किंवा विजेचा कण किंवा विजक किंवा इलेक्ट्रॉन) उचल करून अल्फा कण (दोन धनक तसेच दोन विरक्तकांनी बनलेला धनभारित कण) तयार होतो. यात लिथियमचे 'अनावरण (स्ट्रिपिंग)' झाल्याने म्हणजे त्यातील कण 'उचलले' गेल्यामुळे अण्वांतर्गत कण घटून त्याचेही अल्फा कणात रूपांतरण होते.

जेव्हा कोन असा असे न धडका होती परी स्पर्शुनी
आपाती कण जाय ओझरतची लक्ष्यास तो चाटुनी।
तेव्हा बाह्य कणांस लक्ष्य 'उचली' आपातिच्या वेचुनी
होते हे असले 'अनावरण' आपाती क्षती सोसती।।

३. विदलन (फिजन)

जगातील सर्वात जड अशा युरेनियम अणूवर, वेगाने विरक्तक (न्यूट्रॉन) कण धडकवल्यास, विदलन (फिजन) घडून येते. ह्या प्रक्रियेत युरेनियम अणू दुभागतो. अदमासे एकाच आकाराचे दोन लहान अणू निर्माण होतात. सरासरीने दर प्रतिक्रियेत तीन नवे विरक्तक जन्मतात आणि २० कोटी विजकवोल्ट (विवो) उष्णतामुक्त होते. एका विरक्तकाबदली तीन नवे जन्माला येत असल्याने, तेही पुन्हा अशाच प्रक्रिया घडवून आणू शकतात. अशीच साखळी सुरू राहिली तर सामान्य इंधनाहून सुमारे एक अब्जपट अधिक ऊर्जा तेवढ्याच इंधनातून मुक्त होऊ शकत असते. हेच आहे अणुऊर्जा-निर्मितीचे मुख्य तत्त्व. विदलन. याच प्रक्रियेचे वर्णन 'श्रवणाभरण' वृत्तात करण्याचा प्रयत्न इथे केलेला आहे. श्रवणाभरण वृत्त एका ओळीत अक्षरे-२३ सामावते. यति म्हणजे विराम; अनुक्रमे ७, ६, ६, ४ अक्षरांनी येत असतो. श्री. रामकृष्ण कवींनी रचलेले महिषासुरमर्दिनी (अयिगिरि नंदिनि) स्तोत्र याच वृत्तात बांधलेले आहे.

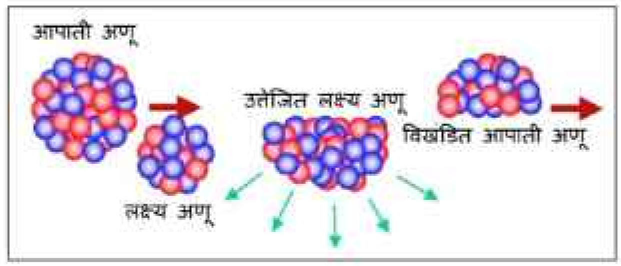


या चित्रात युरेनियम अणू लाल धनक आणि काळ्या विरक्तकांनी तयार झालेला दाखवलेला आहे.

विदलन ते घडते धडकून विरक्तक मूळ युरेनियमा
मग अणु भंगुन, होय दुभाजन, तीन विरक्तक, मोकलिता।
अणु दुसरेच नवे घडती मग, दोन फुटून दिशा सुटता
विखुरत दोन हजारहि लाख विवो उरजाहि तशीच तदा।।

विवो - विजक वोल्ट, हे ऊर्जेचे एकक आहे. ही ऊर्जा ४.४५ x $१०^{-२६}$ किलोवॉट-तास समकक्ष असते. विरजित कण- विरक्तक, न्यूट्रॉन.

४. विखंडन (स्पॅलेशन) आणि
५. विदारण (फ्रॅगमेंटेशन)



या चित्रात लक्ष्य व आपाती हे दोन्ही अणू लाल धनक आणि निळ्या विरक्तकांनी तयार झालेले दाखवलेले आहेत.

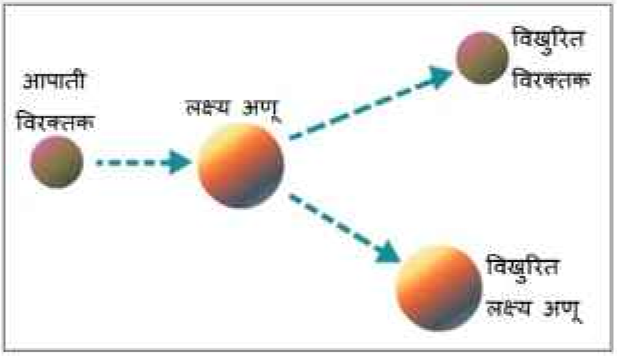
जेव्हा कोन जुळून ये, धडकही हो थेट दोघांतली
होते पूर्ण 'विखंडना', घडत ती ऊर्जांत स्थित्यंतरे।
जेव्हा होत असे 'विदारण', घडे दोन्ही कणांचा भुगा
आहे ही सगळ्यांत तीव्र घटना ऊर्जाहि सर्वाधिका।।

आपाती आणि लक्ष्य असे दोन्हीही अणू खूपच विचलित होतात, उत्तेजित होतात, त्यांचे तुकडे तुकडे होतात म्हणजेच ते 'विखंडित' होतात. तरीही पुरते ऊर्जाविसर्जन न झाल्याने अस्थिरच असतात. त्यानंतर ऊर्जा व कण (चूर, चूर) विसर्जित करूनच ते स्थिरता गाठतात. हे असते 'विदारण'.

६. विखुरण (स्कॅटरिंग)

सोसे घात विरक्तकास भिडता, जो तुल्यभारी अणू
तो तेव्हा सहसा स्वतःच 'विखुरे', ऊर्जा तया देउनी।
होते ही घटना असेल तुळती ऊर्जा अणूची यदा
आहे हे समजा 'विखुरण', बसे धक्का अणूला तदा।।

आता पारंपरिक ऊर्जा आणि आण्विक ऊर्जा यांतील तुलना करायची तर मुळात हे सांगायला हवे, की अणुइंधने खूपच ऊर्जासघन असतात. पारंपरिक इंधनाइतक्याच वजनाच्या अणुइंधनातील ऊर्जा त्याहून सुमारे एक अब्जपट जास्त असते. हे वास्तव नोंदवून आपण या लेखाचा समारोप करू.



पारंपारिक इंधने प्रसवती ऊर्जा जगा लागती
त्याच्या अब्ज पटीत देत उरजा ती इंधने आण्विकी ।
खाणीतून खणून धातु घडती मोळ्या तयाच्या तिथे
होते इंधन ते युरेनियमचे भट्टी अणूची जळे ।।

मात्र लाकडाच्या तुलनेत अणुइंधनाची ऊर्जा कितीपट जास्त असते तेही आपल्याला मंदारमाला वृत्तात पुढीलप्रमाणे सांगता येईल. मंदारमाला वृत्तात एका ओळीत २२ अक्षरे असतात. यती म्हणजे विराम ११, ११ अक्षरांनी येत असतो. 'सृष्टी तुला वाहुनी धन्य माते, अशी रूप संपन्न तू निस्तुला' ही रेव्हरंण्ड टिळक यांची कविता मंदारमाला वृत्तातच रचलेली आहे.

ऊर्जा किती इंधनी त्या अणूच्या, असे तोलता लाकडाच्या सवे
अब्जावधींच्या पटीने असे ती, म्हणोनी कुठे तो, कुठे लाकडे ।
लाभे टनावारी लाकूड जाता, मिळे ती लघुग्रॅम अण्वींधनी
तीते नुरे राख, ना कर्ब वायू, असे शुद्ध ऊर्जा अणूची निकी ।।

वाचकहो, अणुऊर्जेची चर्चा मराठी वृत्तबद्ध कवितेतून करण्याचा हा प्रयास कदाचित पहिलाच असावा. मला आशा आहे की तुम्हाला आवडला असेल.

– नरेंद्र गोळे
nvgole@gmail.com

। हमारी नदियाँ ।

वह मेरी नदियां हैं,
इनसे जुड़ा है मेरा बचपन,
जिनके किनारों पर किलकारियां मारते बिताया
मैंने अपना हर एक पल,
जो साफ हुआ करती इतनी जैसे एक दर्पण।

लेकिन आज इन नदियों में बहता अमूल्य धन,
इन कंक्रीट के जंगलों से तबाह हो रहा है,
वो इंसान जिसने बनाये ऊंचे ऊंचे भवन,
क्यों इतना बड़ा गुनाह कर रहा है?

कचरा जाता है उन नदियों में,
अश्रु मेरी धरती मां के बहते हैं,
गलत इंसान कर रहा है सदियों से
लेकिन उसका कष्ट सारे जीव जंतु सहते हैं।

देखो - देखो मछलियां तड़प रही हैं,
देखो चारों ओर फसलें सड़ रही हैं,
देखो - देखो बीमारियां फैल रही हैं,
देखो मेरी धरती मां रो रही हैं।

लेकिन यह सब सिर्फ मेरा नहीं,
हमारा है।

इनकी सुरक्षा हमारा अधिकार नहीं,
हमारी ज़िम्मेदारी है,
यह धरती मां से मिला उपहार नहीं,
उनका उपकार है।
और हम इसकी सुरक्षा करे,
यही सबसे बड़ी समझदारी है।

तो आओ हम मिलकर,
हमारी नदियों को,
हमारी मछलियों को,
हमारी फसलों को,
खुद को,
एक नया मौका देते हैं,
बहने का, तैरने का, उगने का, जीने का।
आओ हम हमारी धरती मां को उनकी साफ नदियां लौटा देते हैं!

– Shivangi Verma
Age : 14+, Class : 10th,

आकडे बोलतात - ३

PAN - भारतीयांचा कायमस्वरूपी आर्थिक ओळख क्रमांक

हेमंत लागवणकर

कोणत्याही बँकेत खातं उघडताना, मालमत्ता विकत घेताना, शेअरची खरेदी-विक्री करताना किंवा आयकर रिटर्न भरताना एक महत्त्वाचा क्रमांक उद्धृत करणं आवश्यक असतं; आणि तो क्रमांक म्हणजे 'पॅन' (PAN) म्हणजेच परमनंट अकाउंट नंबर! आजच्या काळात कोणताही मोठा आर्थिक व्यवहार पॅनशिवाय करणं अशक्य आहे. संपूर्ण देशभरात वापरल्या जाणाऱ्या या दहा-अंकी अक्षरांकामागचं नेमकं गणित काय आहे, हे पाहणं रंजक ठरेल.

'परमनंट अकाउंट नंबर'ची कल्पना १९७०च्या दशकात मांडण्यात आली. त्याआधी आयकर विभागामध्ये जनरल इंडेक्स रजिस्टर (GIR) नावाचा क्रमांक वापरला जात असे. पण, त्याची अडचण अशी होती, की प्रत्येक शहरामध्ये हा क्रमांक वेगवेगळा असायचा. म्हणजेच, वेगवेगळ्या शहरांत एकाच व्यक्तीकडे वेगवेगळे GIR क्रमांक असू शकत. यामुळे उत्पन्न लपवणं, कर चुकवणं, किंवा कागदपत्रांच्या गोंधळामध्ये आर्थिक व्यवहारांचा माग न लागणं अशा घटना सर्रास घडायच्या. या समस्येवर उपाय म्हणून १९७२ साली मुंबईत प्रायोगिक तत्त्वावर पॅन अक्षरांक प्रणाली सर्वप्रथम वापरण्यास सुरुवात केली गेली. अर्थात, त्याकाळी संगणक तंत्रज्ञान आजच्याएवढं प्रगत नसल्यानं ही प्रणाली पूर्णपणे मानवचलित प्रणाली होती. त्यामुळे त्यावेळी ही प्रणाली देशभर लागू होऊ शकली नाही. मात्र १९९०च्या दशकात आपल्या देशात खुल्या अर्थव्यवस्थेला चालना दिली गेली, तेव्हा आधुनिक आणि केंद्रीकृत करप्रणालीची गरज प्रकर्षाने जाणवू लागली. अर्थात, तोपर्यंत संगणक तंत्रज्ञानदेखील बऱ्यापैकी प्रगत झालं होतं. त्यामुळे १९९५ साली आयकर विभागानं संगणकीकृत पॅन प्रणाली सुरू केली - जी आपण आजही वापरत आहोत! त्यानंतर १९९८ पासून आयकर रिटर्न भरताना पॅन देणं अनिवार्य करण्यात आलं आणि २००३ पासून बँकेत खातं उघडणं, शेअरची खरेदी-विक्री, म्युच्युअल फंड गुंतवणूक, मालमत्तेचे व्यवहार अशा सर्व उच्च आर्थिक मूल्य असलेल्या व्यवहारांसाठी तो अनिवार्य करण्यात आला. हळूहळू, पॅन हा फक्त कर ओळख क्रमांक न राहता भारतीय नागरिकाचा आर्थिक ओळख क्रमांक बनला.

पॅन हा दहा चिन्हांचा अक्षरांक (alphanumeric) कसा निश्चित केला जातो, हे एका उदाहरणाच्या मदतीनं समजून घेऊ. समजा, एखाद्या व्यक्तीचा पॅन AAKPL5350N असा आहे. या अक्षरांकातील पहिली तीन अक्षरं --घ अशी आहेत. ही तीन अक्षरं फक्त विविधता राखण्यासाठी असतात, त्यांना विशेष अर्थ नसतो. ही तीन अक्षरं म्हणजे वर्णानुक्रमातील मालिका (alphabetic series codes) आहेत. ही अक्षरं --- ते ननन या श्रेणीतल्या वेगवेगळ्या तीन अक्षरांच्या संयोगानं निश्चित केली जातात. या मालिकांमुळे संगणक प्रणालीमार्फत प्रचंड संख्येत पॅन तयार करता येतात. अनेक व्यक्तींच्या पॅनमधील सुरुवातीची तीन अक्षरं सारखी असू शकतात. प्रत्येक पॅनचं वेगळेपण हे त्यातल्या उरलेल्या सात चिन्हांवर - विशेषतः संख्यात्मक भाग आणि शेवटच्या तपासणी अक्षरावर अवलंबून असतो.

पॅनमधील चौथं अक्षर त्या क्रमांक धारकाचा प्रकार दर्शवतं. याठिकाणी P - वैयक्तिक, C - कंपनी, H - हिंदू अविभाजित कुटुंब, F - फर्म, T - ट्रस्ट, अशा प्रकारे अक्षरं निश्चित केली जातात. आपल्या उदाहरणात चौथं अक्षर P आहे. म्हणजे, हा पॅन एका व्यक्तीचा आहे; कंपनी, ट्रस्ट किंवा एखाद्या फर्मचा नाही.

पॅनमधील पाचवं अक्षर व्यक्तीच्या आडनावाच्या पहिल्या अक्षराशी जुळते. याचाच अर्थ, आपल्या उदाहरणात घेतलेला पॅन ज्या व्यक्तीचा आहे, ज्याचं आडनाव L नं सुरू होते. पॅन वैयक्तिक नसेल तर पॅनमधील पाचवं अक्षर हे त्या आस्थापनेच्या नावातील पहिल्या इंग्रजी अक्षरानुसार निश्चित केलं जातं.

पॅनमधील पाचव्या अक्षरानंतर चार अंक असतात. हे चार अंक ०००१ ते ९९९९ या अंकमर्यादेत असतात आणि ते अनुक्रमिक (sequential) पद्धतीनं निश्चित होतात.

पॅनमधील दहावं अक्षर हे सर्वात विशेष असतं. हे तपासणी अक्षर विशिष्ट गणिती सूत्रानं तयार होतं आणि त्यावर पॅनची वैधता ठरते.

एखाद्या ठिकाणी पॅन चुकीचा टाकला गेला तर ते कसं ओळखलं जातं किंवा पॅनची वैधता कशी तपासली जाते, हे आपण पाहू या. पॅनमधील प्रत्येक इंग्रजी अक्षराला एक विशिष्ट संख्यात्मक मूल्य निश्चित केलं आहे. हे मूल्य A- पासून Z पर्यंत अनुक्रमे १० ते ३५ याप्रमाणे निर्धारित केलं जातं. म्हणजेच A -= १०, B = ११, C = १२, ..., Y = ३४, Z = ३५ याप्रमाणे हे मूल्य असतं. पॅनमधील अंकांना त्यांच्या अंकाइतकंच मूल्य निर्धारित केलं जातं. आपण विचारात घेतलेल्या उदाहरणात पॅन AAKPL5350N असा आहे. या अक्षरांकातील प्रत्येक संकेतांकाचं मूल्य पुढीलप्रमाणे येईल. A = १०, A = १०, K = २०, P = २५, L = २१, ५ = ५, ३ = ३, ५ = ५, ० = ०.

यापुढची पायरी अत्यंत महत्त्वाची आहे. पॅनमधील पहिल्या नऊ संकेतांकांना (डावीकडून उजवीकडे) अनुक्रमे १, ३, १, ७, ३, १, ७, ३, १ असे गुणकांक निश्चित केले आहेत. पॅनच्या अक्षरांकातील प्रत्येक संकेतांकाचं मूल्य आपल्याला मिळाल्यावर त्या संकेतांकाच्या मूल्याला गुणकांकानं गुणावं लागतं. ही आकडेमोड सोबतच्या तक्त्यात दिली आहे.

पॅनमधील संकेतांक	संकेतांकाचे मूल्य	स्थानानुसार गुणकांक	मूल्य x गुणकांक
A	१०	१	१० x १ = १०
A	१०	३	१० x ३ = ३०
K	२०	१	२० x १ = २०
P	२५	७	२५ x ७ = १७५
L	२१	३	२१ x ३ = ६३
5	५	१	५ x १ = ५
3	३	७	३ x ७ = २१
5	५	३	५ x ३ = १५
0	०	१	० x १ = ०

आता, संकेतांकाच्या मूल्याला गुणकांकानं गुणल्यावर आलेल्या सर्व संख्यांची बेरीज करा. म्हणजेच १० + ३० + २० + १७५ + ६३ + ५ + २१ + १५ + ० = ३३९. आलेल्या ३३९ या बेरजेला ३६ नं भागल्यावर बाकी १५ उरते. १५ हे मूल्य N या अक्षराचं आहे आणि आपण विचारात घेतलेल्या उदाहरणातील पॅनमध्ये शेवटचं (तपासणी) अक्षर 'N' आहे. याचा अर्थ, आपण विचारात घेतलेला पॅन वैध आहे.

एखाद्यानं पॅन टाइप करताना एखादा अंक किंवा अक्षर चुकवलं, तर आपण वर केलेल्या आकडेमोडीनुसार येणारी बाकी आणि तपासणी अंक याचा मेळ लागत नाही. यावरून टाइप केलेला पॅन चुकीचा असल्याचं लक्षात येतं. अशा प्रकारे पॅन निश्चित करताना विशिष्ट अल्गोरिदम वापरला जातो. 'बेस-३६ अल्गोरिदम' असं या अल्गोरिदमला संबोधलं जातं. आता तुमच्या पॅन कार्डावरच्या अक्षरांकाची पडताळणी बेस-३६ अल्गोरिदम वापरून तुम्ही नक्की करून बघा.

सन २०१७ पासून पॅन आणि आधार क्रमांक या दोन्ही प्रणाली एकमेकांशी जोडल्या गेल्या. त्यामुळे एकाच व्यक्तीकडे अनेक पॅन कार्ड असण्याची शक्यता संपुष्टात आली. पॅन म्हणजे केवळ दहा-अंकी अक्षरांक नाही, तर हा अक्षरांक म्हणजे भारताच्या आर्थिक व्यवस्थेची ओळख आहे. हा लहानसा अक्षरांक तर भारताच्या आर्थिक व्यवस्थेतील शिस्त आणि विश्वासाचं प्रतीक आहे.

– हेमंत लागवणकर

(विज्ञानप्रसारक आणि शैक्षणिक सल्लागार)

https://hemantlagvankar.com/

ग्रंथाली

मूल्य : ३५० रुपये

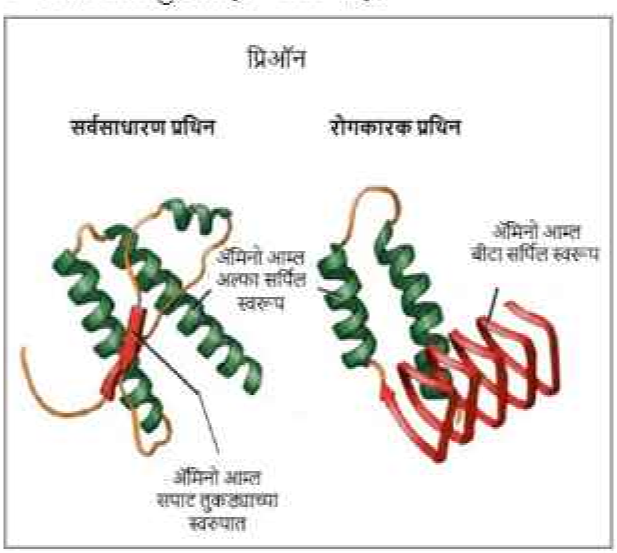
सवलतीत २१० रुपये

सामना प्रिऑनशी!

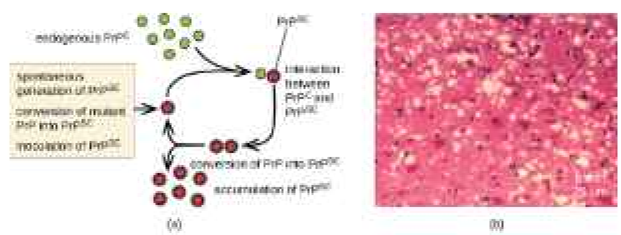
डॉ. रंजन गर्गे

प्रिऑन हे एक अनंत घड्या असलेले प्रथिन आहे. त्याच्या रचनेचा विचार केला तर हे पेशीस्वरूप नाही आणि यात केंद्रकही नाही. हे निव्वळ प्रथिन असून या प्रथिनकणांचे तीन गुणधर्म महत्त्वपूर्ण ठरतात १. ही प्रथिने एका कणाकडून दुसऱ्या कणाला प्रदान केली जातात. २. ही प्रथिने स्वतःची प्रतिकृती तयार करू शकतात. जसा आरएनए किंवा डीएनए करतो. ३. या प्रथिनांमुळे रोग होतो. १९८२ मध्ये स्टॅन्ले बी. प्रुसीनर या शास्त्रज्ञाने प्रोटीन आणि इन्फेक्शन या दोन शब्दांचा मिलाफ करून प्रिऑन या शब्दाची निर्मिती केली.या शोधासाठी त्याला १९९७ सालचे नोबेल पारितोषिक प्रदान करण्यात आले.

हे रोगकारक प्रथिन सस्तन प्राण्यात 'स्पंजीफॉर्म एनसेफॅलोपॅथी' नावाचा रोग निर्माण करते. मेंढीमध्ये 'स्क्रेपी' नावाचा रोग तर माणसामध्ये 'कृत्झफेल्ड-जेकोब' नावाची विकृती निर्माण करते. विषाणू, जिवाणू, बुरशी व इतर परजीवी यांच्या तुलनेने प्रिऑन अगदी वेगळा आहे कारण त्यात आरएनए किंवा डीएनए किंवा दोहोचे अस्तित्व नाही. या रोगाला प्रामुख्याने मेंदूच्या पेशी बळी पडतात. या रोगावर वैद्यकशास्त्रात कुठलाही उपाय नाही.



या प्रथिनाला 'चुकीच्या पद्धतीने घड्या पडलेले प्रथिन' असे म्हणतात. हे प्रथिन एखाद्या सूक्ष्मजीवाच्या पेशीत स्थलांतरित झाले तर तो सूक्ष्मजीवदेखील तशाच चुकीच्या पद्धतीने घड्या पडलेले प्रथिन तयार करतो आणि रोगकारक बनतो. यातील काही प्रिऑनसचा संबंध 'अल्झायमर', 'हटिंगटन रोग' अशा विकृतींशी असल्याचा पुरावा मिळतो. २५० अमिनो आम्ल असलेले 'पीआरपी' [Prp] नावाचे माणसातील उत्परिवर्तित प्रथिन हे प्रिऑन प्रथिनाला रोगकारक बनवते. माणसातील या साधारण प्रथिनाला पीआरपीसी झीझल असे संबोधतात आणि त्याच्या रोगकारक प्रकाराला पीआरपीएससी [PrPsc] असे म्हणतात. माणसातील प्रिऑनजन्य रोग 'सीजेडी' कृत्झफेल्ड - जेकोब डिसीज क्लासिक या रोगात पेशींमध्ये छिद्र पडलेली दिसतात. हा मेंदूचा रोग असून त्यात मेंदूच्या पेशी लुशलुशीत बनतात. या विकृतीला 'स्पंजीफॉर्म एनसेफॅलोपॅथी' असे म्हणतात.



(a) Formation of Disease causing PrPsc
(b) Sponge-like lesions in brain tissue of CJD patient

ऐतिहासिक पार्श्वभूमी

सन १९५४ मध्ये ऑस्ट्रेलियातील मेलबर्न येथे वॉल्टर अँड एलिझा हॉल मेडिकल संस्थेने डॉक्टर कार्लटन गजूसेक आणि व्हिंसेंट जिगास यांना न्यू गिनी बेटावर मोर्सबी बंदरात 'फोरे' नावाच्या आदिवासी जमातीत उद्भवलेल्या एका विशिष्ट रोगाचा छडा लावण्यासाठी पाठवले. त्यांना त्यांची आदिवासी भाषा समजत नसे. त्यांनी त्यांच्याशी सलोख्याचे

संबंध निर्माण केले आणि त्यांच्या असे लक्षात आले की ही जमात 'कुरू' नावच्या चमत्कारिक आजाराने त्रस्त आहे. ते या रोगावर संशोधन करू लागले. संशोधनात त्यांच्या असे लक्षात आले की मोर्सबी बंदरावरील फोरे ही जमात शेजारच्या 'अंगा' या जमातीप्रमाणे नव्याने मानव मांस भक्षण करू लागली आहे. मिशनरी लोकांनी हे गैर आहे असे सांगेपर्यंत त्यांनी ही प्रथा चालूच ठेवली. या जमतीतील लहान मुले आणि बायका याला प्रामुख्याने बळी पडत होत्या. एप्रिल १९५७ पर्यंत २८ रुग्ण आणि १३ मृत्यू झाल्याचे त्यांना आढळले. लागण झालेला कोणताही रोगी बरा झाला नाही. जून महिन्यापर्यंत मृतांची संख्या २००च्या वर पोहोचली. कुरूची लक्षणे विचित्र होती. हे रुग्ण सुरुवातीला चीत्कारीत, सारखे भांडत, खात आणि धडपडत. हळूहळू त्यांच्या मेंदूच्या पेशी ऱ्हास पावत असत. हा रोग आनुवंशिक आहे की संसर्गजन्य आहे, की मानसिक आहे यावर गजूसेक यांनी संशोधनाला सुरुवात केली. मृत रोग्यांच्या मेंदूचे भाग त्यांनी अमेरिकेच्या राष्ट्रीय आरोग्य संस्थेकडे पाठवले. १९६३ मध्ये त्यांनी हे भाग चिंपांझी वानरात टोचले. १९६५ मध्ये त्यांना या वानरांना कुरू झाल्याचे निदर्शनास आले. याचा अर्थ हा रोग सावकाश पसरणारा आणि अपारंपरिक लक्षणांचा होता. नवीन प्रकारच्या विषाणूमुळे हा रोग होत असावा असे अनुमान गजूसेक त्यांनी काढले. परंतु या रोगाचा कारक निश्चित सापडू शकला नाही. पुढे स्टेनले प्रुसिनर या शास्त्रज्ञाने प्रथिने बनवणाऱ्या अपारंपरिक संसर्गजन्य रोगजंतूचे नाव 'प्रिऑन' असे ठेवले आणि कुरू हा प्रिऑनजन्य रोग असल्याचे सिद्ध झाले.

'कुरू' रोगी

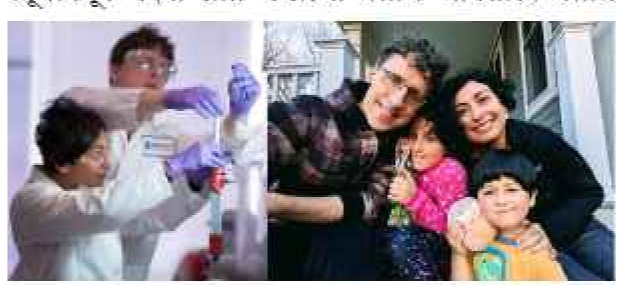
रोगोपचाराची शक्यता?

नजीकच्या भविष्यात या असाध्य रोगावर रोगोपचाराची शक्यता वर्तवली जात आहे. २०२५ एप्रिल महिन्याच्या 'नॅचरल मेडिसीन' या संशोधन पत्रिकेत 'पीआरपी' या साधारण प्रथिनाला रोगकारक 'पीआरपीसी'मध्ये रूपांतरित करणाऱ्या जनुकाच्या एका 'बेस पेयर'मध्ये उत्परिवर्तन घडवून आणल्यास ही रोगकारक प्रथीनांची निर्मिती निम्म्याने कमी करता येते असे प्रयोगशाळेतील उंदरांवर केलेल्या संशोधनात सिद्ध झाले आहे. यामुळे रोग्याचे जीवनमान ५२ टक्क्यांनी वाढू शकते असा अनुमान आहे.

'ब्रॉड इंस्टिट्यूट ऑफ एमआयटी आणि हार्वर्ड' येथील संबंधित शास्त्रज्ञांनी नऊ वर्षांपासून अंगिकारलेले संशोधन योग्य दिशेने जात असून रोग्यांसाठी ही फलदायी उपचार पद्धती म्हणून सिद्ध होईल असा दावा वरिष्ठ शास्त्रज्ञ डोव्हिड लुई करतात. ते म्हणतात आम्ही अंगिकारलेले 'बेस एडिटिंग तंत्रज्ञान' हा या बाबतीत नक्कीच मैलाचा दगड सिद्ध होईल. हेही तितकेच खरे आहे की प्रत्यक्ष वैद्यकीय चाचण्या (क्लिनिकल टेस्ट) घेण्यापर्यंतच्या प्रवासात असे अनेक अडथळे आम्हाला पार करावे लागतील. प्रिऑन रोगात अशा अनेक अवस्था आहेत की ज्यामुळे मेंदूला हानी पोहोचते. डिमेंशिया, सीजेडी [Creutzfeldt-Jakob disease], जीएसएसडी [Gerstmann-Strussler-Scheinker disease], एफएफआय [fatal familial insomnia] अशा अनेक प्रकारात तो उद्भवतो. १५ टक्के रोग्यांमध्ये प्रिऑन प्रथिनात झालेली उत्परिवर्तने ही 'आनुवंशिक' असल्याचे दिसून आले आहे. ८५ टक्के रोग्यांमध्ये हे 'क्वचित घडणारे उत्परिवर्तन' असते. या दोहोत प्रिऑन प्रथिनाचे रूपांतर अस्वाभाविक अशा विषारी प्रथिनात रूपांतरित होते.

शस्त्रज्ञालाच संसर्ग होतो तेव्हा!

हार्वर्ड मेडिकल स्कूलमधील न्यूरोलॉजी विषयाच्या साहाय्यक प्राध्यापक डॉ. सोनिया वल्लभ या हार्वर्ड लॉ स्कूलमधून पदवी प्राप्त केलेल्या आणि जीवशास्त्र आणि

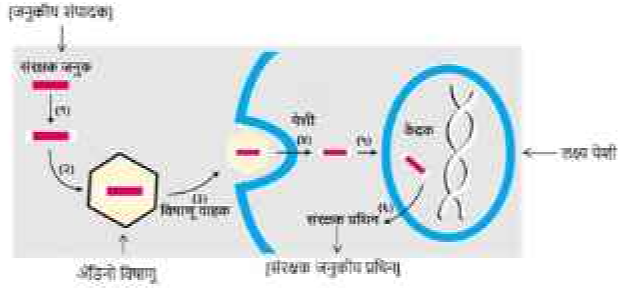


सोनिया वल्लभ आणि एरिक मिनिकेल

जैववैद्यकशास्त्र या विषयात पीएच.डी. आहेत. यांना आनुवंशिकरीत्या प्रिऑनची बाधा झाल्याचे निदर्शनास आले. २०१० साली वल्लभ यांची आई एका गूढ रोगाने मृत्यू पावली होती. तो 'फेटल फॅमिलीअल इन्सोम्निया' असल्याचे नंतर लक्षात आले. त्यानंतर काही वर्षातच वल्लभ यांना प्रिऑनची बाधा झाल्याचे निदर्शनास आले. एमआयटीमधून 'शहर नियोजन' या विषयात स्नातकोत्तर पदवी प्राप्त केलेले आणि जीवशास्त्र आणि जैववैद्यकशास्त्र या विषयात पीएच.डी. असलेले तिचे पती डॉ. एरिक मिनिकेल व ती या दोघांनी प्रिऑन हा रोग समजून घेण्यासाठी आणि या रोगावर उपाय शोधण्यासाठी अभ्यासपूर्ण अभियान सुरू केले आहे . 'ब्रॉड' येथे आज त्यांची स्वतःची प्रयोगशाळा असून त्यात १४ शास्त्रज्ञ संशोधन करताहेत. डेव्हिड लुई हे 'सिंगल बेस एडिटिंग' तंत्रज्ञ आहेत. ते म्हणतात 'हे जोडपे आता प्रिऑनची रोगोपचार पद्धती या विषयात निष्णात झाले आहेत. त्यांच्या बरोबर काम करण्यातला आनंद काही वेगळाच आहे'. लुई यांच्या प्रयोगशाळेत विकसित झालेले 'सिंगल बेस एडिटिंग तंत्र' खूप उत्साहवर्धक असून आतापर्यंत १३ रोग्यांमध्ये सकारात्मक निष्कर्ष मिळत आहेत. 'हायपरकोलेस्टेरोलेमिया', 'सिकल सेल', 'टी-सेल ल्युकेमिया' आणि 'बेटा-थालेसेमिया' यांच्या रोग्यांमध्ये ही रोगोपचारपद्धती लागू पडत असल्याचे दिसून आले आहे. एरिक मिनिकेल हा देखील हार्वर्ड मेडिकल स्कूल मधील न्यूरोलॉजी विषयाचा सहाय्यक प्राध्यापक आहे. तो म्हणतो 'आमची टिम या विषयावर उत्तम काम करत आहे. परंतु मी आणि सोनिया, आम्ही दोघे तंत्र विकसित करणारे शास्त्रज्ञ नाही आहोत. आम्ही एवढेच म्हणू शकतो की प्रिऑनसाठी ड्रग तयार करण्याचे हे एक प्रारूप आहे एक परीक्षण आहे, एक साधन आहे. परंतु आम्ही त्या ड्रगचे निर्माते नाही.'

जनुकीय संपादनतंत्र

सध्या तरी हे संशोधन उंदराच्या प्रारूपावरच सीमित आहे. या प्रकल्पात राष्ट्रीय स्वास्थ्य संस्था, ब्रॉड, प्रिऑन अलायन्स, हॉवर्ड हयूज वैद्यकीय संस्था अशा अनेक संस्थांचा सहभाग आहे. लुई यांच्या प्रयोगशाळेत एक जनुकीय संपादक 'जेनेटिक बेस्ड एडिटर' तयार करून तो ॲडिनो विषाणूत प्रस्थापित करण्यात आला आहे. हा विषाणू वाहक असून लक्ष्यित पेशीमध्ये तो जनुकीय संपादक नेऊन सोडण्यासाठी विकसित केला आहे. हा जनुकीय संपादक अस्वाभाविक प्रथिननिर्मिती थांबवतो. याला 'व्हेक्टर इंजिनीयरिंग' असे म्हणतात.



व्हेक्टर इंजिनीयरिंग तंत्रज्ञान

व्हेक्टर इंजिनीयरिंगची आव्हाने

मेरुई ॲन [Meirui An], लुई यांच्या प्रयोगशाळेतील शास्त्रज्ञ म्हणतात : 'कधी कधी हा वाहक विषाणूच रोग निर्मिती करू शकतो म्हणून आम्ही वाहक विषाणूची मात्रा कमी करून ६३% अस्वाभाविक प्रथिननिर्मिती थांबवण्यात यश संपादन केले आहे. संशोधन करताना मला कुठल्याही बाहेरच्या प्रेरणेची गरज भासत नाही. 'पेशंट-सायंटिस्ट' असलेल्या सोनियाबरोबर काम करणे हीच खूप मोठी प्रेरणा आहे.'

लुई म्हणतात –

'मानवी प्रिऑन प्रथिनांवर आमचे हे संशोधन कदाचित अखेरचेच असेल. फ्रान्समधील एका प्रयोगशाळेत अपघाताने संशोधकालाच प्रिऑन संसर्ग झाल्याचे समजल्यावर अशा संशोधनावर बंदी घालण्यात आली आहे. कुठलीही रोगोपचार पद्धती विकसित करणे हे कित्येक वर्षे लांबणारे काम असते. यात वेळोवेळी खूप सुधारणा कराव्या लागतील. यासाठी बेंजामिन बेव्हेर्मन यांचे विशेष सहकार्य लाभले आहे. हे ब्रॉड येथील 'व्हेक्टर इंजिनीयर' आहेत. म्हणजे जनुकीय संपादकाला ॲडिनो विषाणूत प्रस्थापित करण्याच्या तंत्रात ते पारंगत आहेत.

या तंत्रात तीन आव्हाने आहेत. एक म्हणजे हा 'जनुकीय संपादक' आकाराने इतका मोठा आहे की तो दोन वेगवेगळ्या कॅप्सुल्समध्ये सोडवा लागेल, दुसरे असे की 'अचूकता'. लक्ष्यित पेशीमध्येच तो सोडला जायला हवा, इतर सुदृढ पेशीत नव्हे. आणि तिसरे आव्हान म्हणजे प्रिऑन प्रथिनांची संख्या कमी करण्याची क्षमता वाढवावी लागेल. व्हेक्टर इंजिनियरिंग तंत्रातील अचूकतेवर प्रिऑन रोगोपचार पद्धतीचे यश अवलंबून आहे.

– रंजन गर्गे
ranjan.garge@gmail.com

From Caveman Fire to 5-Star Cool : The Evolutionary Journey of Heat Transfer

Sanjay Jahagirdar

Paul G Hewitt : Learning to distinguish between closely related concepts is the challenge and essence of Conceptual Physics.

Heat and Temperature

Homo erectus about 1.9 to 2 million years ago learned to control the fire intermittently. Where is the evidence? Archaeologist discovered microscopic traces of wood ash and heated artifacts found at sites like the Dauters of Jacob Bridge in Israel, dated to around 790,000 years ago. But clear evidence of habitual fire use comes later, from around 400,000 years ago when fire was becoming a regular and consistent part of daily life, with much more numerous traces found across many sites in Europe, the Middle East, and Asia. Modern human found application of fire (around 164,000 years ago) such as to heat-treat stone for making tools or surviving ice cycles, indicating a more 'systematic and advanced' understanding of heat and its properties. Homo sapiens from stone age certainly did not know about 'Temperature' but learnt that 'warmth' passes from blazing object to or freezing bodies or stones.

If you touch any hot object, the warmth passes in our body, that does not mean the object has 'stored' heat. We commonly hear about heat sources, not heat 'banks' but atoms, or molecules of the hot object are in rapid motion. The motion of particles could be linear, rotational, or oscillatory or even combination of these, because of which they possess kinetic energy. The average kinetic energy of the individual particles produces an effect where we can sense warmth. The quantity that indicates warmth with respect to some standard is called temperature. Thus, to quantify the amount of average kinetic energy (loosely speaking quantifying heat) we use this physical quantity, simply defined as a measure of average Kinetic Energy.

Once any physical quantity is perfectly defined, then it's easy to understand every phenomenon related to it. Effective application of precise definition leads us to perfect understanding of physical phenomena related to it. let us understand through questions and answers.

Q.1 Is evaporation a heating or a cooling process?

Cooling process! As the molecules having higher kinetic energy leave the liquid surface and less energetic are left behind, average KE drops.

Q.2 What about Condensation?

Heating process! As the molecules having higher kinetic energy return to the liquid surface there by average KE increases.

Q.3 Water boils at 100° Celsius. Is it heating or cooling process?

(A Naughty student may ask teacher to put hand inside boiling water to find out!)

It is a cooling process at 100o Celsius
Dear students you may be knowing answer of the following:

Q.4 Why trees shed leaves during winter and acquire during summer?

Q.5. In tropical countries, on a hot day your pet dog is seen panting. Why?

Q.6. What are the different units of temperature?

Q.7. Your favorite comics character Supandi, sends absent note to his teacher that he is running with 100^0 Celsius temperature. What will be your witty comment?

Q.8: Some deserts, such as those on the plains of Spain, the Sahara in Africa, and the Gobi in central Asia, reach surface temperatures of 60°C (140°F). Too hot for life? Google to find the answer.

Q.9. Nature has provided a perfect thermostat (4^0C) at the bottom of frozen lake for fish to survive. How?

Q.10. How polar bears survive in harsh weather with mercury dipping even below -50^0 Celsius.

For two things in thermal contact, heat flow is from the higher-temperature substance to the lower-temperature substance. Heat never flows of itself from a lower-temperature substance into a higher-temperature substance.

If you have a hot iron object and another cooler object kept in contact with it. Naturally the heat will flow. If the second cooler object is removed, after some time hot object also cools down. Now where the heat has gone? It must be given away to the air in vicinity. Now consider a thought experiment. If a very hot tungsten filament is kept in a vacuum, ensuring it won't lose internal heat energy due to conduction or convention. What would happen now? Well, still it will lose it's heat! Dear students you must realize that there are three ways through which spontaneous transfer of heat happens- conduction, convection, and radiation respectively.

Conduction

Any solid object conducts heat depends on the bonding within its atomic or molecular structure. Solids composed of atoms that have one or more "loose" outer electrons conduct heat (and electricity) well. Metals have the "loosest" outer electrons, which are free to carry energy by collisions throughout the metal. That is why metals are excellent conductors of heat and electricity. The order of best to poor conductors is - Silver, copper, gold, aluminum, iron, wood, wool, most liquids, and gases. Poor conductors that impede the transfer of heat are called insulators. Unlike the electrons in metals, the outer electrons in the atoms of these insulators are firmly attached. (Students, have we used definition of temperature, while categorizing the type of solids depending upon how efficiently they conduct heat?)

Picture: Google image of devotees of Lairai walking on red hot coal. Why do they not burn their feet?

Wood is a good insulator i.e. low conductivity despite high temperature, which is why firewalkers can walk barefoot on red-hot coals from firewood without burning their feet.*

Convection

Convection is the transfer of heat energy in a fluid (a liquid or a gas) primarily by the actual movement of the fluid itself.

When a fluid, such as air or water, is heated from below, the part closest to the heat source expands and becomes less dense. Because this warmer, less dense fluid is lighter than the surrounding cooler fluid, it rises. The cooler, denser fluid then sinks to take its place, where it is heated, expands, and rises again. This continuous cycle of rising warm fluid and sinking cool fluid creates what are called convection currents. This method is the primary way heat is transferred in all fluids.

Example in Nature: Convection currents in the atmosphere are responsible for wind. Warm air over the ground is heated, rises, and is replaced by cooler air flowing in from nearby, creating breezes.

Example in the Home: Heating water on a stove or using a furnace to heat a room relies on convection. Hot air rises from the furnace vent, cools near the ceiling and walls, then sinks back to the floor to be reheated.

Convection effectively transfers heat throughout a volume, making it the most dominant form of heat transfer in liquids and gases.

Radiation

So, what happens to that hot tungsten filament in a vacuum? It cannot lose heat by conduction (no air or solid to touch) or convection (no fluid medium to create currents). It still cools down because of the third, and most fundamental, method of heat transfer: Radiation.

Radiation is the transfer of energy by electromagnetic waves. These waves, which include visible light, radio waves, and crucial for heat transfer-infrared waves (thermal radiation)- do not require a medium (matter) to travel through. This is why you can feel the warmth of the Sun, even though it is separated from Earth by the vacuum of space.

Daily Life Examples of Heat Transfer

For centuries we have been using various gadgets those are based on three modes of heat transfer- gas stove, iron, heater, fireplace, Geyser, Refrigerator, fan, solar cooker, Toaster, Microwave oven. (Students can add more gadgets)

Children why should we learn Physics? Besides understanding the basic principle that makes the gadget work, i) we can do market research to zero in on the efficient gadget or ii)we can make it more energy efficient to reduce carbon foot print. I would like to give an example of refrigerator. The star rating label that we see on the refrigerator is provided by Bureau of Energy Efficiency, or BEE, in India. It is a regulatory body to help consumers quickly compare the annual energy consumption of models with similar volume and features.

A refrigerator's star rating (2-star, 3-star, 5-star, etc.) indicates its energy efficiency, with higher stars signifying lower electricity consumption. The evolution from lower to higher star ratings is driven by significant technological advancements and design changes that reduce the amount of energy needed to keep food cold. The difference between a 2-star and a 5-star model can often translate to up to 50% less energy consumption for the 5-star unit over a year!! Children, would you like to buy a cheaper one or expensive one with less carbon footprint?

To make refrigerator more efficient, we must look for the key components - Compressor, the

insulation and internal circulation of cool air from freezer to other compartments.

The compressor is the heart of the refrigeration cycle and the single largest consumer of electricity. In zero or low star refrigerators, compressors run at a single, high speed until the desired temperature is reached, then shut off completely. This constant on/off cycling is inefficient and uses a large burst of power each time it restarts.

While in higher star rating, Inverter Compressors modulates its speed based on the cooling demand, ambient temperature, and how often the door is opened. Instead of shutting off, it typically runs continuously at a lower speed. This avoids the energy-intensive start-up surge and maintains a much more stable internal temperature, leading to up to 50% reduction in energy consumption compared to older fixed-speed models.

We need improved Insulation and Seal so that interior is maintained at set temperature. If any leakage will load compressor.

Optimized Cooling and Airflow Systems by distributing the cold air more efficiently with the help of multiple vents or dual cooling system one for the deep freezer and one for the rest of the fridge. Also providing double door helps to make more efficient while preventing mixing of air and odours.

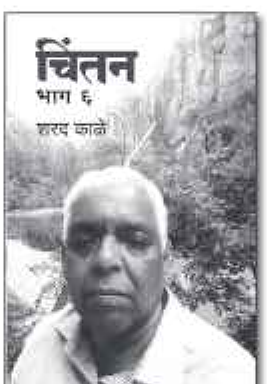
Efficient Defrosting is also a mandatory process in the refrigerator. Frost-free (automatic defrost) technology historically consumed more energy, but newer systems use smarter sensors and heating cycles to defrost only when necessary, minimizing the temperature increase and subsequent re-cooling effort.

Children would you apply mind to think of novel methods to make heat transfer gadgets more efficient?

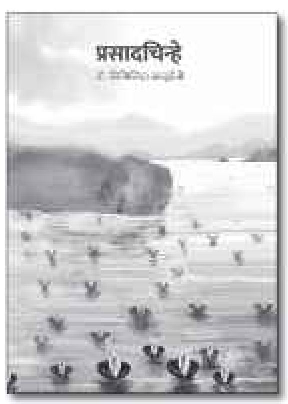
Foot note: (*Please do not attempt this adventure. Deviating from the topic, we hear lot of stampedes that are happening in India, especially at the holy places. I wonder whether the blessings received by a us as a devotee from God/Goddess depends upon the distance between the two? Requesting children to educate everyone in the family and friends too to maintain discipline to save lives of near and dear ones.)

- Sanjay Jahagirdar
GSEAC Member, DoEF & CC,
Government of Goa
sanjayjahagirdar2012@gmail.com

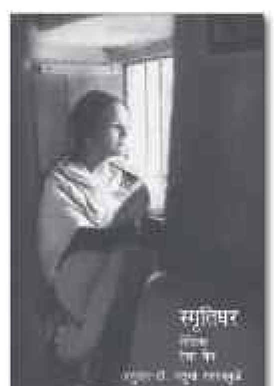
ग्रंथाली



मूल्य ६५० रुपये
सवलतीत ४०० रुपये



मूल्य १००० रुपये
सवलतीत ६०० रुपये

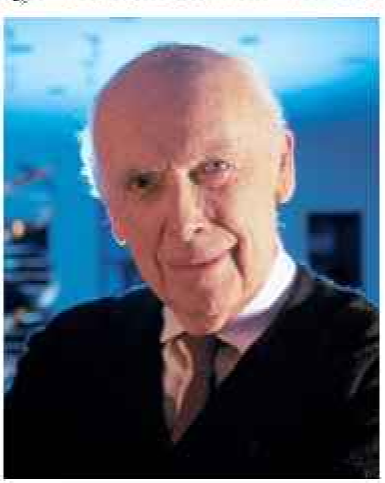


मूल्य ४०० रुपये
सवलतीत २४० रुपये

जेम्स वॉटसन

राघवेंद्र वंजारी

जगप्रसिद्ध शास्त्रज्ञ जेम्स वॉटसन यांचे ६ नोव्हेंबर २०२५ रोजी अमेरिकेतील, न्यू यॉर्क येथे निधन झाले. ते ९७ वर्षांचे होते. जेम्स ड्यूई वॉटसन हे एक अमेरिकन आण्विक जीवशास्त्रज्ञ, अनुवंशशास्त्रज्ञ आणि प्राणिशास्त्रज्ञ होते. १९५३मध्ये डीऑक्सिरिबोन्यूक्लिक ॲसिड म्हणजेच डीएनएच्या आण्विक संरचनेचा सह-संशोधक होते. या यशामुळेच ते जगप्रसिद्ध झाले. फ्रान्सिस क्रिक, रोझालिंड फ्रँकलिन आणि मॉरिस विल्किन्स यांच्यासोबत काम करून ही अभूतपूर्व कामगिरी केली. या कार्याने आण्विक जीवशास्त्राच्या क्षेत्रात मूलभूतपणे परिवर्तन घडवून आणले. डीएनए हा जीवनाचा आनुवंशिक नकाशा आहे आणि त्याची रचना शिडीसारखी दुपट्टेरी (डबल हेलिक्स) असल्याचे निश्चित करणे तसेच ही आनुवंशिक माहिती कशी संग्रहित केली जाते, त्याची प्रती कशा केल्या जातात आणि कशी प्रसारित केली जाते हे समजून घेण्यासाठी आवश्यक होते. ते वॉटसनने साध्य केलं. त्यांचा प्रवास प्रेरणादायी असल्याचं आणखी एक कारण म्हणजे २५ वर्षांचा तरुण विसाव्या शतकातील सर्वात महत्त्वाचा वैज्ञानिक शोध लावतो ही बाब उल्लेखनीय आहे. परिणामी संपूर्ण जैवतंत्रज्ञान क्रांतीचा पाया रचला गेला.

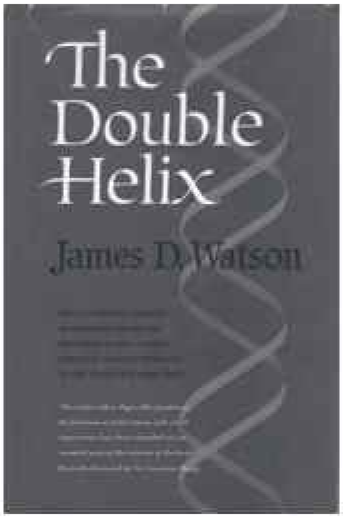


जेम्स वॉटसनचे व्यक्तिचित्र. सौजन्य : विकिपीडिया

६ एप्रिल १९२८ रोजी शिकागो, इलिनॉय येथे जन्मलेले जेम्स डी. वॉटसन हे व्यापारी जेम्स डी. वॉटसन आणि जीन मिशेल यांचे एकुलते एक पुत्र होते. त्यांचे सुरुवातीचे आयुष्य बौद्धिक प्रतिभेने भरलेले होते. लहानपणापासूनच पक्षिनिरीक्षण छंदाचा प्रभाव होता ज्यामुळे नंतर अनुवंशशास्त्राचा अभ्यास करण्याची तीव्र इच्छा निर्माण करून दिली. जेम्स एक हुशार विद्यार्थी होता, अवघ्या १५व्या वर्षी शिकागो विद्यापीठात प्रवेश घेतला, जिथे त्याने १९४७ मध्ये प्राणिशास्त्रात बी.एससी. पदवी मिळवली. पुढे इंडियाना विद्यापीठात प्राणिशास्त्रात पदव्युत्तर शिक्षण घेतले. तेथेच त्यांनी १९५०मध्ये इटालियन वंशाचे सूक्ष्मजीवशास्त्रज्ञ साल्वाडोर ई. लुरिया यांच्या मार्गदर्शनाखाली पीएच.डी. प्राप्त केली. गुरू लुरिया हे १९६९चे नोबेल पारितोषिक विजेते होते. यांचा वॉटसनवर लक्षणीय प्रभाव पडला आणि त्यांना बॅक्टेरियातील विषाणूच्या (बॅक्टेरियोफेजेस) अभ्यासाकडे निर्देशित केले. जेम्सच्या अभ्यासात एर्विन श्रोडिंगर यांचे 'व्हॉट इज लाईफ?' हे पुस्तक आले, त्यातूनच त्यांना खात्री पटली की जनुक केवळ न्यूक्लिक ॲसिडच्या संरचनात्मक रसायनशास्त्राद्वारेच समजू शकते.

पीएच.डी.नंतर वॉटसनची पहिली महत्त्वाची संशोधन भूमिका म्हणजे १९५० ते १९५१ पर्यंत कोपनहेगन विद्यापीठात पोस्ट डॉक्टरल फेलोशिप होती, जेथे त्यांनी बॅक्टेरियाच्या विषाणूंवर काम सुरू ठेवले आणि विषाणूकणांना संक्रमित करण्यात डीएनएचे भवितव्य अभ्यासण्याचा प्रयत्न केला. त्यांच्या कारकिर्दीतील महत्त्वाचा क्षण १९५१मध्ये इटलीतील नेपल्स येथे एका परिसंवादात आला. जेथे ते मॉरिस विल्किन्स यांना भेटले आणि पहिल्यांदाच त्यांना क्रिस्टलीय डीएनएचा एक्स-रे विवर्तन नमुना दिसला. विल्किन्स आणि त्यांच्या सहकारी रोझालिंड फ्रँकलिन यांनी तयार केलेल्या या प्रतिमेमुळे वॉटसन यांना डीएनए संरचनेचे कोडे सोडवण्याकडे त्यांचे संशोधन लक्ष पूर्णपणे बदलण्यास खूप प्रेरणा मिळाली. त्यांचे

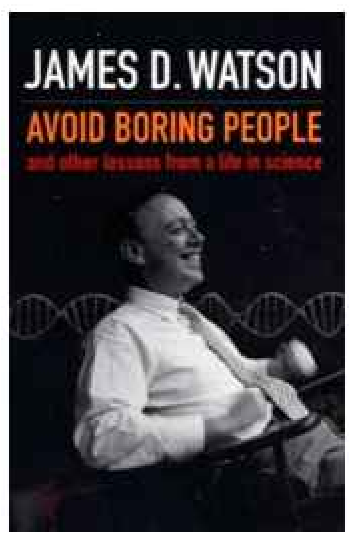
मार्गदर्शक लुरिया यांनी त्यांना इंग्लंडमधील केंब्रिज विद्यापीठातील कॅव्हेंडिश प्रयोगशाळेत काम करण्याची व्यवस्था करण्यास मदत केली. त्यांनी ऑक्टोबर १९५१मध्ये सुरुवात केली, जेथे त्यांची लवकरच भौतिकशास्त्रज्ञ फ्रान्सिस क्रिक यांची भेट झाली, ज्यांना डीएनएच्या संरचनेत आवड होती आणि पुढील कार्यास गती मिळाली.



**डीएनएची दुहेरी संरचना विस्तृतपणे मांडलेला ग्रंथ
सौजन्य : प्रकाशक**

डीएनएची रचना हा वॉटसनचा महत्त्वाचा शोध. १९५३मध्ये त्यांनी आणि फ्रान्सिस क्रिक यांनी डीएनए रेणू दुहेरी हेलिक्सचा आकार घेतो असा प्रस्ताव मांडला. ही रचना हळूवारपणे वळणाऱ्या शिडीसारखी आहे, ज्यामध्ये दोन गुंफलेल्या साखर-फॉस्फेट साखळ्या बाजू बनवतात आणि सेंद्रिय तळांच्या जोड्या (एडेनाइन, ग्वानिन, सायटोसिन आणि थायमाइन) पायऱ्या बनवतात. महत्त्वाचे म्हणजे, या शोधात विशिष्ट तळ-जोडीची संकल्पना समाविष्ट होती म्हणजेच एडेनाइन(ए) नेहमी थायमाइन(टी)सोबत जोडते आणि ग्वानिन(जी) नेहमी सायटोसिन(सी)सोबत जोडते. या रचनेमुळे आनुवंशिक माहिती कशी साठवली जाते आणि सर्वात महत्त्वाचे म्हणजे त्याची प्रतिकृती कशी बनते याचे स्पष्टीकरण मिळाले. त्यांचे निष्कर्ष एप्रिल १९५३मध्ये नेचर जर्नलमध्ये 'न्यूक्लिक्युलर स्ट्रक्चर ऑफ न्यूक्लिक ॲसिड्स : अ स्ट्रक्चर फॉर डीऑक्सिरायबोज न्यूक्लिक ॲसिड' या संक्षिप्त पेपरमध्ये प्रकाशित झाले. त्या शोधनिबंधात एक अशी टिपणी दिली गेली. आम्ही मांडलेली विशिष्ट जोडी आनुवंशिक सामग्रीसाठी संभाव्य प्रत यंत्रणा सूचित करते हे आमच्या लक्षात आलेले नाही. दुहेरी हेलिक्सच्या शोधामुळे आण्विक जीवशास्त्राच्या आधुनिक युगाची सुरुवात झाली, ज्यामुळे आनुवंशिक अभियांत्रिकी, जीन थेरपी, डीएनए फॉरेन्सिक्स आणि संपूर्ण जैवतंत्रज्ञान उद्योगाचा मार्ग मोकळा झाला. या कालखंडातील शोधासाठी, वॉटसन, क्रिक आणि विल्किन्स यांना १९६२मध्ये शरीरविज्ञान किंवा वैद्यकशास्त्रातील नोबेल पारितोषिक देण्यात आले.

प्रत्येक शास्त्रज्ञ त्याच्या लेखणीसाठी नेहमीच चर्चेत असतो. वॉटसनच्या बाबतीतही तसेच झाले. त्यांची अत्यंत प्रभावशाली कारकीर्द १९५६मध्ये ते हार्वर्ड विद्यापीठातील प्राध्यापक म्हणून रुजू झाल्यानंतर सुरू ठेवली होती. तेव्हा त्यांनी मॉलिक्युलर बायोलॉजी ऑफ द जीन (१९६५) हे पाठ्यपुस्तक प्रकाशित केले आणि त्याने अभिजात दर्जा मिळवला. १९६८ मध्ये ते कोल्ड स्प्रिंग हार्बर लॅबोरेटरीचे (CSHL) संचालक बनले, ज्याने ते आण्विक जीवशास्त्र आणि कर्करोग संशोधनावर लक्ष केंद्रित करणाऱ्या जागतिक दर्जाच्या संशोधन केंद्रात रूपांतरित केले. १९८८ ते १९९२पर्यंत, त्यांनी राष्ट्रीय आरोग्य संस्थांमध्ये राष्ट्रीय मानवी जीनोम संशोधन केंद्राचे पहिले संचालक म्हणून काम केले. संपूर्ण मानवी आनुवंशिक कोड अनुक्रमित करण्याचा प्रयत्न - हा भव्य मानवी जीनोम प्रकल्प स्थापन करण्यात आणि सुरू करण्यात महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावली. २००७मध्ये 'अॅव्हॉइड बोरिंग पीपल : लेसन्स फ्रॉम अ लाइफ इन सायन्स जेम्स'चे आत्मचरित्रात्मक पुस्तक प्रकाशित झाले. यामध्ये वैज्ञानिक शोधाचा असाधारण प्रवास व जीवन विशद केले. हे पुस्तक महत्त्वाकांक्षा, मौलिकता आणि रोमांचक प्रकल्प निवडण्याचे महत्त्व अधोरेखित करते. वॉटसनच्या बालपणापासून ते हार्वर्ड आणि कोल्ड स्प्रिंग हार्बर



जेम्स वॉटसनचे आत्मचारित्रात्मक पुस्तक. सौजन्य : प्रकाशक

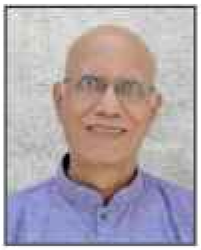
प्रयोगशाळेतील त्याच्या काळातील किस्से सांगते. विज्ञानात सर्जनशीलता आणि प्रगती वाढवण्यासाठी उत्तेजक आणि बौद्धिकदृष्ट्या उत्साही व्यक्तींच्या वर्तुळात स्वतःला ठेवणे किती आवश्यक आहे यावर खूप भर दिला आहे. त्यातूनच पुस्तकाच्या शीर्षकाने जन्म घेतला. विज्ञान हा एक स्पर्धात्मक तरुणांचा खेळ आहे आणि तरुण शास्त्रज्ञांना धाडसी, महत्त्वाकांक्षी राहण्यास आणि सुरक्षित, वाढीव संशोधनाऐवजी उच्च-प्रभाव असलेल्या, क्रांतिकारी प्रकल्पांवर काम करण्यास वॉटसनने भर दिले.

जेम्स ज्या संस्थेत काम करत होते तेथील प्रभावी सहकार्य आणि स्पर्धकांशी व्यवहार करणे खूप महत्त्वाचे असल्याचे लक्षात येते. चांगले गुण मिळवण्यासाठी ग्रेड स्कूलमध्ये स्वतःला जुळवून घेणे चांगले आहे, परंतु नंतरच्या कारकिर्दीत, स्थापित तथ्यांना आव्हान दिल्यास यश मिळू शकते. बौद्धिकदृष्ट्या अडकल्यावर एकटे संघर्ष करून कुठेही न जाता आपले वर्गमित्र किंवा सहकाऱ्यांकडून मदत मागणे चांगले. असेही त्यांनी सुचवले. समीक्षकांनी वॉटसनचा स्वभाव तर्कशुद्ध, बेशरम, उद्धट व हुशार व्यक्तिमत्त्वाचे असे गुण गौरविले आहेत. ते स्वतःला गर्विष्ठ किंवा राजकीयदृष्ट्या चुकीचे मानत असले तरी, विज्ञानाच्या वास्तविक जगाबद्दलची त्यांची अंतर्दृष्टी, स्पर्धा आणि विविध विषयांमधील शास्त्रज्ञ, शिक्षणतज्ज्ञांसाठी मौल्यवान आहेत असे नमूद केले आहे. १९८७मध्ये त्यांच्या कार्यावर आधारित माहितीपट प्रदर्शित झाले आहेत. अमेरिकन मास्टर्सने २०१९ मध्ये जीवनपट प्रदर्शित केला.

वॉटसनचा विज्ञानाकडे पाहण्याचा दृष्टिकोन महत्त्वाकांक्षी, सर्वात मोठ्या व मूलभूत प्रश्नांवर तीव्र लक्ष केंद्रित करणे, विशेषतः मॉडेल-बिल्डिंग पद्धतीद्वारे होता. ते केवळ विद्यमान ज्ञानाचे तपशीलवार वर्णन करण्याऐवजी बलाढ्य समस्येचा पाठपुरावा करण्याचे समर्थक होते. १९६८च्या त्यांच्या सर्वाधिक विक्री झालेला ग्रंथ 'द डबल हेलिक्स : अ पर्सनल अकाउंट ऑफ द डिस्कव्हरी ऑफ द स्ट्रक्चर ऑफ डीएनए'मध्ये टिपलेले त्यांचे व्यक्तिमत्त्व, एक अनादरशील, स्पर्धात्मक आणि अत्यंत प्रेरित शैली दर्शवते जी वेग आणि धाडसी अनुमानांना महत्त्व देत असे.

त्यांची कार्यनीती स्वतःमध्ये केंद्रित ऊर्जेची होती. त्यांच्या मानसिकतेचे प्रतिबिंबित करणारे एक प्रसिद्ध वाक्य, जे बहुतेकदा इच्छुक शास्त्रज्ञांना दिलेल्या त्यांच्या सल्ल्याशी संबंधित होते, ते म्हणजे यशासाठी केवळ बुद्धिमत्ताच नाही तर मूर्ख लोकांना टाळण्याचे आणि कधीही कंटाळवाणे काहीही करू नका असे धैर्य आवश्यक आहे. त्यांचा असा विश्वास होता की जीवशास्त्र सत्याच्या शोधात स्पष्टता देते. त्यांनी शास्त्रज्ञांना फक्त काय यावर नाही, सतत एखाद्या कल्पनेच्या कारणावर लक्ष केंद्रित करण्याचे आवाहन केले. त्यांचे वैज्ञानिक यश अतुलनीय असले तरी, वॉटसनची नंतरची कारकीर्द वंश आणि बुद्धिमत्तेबद्दल वादग्रस्त होती. २००७मध्ये पहिल्यांदा सार्वजनिक झालेल्या आणि नंतर पुनरावृत्ती झालेल्या त्यांच्या टिप्पण्यांवरून असे सूचित झाले की वांशिक गटांमधील बुद्धिमत्तेतील फरक आनुवंशिकदृष्ट्या आधारित होते - असे दावे जे वैज्ञानिकदृष्ट्या समर्थित नाहीत आणि वंशवादी म्हणून व्यापकपणे निषेधित आहेत. या सामाजिक प्रतिकार आणि वैयक्तिक अपयश त्यांच्या व्यावसायिक बहिष्काराला कारणीभूत ठरले. त्यांना निलंबित करण्यात आले आणि अखेरीस कोल्ड स्प्रिंग हार्बर प्रयोगशाळेतील त्यांच्या प्रशासकीय आणि मानद भूमिकांमधून राजीनामा देण्यास भाग पाडले गेले. त्यांचा सार्वजनिक वारसा तुटला, ज्यामुळे शास्त्रज्ञांच्या अतुलनीय योगदानाचा त्यांच्या वैयक्तिक विचारांशी कसा मेळ घालायचा याबद्दल एक जटिल संभाषण सुरू झाले. हा वाद एक धडा म्हणून काम करतो की वैज्ञानिक बुद्धिमत्ता स्वाभाविकपणे नैतिक ज्ञान किंवा पूर्वग्रहांपासून मुक्ततेशी समतुल्य नाही हे स्पष्ट होते. एक संस्था निर्माणकर्ता म्हणून, कोल्ड स्प्रिंग हार्बर प्रयोगशाळेतील त्यांच्या कार्यकाळामुळे ते आण्विक अनुवंशशास्त्र आणि कर्करोग संशोधनासाठी जागतिक पॉवरहाऊसमध्ये रूपांतरित झाले, जे आजही वैज्ञानिक सहकार्य आणि शिक्षणाचे एक प्रमुख केंद्र आहे. शिवाय मानवी जीनोम प्रकल्पाच्या नेतृत्वामुळे नकाशे तयार करण्याच्या प्रयत्नांसाठी आवश्यक गती आणि निधी प्राप्त झाला. जेम्स वॉटसन हे विसाव्या शतकातील विज्ञानातील एक महत्त्वाचे व्यक्तिमत्व होते, ज्यांनी डीएनए डबल हेलिक्सच्या सह-शोधाद्वारे अनुवंशशास्त्राच्या क्षेत्राशी जोडणी केली. तरुण वयात, त्यांची महत्त्वाकांक्षा, लक्ष आणि जीवशास्त्रातील सर्वात गहन प्रश्नांना तोंड देण्याची तयारी केली. यामुळे मानवतेला आनुवंशिकता समजून घेण्याची गुरुकिल्ली मिळाली. त्यांची जीवनकथा ही शेवटी तेजस्वी वैज्ञानिक कामगिरी आणि खेदजनक सार्वजनिक वादाचा विषय बनला. तरी त्यांनी सांगितलेली डीएनए दुहेरी हेलिक्स रचना साधी, आणि सुंदर असून जीवनाच्या आवश्यक वास्तुकलेचे सार्वत्रिक प्रतीक आहे.

– राघवेंद्र वंजारी
rvanjari02@gmail.com



धातूंचा इतिहास

आनंद घारे

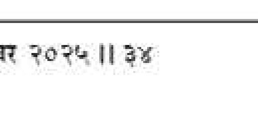
हे विश्व आणि यातील तारे, ग्रह, उपग्रह वगैरे सारे वस्तुमान निरनिराळ्या मूलद्रव्यांच्या स्वरूपात निर्माण होत गेले. त्यातच बहुतेक सगळे धातुसुद्धा अवकाशाच्या पोकळीत ताऱ्यांची निर्मिती होत असतानाच निर्माण झाले आणि ब्रह्मांडातल्या धुलीकण आणि वायू यांच्या ढगांमध्ये पसरले. त्यांच्यामधून पृथ्वी तयार होत असताना ते तिच्यासोबत आले. त्यामुळे सगळे धातू तर पृथ्वीच्या पोटात अनादि कालापासून आहेत. धातूंचा इतिहास म्हणजे मानवाने त्यांचा उपयोग करायला सुरुवात केल्यानंतर त्यात केलेल्या प्रगतीचा इतिहास आहे.

ठिकठिकाणी केलेल्या उत्खननांमध्ये जे पुरातन अवशेष मिळतात त्यांची तपासणी करून पुरातत्त्वविद्यावेत्त्यांना (आर्किऑलॉजिस्ट) त्या वस्तूचे अंदाजे वय आणि ती कशापासून तयार केली होती याचा एक अंदाज येतो आणि त्या काळातले तांत्रिक कौशल्य आणि विद्या यांची माहिती समजते, तसाच त्या भागातल्या मानवांच्या उत्क्रांतीचा क्रम समजतो. अशा प्रकारच्या सखोल अभ्यासांच्या आधाराने मानवाच्या इतिहासाचे अश्मयुग (स्टोन एज), कांस्ययुग (ब्रॉंझ एज) आणि लोहयुग (आयर्न एज) असे ढोबळ भाग पाडले आहेत. यातले प्रत्येक युग काही हजार वर्षांचे आहे आणि ती युगे एकमेकांत बेमालूम मिसळली आहेत. अमुक वर्षी एक युग संपले आणि दुसरे युग सुरू झाले असे नाही. नव्या धातूचा शोध लागला म्हणून आधीच्या धातूचा उपयोग करणे थांबत नाही. ते सगळे धातू आजतागायत उपयोगात आहेतच. शिवाय जुन्या वस्तू वितळवून त्यातून नव्या वस्तू तयार करणेही सर्व कालखंडांध्ये होतच राहिले आहे. त्यामुळे आज मिळालेल्या अवशेषांमधून त्यातला कोणता धातू सर्वात आधी कधी आणि कुठे सापडला किंवा तयार केला गेला याचा एक निश्चित असा क्रम सांगता येणार नाही. शास्त्रज्ञांनी अभ्यास आणि विचार करून वर्तवलेले त्यांचे अंदाज असतात.

माणूस अश्मयुगात असतानाच, सुमारे दहा-बारा हजार वर्षांपूर्वी त्याला सर्वात आधी सोने सापडले असावे. काही ठिकाणी तांबे हा धातू सोन्याच्याही आधी सापडला असावा असेही सांगितले जाते. सोने हा धातू आगीमध्ये जळून खाक होत नाही आणि पाण्यामध्ये गंजत नाही. त्याची दुसऱ्या कुठल्या मूलद्रव्यासोबत संयुगे न होता तो नैसर्गिक स्थितीमध्ये लक्षावधी वर्षे जमिनीत टिकून राहिला आहे. यामुळे कधी माती खणताना किंवा दगड फोडताना त्यात चकाकणारे सोन्याचे लहानसे गोळे किंवा वेडेवाकडे तुकडे माणसाला मिळाले आणि त्याने ते जपून ठेवायला सुरुवात केली. परंतु हा धातू पूर्वीपासूनच अत्यंत दुर्मिळ असल्यामुळे तो मौल्यवान झाला आणि त्याचा उपयोग दागदागिने करण्यासाठी आणि धनदौलत म्हणूनच होत राहिला. सोने हा मऊ आणि सहज झिजणारा धातू असल्यामुळे त्याचा उपयोग शस्त्रे, हत्यारे किंवा अवजारे तयार करण्यात काही अर्थ नव्हता. तो काळजीपूर्वक जपूनच वापरला गेला. सोन्याप्रमाणेच चांदीसुद्धा नैसर्गिकरीत्या उपलब्ध आहे आणि प्राचीन काळात सापडली. तीसुद्धा मौल्यवानच होती आणि तिचाही उपयोग दागदागिने आणि नाणी या स्वरूपात होत राहिला. (आकृती १)

नैसर्गिक सोने

नैसर्गिक चांदी



नैसर्गिक तांबे

उल्केमधले लोखंड

धातू आकृती -१

जगाच्या काही भागांमध्ये तांबेसुद्धा नैसर्गिक अवस्थेत सापडते, पण सुमारे सहा-सात हजार वर्षांपूर्वी तांबे हा बहुधा पहिलाच धातू माणसाने खनिजांपासून कृत्रिमरीत्या तयार केल्यानंतर त्याची उपलब्धता खूप वाढली आणि त्याचा उपयोग सर्वसामान्य लोकही करू लागले. तांब्याच्या खनिजाला म्हणजे एकाद्या ठिकाणच्या विशिष्ट प्रकारच्या मातीला मोठ्या आगीत भाजत असताना त्यातून वितळलेले तांबे बाहेर पडले असावे आणि लोकांनी त्याचे गुणधर्म पाहून त्याचा उपयोग करायला सुरुवात केली असावी. तो धातू कुठल्या मातीपासून आणि कसा तयार करायचा आणि त्याला कसा आकार द्यायचा यावर पुढील दोन-अडीच हजार वर्षे अनेक प्रकारचे प्रयोग करून माणसाने त्यात हळूहळू प्राविण्य मिळवले. कांस्ययुगाच्या सुरुवातीचा भाग असलेल्या या कालखंडाला काही लोकांकडून ताम्रयुग असेही म्हटले जाते. शुद्ध तांबेसुद्धा मऊ असल्यामुळे त्याचा लढाईसाठी फारसा उपयोग नव्हता. तांब्याचा शोध लागल्यानंतर माणसाला आर्सेनिक, कथिल, शिसे असे आणखी काही धातू सापडले आणि काही कामासाठी त्यांचाही उपयोग व्हायला लागला.

वितळलेल्या तांब्यामध्ये कथिल हा दुसरा धातू मिसळला तर ते मिश्रण थंड झाल्यानंतर त्यामधून जास्त कणखर आणि टिकाऊ पदार्थ तयार होतो असे सुमारे साडेचार हजार वर्षांपूर्वी माणसाच्या लक्षात आले. त्यात आर्सेनिक मिसळले तर त्याचे गुणधर्म अधिक बदलतात. अशा मिश्रधातूंना कांस्य (ब्राँझ) म्हणतात. यात तांबे हा मुख्य धातू असतो आणि वेगवेगळ्या प्रमाणात इतर धातू मिसळून निरनिराळ्या प्रकारांचे कांस्य तयार केले जाते. त्यांचे उपयुक्त गुणधर्म पाहता त्यांचा अधिक प्रमाणात उपयोग व्हायला लागला आणि कांस्ययुग बहराला आले. ते पुढील सुमारे हजार दोन हजार वर्षे चालले. काही ठिकाणच्या खाणीमधील खनिजातच तांब्याबरोबर इतर एखादा धातू मिसळलेला असल्यामुळे त्यामधून थेट कांस्यच तयार झाले. जगाच्या पाठीवरील भारतासह अनेक देशांमध्ये केलेल्या उत्खननांमध्ये काशाच्या मूर्ती तसेच शस्त्रास्त्रे सापडली आहेत. तांब्याच्या वस्तूंपेक्षा या अधिक सुबक आहेत हे आकृती २ मधील चित्रांवरून लक्षात येईल. तांबे आणि जस्त मिळून पितळ तयार होते. एकाच खाणीमध्ये तांबे आणि जस्त या दोन्ही धातूंची खनिजे असतील तर त्यांना भाजल्यानंतर सरळ पितळच तयार होईल. पुरातन काळातील पितळेच्या वस्तूही उत्खननात सापडल्या आहेत. पितळ हा धातू कांस्याच्या तुलनेत कमी कणखर आणि अधिक लवचीक असल्यामुळे त्याला ठोकून त्याच्या वस्तू

धातू आकृती २

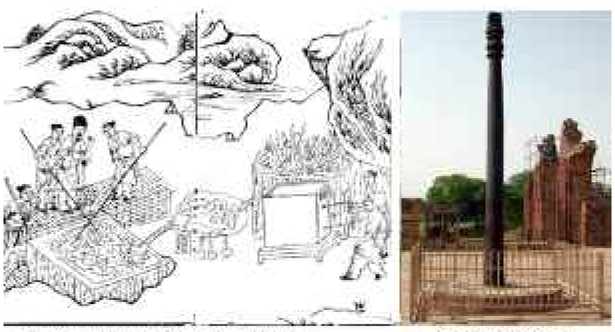
तयार करणे तुलनेने सोपे असते आणि त्याचा रंग सोन्यासारखा पिवळा असल्यामुळे त्या वस्तू अधिक आकर्षक दिसतात.

ओल्या मातीपासून तयार केलेल्या वस्तूला भट्टीत भाजल्यावर कणखरपणा आणि टिकाऊपणा येतो हे माणसाला अश्मयुगातच समजले होते आणि तो विटा, कौले, गाडगी, मडकी वगैरेंचा वापर करायला लागला होता. त्या कामासाठी त्याने निरनिराळ्या प्रकारच्या आणि आकारांच्या भट्ट्या तयार केल्या. अशा भट्ट्यांमध्ये दगडमातीवर केलेल्या प्रयोगांमधून तांबे, कथिल, शिसे, जस्त यासारख्या धातूंचे शोध लागत गेले. कमी तापमानावर वितळणारे हे धातू कांस्ययुगात सापडले. त्यांचा अधिक अभ्यास आणि प्रयोग करून ते धातू आणि त्यांचे मिश्रधातू तयार करून त्यांना आकार देण्याच्या तंत्रज्ञानाचा विकास होत गेला. त्याच्यामधून नवीन साधने बनवण्याची प्रक्रिया सुरू झाल्यामुळे या कांस्ययुगात मानवी समाजजीवन आणि तंत्रज्ञान यात अश्मयुगाच्या मानाने मोठी प्रगती झाली.

आकाशामधून जमिनीवर येऊन पडणाऱ्या उल्कांमध्ये काही धातू असतात. लोखंड आणि निकेल यांचे मिश्रण असलेल्या उल्का अत्यंत कठीण असतात. उल्कावर्षावामधून पडलेल्या अशा लोखंडाचा उपयोग प्राचीन काळापासून आयुधे किंवा औजारात केला जात होता. सुमारे चार हजार वर्षांपूर्वी भूमीगत खनिजापासून लोखंड तयार करण्याचा शोध लागला आणि त्याने जगाच्या इतिहासाचे रूप पालटले. तेव्हा सुरू झालेले लोहयुग दोन-तीनशे वर्षांपूर्वी यंत्रयुग येईपर्यंत चाललेले होते. यंत्रयुगातसुद्धा लोखंडाला अनन्यसाधारण महत्त्व आहेच. बहुतेक सगळी यंत्रे लोखंडाच्या निरनिराळ्या प्रकारांमधूनच तयार केली जातात. लोखंड हा धातू खनिजांच्या स्वरूपात पृथ्वीवर मुबलक प्रमाणात सापडतो, पण लोखंडाचा वितळनबिंदू (मेल्टिंग पॉइंट) जास्त असल्यामुळे ते खनिजापासून तयार करण्याची क्रिया सोपी नाही. सुमारे साडेतीन ते चार हजार वर्षांपूर्वीच्या काही उद्योगशील लोकांनी लोखंडाचे खनिज आणि कोळसा यांना चुनखडीसारख्या आणखी काही पदार्थांसोबत खास प्रकारच्या भट्ट्यांमध्ये खूप जास्त तापमानापर्यंत भाजले आणि त्यातून धातूरूप लोखंड

तयार झाले. या धातूच्या अद्‌भुत गुणधर्मांमुळे त्याने इतर धातू आणि कांस्य यांच्यावर आघाडी मारली. इतिहासातले कांस्ययुग संपून लोहयुग सुरू झाले असे म्हटले जात असले तरी पुढील काळातही, अगदी आजमितीपर्यंत तांबे, कथिल, शिसे, कांस्य आदी त्या युगातल्या धातूंचा विशिष्ट कामांसाठी उपयोग होतच राहिला आहे.

लोखंडाचे निरनिराळे प्रकार आहेत आणि त्यांच्या गुणधर्मानुसार त्यांचा उपयोग केला जातो. लहान भट्ट्यांमध्ये लोखंड तयार करताना त्याच्या द्रवणांकापेक्षा (melting point) कमी तापमानावर तप्त लोखंडाचा स्पंजसारखा गोळा तयार होतो. त्याहून अधिक तपमानावर ते वितळते तसेच त्यात कर्ब (कार्बन) मिसळले जाऊन त्याचे कच्चे लोखंड (पिग आयर्न) बनते. प्राचीन काळातल्या काही ठिकाणी पहिल्या आणि काही जागी दुसऱ्या प्रकाराने लोखंड तयार होत होते. या दोघांच्याही गोळ्यांना पुन्हा तापवून मऊ केल्यावर त्यांना ठोकून एकत्र जोडता येते तसेच गोल किंवा चपटा असा आकार देता येतो. या प्रकाराला रॉट आयर्न (Wrought Iron) म्हणतात. दिल्ली येथील प्रख्यात लोहस्तंभ खास प्रकारच्या रॉट आयर्नचा आहे. आकृती-३ पाहा.



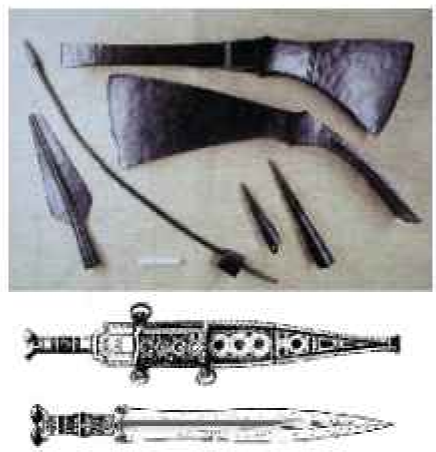
चीनमधील प्राचीन काळातील लोखंडाची भट्टी

दिल्ली येथील लोहस्तंभ

धातू आकृती - ३

लोखंडाला वितळवून आणि साच्यात ओतून वेगवेगळ्या आकारांच्या ओतीव लोखंडाच्या (Cast Iron) वस्तू तयार करता येतात. या वस्तू कणखर आणि मजबूत असतात, पण त्या काही प्रमाणात ठिसूळ असल्यामुळे त्यांना तडे जाऊ शकतात. लोहामध्ये विशिष्ट प्रमाणात कर्ब आणि सिलिकॉन, मँगेनिज यांच्यासारखी इतर काही द्रव्ये मिळवली तर त्यामधून पोलाद तयार होते. हा धातू मजबूत तसाच लवचीकही असतो. पोलादाला तापवून थंड पाण्यात बुडवले तर ते जास्तच कणखर होते. त्याला धार लावता येते आणि ती बोथट न होता टिकून राहते. यामुळे त्यापासून भाले, कट्यार, खंजीर आणि तलवारी यांच्यासारखी धारदार शस्त्रे तयार होऊ लागली आणि या पोलादी शस्त्रांमधून सामर्थ्य निर्माण झाले. आदिमानव लहान टोळ्यांमध्ये राहात होते. मानवाच्या हातात घातक शस्त्रे आल्यानंतर मोठी राज्ये-साम्राज्ये तयार झाली, त्यांनी शस्त्रास्त्रांनी सुसज्ज अशी सेनादले बाळगली आणि त्यांच्या जोरावर ते आक्रमणे व युद्धे करायला लागले. पुढे लोखंडामधूनच तयार केलेली तोफा, बंदुका यासारखी लांब पल्ल्यावर मारा करणारी शस्त्रेही निघाली आणि त्यामुळे जगभरात कमालीची उलथापालथ झाली.

शस्त्रे आणि अवजारे यांचा विकास नेहमीच हातात हात घालून होत आला आहे. (आकृती-४) पोलादाचे गुणधर्म पाहून त्याचा उपयोग शेती, उद्योग आणि घरातदेखील व्हायला लागला. शेतकामासाठी कुदळ, पहार, कुऱ्हाड यासारखी, कारखान्यांसाठी हातोडे, घण, करवती वगैरे औजारे, यंत्रे आणि वाहने यांच्यासाठी चाके, बांधकामासाठी खांब आणि तुळया आणि घरातल्या उपयोगासाठी सुरी, कात्री, दाभण,



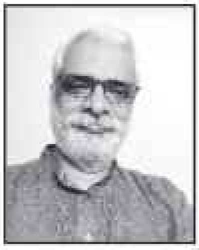
लोखंडाची औजारे आणि शस्त्रे

धातू आकृती ४

तवा, झारा अशा अनेक वस्तू तयार होत गेल्या. लोहारकाम हा एक महत्त्वाचा उद्योग सुरू झाला. लोखंड आणि पोलादाच्या शोधानंतर अशा प्रकारे माणसाच्या जीवनाला आणि इतिहासाला कलाटणी मिळाली.

हजारो वर्षे चाललेल्या अश्मयुगामध्ये माणूस फक्त दगड किंवा लाकूड अशा निसर्गात उपलब्ध असलेल्या पदार्थांचा उपयोग करून अत्यंत साधी राहणी रहात होता. कांस्ययुगामध्ये त्याने तांबे, कांस्य, पितळ यासारख्या धातूंचा उपयोग करून आपले जीवन सुधारले आणि लोहयुगात तो अधिकाधिक शक्तिशाली होत गेला. मानवी सभ्यतेच्या उत्क्रांतीमध्ये धातूंनी महत्त्वाची भूमिका बजावली आहे.

– आनंद घारे
abghare@yahoo.co



माळीकामातील विज्ञान आणि तंत्रज्ञान

(भाग - १)

डॉ. जयंत वसंत जोशी

माळ्याला बागेत काम करताना बऱ्याच बाबींवर लक्ष ठेवावे लागते. त्यात लागवड, रोपांची निर्मिती, झाडांची देखभाल, मातीची देखभाल, सिंचन, अनावश्यक गवत नियंत्रित ठेवणे, कीड, आणि रोगनियंत्रण, कलम तयार करणे यासारख्या विविध बाबी येतात. या पद्धती व त्यासाठी लागणारी साधने आणि उपकरणे यात विज्ञानाचा व विज्ञानावर आधारित तंत्रज्ञानाचा कळत-नकळत विपुल प्रमाणात वापर केला जातो.

मातीची तयारी करताना माती खरवडणे, वखरणे, नांगरणे, कोळपणे, मातीचा प्रकार तपासणे आणि योग्य समायोजन करणे, पोषणतत्त्वाची भरपाई, सेंद्रिय खतांची निर्मिती व वापर, बियाणांची निवड, बिया व रोपांची लागवड, बागेत विशिष्ट प्रकारच्या वेली, झुडपे, झाडे यांच्या जागा निश्चित करणे, पाणीसिंचन, जलनियंत्रण, मातीतील ओलावा तपासणे, ठिबकसिंचन, गवत काढणे, मलचिंग, गवत काढणे, तण किंवा कीडनियंत्रण, रासायनिक किंवा जैविक कीटकनाशक वापरणे, रोगांचा शोध घेणे आणि नियंत्रण ठेवणे, वेली आणि लहान गवतांची छाटणी असे अनेक छोटी-छोटी वाटणारी कामे बागकाम करणारा माळी करत असतो. माळीकामाच्या उपकरणांची यादीही खूप मोठी आहे, कारण प्रत्येक कामासाठी वेगवेगळ्या उपकरणांची आवश्यकता असते. बागकाम करताना, त्यातली काही उपकरणे सामान्य असतात, तर काही विशिष्ट कामांसाठी वापरली जातात. माळ्याकडून बागकामाच्या विविध कामांसाठी आवश्यक उपकरणे व पद्धतीतील विज्ञान आणि तंत्रज्ञान आपण समजून घेऊ.

जमीन खुरपणे म्हणजे मातीचे किंवा जमिनीतल्या गवताच्या किंवा तणाच्या रोपट्यांना जमीन खरवडून काढणे, जेणेकरून इतर उपयुक्त रोपांना, झाडांना योग्य प्रमाणात हवा, पाणी आणि पोषण मिळू शकेल. खुरप्याच्या माध्यमातून फुलवलेली/मोकळी केलेली माती अधिक उत्पादनक्षम होऊ शकते. हे एक मुख्य तंत्र आहे जे मुळांचा

पारंपरिक खुरपे

विकास वाढवण्यासाठी आणि जमिनीतून सेंद्रिय पदार्थ काढण्यासाठी उपयोगी आहे. खुरपल्याने मातीतील ओलावा आणि हवा यांचे संतुलन सुधारते. जमिनीवर जे तण असते, ते ओलावा आणि पोषण घेण्याबरोबरच इतर पिकांशी स्पर्धा करतात. खुरपल्यामुळे मातीचा कठोरपणा कमी होतो आणि त्यातील गाळता सुधारते. यामुळे मातीतील पोषक तत्त्व आणि हवेची आवक अधिक प्रमाणात होऊ शकते. तसेच, खुरपल्याने मातीतील पाणी साठवण्याची क्षमता वाढते.

आधुनिक खुरपे

यामुळे पिकांना अधिक तजेला आणि ऊर्जा मिळते. पारंपरिक खुरपणे म्हणजे हाताने किंवा साधनांद्वारे तण काढणे. यामध्ये शेतकऱ्यांना वेळेचा आणि शारीरिक श्रमाचा खर्च जास्त होतो. आजकाल यांत्रिक खुरपणे यंत्रांद्वारे तण काढणे अधिक जलद आणि कार्यक्षम झाले आहे. आधुनिक तंत्रज्ञानाचा वापर करून स्मार्ट खुरप्याची पद्धत विकसित केली गेली आहे. या तंत्रज्ञानामध्ये संवेदकांचा (सेंसरचा) वापर करून तण किंवा इतर वनस्पतींची स्वतंत्र ओळख पटवली जाते, आणि त्यानुसार खुरपण्याचे कार्य चालवले जाते. यामध्ये रासायनिक पद्धतीऐवजी जैविक पद्धती वापरल्या जातात.

यांत्रिक किंवा स्मार्ट खुरप्यामुळे कामाची गती लक्षणीय वाढते. त्यामुळे कमी वेळेत अधिक काम होऊ शकते. संपूर्ण शेतातील व्यवस्थापन. आधुनिक तंत्रज्ञानाच्या वापरामुळे शेतकऱ्यांना त्यांच्या शेतातील विविध गोष्टी अधिक व्यवस्थित आणि पद्धतशीरपणे नियंत्रित करता येतात.

कुदळ

बागकामासाठी वापरली जाणारी कुदळ हे एक साधे आणि प्राचीन उपकरण असले तरी त्यामध्ये विज्ञानाच्या आणि तंत्रज्ञानाच्या अनेक आयामांचा समावेश आहे. कुदळ बागकाम, शेती, किंवा माती खोदणे, गवत काढणे, आणि इतर कामांसाठी वापरली जाते. तिच्या कार्यप्रणालीमध्ये यांत्रिकी, सामग्री विज्ञान, आणि कार्य पद्धतीचा अभ्यास यांचा समावेश असतो. कुदळ हे एक यांत्रिक उपकरण आहे जिच्यामध्ये तरफेच्या तत्त्वाचा वापर केला जातो. कुदळीच्या दांड्याला एक तरफ मानले जाते, ज्यावरून काम करण्यासाठी शारीरिक बल लागू केले जाते. कुदळीच्या दांड्यावर तुम्ही दबाव टाकता, तेव्हा दांड्याच्या एका टोकाला टेकू म्हणून तुमचा हात एक बळ लावतो, आणि दुसऱ्या टोकावर (लोखंडी भागाकडे) त्याचा परिणाम दिसून येतो. कुदळीचा लोखंडी भाग मातीमध्ये प्रवेश करून तिला खिळवतो, काढतो किंवा हलवतो. कुदळीच्या दांड्याच्या लांबीवर, वजनावर आणि लवचीकतेवर कुदळीची कार्यक्षमता अवलंबून असते. कुदळ वापरताना, तुम्ही मातीवर दाब आणि घर्षण निर्माण करता. कुदळीचा लोखंडी भाग धार किंवा पाचरीसारखा असतो, जो मातीला खिळवून त्यात प्रवेश करतो. मातीवरील घर्षणामुळे कधी कधी अतिरिक्त ताकद लागते, म्हणूनच कुदळ बनवताना त्याच्या लोखंडी भागाच्या आकाराचा, त्याची धार आणि इतर घटकांचा विचार केला जातो. कुदळीच्या लोखंडी भागाला धार असायला हवी, ज्यामुळे ती मातीमध्ये सहज प्रवेश करू शकेल. त्याचे आकार आणि आकारानुसार घर्षणाचे प्रमाण कमी किंवा जास्त होऊ शकते. कुदळ मुख्यतः माती खोदण्यासाठी, गवत काढण्यासाठी, फुलांच्या आणि फळांच्या पिकांची मुळे मोकळी करण्यासाठी वापरली जाते. हे सारे काम यांत्रिक बलांवर आधारित आहेत, आणि कुदळीची रचना त्यातील प्रत्येक कार्य सुलभ आणि कार्यक्षम बनवते. कुदळीची रचना आणि तिच्या टिकाऊपणासाठी विविध प्रकारच्या सामग्रीचा वापर केला जातो. पारंपरिक कुदळ लोखंडी असली तरी, आजकालच्या कुदळींमध्ये आधुनिक तंत्रज्ञानामुळे सामग्रीच्या बाबतीत मोठ्या सुधारणा झाल्या आहेत. स्टेनलेस स्टीलचा वापर कुदळीच्या पात्यासाठी केला जातो कारण ते अधिक टिकाऊ, धारदार आणि गंजरोधक असते. हलके पण मजबूत असलेले टायटॅनियमही काही कुदळींच्या पात्यांसाठी वापरले जाते. यामुळे कुदळ अधिक हलकी, मजबूत आणि जास्त टिकाऊ बनते. हलके आणि मजबूत असलेले कार्बन फायबर दांड्यांसाठी वापरले जाते. ही सामग्री वजन कमी करते आणि एकूण कार्यक्षमता वाढवण्यास मदत करते.

कुदळीच्या रचनेमध्ये मानवी शरीराची सोय महत्त्वाची असते. पारंपरिक कुदळींमध्ये दांडा सरळ असायचा, जो वापरकर्त्याच्या शरीराच्या स्थितीला अपेक्षित प्रतिसाद देत नसे, परंतु आधुनिक कुदळींमध्ये अधिक कार्यक्षम रचनांचा समावेश केला जातो, ज्यामुळे उपयोगकर्ता कमीत कमी शारीरिक ताण घेत काम करू शकतो. आधुनिक कुदळींमध्ये दांड्याच्या वक्रतेचा वापर केला जातो. दांड्याला लहान व

गोलसर बाक असतो, ज्यामुळे ताण कमी होतो आणि शरीरावर योग्य दबाव पडतो. दांड्याची लांबी आणि आकार शरीराच्या आरामदायक स्थितीला अनुकूल करून रचना केली जाते. यामुळे अंगावर अधिक ताण न येता माती हलवणे किंवा खोदणे सोपे होते. पात्याचा आकार आणि धार खूप महत्त्वाचे असतात. पारंपरिक कुदळीचे पाते समतल आणि त्रिकोणाकार असत, पण काही आधुनिक कुदळींमध्ये पात्याचा आकार समायोजित केला जातो, जे विशिष्ट कार्यांसाठी अधिक उपयुक्त असतात. कुदळ हे एक अत्यंत साधे उपकरण असले तरी त्यामध्ये विज्ञान आणि तंत्रज्ञानाच्या अनेक पैलूंचा समावेश आहे. याच्या कार्यप्रणालीतील यांत्रिक तत्त्व, बल, घर्षण, आणि विविध प्रकारच्या आधुनिक सामग्रीचा वापर यामुळे ते अधिक कार्यक्षम आणि आरामदायक बनले आहे.

फावडे

माती खोदण्यासाठी, खड्ड्यातील माती काढण्यासाठी, पिकांच्या मुळांशी संपर्क साधणे, माती हलवणे किंवा इतर जमिनीवरील कामांसाठी फावडे वापरले जाते. फावडे, माती किंवा इतर कच्च्या मालाशी संपर्क साधणारे एक उपकरण आहे. याच्या रचनेमध्ये बरेच शास्त्रीय सिद्धांत लागू होतात, ज्यामुळे ते अधिक कार्यक्षम आणि वापरण्यास सोपे बनवले जाते. फावड्याच्या कार्यक्षमतेसाठी योग्य बलाची आवश्यकता असते. शास्त्राच्या दृष्टिकोनातून, फावड्याच्या दांड्यावरून वापरलेली ताकद मातीवर लागू करणे आवश्यक असते. फावड्याचा पुढचा आकार पसरट असतो, जो लहानमोठ्या कणांवर प्रभाव टाकून माती किंवा इतर पदार्थ सहजपणे उचलतो. आपण फावडे वापरतो, तेव्हा आपल्या हातांमार्फत आपली कुल्ल्यांनी आणि कंबरेने लावलेली ताकद दांडा आणि पसरट पात्यामार्फत वापरली जाते. फावड्याच्या दांड्याचा कोन वापरणाऱ्या माणसाच्या शरीराच्या स्थितीच्या अनुकूल असावा लागतो. हा कोन शरीरावर लागू होणारा दबाव आणि ताण नियंत्रित करतो.

तरफेचे तत्त्व – फावडे हे एक तरफ म्हणून काम करते. फावड्याचा दांडा एक प्रकारे टेकू म्हणून कार्य करतो. आपल्याला फावडे माती किंवा चिखलात आत घालण्यासाठी किंवा माती उचलण्यासाठी दांड्याला बरीच ताकद लागू करावी लागते. यामुळे मोठ्या प्रमाणावर माती किंवा इतर पदार्थ उचलता येतात. पारंपरिक फावडे लोखंड किंवा पोलादापासून बनवले जात होते, पण आधुनिक तंत्रज्ञानामुळे फावड्याच्या बनवणीसाठी अधिक हलके आणि मजबूत मिश्रधातू वापरले जातात. हलक्या पण मजबूत फावड्यांच्या निर्मितीसाठी टायटॅनियम आणि कार्बन फायबरचा वापर केला जातो. ही फावडी अधिक टिकाऊ, हलके आणि गंजविरोधक असतात. काही विशिष्ट प्रकारच्या फावड्याच्या ब्लेडसाठी स्टेनलेस स्टील वापरले जाते, कारण ते अधिक धारदार, टिकाऊ आणि गंजण्यापासून सुरक्षित असते. पारंपरिक लाकडी दांड्याबरोबरच आधुनिक दांडे तयार करण्यासाठी प्लास्टिक आणि रबरच्या मिश्रणाचा वापर केला जातो, ज्यामुळे वजन कमी होतो आणि घर्षणामुळे हाताची पकड चांगली येते. फावड्याच्या सुधारित रचनांमुळे व अनेक तंत्रज्ञानिक सुधारणांमुळे त्याचा वापर अधिक सोयीस्कर आणि कार्यक्षम झाला आहे. फावड्याच्या दांड्याचा आकार, लांबी आणि वक्रता मानवी शरीराच्या सोयीसाठी अनुकूल केल्या जातात. यामुळे उपयोग करताना शरीरावर कमी ताण येतो. काही आधुनिक फावड्यांच्या दांड्यांचे कोन समायोजित करण्याची सोय असते, ज्यामुळे वापरकर्ता त्याच्या शरीराच्या स्थितीनुसार त्याचा उपयोग करू शकतो. काही फावड्यांमध्ये दांड्याची लांबी समायोजित करण्याची सोय असते, ज्यामुळे विविध प्रकारच्या कामांसाठी ते उपयुक्त ठरते. आधुनिक स्मार्ट तंत्रज्ञानाचा वापर बागकाम आणि इतर उचलकामामध्ये केला जात आहे. काही फावडी स्मार्ट फीचर्ससह येतात, जे वापरकर्त्याला अधिक कार्यक्षम बनवतात. काही फावड्यांमध्ये अंतर्गत संवेदक (सेंसर) असतात जे वापरकर्त्याला कधी आणि किती दबाव लागू करावा हे सूचित करतात. सध्याच्या फावड्यांच्या गुणवत्तेची चाचणी आणि विश्लेषण अत्यंत परिष्कृत आहे. यामध्ये उत्पादनाची कडकपणा, टिकाऊपणा, आणि घर्षणप्रतिकार तपासले जातात. काही फावड्यांमध्ये उचललेली माती आणि त्यावर वापरलेले दबाव यावर आधारित त्यांची मजबुती मोजली जाते.

(चित्र माहितीजालावरून साभार)

– **डॉ. जयंत वसंत जोशी**
jvjoshi2002@yahoo.com

डॉ. एकनाथ चिटणीस

डॉ. संगीता गोडबोले

खगोलशास्त्र खगोलभौतिकशास्त्र हे शब्द वाचनात आले की काय क्लिष्ट असेल ते या विचारानंच दोन पावलं मागे जावंसं वाटतं, पण या विषयांवर लीलया काम करणारी प्रसिद्धीपराङ्मुख माणसं पाहिली, वाचली की दुरून का होईना ते काय असतं याची उत्सुकता निर्माण होते. आकाश, अवकाश, ग्रह, तारे, चंद्र, सूर्य, आकाशगंगा, उपग्रह, रॉकेट, चांद्रयान, मंगळयान, आर्यभट्ट, धूमकेतू, कृष्णविवर... कधी ना कधी कुठे ना कुठे कानावर पडलेल्या या शब्दांना जवळून निरखावंसं वाटतं. इस्रो, फिजिकल रिसर्च लॅबोरेटरी (पी.आर.एल.) विक्रम साराभाई स्पेस सेंटर, सतीश धवन स्पेस सेंटर, आयुका यांसारख्या संस्था आणि त्यात काम करणारी अगणित प्रज्ञावंत, कुठल्याशा ध्येयानं झपाटलेली माणसं... वैज्ञानिक म्हटलं तर सर्वसामान्य जगापासून काही अंतरावरच असतात, पण त्यांच्या जवळ जाणं हे फार वेगळं काहीतरी देऊन जातं तुम्हाला. या स्वानुभवातून काही वैज्ञानिक मांडण्याचा प्रयत्न करणार आहे. माझ्या मनात ही माणसं रुतून बसलीत. त्यांचं अचंबित करणारं काम एका वेगळ्याच जगाशी तोंडओळख करून देतं याची जाणीव आणि त्या जाणिवेतून मिळालेला आनंद आणि माहिती दोन्हीही मांडणं आवश्यक वाटलं... म्हणून आता दर महिन्याला एक, असा एकेक वैज्ञानिक मला जसा उलगडला तसा मांडत जाईन. एकेकाचं जीवनचरित्र मला प्रेरणादायी वाटलं, तुम्हालाही ते तसंच वाटेल याची खात्री आहे.

२० नोव्हेंबर १९६७ रोजी इस्रोने विकसित केलेले पूर्णपणे भारताने तयार केलेले पहिले रॉकेट 'RH-75' रोहिणी ७५, केरळमधील थुंबा येथून प्रक्षेपित केले होते आणि आज राकेट उड्डाणांनी शंभरी गाठली.

२ नोव्हेंबर २०२५ रोजी इस्रोने आजपर्यंत सोडलेल्या सॅटेलाईटपैकी सगळ्यात जड असलेला, ४,४१० किलोग्रॅम वजनाचा CMS03 हा मल्टि-बँड कम्युनिकेशन सॅटेलाईट, LVM3-M5 ह्या रॉकेटने (सॅटेलाईट लाँच व्हेहिकलने), जिओसिंक्रोनस कक्षेत यशस्वीरीत्या स्थापित केला!

लाँचच्या वेळी ६४२ टन (!) एवढे प्रचंड वजन उचलून अवकाशात झेपावलेल्या रॉकेटला घन, द्रव आणि भारतीय क्रायोजेनिक इंजिनांनी ताकद दिली होती!

इतक्या थोड्या कालावधीत भारताने या क्षेत्रात केलेली प्रगती पाहून अभिमानाने ऊर भरून येतो. त्यासाठी श्रमलेल्या वैज्ञानिकांबद्दलचा आदर मनात मावत नाही आणि शब्दांत पूर्णपणे व्यक्त करता येत नाही हेच खरे.

पहिले रॉकेट सोडण्यात महत्त्वाचा सहभाग असणाऱ्या पद्मभूषण डॉ. एकनाथ चिटणीस यांचे शंभरी पार अत्यंत सफल जीवन जगून नुकतेच निधन झाले.

पहिला लेख त्यांनाच समर्पित करते.

इस्रोचे शिल्पकार डॉ एकनाथ चिटणीस

विज्ञान देशाला प्रगतिपथावर नेते आणि जगाच्या नकाशाला त्या क्षेत्रातील कामाची आणि त्यासाठी झटणाऱ्या व्यक्तींची नोंद घ्यावी लागते.

इस्रोसारख्या संस्थेत महत्त्वाचा सहभाग असणारे पद्मभूषण डॉ. एकनाथ चिटणीस हे त्यांपैकीच एक. इस्रो, (भारतीय अवकाश संशोधन संस्था) आणि डॉ. चिटणीस यांचे अतूट नाते होते.

डॉ. विक्रम साराभाई यांच्यासह भारतीय अवकाश कार्यक्रमाची सुरुवात करणाऱ्या पहिल्या काही शास्त्रज्ञांमध्ये डॉ. चिटणीस यांची गणना करता येईल.

भारतातील पहिला दूरसंचार उपग्रह इन्सॅट, कम्युनिकेशन सटेलाईट, दूरदर्शन आणण्यासाठी केलेला साईट प्रयोग, थुंबा आणि श्रीहरीकोटा या दोन्ही रॉकेट प्रक्षेपण केंद्रांच्या जागेची निवड करण्यात त्यांचा महत्त्वाचा सहभाग आहे. स्पेस ॲप्लिकेशन सेंटरचे संचालक आणि पी.टी.आय.चे अध्यक्ष ही पदेही त्यांनी भूषविली.

एकनाथ चिटणीस

कोल्हापूरमध्ये २५ जुलै १९२५ रोजी जन्मलेल्या एकनाथ चिटणीस यांची कर्तृत्वभरारी गगनाला गवसणी घालणारी होतीच, पण या वैयक्तिक कामगिरीबरोबरच भारताच्या वैज्ञानिक उत्क्रांती आणि उत्कर्षामध्येही त्यांनी महत्त्वाचा अध्याय लिहिला असे म्हणणे अधिक सयुक्तिक ठरेल.

१९५२ मध्ये पुणे युनिव्हर्सिटीतून एम.एससी. फिजिक्स (इलेक्ट्रॉनिक्स) विषयात प्रथम क्रमांकाने उत्तीर्ण झालेल्या चिटणीसांना यूपीएस् सीमधून निवड होऊन ऑल इंडिया रेडिओमध्ये ५०० रुपयांची नोकरीची ऑफर मिळाली.

परंतु काही माणसं आपण काहीतरी वेगळे आणि उत्तम करावे या ध्येयाने पछाडलेली असतात. त्यांच्या रक्तातच एक वेड असते... कुणाला संशोधनाचं, कुणाला संगीताचं कुणाला आणि कसलं...पण ही 'वेडी' माणसेच त्या त्या क्षेत्रात आर्थिक त्रैराशिके न मांडता क्रांती घडवून आणतात. चिटणीसांनीही ती पाचशे रुपयांची हाती सहज आलेली नोकरी सोडून शंभर रुपये स्कॉलरशिप देणाऱ्या त्यावेळच्या हॉट टॉपिक असणाऱ्या कॉस्मिक रेवरील संशोधनाला प्राधान्य दिले आणि डॉ. विक्रम साराभाई यांच्यासोबत फिजिकल रिसर्च लबोरेटरीमध्ये (पी.आर.एल. अहमदाबाद) काम करायचा निर्णय घेतला.

पहिल्या वर्षी तर ते शंभर रुपये मिळणेही शक्य नव्हते म्हणून कॉलेजमध्ये लेक्चररशिप केली.

१९५२ सालची ही गोष्ट.

त्यावेळी विक्रम साराभाई यांच्याबरोबर अनेक शास्त्रज्ञ कॉस्मिक रेंजवर काम करीत होते. प्रचंड वेगात हे किरण येतात कुठून आणि कसे हे शोधण्यात ते मग्न होते.

१९४५ साली आर्थर क्लार्क यांनी वर्ल्ड वाईड कम्युनिकेशन कसे शक्य होईल यावर एक पेपर लिहिला होता- साधे पुणे ते दिल्ली एवढ्या अंतरासाठीही दर पन्नास ते सत्तर किलोमीटर अंतरावर रिले बसवावे लागतात. परंतु सटेलाईट ३६००० किलोमीटर उंचीवर असताना पृथ्वीचा एकतृतीयांश भाग पाहू शकतो, असे फक्त तीन सटेलाईट अवकाशात सोडले तर पूर्ण जगाशी कम्युनिकेशन शक्य होईल.

१९४५ साली मांडलेली कल्पना बारा वर्षांनंतर प्रत्यक्षात आली. ४ ऑक्टोबर १९५७ रोजी रशियाने स्फुटनिक नावाचा सटेलाईट पाठवला पण तो कम्युनिकेशन सॅटेलाईट नव्हता. १९५२ साली अमेरिकेने सॅटेलाईट कम्युनिकेशन सुरू केले, पण डायरेक्ट रिसेप्शन ही कल्पना भारताने सर्वप्रथम कार्यरत केली.

अमेरिकन नेव्हीचा सोलर एक्स रे सॅटेलाईट, गॅमा रे ॲस्ट्रोनॉमी सटेलाईट हे जो डाटा गोळा करायचे तो मॉनिटर करून निष्कर्ष काढायचे काम भारत करत होता.

अहमदाबादमधील एम. जी. सायन्स इन्स्टिट्यूटच्या चार-पाच खोल्यांमध्ये पी.आर्.एल्.ने आपले काम चालू केले. पुढे पी.आर.एल.ची स्वतंत्र दोन मजली इमारत होऊन १९६० साली सटेलाईट टेलिमेट्री स्टेशन सुरू झाले. भारताला साऊंडिंग रॉकेट देऊन अमेरिका, रशिया, फ्रान्ससारख्या देशांनी मदत केली. परंतु त्यासाठी तळ उभा करणे आवश्यक होते. १९६२ साली इंडियन नॅशनल कमिटी फॉर स्पेस रिसर्च (INCOSPAR) स्थापन झाली. तिथे डॉ. विक्रम साराभाई चेअरमन तर डॉ. चिटणीस हे मेंबर सेक्रेटरी होते.

डॉ. रामनाथन यांचाही सहभाग होता. (डॉ. सी. व्ही. रामन यांचे शिष्य आणि माझे मामा खगोलभौतिक शास्त्रज्ञ डॉ. पी. व्ही कुलकर्णी पी.आर.एल. अहमदाबाद यांचे हे, दादागुरू)

पी.आर.एल.मधील शास्त्रज्ञांच्या पुढाकाराने अनेक ग्राउंड बेस प्रयोग सुरू केले. कारण त्याचा नवीन स्पेस टेक्नॉलॉजीला उपयोग होणार आहे आणि त्याचमुळे आपले संशोधन कार्य पुढे जाणार आहे याची त्यांना जाणीव होती.

आणि म्हणूनच satellite station स्थापन करण्याचा महत्त्वाचा निर्णय घेतला गेला.

तारे किंवा सूर्यापासून एक्स-रे येतात तसे गॅमा रेही येतात. त्यांचा शोध घेण्यासाठी अमेरिकेने सटेलाईट पाठवला होता. अमेरिका भारताच्या विरुद्ध ठिकाणी असल्याने अमेरिकेत दिवस असेल तेव्हा भारतात रात्र असणार त्यामुळे भारतात सटेलाईट स्टेशन तयार केले तर सटेलाईट पाठवण्याचा खर्च न करताही त्यावर अभ्यास करता येईल,

यासाठी बाहेरचे देश मदत करतील, अवकाश विज्ञानावर काम करणारे परदेशी वैज्ञानिक तिथे येतील आणि कामाचा अवाका वाढेल, ही दूरदृष्टी ठेवून डॉ. विक्रम साराभाई, डॉ. चिटणीस आणि टीमने त्यासाठी जागा शोधली.

सोलार सायकल अकरा वर्षांची असते. सन १९६२ ते १९६४ या काळात International Quite Sun Year (IQSY) म्हणजे सूर्यामुळे कामात येणारे अडथळे खूप कमी प्रमाणात येणारा काळ. या काळात संशोधन करून रशियों फ्रान्स, अमेरिकेची मदत मिळवली, तसेच पंतप्रधान पं. जवाहरलाल नेहरू यांच्याकडूनही पाठबळ मिळवले. पुढे इंदिरा गांधींनीही या कामात मदत केली.

सन १९६२ साली राकेट लॉंचिंगसाठी थुंबाची निवड केली आणि अवघ्या वर्षभरात 'नायके अपाची' या भारताच्या पहिल्या रॉकेटने अवकाशात उड्डाण केले. डॉ. होमी भाभा आणि डॉ. विक्रम साराभाई या अत्यंत दूरदर्शी वैज्ञानिकांबरोबरच देशाच्या प्रगतीसाठी आवश्यक असे विज्ञानावर विश्वास असणारे पं. नेहरू आणि इंदिरा गांधी यांसारखे पंतप्रधान असल्यामुळे हे शक्य झाले.

डॉ. चिटणीस यांनी MIT बरोबरच्या संयुक्त प्रकल्पात कोडाईकनाल इथे दोन वर्षे काम केल्याने MIT मध्ये त्यांना खास निमंत्रण मिळाले आणि पुढील तीन वर्षे तिथेही डॉ. चिटणीस यांनी काम केले.

पुढे डॉ. विक्रम साराभाई यांच्या विचारणेमुळे ते १९६१ साली परत भारतात आले.

अमेरिकन मित्रांना त्यांनी स्पेस रिसर्चसाठी चाललो असे सांगितले, तेव्हा ज्या देशात खाण्यासाठी पुरेसे अन्न नाही त्या देशाला या क्षेत्रात काम करून काय उपयोग अशी विचारणा झाली.

त्यावेळी आमचे काम हे अमेरिकेच्या उद्देशाहून वेगळे असेल, देशहितासाठी असेल. हिंदुस्थानाच्या प्रगतीसाठी असेल. असे ठामपणे उत्तर दिले.

सन १९४७ साली देशाला स्वातंत्र्य मिळाले आणि पंधरा वर्षांनी- १९६२ साली चीनने भारतावर हल्ला केला तेव्हा तीन महिन्यानंतरही अवघ्या २०-२५% लोकांना युद्ध सुरू आहे हे माहीत झाले होते. इतर ७५-८०% लोक संपर्काच्या अभावामुळे याबाबत अनभिज्ञच होते. यावरून या संपर्कसाधनांची आवश्यकता किती मोठ्या प्रमाणावर होती याची कल्पना येईल.

सटेलाईट टी.व्ही.मुळे ही कम्युनिकेशन गप भरून काढता येईल असा विचार डॉ. चिटणीस आणि टीमने मांडला.

तो पंतप्रधान नेहरू यांना पटवून देण्यासाठी दिल्लीच्या ऐंशी खेड्यांत 'कृषीदर्शन' हा कार्यक्रम दाखवण्यात आला आणि त्यात मिळालेले यश पाहून मध्यमवर्गीय लोकांसाठी फक्त करमणुकीचे साधन म्हणून वापरायला टी.व्ही.ची काय आवश्यकता हा विचार बदलण्यास मदत झाली. मग आपोआपच सरकारकडून आर्थिक पाठबळही मिळाले.

भारतात अर्थ स्टेशन तयार झाले त्याला UNDP कडून एक मिलियन डॉलरची ग्रँट मिळाली. इतर विकसनशील देशांनाही याबाबत प्रशिक्षण देण्याचे आश्वासनही भारताने दिले. आणि समाजात उत्क्रांती होत गेली.

समुद्र, मायक्रोवेव्ह यासारखे अडथळे दूर करून आपले कम्युनिकेशन सटेलाईट बेस्ड केले तर कसे फायदेशीर ठरेल हे इंदिराजींना पटवून देण्यात यश आले. आज हव्या त्या ठिकाणी आपल्याला नेटद्वारे पोहोचता येते.

ही खरंच फार मोठी उत्क्रांती घडवून आणली गेली.

इस्रोच्या जडणघडणीत डॉ. चिटणीस यांचा सहभागही उल्लेखनीयच आहे.

आज जगाच्या नकाशावर भारताला अवकाशविज्ञानात विशेष स्थान आहे. भारताने चांद्रयान पाठवलेच, शिवाय जे अमेरिका, फ्रान्स, रशिया, जपान यांसारख्या देशांना जमले नाही ते मंगळयान पहिल्याच प्रयत्नात पाठवून भारताने आपली प्रगती सिद्ध केली.

५ नोव्हेंबर २०१३, श्रीहरिकोटा येथील सतीश धवन अंतराळ केंद्रावरून. मंगळयान पाठवले होते.

तत्कालीन अभियंता (आणि नंतर भारताचे सन्माननीय राष्ट्रपती) डॉ. एपीजे अब्दुल कलाम यांच्या निवडप्रक्रियेत विक्रम साराभाईना मदत केली. अब्दुल कलाम यांच्या कामाच्या मार्गदर्शनातही डॉ. चिटणीस यांचा मोलाचा सहभाग होता.

अत्यंत हुशार अशा या व्यक्तीमधील असामान्य प्रतिभेला ओळखून डॉ. चिटणीस यांनीच डॉ. विक्रम साराभाई यांची निवड करण्याचा सल्ला दिला होता.

क्षेत्र वेगळे असले तरीही आपला संशोधनाचा वारसा मुलाकडे देऊन डॉ. चिटणीस वडील म्हणूनही यशस्वी झाले. डॉ. चेतन चिटणीस या त्यांच्या सुपुत्रासही याचवर्षी त्यांच्या मलेरियावरील संशोधनाबद्दल पद्मश्री पुरस्कार देऊन सन्मानित करण्यात आले आहे. ते पॅरिसच्या पाश्चर इन्स्टिट्यूटमध्ये मलेरिया पॅरासाईट बायालॉजी आणि व्हॅक्सिन युनिटचे प्रमुख म्हणून ते कार्यरत आहेत.

डॉ. एकनाथ चिटणीसांसारख्या अनेक लोकांनी सुवर्णाक्षरांनी आपले नाव भारताच्याच नव्हे तर जगाच्या इतिहासात कोरले आहे.

– डॉ. संगीता गोडबोले
sgodbolejoshi@gmail.com

समुद्रविश्व

सागरमोहिमा

शर्वरी कुडतरकर

'समुद्रविश्वा'च्या प्रत्येक लेखामध्ये आपण समुद्रातील विविध घटकांची माहिती घेत असतो. या लेखांमार्फत आजवर तुम्ही कित्येक समुद्री प्राण्यांशी, पक्ष्यांशी, वनस्पतींशी हितगुज केलेले आहे. पर्यावरणात होत जाणाऱ्या वेगवेगळ्या बदलांमुळे समुद्री जीवन कसे बदलत आहे हे काही उदाहरणांवरून तुम्हाला जाणवले असेल. आजच्या या भागात आपण Oceanographic expeditions म्हणजेच महासागर संशोधनाकरता केल्या जाणाऱ्या समुद्रमोहिमा यांची माहिती घेणार आहोत.

सिंदबादच्या सात सफरींविषयी तुम्ही वाचलेच असेल. सिंदबाद एक शूरवीर खलाशी होता असा त्या काल्पनिक गोष्टींमध्ये त्याचा उल्लेख आहे. परंतु या त्याच्या समुद्रसफरी रहस्यमय, रोमांचक आणि धोकादायक अशा होत्या. प्रत्यक्षात पाहिले तर संशोधनक्षेत्रात केल्या जाणाऱ्या, शास्त्रज्ञांच्या या समुद्रसफरीदेखील तेवढ्याच किंवा त्याहून जास्तच आव्हानात्मक, धोकादायक, आणि नावीन्यपूर्ण माहितीने भरलेल्या असतात. विज्ञान, तंत्रज्ञान, अभियांत्रिकी, आणि गणित (Science, Technology, Engineering आणि Mathematics - STEM) या सर्वांचा एकत्रित अभ्यास महासागराच्या संशोधनात केला जातो. संपूर्ण पृथ्वीच्या ७१ टक्के भागावर व्यापलेल्या या समुद्राक्षेत्रात सामावलेले समुद्रविश्व हे मानवासाठी रहस्यमय व आकर्षणाचे राहिले आहे.

ओशनोग्राफी हा विषय भौतिकशास्त्र, रसायनशास्त्र, जीवशास्त्र, भू-विज्ञान यांच्या सीमारेषेवर असलेला बहुविध (multidisciplinary) असा आहे. ओशनोग्राफी या शाखेचा अभ्यास करणे हे फक्त आणि फक्त या समुद्रमोहिमांमुळे शक्य झाले आहे.

समुद्राचा साधारण ९०% भाग हा फार खोल म्हणजे २०० मीटरपेक्षा (६५६ फूट) जास्त खोलीचा समजला जातो. यातील फक्त काहीच भागाचे मोज-मापन आजवर केले गेले आहे, म्हणजे आपण अजूनही म्हणू शकत नाही की या समुद्रविश्वाचे सखोल ज्ञान आपल्याला आहे.

ज्याच्या विषयी आपल्याला फार काही माहितीच नाही, त्याचे व्यवस्थापन किंवा त्याच्यापासून मिळणाऱ्या संसाधनांचे संरक्षण आपण कसे काय करणार?

याकरता आपण आपल्या समुद्राला जाणून घेणे गरजेचे आहे. या समुद्रशास्त्रमोहिमा विविध उद्दिष्टांसाठी केल्या जातात. यात नवीन प्रजातींचा शोध घेणे, त्यांचा आढळ नेमका कुठल्या खोलीवर आहे आणि कुठे कुठे त्या सापडतात यांची तपशीलवार नोंद करून ठेवणे, सागरसृष्टीत असलेल्या अन्नसाखळीच्या जाळ्यात नेमक्या कुठल्या स्थानांवर या प्रजाती आहेत व मरीन इकॉलॉजी किंवा सागरी पर्यावरणात त्यांचे कसे काय आणि किती महत्त्व आहे या सगळ्याचा अभ्यास समुद्रविज्ञानशास्त्रांतर्गत विविध उपशाखांमध्ये केला जातो.

त्याचबरोबर कालांतराने वाढत जात असलेला जलस्तर आणि त्याचे इतर जीवसृष्टीवर आणि मानवी वस्तींवर होणारे परिणाम अभ्यासले जात आहेत. वाढत्या तापमानाचे हवामानावर होणारे परिणाम व बदलते ऋतुचक्र या सगळ्याचा सखोल अभ्यास समुद्रविज्ञानशास्त्रात केला जातो. खनिजांचे शोधन, सागरी तळाचे नकाशामापन आणि मानवनिर्मित बदलांचे निरीक्षण अशा इतरही अनेक अभ्यासांकरता समुद्रमोहिमा निघत असतात व पुढील संशोधनाकरता पाया निर्माण करत असतात. भारतात वैज्ञानिक दृष्टीने समुद्रसंशोधनाकरता विविध संस्था तसेच संशोधन नौका कार्यरत आहेत. या संस्थांद्वारे केल्या जाणाऱ्या मोहिमा या राष्ट्रीय तसेच आंतरराष्ट्रीय सहकार्याद्वारे केल्या जातात.

तुमच्या माहितीकरता पुढील संस्थांचा उल्लेख केला आहे.

NIO (National institute of Oceanography)

NCPOR (National Centre for Polar Ocean Research)

INCOIS (Indian National Centre for Ocean Information Services)

NC-OR (National Centre for Antarctic Ocean Research)

ORV - सागरकन्या ही अत्यंत आधुनिक व विविध सागरी संशोधनाकरिता सक्षम अशी संशोधन नौका भारताकडे

आहे; जी वेगवेगळ्या सागरी मोहिमांतर्गत वापरली जाते. एका यशस्वी समुद्रशास्त्रीय मोहिमेकरिता शास्त्रज्ञांना इतर सर्व उपलब्धतेसह सुयोग्य व कठोर नियोजन राखणे आवश्यक असते. यामध्ये बजेट, उपकरणे, कर्मचारी, वेगवेगळ्या परवानग्या, सुरक्षेचे नियम, सॅम्पलिंग, सॅम्पल प्रोसेसिंग व जमवलेल्या माहितीची योग्य साठवणूक (Data management) यासारख्या बाबी येतात.

एकाच सागरी मोहिमेमध्ये भौतिकशास्त्रज्ञ, रासायनिक-शास्त्रज्ञ, जीवशास्त्रज्ञ आणि भूशास्त्रज्ञ एकत्र येतात. या मोहिमांद्वारे सामाजिक तसेच पर्यावरणाच्या दृष्टीने सखोल विचार होत असतो.

खरं तर महासागरांचा अभ्यास मानवाने हजारो वर्षांपासून केला असला तरी समुद्राबद्दलचे बरेचसे ज्ञान अज्ञात होते. एकोणिसाव्या शतकाच्या उत्तरार्धात जन्माला आलेल्या Oceanography या विषयाने सर्वात महत्त्वाचे स्थान, या सागरी मोहिमांना दिलेले आहे. त्यातही HMS Challenger या मोहिमेचे स्थान सर्वात अग्रस्थानी आहे.

ही मोहीम आधुनिक विज्ञानातील एक अद्वितीय अशी एक मैलाचा दगड म्हणून ओळखली जाते.

महासागर हे एक रहस्यमय, अनिश्चित आणि अमाप खोलीचे कोडे असाही समज होता. परंतु चॅलेंजर मोहिमेने हा समज दूर केला. १८७२ ते १८७६ या साधारण चार वर्षांच्या काळामध्ये झालेल्या मोहिमेने मानवी इतिहासातील पहिला, व्यापक असा जागतिक स्तरावर समुद्राचा अभ्यास केला.

तसेच, ओशनोग्राफीचा अभ्यास वेगवेगळ्या उपशाखांमध्ये (Physical, chemical, biological, geological) केला जाण्याची पायाभरणीदेखील या मोहिमेअंतर्गत झाली.

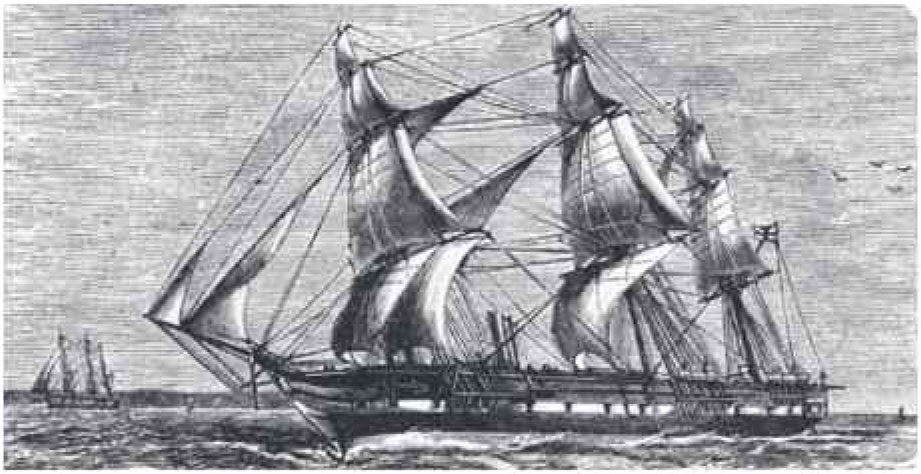
१९व्या शतकात विज्ञानातील भौतिकशास्त्र, जीवशास्त्र व भूशास्त्र या क्षेत्रात प्रचंड प्रगती होत होती. डार्विनचा उत्क्रांतिवाद भू-गर्भीय इतिहास, प्राणिशास्त्रातील शोध इत्यादींमुळे वैज्ञानिकांच्या समूहात पृथ्वीच्या उत्पत्तीबद्दल उत्सुकता वाढत होती. याच दरम्यान महासागरांविषयीची माहिती फारच कमी प्रमाणात उपलब्ध होती. केवळ किनारपट्टीलगतचे समुद्राचे पाणी माहीत होते, पण खोल पाण्याचे तापमान, रासायनिक संरचना, समुद्रतळ व तेथील जैवविविधता यांसारख्या अनेक गोष्टींबद्दल ठाम अशी माहिती नव्हती.

या काळात युरोपीयन राष्ट्रे समुद्रमार्गे आपला व्यापार वाढवत होते. त्यांची जहाजे संपूर्ण जग पादाक्रांत करत होती. मात्र वैज्ञानिक दृष्ट्या या महासागरांची माहिती उपलब्ध नव्हती. याच दरम्यान ब्रिटिश रॉयल सोसायटी व ब्रिटिश सरकारने समुद्रशास्त्रात व्यापक संशोधन व्हावे अशी कल्पना मांडली आणि ब्रिटिश नौदलातील HMS Challenger ही युद्धनौका संशोधन जहाजामध्ये रूपांतरित झाली. वैज्ञानिकांचे एक पथक नेमले गेले. नौदलाचे नेतृत्व कॅप्टन जॉर्ज नर्स यांनी केले. John Murray, Henry Moseley यांच्यासह इतरही वेगवेगळे विशेषज्ञ या मोहिमेवर होते. एकूण दोनशेपेक्षा जास्त सदस्यांचा या मोहिमेमध्ये सहभाग होता. वैज्ञानिक, नौसैनिक, तांत्रिक कर्मचारी व डॉक्युमेंटेशन टीम यांचा यात समावेश होता. या युद्धनौकेत मोठे बदल करण्यात आले होते. जहाजावरील शस्त्रसामग्री काढून टाकून तिथे वैज्ञानिक प्रयोगशाळा बनवल्या होत्या.

वेगवेगळी शास्त्रीय उपकरणे (sounding equipments, thermometer, dredges, microscopes, drag-nets etc.) या नौकेत बसवली गेली.

समुद्राच्या अभ्यासासाठी सध्याच्या Standard methods मध्ये ज्या पद्धतींचा समावेश होतो त्या वैज्ञानिक पद्धती, चॅलेंजर मोहिमेअंतर्गत अवलंबलेल्या पद्धतींवरती आधारलेल्या आहेत.

समुद्राची खोली मोजणे, पाण्याचे नमुने गोळा करणे, तापमान मोजणे, समुद्रतळाच्या गाळाचे नमुने जमा करणे, वेगवेगळ्या जाळ्यांचा वापर करून प्लवक, प्राणी, तसेच



संशोधन जहाजामध्ये रूपांतरित झालेली एच.एम.एस. चॅलेंजर युद्धनोका

सागरी जीव पकडणे, जमवलेली सर्व माहिती अचूक नोंदवून ठेवणे, या सगळ्याचा त्यात समावेश होतो.

ही मोहीम जगातील पाचही खंडांच्या समुद्रातून प्रवास करणारी पहिलीच मोहीम होती. उत्तर अटलांटिक, दक्षिण अटलांटिक, दक्षिण महासागर, हिंदी महासागर, प्रशांत महासागर आणि पुन्हा केप ऑफ गुड होपमार्गे अटलांटिक महासागर असा १ लाख २७ हजार किलोमीटरपेक्षा जास्तीचा प्रवास या नौकेने केला. एकूण ३६२ ठिकाणांवरून विविध नमुने घेतले गेले. मुख्य वैज्ञानिक चार्ल्स वायविल थॉमस हे प्राणिशास्त्रज्ञ होते. डार्विनच्या विचारांपासून प्रेरणा घेत त्यांनी खोल समुद्रातील जैवविविधतेचा अभ्यास करण्याची संकल्पना पुढे आणली. Bathymetry म्हणजेच समुद्राची खोली मोजण्याची पद्धती. या पद्धतीद्वारे जगातील महासागरांची खोली मोजली गेली व पृथ्वीवरील सर्वात खोल जागेची ओळख संपूर्ण जगाला झाली. मरियाना ट्रेंच किंवा चॅलेंजर डीपी असे या दरीचे नाव आहे. तिची खोली ११,०२२ मीटर एवढी आहे.

समुद्रतळाशी पाण्याचे तापमान शून्य डिग्री सेल्सिअसच्या आसपास असते व उबदार पाणी फक्त पृष्ठभागाशी असते याचाही शोध याच मोहिमेअंतर्गत लागला. ओशन सर्क्युलेशन म्हणजेच महासागरातील पाण्याचे परिभ्रमण हे विविध खोली असणाऱ्या पाण्याचे तापमान व क्षारता जाणून घेऊन अधिक चांगल्या प्रकारे अभ्यासले गेले.

वेगवेगळ्या पाण्याचे नमुने घेऊन त्यातील Physicochemical parameters तपासले गेले. समुद्राच्या पाण्यातील ऑक्सिजन, कार्बन डाय-ऑक्साइड, कॅल्शियम, मॅग्नेशियम, क्लोराइड, सल्फेट यांसारख्या मूलद्रव्यांचे प्रमाण निश्चित केले गेले. ही माहिती आजही आपण निरनिराळ्या संशोधनाकरता (ocean acidification, climate change) वापरत आहोत.

एच.एम.एस. चॅलेंजर वरील संशोधकांची टीम

चॅलेंजरने गोळा केलेले समुद्राच्या तळातील गाळ (लंडनमधील नॅचरल हिस्ट्री म्युझियमची प्रतिमा)

Sea-floor Geology ची म्हणजेच समुद्रतळाची रचना अभ्यासण्याकरता HMS Challengerने समुद्रातील गाळाचा (Sediments) व्यापक स्वरूपात अभ्यास केला. ज्याद्वारे मोठ्या प्रमाणात माहिती उपलब्ध झाली. या माहितीच्या आधाराने भूगर्भीय इतिहास समजून घेतला जात आहे. शास्त्रज्ञांना Radiolarians, Foraminiferans यांचे अवशेष मोठ्या प्रमाणात आढळले. Red clay, Globigerina ooze, Diatom ooze यांचे वितरण कसे आहे याची माहिती मिळाली.

या प्रदीर्घ प्रवासात शास्त्रज्ञांना ४७०० पेक्षा जास्त नवीन प्रजातींचा शोध लागला. खोल तळाशी समुद्रजीवन कसे असते ते समजले अन्यथा खोल सागरात जीवन अस्तित्वात नसते असा समज होता.

ही सर्व माहिती ५० खंडांत प्रकाशित झाली. पण हे ५० ग्रंथ लिहिण्यासाठी मोहिमेनंतर साधारण पंधरा वर्षांचा कालावधी लोटला. या संपूर्ण अहवालात २९ हजारांहून अधिक पाने आहेत. नकाशे, छायाचित्रे, आकृत्या, जिवांचे वर्णन, पाण्याचे विश्लेषण समुद्रतळाची माहिती असे अनेक पैलू या ग्रंथामध्ये सामावलेले आहेत.

१९६२ ते १९६५ च्या दरम्यान IIOE म्हणजेच The International Indian Ocean Expedition ही मोहीम राबवली गेली. हिंदी महासागराची व्याप्ती या मोहिमेद्वारे माहीत झाली. इंडियन ओशन मोहिमेकरिता ४० संशोधननौका कार्यरत होत्या. एकूण १३ देशांनी आपला सहभाग घेतला होता. आपल्या महासागराविषयी जगाला फारसे काही माहीत नव्हते. या सर्व संशोधननौकावरील माहितीचा एकत्रित आढावा घेता यावा याकरता वापरण्यात येणाऱ्या उपकरणांचे तसेच विश्लेषणाच्या पद्धतींचे standardization केले गेले जेणेकरून या मोहिमेअंतर्गत मिळालेल्या माहितीचा योग्य प्रमाणात, तुलनात्मक रितीने आढावा घेता येईल.

Dr. N. K. Pannikar यांच्या प्रभावी नेतृत्वाखाली ही मोहीम पार पडली. SCOR (Scientific Committee on Oceanic Research) या संस्थेने प्रस्तावित केलेल्या या मोहिमेत ऑस्ट्रेलिया, फ्रान्स, जर्मनी, इंडिया, जपान, साऊथ आफ्रिका, यूके, यूएसएसआर व अमेरिका अशा काही देशांचा सहभाग होता. INS Kistna, INS Varuna, RV Conch व FV Bangda या ४ भारतीय संशोधननौकांचा यात समावेश होता. याच मोहिमेनंतर नॅशनल इन्स्टिट्यूट ऑफ ओशनोग्राफी या संस्थेचा गोवा येथे उदय झाला. समुद्रविज्ञानशास्त्राकरता असलेली ही पहिली, पूर्णपणे समर्पित असलेली संस्था आहे.

Ocean acidification, म्हणजे समुद्राच्या पाण्याचा पीएच बदलत जाऊन त्याचे आम्लीकरण कसे होत आहे याचा अभ्यास दीडशे वर्षे जुन्या नमुन्यांच्या साहाय्याने शास्त्रज्ञ करत आहेत. हवामान बदलामुळे जगातील सर्वच महासागरांवर परिणाम होत आहेत. वातावरणातील कर्ब किंवा कार्बनच्या वाढत्या परिणामामुळे समुद्राचे आम्लीकरण वाढत जात आहे. याचा पुरावा म्हणजे Foraminiferan या सूक्ष्म जीवावर Dr Lyndsey यांनी Kingston Universityमध्ये केलेला अभ्यास आहे. या एकपेशीय जीवांना calcium carbonateचे बाह्य आवरण असते. ते अगदी लहान शंखांप्रमाणे यांची संरचना असते. यांचे नमुने चॅलेंजर मोहिमेदरम्यान घेतले गेले होते. चॅलेंजर मोहिमेदरम्यान यांच्या बाह्य आवरणाचे मोजमापन केले गेले होते. त्या वेळच्या व आत्ताच्या नमुन्यांचे मोजमापन केले असता दोन्ही काळच्या नमुन्यांमध्ये बाह्य आवरणाच्या जाडीमध्ये (thickeness) फरक आढळून आला. आणि एका शतकानंतर सागरसृष्टीत मोठे बदल होत असल्याची जाणीव शास्त्रज्ञांना झाली. या अभ्यासाकरता Nano- CT scan या प्रणालीचा वापर Dr Stephen Stukins यांनी केला.

आजही या मोहिमा, नवीन संशोधनाकरता संशोधकांचे प्रेरणास्थान आहेत. या मोहिमा मानवजातीच्या ज्ञानसमृद्धीचा महत्त्वाचा आधार आहेत. महासागराचे विविध पैलू या मोहिमा उघडत असतात. भविष्यातील मोहिमा या आधुनिक तंत्रज्ञानाने परिपूर्ण आणि खोलवर जाणाऱ्या असतील यात शंकाच नाही, पण यातही स्थानिक समुदायांचा समन्वय व पर्यावरणीय नैतिकता सांभाळणे गरजेचे आहे.

अशा रहस्यमयी सागरास ओळखण्यासाठी, जाणून घेण्यासाठी केल्या गेलेल्या समुद्रसफरीविषयी तुम्हाला जाणून घ्यायला आवडले असेल अशी आशा करत, तुमच्याही मनात या महासागराविषयी कुतूहल निर्माण झाले असावे, अशी अपेक्षा करत या लेखास पूर्णविराम देते.

– शर्वरी कुडतरकर
samikshank@gmail.com

पुरातन विचित्र रेडिओ कंकणे

आनंद घैसास

आतापर्यंत ज्ञात असलेली सर्वात दूरची, म्हणूनच पुरातन आणि सर्वात शक्तिशाली 'विचित्र रेडिओ कंकणे' (ORC) या रचना खगोलशास्त्रज्ञांना सापडल्या आहेत.

या उत्सुकता वाढवणाऱ्या 'कंकणाकृती' रचना, ही तुलनेने नवीन म्हणावी अशी एक खगोलीय घटना आहे, जिचा शोध फक्त सहा वर्षांपूर्वी पहिल्यांदाच दृष्टिपथात आला. आजपर्यंत पुष्टी लाभलेल्या अशा शोधांची फक्त काही मोजकीच उदाहरणे ज्ञात आहेत – त्यापैकी बहुतेक उदाहरणे आपल्या आकाशगंगेच्या आकाराच्या १० ते २० पट आकाराच्या रचना असलेल्या आहेत हेही विशेष.

ORCs हे आकाशगंगांभोवती (दीर्घिकांभोवती) असणाऱ्या रेडिओ उत्सर्जनाच्या प्रचंड, मंद आणि कंकणाकृती आकाराच्या रचना आहेत, ज्या केवळ विद्युतचुंबकीय वर्णपटीय तरंगलांबींमधील मंद रेडिओ तरंगांच्या माध्यमामधून (इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक स्पेक्ट्रमच्या रेडिओ बँडमध्ये) दिसून येतात आणि त्यात सापेक्षतावादी, चुंबकीय प्लाझ्मा असतो.

या संदर्भातल्या मागील काही संशोधनात असे सूचित केले गेले आहे, की हे चुंबकीय कंकणाकृती प्लास्मा, महाप्रचंड वस्तुमानाची कृष्णविवरे (सुपरमॅसिव्ह ब्लॅक होल) किंवा दीर्घिकांच्या (आकाशगंगांच्या) विलीनीकरणातून निर्माण होणाऱ्या धक्का-लहरींमुळे (शॉकवेव्हमुळे) तयार होऊ शकतात.

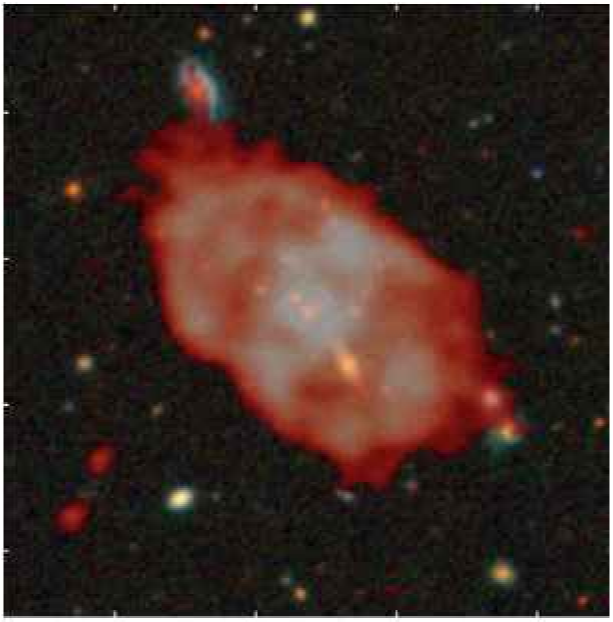
आता, 'मंथली नोटिसेस ऑफ द रॉयल अ‍ॅस्ट्रॉनॉमिकल सोसायटी'मध्ये ऑक्टोबरच्या अंकात प्रकाशित झालेल्या एका नवीन अभ्यासात असे प्रस्तावित केले गेले आहे, की प्रकाशाची ही वर्तुळे (रिंगा) प्रत्यक्षात सर्पिल यजमान (होस्ट) रेडिओ आकाशगंगांमधून येणाऱ्या 'सुपरविंड बहिर्वाहांशी', चक्रीय उत्सर्जन प्रवाहांशी, जोडली जाऊ शकतात.

मुंबई विद्यापीठाच्या नेतृत्वाखालील संशोधकांनी 'RAD@home' म्हणजे 'खगोलशास्त्र सहयोगी नागरिक विज्ञान प्लॅटफॉर्म' आणि कमी वारंवारतेवर (फ्रिक्वेन्सीवर) (१० ते २४० मेगाहर्ट्झ) कार्यरत जगातील सर्वात मोठ्या आणि सर्वात संवेदनशील रेडिओ दुर्बिणी, निम्नस्तर वारंवारता संच (लो-फ्रिक्वेन्सी रेडिओ अॅरे – LOFAR) यांच्या मदतीने हा शोध लावला गेला.

'RAD J131346.9+500320' असे नाव देण्यात आलेले हे रेडिओस्रोत, ज्यांची ताम्रसृती (रेडशिफ्ट) जवळजवळ ०.९४ आहे, (म्हणजे विश्वाचे वय आजच्या संदर्भात अर्धे होते, त्या पुरातन कालखंडातील ही घटना आहे), ज्यामुळे ते आजपर्यंत ज्ञात असलेले सर्वात दूरचे आणि सर्वात शक्तिशाली 'ORC' बनले आहेत. त्यात एक नाही तर दोन एकमेकांना छेदणारी, शेजारी-शेजारी असणारी – दोन वर्तुळाकृती कंकणे आहेत – या वैशिष्ट्यांसह हे दुसरे उदाहरण आहे – जे हाती येणाऱ्या उत्तरांपेक्षा जास्त प्रश्नच निर्माण करते – कोड्यात टाकणारे.

RAD J131346.9+500320 च्या अ‍ॅनिमेशनवरून तयार केलेली एक स्थिर प्रतिमा.
सौजन्य : RAD@home खगोलशास्त्र सहयोगी (भारत)
चित्र परवाना प्रकार : विशेषता (CC BY 4.0)

R-Dhome Astronomy Collaboratory for Citizen Science Researchचे संस्थापक डॉ. आनंद होटा यासंदर्भात बोलताना म्हणाले, ''हे काम दाखवते की व्यावसायिक खगोलशास्त्रज्ञ आणि सामान्य नागरिक शास्त्रज्ञ संघ एकत्रितपणे वैज्ञानिक शोधाच्या सीमा कशा ओलांडू



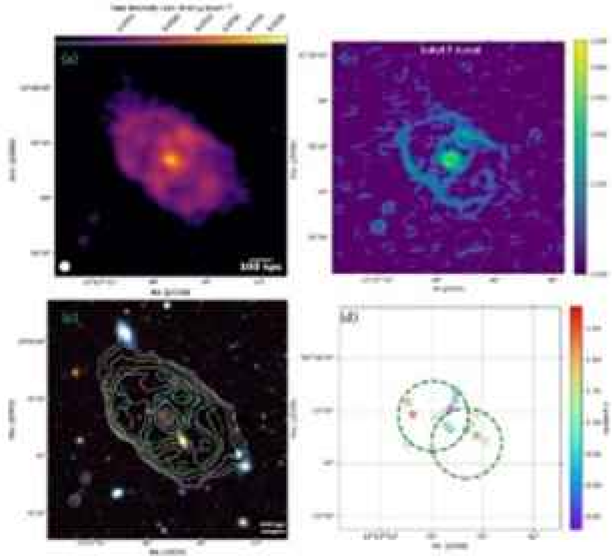
'लेगसी सर्वे'मधील त्रिरंगी दृश्यप्रकाशीय प्रतिमा, 'ऑप्टिकल आरजीबी प्रतिमा', जी LOFAR टू-मीटर स्काय सर्वेमधील (LoTSS) लाल रंगात रेडिओ उत्सर्जनाने आच्छादित आहे, जी हे विचित्र रेडिओ सर्कल (ORC)RAD J131346.9+500320 दर्शवत आहे.
सौजन्य : RAD@home खगोलशास्त्र सहयोगी (भारत) चित्रपरवाना प्रकार : विशेषता (CC BY 4.0)

शकतात. ORCs ही आपण पाहिलेल्या सर्वात विचित्र आणि सुंदर वैश्विक रचनांपैकी एक आहेत - आणि त्यांच्याकडे आकाशगंगा आणि कृष्णविवरे एकमेकांच्या हातात हात घालून कसे विकसित होतात याबद्दल हे महत्त्वाचे संकेत असू शकतात.''

RAD J131346.9+500320 ही नागरिक विज्ञानाद्वारे शोधलेली पहिली ORC आहे आणि LOFAR च्या मदतीने ओळखली जाणारी पहिली ORC आहे.

LOFAR ही एक अत्याधुनिक 'पॅन-युरोपीयन रेडिओ टेलिस्कोप' आहे, जिच्यामध्ये नेदरलँड्स आणि अनेक युरोपीय देशांमध्ये भागीदार स्टेशनमध्ये पसरलेले लाखो साधे संग्राहक-अँटेना आहेत. एक महाकाय इंटरफेरोमीटर म्हणून एकत्र काम केल्याने, ते कमी रेडिओ फ्रिक्वेन्सीवर आकाशाचे अपवादात्मकपणे तीक्ष्ण आणि संवेदनशील दृश्य प्रदान करते. तसेच, हे खगोलशास्त्रज्ञांना कमी-वारंवारतेच्या, (फ्रिक्वेन्सीच्या) रेडिओ आकाशाच्या विशाल क्षेत्रांचे सर्वेक्षण करून तयार झालेल्या पहिल्या ताऱ्यांच्या आणि आकाशगंगेच्या आधीच्या काळापर्यंत अब्जावधी वर्षे मागे वळून पाहण्यास सक्षम करते.

नवीन ORC सोबत या शोधानंतर, RAD@home खगोलशास्त्र सहयोगी संस्थेला आणखी दोन असामान्य



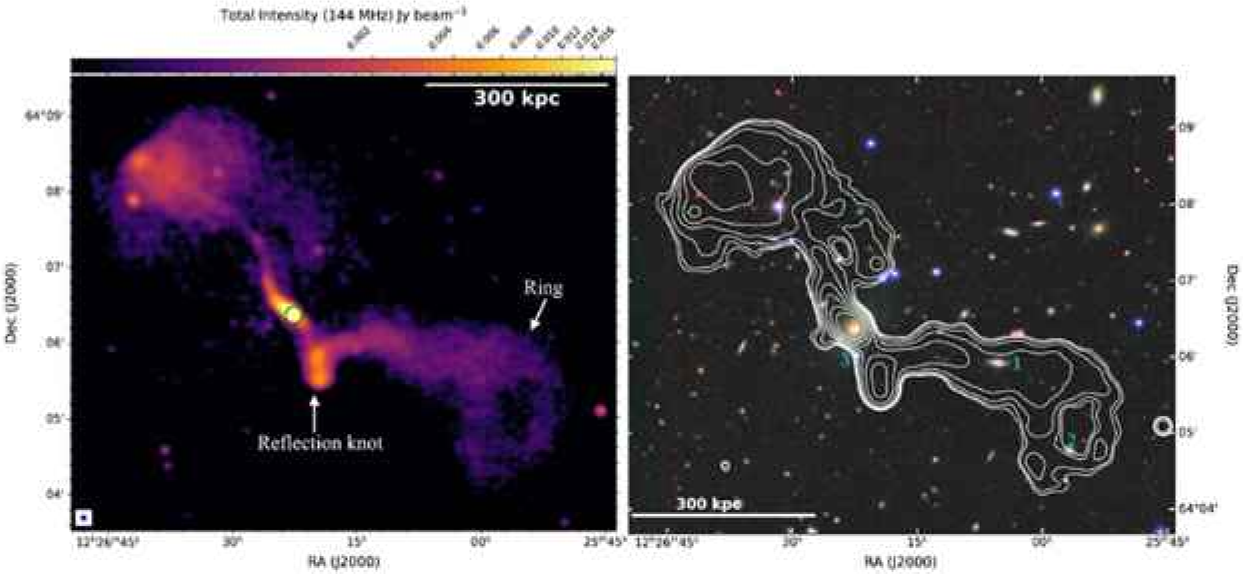
ताम्रसुतीवरून मुद्दाम ठरवलेल्या तिरंगी प्रतिमा - ते रंग कसे दिले ते शेजारी वर्णपट्टीमध्ये दाखवले आहे, तर विस्तार नकाशाही यातून मिळाला आहे. या रंगप्रतिमा अधिक विश्लेषणाला चालना देणाऱ्या ठरल्या.

'वैश्विक महाकाय राक्षस' सापडले. पहिली, RAD J122622.6+640622, ही सुमारे तीस लाख प्रकाशवर्षे लांबी व्यापलेली आकाशगंगा आहे - जी आपल्या आकाशगंगेच्या आकारापेक्षा २५ पट मोठी आहे. तिच्या शक्तिशाली रेडिओ फवाऱ्यांपैकी (जेटपैकी) एक अचानक बाजूला वाकतो, जणू काही तो मार्गावरून हटवला जातो आणि नंतर सुमारे १,००,००० प्रकाशवर्षे रुंदीचे एक नेत्रदीपक रेडिओ कंकण (रिंग) बनवतो.

दुसरी रचना, RAD J142004.0+621715, ही १४ लाख प्रकाशवर्षे दूरपर्यंत पसरलेली आहे आणि त्याच्या एका जेटच्या शेवटी, रेडिओउत्सर्जनाचे एक समान कंकण, (रिंग) दाखवते, तर यजमान आकाशगंगेच्या दुसऱ्या बाजूला दुसरा एक अरुंद रेडिओ फवारा (जेट) आहे.

या दोन्ही आकाशगंगांच्या रचना, 'आकाशगंगा क्लस्टर' म्हणजे 'दीर्घिका गुच्छ' म्हणून ओळखल्या जाणाऱ्या अवकाशातील दीर्घिकांच्या गर्दीच्या प्रदेशात (एम ७०१६ मधील तारकागुच्छातील) आहेत, जिथे त्यांचे जेट कदाचित आसपासच्या पदार्थांशी, दशलक्ष अंश गरम असणाऱ्या 'थर्मल प्लाझ्मा'शी संवाद साधतात, जे या आकर्षक वैश्विक संरचनांना आकार देतात असे अनुमान काढता येते.

या तीनही वस्तू सुमारे '१०० ट्रिलियन' सूर्य वजनाच्या आकाशगंगेच्या क्लस्टरांमध्ये आढळतात, जे सूचित करते की आसपासच्या गरम (थर्मल) प्लाझ्मासह, सापेक्ष



डावीकडे : LoTSS 6" RAD J122622.6+640622 ची रेडिओ प्रतिमा वर उत्सर्जन दर्शवत आहे, जिथे हिरवे वर्तुळ मुख्य BCG चे स्थान दर्शवते. उजवीकडे : BASS RGB ऑप्टिकल प्रतिमेवर पांढऱ्या रंगात LoTSS 6"arcsec रिझोल्यूशन रेडिओ आकृतिबंध (पातळी = Jy बीम) आच्छादित आहेत. गॅलेक्सी १ ही होस्ट BCG सारख्याच ताम्रसृतीमध्ये (रेडशिफ्टमध्ये) शेजारील प्रणाली आहे, तर गॅलेक्सी २ आणि ३ या अग्रभागी वस्तू आहेत ज्या या स्रोताशी संबंधित नाहीत.

चुंबकीय प्लाझ्मा फवाऱ्यांचे (जेटचे) परस्परसंवाद या दुर्मिळ रिंगांना आकार देण्यास प्रवृत्त किंवा मदत करू शकतात.

पोलंडमधील वॉर्सा येथील नॅशनल सेंटर फॉर न्यूक्लियर रिसर्चचे, आणि या शोधलेखाचे सह-लेखक डॉ. प्रतीक दाभाडे म्हणतात, ''या शोधांवरून असे दिसून येते, की ORCs आणि रेडिओ रिंगा वेगळ्या कुतूहलाच्या बाबी नाहीत - ते कृष्णविवर फवारे (ब्लॅक होल जेट), त्यातून निघणारे वारे आणि त्यांच्या वातावरणाद्वारे आकार घेतलेल्या विदेशी प्लाझ्मा संरचनांच्या विस्तृत कुटुंबाचा कंकणे हा अंतर्गत भागच आहेत.'' याशिवाय ''नागरिकशास्त्रज्ञांनी त्यांना शोधून काढले ही वस्तुस्थिती मशीन लर्निंगच्या आजच्या युगातही मानवी बुद्धीने 'पॅटर्न ओळखण्याचे' महत्त्व सतत अधोरेखित करते.''

स्क्वेअर किलोमीटर ॲरे (SKA) यासारख्या आगामी सुविधांसह, खगोलशास्त्रज्ञांना अशी अपेक्षा आहे की आणखी बरेच असे ORCs यापुढे उघड होतील.

त्याच वेळी, डार्क एनर्जी स्पेक्ट्रोस्कोपिक इन्स्ट्रुमेंट (DESI) आणि व्हेरा सी. रुबिन ऑब्झर्व्हेटरीचे 'लार्ज सिनोप्टिक सर्व्हे टेलिस्कोप' (LSST) यासारखे नवीन दृश्यप्रकाशीय (ऑप्टिकल) सर्वेक्षण त्यांच्या यजमान आकाशगंगांचे रेडशिफ्ट आणि वातावरण प्रदान करतील, ज्यामुळे या रहस्यमय कंकण, रिंग रचना कशा तयार होतात आणि विकसित होतात हे एकत्रपणे समायोजन करण्यास मदत होईल.

सध्या, तीन नवीन वैश्विक रिंग्ज संरचना - स्वयंचलित सॉफ्टवेअरद्वारे नव्हे तर तीक्ष्ण डोळ्यांच्या नागरिकशास्त्रज्ञांनी शोधल्या - या विशाल, गोंधळात टाकणाऱ्या गोष्टींचे रहस्य उलगडण्याच्या दिशेने हे एक महत्त्वाचे पाऊल दर्शवतात.

अधिक माहिती

आनंद होटा आणि प्रतीक दाभाडे आणि इतर सर्व यांचे 'RAD@home डिस्कव्हरी ऑफ एक्स्ट्रागॅलेक्टिक रेडिओ रिंग्ज अँड ऑड रेडिओ सर्कल : क्लूज टू देअर ओरिजिन' हा शोधनिबंध पेपर, मंथली नोटिसेस ऑफ द रॉयल ॲस्ट्रॉनॉमिकल सोसायटीमध्ये प्रकाशित झालेला आहे.

रॉयल ॲस्ट्रॉनॉमिकल सोसायटीबद्दल :

रॉयल ॲस्ट्रॉनॉमिकल सोसायटी (RAS), स्थापन झाली इ.स.१८२०मध्ये, खगोलशास्त्र, सौर-प्रणाली विज्ञान, भूभौतिकशास्त्र आणि विज्ञानाच्या जवळून संबंधित शाखांच्या अभ्यासाला ही संस्था प्रोत्साहन आणि साहाय्य देते. वैज्ञानिक बैठका आयोजित करते, आंतरराष्ट्रीय संशोधन आणि पुनरावलोकन जर्नल प्रकाशित करते, पदके आणि बक्षिसे देऊन उत्कृष्ट कामगिरीची ओळख पटवते, एक विस्तृत ग्रंथालय राखते, अनुदान आणि आउटरीच क्रियाकलापांद्वारे शिक्षणास समर्थन देते आणि राष्ट्रीय आणि

आंतरराष्ट्रीय स्तरावर यूके खगोलशास्त्राचे प्रतिनिधित्व करते. त्याचे आज ४,००० हून अधिक सदस्य (फेलो), जे परदेशात स्थित एकतृतीयांश प्रमाणात आहेत, त्यात विद्यापीठे, वेधशाळा आणि प्रयोगशाळांमधील वैज्ञानिक संशोधक तसेच खगोलशास्त्राचे इतिहासकार आणि इतरांचा समावेश आहे.

आरएएस पीअर रिव्ह्यूच्या तत्त्वावर आधारित त्यांच्या जर्नलांसाठी पेपर स्वीकारते, ज्यामध्ये संपादकीय मंडळावरील सहकारी तज्ज्ञ, विचारात घेण्यासारखे लिखाण स्वीकारतात. सोसायटी समान तत्त्वावर आधारित प्रेस रिलीज जारी करते, परंतु संबंधित संस्था आणि शास्त्रज्ञांचीच त्यांच्या सामग्रीची एकूण जबाबदारी असते.

RAD@home Astronomy Collaboratory #RADatHomeIndia म्हणजे काय? हे थोडक्यात जाणून घेऊ आणि त्याला आपण कसे सहभागी होऊ शकतो तेही...

हे एक खगोलशास्त्रातील पहिले भारतीय नागरिक-विज्ञान संशोधन व्यासपीठ आहे. २०१३ मध्ये स्थापित, हे आंतरराष्ट्रीय स्तरावर प्रशंसित, शून्य-निधी, शून्य-पायाभूत सुविधा, राष्ट्रीय, आंतर-विद्यापीठ, सहयोगी असे एक व्यासपीठ म्हणून स्थापित केले गेले आहे, जिथे कोणताही बीएससी/बीई (पदवीधर/पदव्युत्तर विद्यार्थी/नागरिक) इंटरनेटच्या महाजालाचा, माहिती तंत्रज्ञानाच्या शक्तीचा वापर करून, विशेषतः मोठ्या प्रमाणावर वापरल्या जाणाऱ्या सोशल नेटवर्किंग साइट, फेसबुक आणि गुगलचा वापर करून बहु-तरंगलांबी, बाह्य खगोलशास्त्र संशोधन (ABCD research) करू शकतो.

R-Dhome ची स्थापना २०१३ मध्ये डॉ. आनंद होटा यांनी केली. त्यांचा उद्देश STEM[2] पदवीपूर्व/पदवीधर विद्यार्थी/भारतातील नागरिकांच्या नेटवर्कची अमर्याद क्षमता एकत्रित करणे आणि नंतर त्यामधून एक संशोधन गट (सहयोगी गट) तयार करणे हा होता, जो uGMRT, SKA, TMT इत्यादी मेगा टेलिस्कोप प्रकल्पांसह खगोलशास्त्रातील वाढत्या बिग डेटा समस्येचे निराकरण करण्यात मदत करेल. सर्वांना समान संधी देण्याच्या भारतीय संवैधानिक आदेशाला वचनबद्ध असल्याने, गटाच्या पॅन-इंडिया मॉडेलने आतापर्यंत विविध सामाजिक-आर्थिक पार्श्वभूमीतील एक हजाराहून अधिक प्रशिक्षित नागरिक शास्त्रज्ञ (ई-/आय-खगोलशास्त्रज्ञ) तयार केले आहेत. त्यांना ब्लॅक होल-आकाशगंगा सह-उत्क्रांती समजून घेण्यासाठी रेडिओ डेटा (प्रामुख्याने GMRTमधील) आणि इतर मुक्तपणे उपलब्ध संग्रह-डेटा (रेडिओ, इन्फ्रारेड, ऑप्टिकल आणि यूव्हीमधील सर्व आकाश सर्वेक्षण) वापरण्याची संधी प्रदान करणे. या लोक-चालित संशोधनाला आयसीटीएस-टीआयएफआर (बंगळुरू), इन्स्टिट्यूट ऑफ फिजिक्स (भुवनेश्वर), नेहरू प्लॅनेटेरियम (नवी दिल्ली), यूएम-डीएई सेंटर ऑफ एक्सलन्स इन बेसिक सायन्सेस (मुंबई), हरीशचंद्र रिसर्च इन्स्टिट्यूट (अलाहाबाद), विज्ञान प्रसार (डीएसटी, भारत सरकार), आयआयटी (दिल्ली, बीएचयू आणि मंडी), आयआयएसईआर (कोलकाता आणि बेरहमपूर), एनआयएसईआर (भुवनेश्वर), एनआयएएस आणि आयआयएससी (बेंगळुरू), विज्ञान समागम (डीएई, डीएसटी, एनसीएसएम, भारत सरकार, एसकेए-इंडिया कन्सोर्टियम), ओडिशा आणि राजस्थान सरकार, युनिव्हर्सिटी फॅकल्टी असोसिएशन इत्यादी विविध भारतीय संस्थांकडून पाठिंबा मिळाला आहे. याला नेचर-इंडेक्स, इंटरनॅशनल ॲस्ट्रॉनॉमिकल युनियन (ऑफिस ऑफ ॲस्ट्रॉनॉमी फॉर डेव्हलपमेंट, ऑफिस ऑफ ॲस्ट्रॉनॉमी फॉर एज्युकेशन), स्क्वेअर किलोमीटर ॲरे ऑब्झर्व्हेटरी (एसकेएओ; इंटरनॅशनल रेडिओ टेलिस्कोप) इत्यादींकडून आंतरराष्ट्रीय मान्यता मिळाली आहे. जवळजवळ ३० संस्थांकडून अशा पाठिंब्यासह आणि तितक्याच संख्येने व्यावसायिक शास्त्रज्ञांच्या योगदानामुळे, ते वाढत आहे. विद्यापीठ अनुदान आयोग (UGC; FRP मिशन, भारत सरकार) अंतर्गत एक आंतर-विद्यापीठ नागरिक विज्ञान संशोधन स्टार्टअप. मूलभूत प्रशिक्षणासाठी ऑनलाइन गटात ४,७०० भारतीय विद्यार्थ्यांपैकी/नागरिकांपैकी सुमारे २,५०० सक्रिय विद्यार्थी यात आहेत.

(येथे सामील व्हा : https://www.facebook.com/groups/R-Dathome).

सहयोगी संस्थेचे तीन पानांचे चित्रमय माहितीपत्रक https://radathomeindia.org/brochure येथे मिळू शकते.

माध्यम संपर्क : सॅम टॉकिन, रॉयल ॲस्ट्रॉनॉमिकल सोसायटी, मोब: +४४ (०)७८०२ ८७७ ७००. pressras.ac.uk

विज्ञान संपर्क : डॉ. आनंद होटा, यूएम-डीएई सीईबीएस आणि सीईटीएसीएस, मुंबई विद्यापीठ, भारत. RAD@home ॲस्ट्रॉनॉमी कोलाबोरेटरी, hotaananda@gmail.com

डॉ. प्रतीक दाभाडे, खगोलभौतिकशास्त्र विभाग, राष्ट्रीय अणुसंशोधन केंद्र, वॉर्सा, पोलंड. pratik.dabhade@ncbj.gov.pl

– आनंद घैसास
anandghaisas@gmail.com

आरोग्यम् धनसंपदा - भाग १८

आपला रक्तदाब आणि आपले आरोग्य

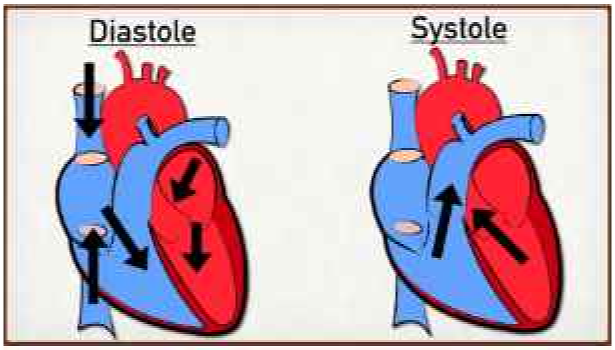
डॉ. स्वाती बापट

आपले आरोग्य उत्तम ठेवण्यासाठी अगदी साध्या-सोप्या बाबी ध्यानात ठेवणे आवश्यक असते. त्यातली एक महत्त्वाची म्हणजे निदान सहा महिन्यांतून एकदा तरी आपला रक्तदाब मोजणे ही होय. उच्च रक्तदाब हा आपल्या हृदय व रक्तवाहिन्यांना धोका निर्माण करणारा अगदी महत्त्वाचा घटक आहे. आज सर्वसाधारणपणे २५ टक्के प्रौढ भारतीयांमधे उच्च रक्तदाब आहे असे निदान झालेले आहे. पण हे केवळ हिमनगाचे टोक आहे, असे मानले जाते. प्रत्यक्षात आपल्या देशातल्या प्रत्येक व्यक्तीचा रक्तदाब मोजलाच जात नाही. सरसकट प्रत्येक भारतीय नागरिकाचा रक्तदाब मोजला गेला तर कदाचित ५० टक्क्यांपर्यंत किंवा त्याहूनही जास्त लोकांमध्ये उच्च रक्तदाबाचा विकार आढळून येण्याची शक्यता वर्तवली जाते. उच्च रक्तदाबामुळे हृदयरोग, हृदय निकामी होणे, पक्षाघात, मूत्रपिंडाशी निगडित आजार, स्मृतिभ्रंश इत्यादी अनेक आजार उद्भवू शकतात. या सर्व आजारांमुळे त्या व्यक्तीला Morbidity म्हणजेच अधूपणा किंवा अशक्तपणा येऊ शकतो. तसेच, काही रुग्णांना Mortality म्हणजे मृत्यू येऊ शकतो. असे मृत्यू होत राहिले तर आपल्या देशाचा मृत्युदर वाढू शकतो. रक्तदाब प्रमाणित ठेवण्यामुळे या सर्व रोगांना, आणि त्यापासून होणाऱ्या अपंगत्व अथवा अधूपणाला आणि मृत्यूंना, आपण सहजी प्रतिबंध करू शकतो. यासाठी कोणत्याही वयाच्या व्यक्तीने, कुठल्याही परिस्थितीत रक्तदाब नियंत्रणात ठेवणे, अत्यंत महत्त्वाचे आहे. आरोग्यदायी जीवनशैलीचा अवलंब करून रक्तदाबावर नियंत्रण ठेवणे शक्य आहे. परंतु जीवनशैलीमध्ये योग्य बदल करूनही रक्तदाब वाढलेला राहत असेल तर, तो कमी करण्यासाठी वैद्यकीय सल्ल्यानुसार गोळ्या घेऊन रक्तदाब नियंत्रित ठेवणे आवश्यक असते. उच्च रक्तदाबाशी निगडित असलेले हे सर्व धोके जनसामान्यांपर्यंत पोहोचवण्यासाठी मोठ्या प्रमाणावर आरोग्यसाक्षरतेची मोहीम राबवणे आवश्यक आहे.

आपला रक्तदाब मोजला जातो तेव्हा नेहमी दोन आकडे सांगितले जातात; उदाहरणार्थ : १२०/८० mm of Mercury, असे रीडिंग असते तेव्हा हे दोन आकडे म्हणजे नेमके काय आपल्याला माहीत असणे आवश्यक आहे. यासाठी आपल्या शरीररचनेमधील आणि शरीराच्या कार्याबाबत काही सध्या गोष्टी आपल्याला माहीत असायला हव्यात. आपले हृदय हे ठरावीक लयीने पण सातत्याने आकुंचन आणि प्रसरण पावत असते. ते ज्या लयीने चालू असते ती लय म्हणजेच दर मिनिटाला पडणारे हृदयाचे ठोके होय. सामान्यतः, दर मिनिटाला सुमारे ६० ते १०० वेळा आपले हृदय आकुंचन आणि प्रसारण पावत असते. हृदय आकुंचन पावते त्यावेळी धमन्यांमध्ये रक्त ढकलले जाते. आपल्या शरीरामध्ये 'धमन्या' आणि 'नीला' यांचे जाळे असते. या नीला व धमन्यांनाच्या भिंती लवचीक किंवा elastic असतात. त्यामध्ये रक्त एका ठरावीक दिशेने वाहत असते. आपल्या हृदयाच्या डाव्या भागामधून धमन्यांमध्ये शुद्ध रक्त किंवा Oxygenated blood, म्हणजेच प्राणवायूचे प्रमाण जास्त असलेले रक्त सतत जोराने पाठवले जात असते किंवा पंप केले जात असते. ते रक्त शरीरातील सर्व अवयवांना पुरवले जाते. शरीरातील पेशी त्यामधील प्राणवायू शोषून घेतात व त्यामुळे ते रक्त अशुद्ध किंवा deoxygenated होते. नीलांच्या द्वारे असे अशुद्ध रक्त हृदयाच्या उजव्या बाजूला परत आणले जाते. हृदयाची उजवी बाजू ते अशुद्ध रक्त फुप्फुसांतील धमन्यांमध्ये ढकलते. आपली फुप्फुसे त्या रक्ताचे शुद्धीकरण करतात. म्हणजेच रक्तातील कार्बन डायऑक्साईड शोषून घेऊन उच्छ्वासावाटे हवेत फेकला जातो, आणि श्वासावाटे फुप्फुसात घेतल्या गेलेल्या हवेतला ऑक्सिजन किंवा प्राणवायू रक्तामधे शोषला जातो. अशाप्रकारे फुप्फुसांमध्ये रक्ताचे शुद्धीकरण किंवा Oxygenation झाल्यानंतर ते शुद्ध रक्त पुन्हा हृदयाच्या डाव्या बाजूला येते व तिथून ते पुन्हा धमन्यांमधे ढकलले जाते. असे आपल्या हृदयाचे कार्य अव्याहत काम चालू असते. यालाच हृदयाचे चक्र किंवा cardiac cycle असे म्हटले जाते.

हृदयाच्या या चक्रामध्ये, धमन्यांवर रक्ताचा किती दाब

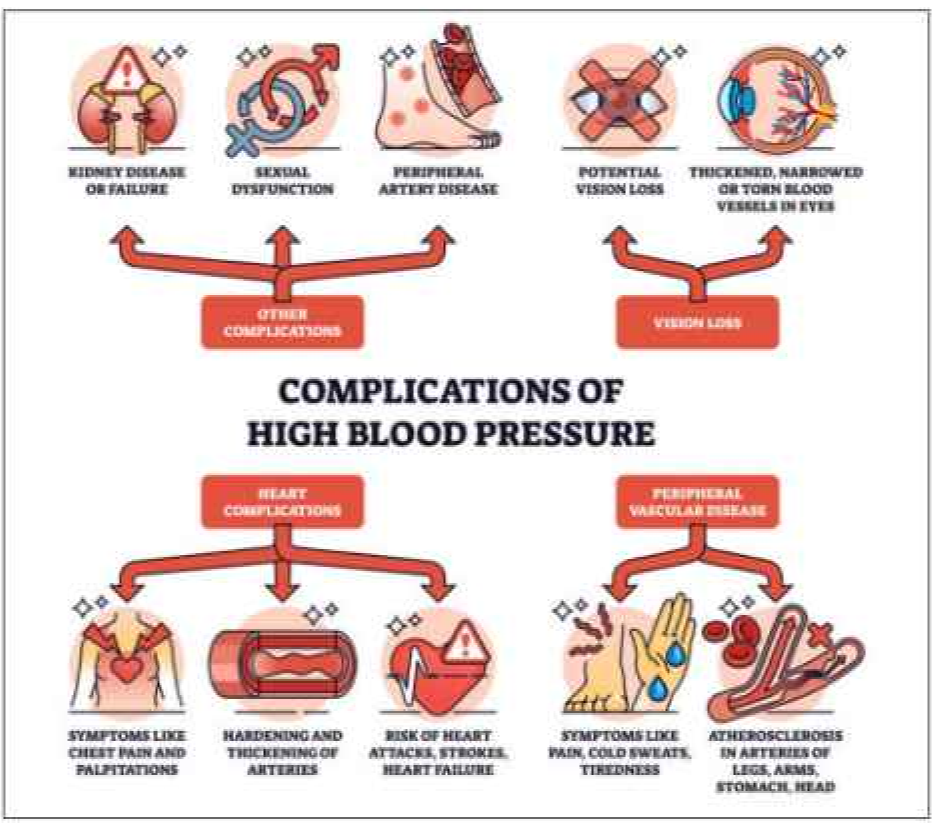
पडतो आहे, हे तपासणे म्हणजेच रक्तदाब मोजणे होय. ज्यावेळी हृदय आकुंचन पावते त्यावेळी धमन्यांमध्ये मोठ्या जोराने रक्त ढकलले जात असते. त्यावेळी आपल्या धमन्यांच्या भिंतीवर खूप जोराचा दाब पडतो. त्या दाबाला Systolic blood pressure असे म्हणतात. ज्यावेळी आपले हृदय प्रसरण पावते, त्यावेळी रक्ताचा धमन्यांच्या भिंतीवरील दाब जरासा कमी होतो. या दाबाला Diastolic blood pressure असे म्हणतात. (आकृती क्रमांक-१) म्हणजेच एखाद्या व्यक्तीच्या ब्लडप्रेशरचे रिडींग १२०/८० mm of



डायस्टोल आणि सिस्टोल (आकृती क्रमांक-१)

Mercury, असे असेल, तर १२० mm of Mercury, हे त्याचे Systolic blood pressure असते व ८० mm of Mercury हे त्याचे Diastolic blood pressure असते. रक्तदाब मोजमापनातले हे दोन्ही आकडे आपल्या आरोग्याच्या दृष्टीने अत्यंत महत्त्वाचे असतात. तसेच, हे दोन्ही आकडे त्यांच्या-त्यांच्या ठरावीक पातळीच्या आत असणे हे आपल्या आरोग्याच्या दृष्टीने अत्यंत हिताचे असते.

आपले Systolic blood pressure जास्त असेल तर हृदयाला रक्तपुरवठा करणाऱ्या धमन्या (coronary artery) फुटून किंवा बंद होऊन हार्ट अटॅक येण्याची संभावना वाढते. तसेच, पक्षाघात, मूत्रपिंड निकामी होणे, स्मृतिभ्रंश होणे असे गंभीर आजार उद्‌भवू शकतात. आपले Diastolic blood pressure जास्त असेल तर आपल्या Aaorta, किंवा मुख्य धमनीच्या मार्गातील काही भागाला फुगवटा येऊ शकतो. मुख्य धमनी आपल्या पोटामधून खाली जाते त्या भागात हा फुगवटा येतो. यालाच वैद्यकीय भाषेमध्ये Abdominal Aortic Anyurism असे म्हणतात. असा फुगवटा आल्यामुळे या धमनीची भिंत कमजोर होऊन, ही धमनी फुटू शकते. अशा प्रसंगी रुग्णाला भरपूर अंतर्गत रक्तस्राव होऊन रुग्ण मृत्युमुखी पडू शकतो. (आकृती क्रमांक-२) म्हणूनच Systolic आणि Diastolic या दोन्ही प्रकारच्या रक्तदाबाचे आकडे सामान्य पातळीमध्ये असणे आपल्या उत्तम आरोग्यासाठी अत्यावश्यक असते.



उच्च रक्तदाबामुळे उद्‌भवणारे गंभीर आजार (आकृती क्रमांक-२)

रक्तदाबाची सामान्य पातळी नेमकी किती असते आणि किती असावी? याबाबत सामान्य लोकांमध्ये आणि काही अंशी वैद्यकीय व्यावसायिकांमध्येदेखील थोडाफार संभ्रम आणि बरेच मतभेद आहेत. त्याला कारणही तसेच आहे. काही दशकांपूर्वी आधुनिक वैद्यकीय शास्त्रामध्ये केवळ Diastolic blood pressure सामान्य किंवा नॉर्मल असणे महत्त्वाचे मानले जायचे आणि ते सामान्य पातळीइतके ठेवण्यावर किंवा असण्यावर भर दिला जायचा. याचबरोबर एक समज असाही होता, की Systolic blood pressure वयोमानाप्रमाणे थोडेफार वाढतेच आणि ते वाढले तरी काही काळजीचे कारण नाही. त्यावेळी १२०/८० mm of Mercury हा सामान्य रक्तदाब समजला जात असे. Systolic Blood Pressure या पातळीच्या वर असले तरीही त्याला फारसे महत्त्व दिले जात नसे. वयाच्या वीस वर्षांनंतर, दर दहा वर्षांमध्ये १० mm of mercury या हिशोबाने Systolic blood pressure वाढत असले तरी ते नॉर्मल अथवा सामान्यच आहे असे त्याकाळी समजले जायचे. त्यामुळे तिशीच्या व्यक्तीचे Systolic blood pressure हे १३० mm of mercury, चाळिशीच्या व्यक्तीचे Systolic blood pressure १४० mm of mercury, पन्नाशीच्या व्यक्तीचे Systolic blood pressure१५० mm of mercury, साठीच्या व्यक्तीचे Systolic blood pressure १६० mm of mercury अशी रीडिंग सामान्य धरली जायची. जसजसे वैद्यकशास्त्र प्रगत होत गेले आणि जसजसे याबाबतीतील संशोधनाचे अहवाल पुढे येत गेले, तसतशा अनेक महत्त्वाच्या बाबी उघड होत गेल्या. रक्तदाबाची सामान्य पातळी नेमकी किती असावी हेदेखील संशोधकांच्या लक्षात आले. परंतु अजूनही ते सर्व संशोधन आणि ती मार्गदर्शक तत्त्वे सामान्य व्यक्तीपर्यंत पोहोचलेली नाहीत. त्यामुळे आपला रक्तदाब उच्च आहे की नाही बाबतीत बऱ्याचदा सामान्य व्यक्ती संभ्रमितच असतात.

लहान मुलांच्या बाबतीत रक्तदाबाच्या सामान्य पातळीचा हिशोब थोडासा वेगळा असतो. नुकत्याच जन्मलेल्या, म्हणजेच नवजात बालकाचा रक्तदाब बराच कमी असतो. बाळाचे वय वाढत जाते तसतसा त्याचा रक्तदाब वाढत जातो. सर्वसाधारणपणे वयाच्या चौदाव्या अथवा पंधराव्या वर्षांपर्यंत त्या मुलाचा/मुलीचा रक्तदाब स्थिर होतो आणि त्याची सामान्य पातळी १२०/८० mm of Hg किंवा त्यापेक्षा कमीच असते. प्रौढावस्थेमध्ये वयोमानानुसार रक्तदाब थोडाफार वाढला तरीही तो १२०/८० mm of Hg च्या आतच राहावा लागतो. कुठल्याही व्यक्तीचा रक्तदाब संपूर्ण दिवसभर एकाच स्थिर पातळीवर राहत नाही. दिवसाच्या वेगवेगळ्या वेळी रक्तदाब कमी-जास्त होत राहतो. सर्वसाधारणपणे, आपण रात्री झोपेत असताना आपला रक्तदाब कमी असतो व सकाळी जाग येईपर्यंत तो कमीच राहतो. त्यानंतर आपल्या दैनंदिन हालचाली सुरू होतात, तसतसा आपला रक्तदाब वाढत जातो व संध्याकाळपर्यंत त्याची पातळी जास्त असते. पुन्हा रात्रीच्या वेळी रक्तदाब कमी होतो. ऋतुमानानुसारही रक्तदाब कमी-जास्त होत असतो. सर्वसाधारणपणे उन्हाळ्यामध्ये तापमानात वाढ होते व आपल्या धमन्या प्रसरण पावतात. त्यामुळे आपला रक्तदाब कमी होतो. याउलट हिवाळ्यामध्ये बाहेरचे तापमान कमी होते, आणि आपल्या धमन्या आकुंचन पावतात, व त्यामुळे आपला रक्तदाब वाढतो. तसेच, आपण व्यायाम करत असलो, किंवा कुठल्याही भीतिदायक किंवा क्लेशदायक परिस्थितीशी सामना करत असलो तर आपले हृदय खूप जोर लावून आकुंचन पावू लागते आणि आपल्या धमन्या थोड्याफार प्रमाणात आकुंचन पावतात. त्यामुळे त्या काळात रक्तदाब तात्पुरता वाढतो. अशा रितीने आपला रक्तदाब कमी-जास्त होत असला तरी सामान्यतः, Systolic blood pressure ९० ते १२० mm of Hg आणि Diastolic blood pressure ६० ते ८० mm of Hg या मर्यादितच राखले जाते. म्हणूनच, कुठल्याही वयाच्या स्त्री व पुरुषांचे Systolic blood pressure १२० mm of Hg पेक्षा कमी आणि Diaastolic blood pressure ८० mm of Hgपेक्षा कमी असणे हेच नॉर्मल अथवा सामान्य समजले जाते.

प्रौढ व्यक्तींमध्ये उच्च रक्तदाब नेमके कशाला म्हणायचे, उच्च रक्तदाबाचा प्रतिबंध कसा करायचा, रक्तदाब योग्य पद्धतीने कसा मोजायचा आणि उच्च रक्तदाबाचे व्यवस्थापन कसे करायचे याबाबतची आंतरराष्ट्रीय मार्गदर्शक तत्त्वे नुकतीच म्हणजे १४ ऑगस्ट २०२५ या दिवशी जाहीर केली गेली. अमेरिकन हार्ट असोसिएशन, अमेरिकन कॉलेज ऑफ कार्डिओलॉजी यासारख्या अनेक प्रख्यात संस्थांमधल्या तज्ज्ञांनी ही मार्गदर्शक तत्त्वे निश्चित केली आहेत. अनेक शोधनिबंध आणि अहवालांच्या आधारे ही मार्गदर्शक तत्त्वे व सूचना जारी केल्या गेल्या आहेत. त्यानुसार सामान्य रक्तदाब म्हणजे काय, उच्च रक्तदाब कशाला म्हणायचे, उच्च रक्तदाबाच्या वेगवेगळ्या पातळ्या कोणत्या हे ठरवले गेले. त्यासंबंधीचे कोष्टक आकृती क्रमांक-३मध्ये दाखवलेले आहे.

रक्तदाब वाढलेला असला तरीही अनेक व्यक्तींना

Blood Pressure Categories

BLOOD PRESSURE CATEGORY	SYSTOLIC mm Hg (top/upper number)		DIASTOLIC mm Hg (bottom/lower number)
NORMAL	LESS THAN 120	and	LESS THAN 80
ELEVATED	120-129	and	LESS THAN 80
STAGE 1 HYPERTENSION (High Blood Pressure)	130-139	or	80-89
STAGE 2 HYPERTENSION (High Blood Pressure)	140 OR HIGHER	or	90 OR HIGHER
SEVERE HYPERTENSION (If you don't have symptoms*, call your health care professional)	HIGHER THAN 180	and/or	HIGHER THAN 120
HYPERTENSIVE EMERGENCY (If you have any of these symptoms*, call 911)	HIGHER THAN 180	and/or	HIGHER THAN 120

*symptoms: chest pain, shortness of breath, back pain, numbness, weakness, change in vision, or difficulty speaking

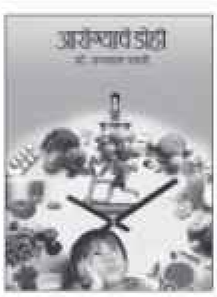
रक्तदाबाबाबतची सामान्य आणि उच्च पातळीच्या मर्यादा (आकृती क्रमांक-३)

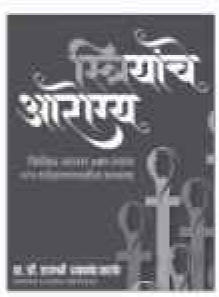
वरकरणी त्याचा काहीही त्रास जाणवत नसतो. त्यामुळेच रुग्ण सहसा रक्तदाब तपासून घेतच नाहीत. वैद्यकीय तपासण्यांमधेही रक्तदाबाची तपासणी अनिवार्य केली जात नाही. त्यामुळे एकीकडे, उच्च रक्तदाबाचा, म्हणजेच हायपरटेन्शनचा काही त्रास तर जाणवत नसतो परंतु दुसरीकडे, वाढलेल्या रक्तदाबामुळे जिवाला अनेक धोके निर्माण होऊ लागतात. आणि या धोक्यांची पुसटशी जाणीवही त्या संबंधित व्यक्तीला होत नाही. या कारणामुळेच असे म्हटले जाते, की hypertension is a silent killer. म्हणजेच, 'दबक्या पावलांनी किंवा चाहूलही लागू न देता दाराशी येणारा मृत्यू' अशीच उच्च रक्तदाबाची व्याख्या केली गेलेली आहे.

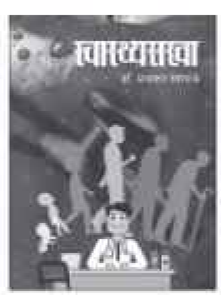
रक्तदाब तपासण्यासाठी कुठल्या प्रकारचे मशीन वापरावे, रक्तदाब तपासण्याची योग्य, शास्त्रोक्त पद्धत कुठली, जीवनशैली बदलून उच्च रक्तदाबापासून दूर राहता येते का, रक्तदाब वाढलेला असेल तर जीवनशैली बदलून तो कमी करता येतो का, यासाठी जीवनशैलीमध्ये काय काय आणि कसकसे बदल करावेत, याबाबत सविस्तर चर्चा लेखमालेच्या पुढील भागांमधे आपण करत राहणार आहोत.

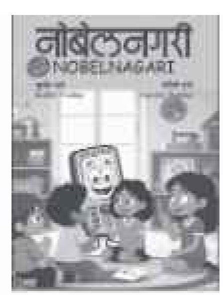
– डॉ. स्वाती बापट
swateebapat@gmail.com

ग्रंथालीची महत्त्वपूर्ण पुस्तके









ओळख आवर्तसारणीची

एकविसाव्या शतकाचे मूलद्रव्य टायटॅनियम

कुसुमसुत

धातूंच्या विशाल विश्वात प्रत्येक धातूची आपली वेगळी ओळख असते. लोखंड, तांबे, ॲल्युमिनियम किंवा सोने, चांदी, प्लॅटिनम यांना जसे आपापले औद्योगिक आणि सांस्कृतिक स्थान आहे, तसेच अद्ययावत विज्ञान व तंत्रज्ञानाच्या युगात टायटॅनियम या धातूने विलक्षण महत्त्वाचे स्थान प्राप्त केले आहे. पृथ्वीवरील सर्वांत ताकदवान, वजनाने हलका आणि जैवसुसंगत धातू म्हणून त्याची ओळख निर्माण झाली असून, वैज्ञानिक, वैद्यकीय, लष्करी, औद्योगिक आणि अवकाश संशोधनक्षेत्रात टायटॅनियमचा वापर अनिवार्य ठरू लागला आहे.

टायटॅनियम हा धातू शुद्ध स्वरूपात तयार करणे अतिशय कठीण आहे, पण आज आपण त्यावर आणि त्याच्या संयुगांवर इतके अवलंबून आहोत की त्याशिवाय तग धरणेच अशक्य आहे. त्याचे सर्वात महत्त्वाचे संयुग म्हणजे टायटॅनियम डायऑक्साइड (TiO_2), आणि जगभर वापरल्या जाणाऱ्या टायटॅनियमपैकी तब्बल ९५% याच संयुगासाठी वापरले जाते. दरवर्षी आपण जवळपास ४० लक्ष टन TiO_2 वापरतो. यापैकी मोठा भाग रंगकामासाठी आणि इतर अशा उपयोगांसाठी केला जातो, जिथे तेजस्वी पांढरा, न विरघळणारा आणि विषारी नसलेला पदार्थ हवा असतो, उदाहरणार्थ, औषधे आणि टूथपेस्ट. अन्नउद्योगात याचा उपयोग E171 या ॲडिटीव्हच्या स्वरूपात केला जातो, ज्याद्वारे मिठाई, चीज, आयसिंग आणि टॉपिंग यांसारख्या पदार्थांचा रंग अधिक पांढरा केला जातो.

TiO_2 सनस्क्रीनमध्येही वापरला जातो, कारण तो अपारदर्शक पांढरा असतो आणि अतिनील (UV) किरण शोषण्यात खास उपयुक्त असतो. अतिनील प्रकाश शोषण्याच्या क्षमतेमुळे TiO_2 फोटो-कॅटॅलिस्ट म्हणून कार्य करू शकतो. म्हणजे अतिनील किरणे पडल्यावर तो मुक्त इलेक्ट्रॉन निर्माण करतो आणि ते पृष्ठभागावरील रेणूंशी अभिक्रिया करून अतिशय प्रतिक्रियाक्षम मुक्त रॅडिकल (free radicals) तयार करतात. मात्र असे रॅडिकल आपल्या त्वचेवर नकोत म्हणून सनस्क्रीनमध्ये वापरल्या जाणाऱ्या TiO_2 कणांना सिलिका किंवा ॲलुमिना यांचा संरक्षक थर दिला जातो. मी टायटॅनियम ऑक्साइडवर आधारित पाणी शुद्धीकरण तंत्र विकसित केले आहे.

इतर ठिकाणी हेच रॅडिकल फायदेशीर ठरतात, कारण ते जिवाणू नष्ट करू शकतात. वैज्ञानिकांना असे आढळले की TiO_2मध्ये अगदी अल्प प्रमाणात नायट्रोजन किंवा चांदी यांसारखी तत्त्वे मिसळल्यास अतिनील प्रकाशाचीही आवश्यकता राहात नाही, दृश्यमान प्रकाशही हेच काम करतो. TiO_2चे अगदी पातळ थर काचांवर (किंवा टाइल्ससारख्या इतर पदार्थांवर) चढवता येतात; रुग्णालयांमध्ये संक्रमण कमी करण्यासाठी याची चाचणी घेतली जात आहे.

अशा प्रकारच्या काचेवर पाणी पडल्यावर ते थेंब बनून न राहता पसरते, त्यामुळे त्यावर धुरकट थर (फॉग) बसत नाही (कारच्या आरशाचा विचार करा) आणि त्याचवेळी मळही धुतला जातो. ह्याच तत्त्वावर पिल्किंग्टन Activ™ स्वच्छतकाचा अप्रतिम ब्रिटिश शोध आधारित आहे. आता वैज्ञानिक इमारतींच्या, पदपथांच्या आणि रस्त्यांच्या पृष्ठभागात TiO_2 मिसळण्यावर संशोधन करत आहेत. काही रस्त्यांवर तर TiO_2ची पातळ थर असलेली पृष्ठभागीय चाचणीही घेतली जाते, कारण त्याने वाहनांच्या एक्झॉस्टमधील प्रदूषक कमी होण्याची शक्यता व्यक्त केली जाते.

पहिले टायटॅनियम संयुग सन १७९१ मध्ये विल्यम ग्रेगर नावाच्या कॉर्नवॉलमधील एका पाद्रीबाबाने शोधले. त्यांनी अशुद्ध ऑक्साइड वेगळे केले आणि आम्लात विरघळवले - ते द्रावण रंगहीन होते; पण त्यात जस्त मिसळल्यावर ते जांभळे झाले. हे पाद्रीबाबा आपल्या काळापेक्षा पुढे चालत गेलेले संक्रमणधातू रसायनशास्त्रज्ञ होते. त्यानंतर शंभराहून अधिक वर्षे अनेक रसायनशास्त्रज्ञांनी शुद्ध धातू मिळवण्याचा प्रयत्न केला, पण अपयशी ठरले.

आज आपल्याला माहिती आहे की हे इतके कठीण का होते, कारण साधारणपणे निष्क्रिय मानला जाणारा नायट्रोजन वायूदेखील गरम टायटॅनियमबरोबर अभिक्रिया करून टायटॅनियम नाइट्राइड (TiN) तयार करतो.

आजच्या काळात टायटॅनियमचे उत्पादन क्रॉल प्रक्रियेद्वारे केले जाते. सर्वप्रथम टायटॅनियम डायऑक्साइडला कार्बनसह सुमारे १०००°C तापवतात आणि त्यावरून क्लोरिन पाठवतात, त्यातून $TiCl^4$ तयार होते. लोक त्याला टोपणनावाने 'टिकल' म्हणतात. त्यानंतर या 'टिकल'ची आर्गोन वायूच्या संरक्षणाखाली ८५०°C तापमानावर गरम मॅग्नेशियमबरोबर अभिक्रिया घडवली जाते आणि धातुरूप टायटॅनियम मिळते.

टायटॅनियम धातू लोखंडाइतका स्वस्त नाही कारण त्याचे धातूप्राप्तीकरण अत्यंत अवघड आहे. म्हणून त्याचा वापर मुख्यतः विशिष्ट क्षेत्रांमध्ये केला जातो. या धातूचे गुणधर्म अत्यंत मौल्यवान आहेत. प्रत्यक्षात तो जास्त प्रतिक्रिया दाखवत नाही, कारण ॲल्युमिनियमप्रमाणेच त्यावरही ऑक्साइडचा अतिशय पातळ संरक्षक थर तयार होतो आणि तो गंजत नाही. त्याचा घनत्व ४.५ ग्रॅम/सेमी³, म्हणजे लोखंडापेक्षा बऱ्याच कमी. त्यामुळे टायटॅनियम मिश्रधातूंचे एअरलाइन्स आणि अरोस्पेस क्षेत्रात अफाट महत्त्व आहे. जगातील सर्वात वेगवान मानवरहित विमान SR-71 ब्लॅकबर्ड याच्या निर्मितीत टायटॅनियमचा मोठ्या प्रमाणात वापर झाला. तसेच, बोईंग ७४७ आणि एअरबससारख्या मोठ्या व्यावसायिक विमानांच्या इंजिन व एअरफ्रेमच्या प्रमुख भागांमध्येही याचा वापर होतो.

हा धातू सागरी पाण्यातही गंजत नाही, त्यामुळे जहाजांचे प्रोपेलर शाफ्ट आणि इतर समुद्री उपकरणांमध्ये याचा वापर केला जातो. रशियनांनी तर पाणबुड्यांच्या बांधकामात त्याचा मोठ्या प्रमाणात वापर केल्याचे सांगितले जाते. टायटॅनियम विषारी नाही आणि शरीर त्याला नाकारत नाही. तो हाडांशी जोडून घेतो, म्हणून सांधे बदलण्याच्या शस्त्रक्रियांमध्ये – विशेषतः हिप-जॉइंट – तसेच दातांच्या इम्प्लांटमध्ये याचा वापर आज मोठ्या प्रमाणात होतो. एकूणच – टायटॅनियम आणि त्याची संयुगे यांची उपयोगक्षमता इतकी प्रचंड आहे की त्याशिवाय जीवनाची आणि तंत्रज्ञानाची आधुनिक व्यवस्था आपण कल्पनाही करू शकत नाही.

टायटॅनियम या धातूचा शोध १७९१ साली विलियम ग्रेगोर या ब्रिटिश खनिजज्ञाने लावला. त्यानंतर मार्टिन हेन्रीख क्लापरोथ यांनी या नवीन घटकाला महासामर्थ्यवान टायटन या ग्रीक देवतेच्या नावावरून टायटॅनियम हे नाव दिले. सन १९१०मध्ये अमेरिकेतील जनरल इलेक्ट्रिक कंपनीमध्ये कार्यरत असलेल्या एम. ए. हंटर यांनी टायटॅनियम टेट्राक्लोराइड आणि सोडियम धातू यांचे उच्च तापमानाला संयोजन करून शुद्ध टायटॅनियम धातू तयार केला, तेव्हाच प्रथमच शुद्ध टायटॅनियम मिळवता आला. त्याचे मूलद्रव्य चिन्ह Ti असून, अणुक्रमांक २२ आहे. पृथ्वीच्या पृष्ठभागात टायटॅनियम विपुल प्रमाणात आढळते, परंतु शुद्ध धातू स्वरूपात न आढळल्याने त्याचे निष्कर्षण तांत्रिकदृष्ट्या कठीण आहे. प्रामुख्याने रुटाईल (TiO_2) आणि इल्मेनाईट ($FeTiO_3$) या खनिजांमधून टायटॅनियम तयार केले जाते.

टायटॅनियमचे भौतिक आणि रासायनिक गुणधर्म

टायटॅनियमची जादू मुख्यतः त्याच्या असाधारण गुणधर्मांमुळे आहे. त्यातील काही महत्त्वपूर्ण गुणधर्म पुढीलप्रमाणे –

१. अत्यंत सामर्थ्यवान आणि हलका

टायटॅनियमची घनता स्टीलपेक्षा अंदाजे ४५% कमी असून, सामर्थ्य जवळपास स्टीलइतकेच किंवा काही वेळा अधिकदेखील असते. त्यामुळे हलके पण मजबूत धातू आवश्यक असलेल्या ठिकाणी तो योग्य पर्याय ठरतो.

२. गंजरोधकता

टायटॅनियमच्या पृष्ठभागावर नैसर्गिकरीत्या तयार होणारे टायटॅनियम डायऑक्साइडचे संरक्षणात्मक आवरण त्याला समुद्राच्या पाण्यात, आम्लांमध्ये तसेच अत्यंत प्रतिकूल वातावरणातसुद्धा गंज लागू देत नाही.

३. उच्च वितळणांक

टायटॅनियमचा वितळणांक १६६८°C इतका असून, अतिउच्च तापमानातही त्याची इलेक्ट्रॉनिक संरचना अबाधित राहते.

४. जैवसुसंगतता

मानवी शरीराशी पूर्ण सुसंगत (Biocompatible) असल्यामुळे शरीरात त्याची कोणतीही रासायनिक प्रतिक्रिया किंवा दुष्परिणाम होत नाहीत. म्हणूनच वैद्यकीय प्रत्यारोपण क्षेत्रात टायटॅनियम अत्यंत महत्त्वाचे आहे.

५. थकवा-प्रतिरोध (Fatigue resistance)

दीर्घकाळ ताण, कंपने आणि यांत्रिक दाब सहन करू शकेल अशी त्याची क्षमता उल्लेखनीय आहे.

६. कमी चुंबकीय प्रभाव

टायटॅनियमवर चुंबकीय क्षेत्राचा प्रभाव नगण्य असतो. त्यामुळे चुंबकीय संवेदनशील वातावरणातही त्याचा सुरक्षित वापर होतो.

टायटॅनियमचे उपयोग

टायटॅनियमचे उपयोग विविध क्षेत्रांत विस्तारलेले आहेत. विज्ञान-तंत्रज्ञान प्रगत होत गेल्याप्रमाणे टायटॅनियमची मागणी झपाट्याने वाढत गेली.

१. विमान, अवकाश आणि संरक्षण क्षेत्र

* विमानांचे ढांचे आणि इंजिनाचे भाग
* रॉकेट आणि उपग्रहांच्या संरचना
* सुपरसॉनिक फायटर जेट्स
* क्षेपणास्त्रे आणि ड्रोन

टायटॅनियम हलका असूनही अतीउच्च तापमान, दाब आणि कंप सहन करू शकतो, त्यामुळे अरोस्पेस उद्योगाचा कणा म्हणून त्याची ओळख निर्माण झाली आहे.

२. वैद्यकीय क्षेत्र

टायटॅनियमची जैवसुसंगतता ही त्याची सर्वात मोठी ताकद ठरली आहे. आज वैद्यकीय शस्त्रक्रियेत -

* दातांचे कृत्रिम इम्प्लांट
* हाडांचे सांधेस्थान बदल (Hip Knee replacement)
* पाठीचा कणादुरुस्ती
* शरीरातील धातू फ्रेम, स्क्रू आणि प्लेट
* हृदयातील स्टेंट

यांसाठी टायटॅनियमचा सुरक्षित व दीर्घकालीन वापर होतो.

३. समुद्री अभियांत्रिकी

समुद्राच्या पाण्यात कार्बनी स्टील अत्यंत वेगाने गंजतो; मात्र टायटॅनियमवर परिणाम होत नाही. म्हणून

* पाणबुड्या
* जहाजांचे भाग
* समुद्रतळावर कार्य करणारी पाइपलाइन
* समुद्रातील पवनचक्क्या

यांसाठी टायटॅनियम उपयुक्त ठरतो.

४. रासायनिक उद्योग

* उच्च तापमान व आम्लयुक्त अभिक्रियांतील प्रतिक्रियापात्रे
* प्रक्रिया पाइपलाइन
* उष्माविनिमायक (Heat exchangers)
* उत्तम गंजरोधकतेमुळे टायटॅनियमचा रासायनिक कारखान्यांमध्ये मोठ्या प्रमाणावर वापर होतो.

५. विद्युत आणि इलेक्ट्रॉनिक्स

* मोबाइल व लॅपटॉप बॉडी
* उच्च सामर्थ्याचे कनेक्टर
* टायटॅनियम डायऑक्साइड आधारित सेन्सर्स
* मेमरी स्टोरेज पदार्थ
* टायटॅनियमच्या टिकाऊपणा व हलक्या वजनामुळे इलेक्ट्रॉनिक्स उद्योगाला नवचैतन्य मिळाले आहे.

६. क्रीडा व दैनंदिन साधने

* गोल्फ काठी, टेनिस रॅकेट्स, सायकल रिम्स
* चाकूंच्या उच्च दर्जाच्या पाती
* सनग्लास फ्रेम
* आलिशान घड्याळे
* हलके आणि मजबूत या संयोगामुळे ही साधने अधिक आरामदायी आणि दीर्घकाल टिकणारी बनतात.

टायटॅनियमचे जागतिक आणि भारतीय महत्त्व

जगात प्रगत राष्ट्रांमध्ये टायटॅनियमचे धोरणात्मक महत्त्व प्रचंड आहे. कारण अरोस्पेस आणि संरक्षण क्षेत्रात स्वावलंबनासाठी हा धातू निर्णायक मानला जातो.

* अमेरिकेत टायटॅनियमची व्यापारी मागणी सर्वाधिक आहे.
* रशिया, चीन, जपान आणि भारत टायटॅनियम उत्पादन व संशोधनात उद्यास येत आहेत.

भारतामध्ये केरळ, ओडिशा आणि तमिळनाडू या किनारी भागात इल्मेनाइटचे साठे प्रचंड प्रमाणात असल्याने भारतामध्ये भविष्यात टायटॅनियमचे जागतिक केंद्र होण्याची क्षमता आहे. संरक्षण संशोधन संस्था (DRDO), इस्रो (ISRO) आणि हिंदुस्तान अरोनॉटिक्स लिमिटेड (HAL) यांनी टायटॅनियमवर आधारित तंत्रज्ञानाच्या विकासात महत्त्वपूर्ण कार्य केले आहे. भारताचा लाइट कॉम्बॅट एअरक्राफ्ट (LCA) तेजस हा टायटॅनियमचा उच्च प्रमाणात वापर करणारा उल्लेखनीय प्रकल्प मानला जातो.

भविष्यातील महत्त्व

२१व्या शतकात नवनिर्मिती आणि संशोधनाची कास धरून उद्योग वेगाने बदलत आहेत. शाश्वत, टिकाऊ आणि उच्च कार्यक्षमता असलेल्या पदार्थांची गरज वाढत आहे. या पार्श्वभूमीवर टायटॅनियमचे महत्त्व पुढील कारणांनी अधिकाधिक वाढणार आहे -

* अवकाश संशोधनाचा वाढता व्याप
* समुद्रतळावर ऊर्जा व खनिज संशोधन
* जैववैद्यकीय तंत्रज्ञानाचा विस्तार
* इलेक्ट्रिक व्हेईकल आणि रोबोटिक्ससाठी उच्च दर्जाचे मिश्रधातू
* 3D प्रिंटिंगद्वारे टायटॅनियम घटकांचे उत्पादन

त्यामुळे टायटॅनियम हा केवळ एक धातू नसून भविष्यातील सुपर-मटेरियल म्हणून पाहिला जात आहे.

आधुनिक विज्ञान व तंत्रज्ञानाला धातूंचे कणखर समर्थन नसते तर मानवाच्या प्रगतीचा वेग इतका प्रचंड झाला नसता. टायटॅनियम हा धातू त्याच्या हलक्या वजन, अत्युच्च सामर्थ्य, गंजरोधकता, तापरोधकता आणि जैवसुसंगतता या असामान्य गुणधर्मांमुळे जगातील सर्वांत मौल्यवान औद्योगिक धातूंमध्ये गणला जातो. विमान, अवकाश, वैद्यकीय, समुद्री, औद्योगिक आणि इलेक्ट्रॉनिक्स क्षेत्रात तो क्रांतिकारी परिवर्तन घडवत आहे. भारतासाठीदेखील टायटॅनियम हा केवळ औद्योगिक साधन नसून तांत्रिक स्वाभिमान आणि स्वावलंबनाचे प्रतीक ठरू शकतो. म्हणूनच टायटॅनियमचे संशोधन, उत्पादन आणि वापर वाढवणे हे २१व्या शतकातील वैज्ञानिक व औद्योगिक प्रगतीचे मोलाचे पाऊल ठरेल. विकास आणि सुरक्षेच्या भविष्यात टायटॅनियमची भूमिका केवळ महत्त्वाची नसून अपरिहार्य आहे.

टायटॅनियम हा कोणत्याही एका ग्रहापुरता मर्यादित असलेला दुर्मिळ धातू नाही. तो विश्वात मोठ्या प्रमाणावर आढळणाऱ्या मूलद्रव्यांपैकी एक आहे. म्हणूनच टायटॅनियम अंतराळात इतरत्र असण्याची शक्यता अत्यंत जास्त आहे.

* ताऱ्यांच्या केंद्रात निर्माण होणारे मूलद्रव्य.
  टायटॅनियमचे निर्माण सुपरनोव्हा स्फोटांमध्ये होते. ताऱ्यांच्या मृत्यूवेळी होणाऱ्या विशाल विस्फोटांतून हे मूलद्रव्य तयार होऊन अंतराळात विखुरले जाते. त्यामुळे ते अनेक ग्रह, उपग्रह, उल्का व धूमकेतूंच्या पदार्थांमध्ये मिसळलेले असण्याची शक्यता असते.
* उल्कांमध्ये टायटॅनियम आढळले आहे.
  पृथ्वीवर पडलेल्या अनेक उल्कांच्या विश्लेषणातून टायटॅनियमचे अस्तित्व सिद्ध झाले आहे. उदाहरणार्थ, लुनाइट, डायोजेनाइट व हावर्डाइट प्रकारच्या उल्कांमध्ये टायटॅनियमचे प्रमाण सापडले आहे.
* चंद्राच्या पृष्ठभागावर (mare regions) – टायटॅनियम ऑक्साइडचे अधिक प्रमाण दिसते
* मंगळावरील खडकांमध्ये – धात्विक टायटॅनियमचे रासायनिक संकेत सापडले आहेत

यावरून टायटॅनियम सौरमालेतील इतर खगोलीय पिंडांवरही सामान्य असल्याचे दिसते.

विश्वात टायटॅनियमची विपुलता पदार्थांच्या विपुलतेच्या वैज्ञानिक क्रमवारीत टायटॅनियम अंदाजे १० व्या क्रमांकावर येतो– म्हणजे ते मूलद्रव्य विश्वात भरपूर प्रमाणात आढळते.

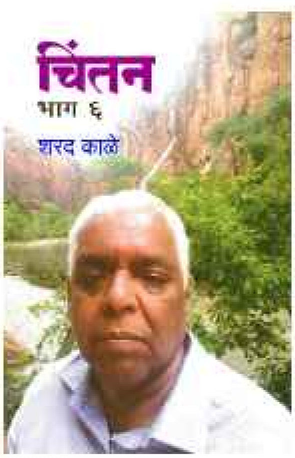
टायटॅनियम अंतराळातील इतर ग्रह, उपग्रह, उल्का इत्यादी ठिकाणी असण्याची शक्यता केवळ जास्त नाही, तर ती सिद्ध तथ्यांवर आधारित आहे. विशेषतः, टायटॅनियम असणाऱ्या खनिजांची उपस्थिती चंद्र आणि मंगळावर आढळलेली असल्यामुळे भविष्यातील खननमोहिमांसाठी ते महत्त्वाचे साधन ठरू शकते.

टायटॅनियम हा लवचीकता, टिकाऊपणा या गुणधर्मामुळे विज्ञानाचे स्वप्न साकार करणारा स्वप्नधातू आहे असे म्हटले तरी चालेल.

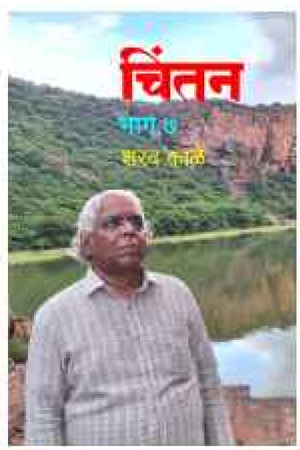
– **शरद काळे**
sharadkale@gmail.com

ग्रंथाली

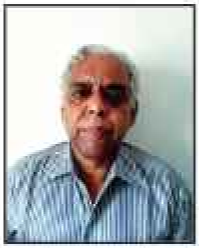
शरद काळे यांची नवी पुस्तके



चिंतन (भाग ६)
मूळ किंमत ₹ ६५०
सवलतीत ₹ ४००



चिंतन (भाग ७)
मूळ किंमत ₹ ७५०
सवलतीत ₹ ४५०



शिक्षणक्षेत्रात बदल वेगाने व्हायला हवे आहेत!

शरद काळे

१७ नोव्हेंबर २०२५ रोजी हैदराबादजवळ ४० किलोमीटरवर असलेल्या कचारम या गावात (रंगारेड्डी जिल्हा) एक कार्यक्रम दुपारी होता. जिल्हा परिषदेची ही शाळा आहे. शिक्षकांचे पगार सातव्या वेतन आयोगाप्रमाणे आहेत. पण शिक्षकांची उदासीनता खेदजनक होती. निमित्त होते विज्ञानप्रदर्शनाचे. विद्यार्थ्यांना कसलेही मार्गदर्शन नसल्याचे कुणी सांगावे लागत नव्हते. एका मुलीने तर बऱ्यापैकी concentrated हायड्रोक्लोरिक आम्ल टेबलवर ठेवले होते. मी तिला तो प्रयोग करू दिला नाही. एक शिक्षक दूर बसून आपण त्या गावचेच नाही अशा आविर्भावात होते. एकूण प्रदर्शन अज्ञानाचेच अधिक होते.

त्यानंतर रीतसर बक्षीससमारंभ झाला. कुणाला तरी बक्षीस देणे भाग होते. म्हणून तीन बक्षिसे दिली. तीन-चार शिक्षक आणि मुख्याध्यापिका त्या कार्यक्रमात सहभागी झाल्या होत्या (म्हणजे तिथे आसपास होत्या!) मुलांशी बोलायला सुरुवात केली. भाषेची अडचण होती. परंतु हिंदी त्यांना समजत होती, म्हणून हिंदीत त्यांच्याशी संवाद साधला. मुलांना थोडे बोलते केल्यावर त्यांनी चांगले प्रश्न विचारले. जवळजवळ १५-१६ प्रश्न विचारल्यावर शाळेची वेळ संपली. मुलांची कार्यक्रम थांबवण्याची अजिबात इच्छा नव्हती आणि शिक्षकांची कार्यक्रम चालू ठेवण्याची अजिबात इच्छा नव्हती! विशेषतः ८-९वी तील विद्यार्थी माझ्याभोवती घोटाळत होते. त्यांना खूप काही बोलायचे होते. कार्यक्रम संपल्यानंतरचा कार्यक्रम खूप रंगला!

विज्ञानधारा कार्यक्रम
दि. १९ नोव्हेंबर २०२५
अभिनव ग्रुप ऑफ एज्युकेशन, गडहिंग्लज

सुमारे ७५० विद्यार्थी (८, ९, १०, ११वी) अडीच-तीन तास या कार्यक्रमात मनापासून सहभागी झाले होते. एकदासुद्धा मला त्यांना शांत बसा असे सांगावे लागले नाही, ही अतिशय समाधानाची बाब होती. मुले कार्यक्रमात रंगली होती, नोट्स लिहून घेत होती. कचऱ्यावर कविता लिहा सांगितले तर बऱ्याच विद्यार्थ्यांनी स्वयंस्फूर्तीने छान कविता लिहिल्या. ह्या सर्व कार्यक्रमात संस्थेतील शिक्षकांचा सहभागदेखील खूप वाखाणण्याजोगा होता. 'विज्ञानधारा'चे अनेक कार्यक्रम मी गेली २०-२२ वर्षे करत आहे. विज्ञानधारा या बॅनरखाली गेली तीन वर्षे कार्यक्रम होत असले तरी भाभा अणुसंशोधन केंद्रात कार्यरत असताना व नंतरही सन १९९८ पासून हे कार्यक्रम Popularization of Science या कार्यक्रमाअंतर्गत मी घेत आहे. या सर्व कार्यक्रमांमध्ये विद्यार्थ्यांचा प्रतिसाद संमिश्र स्वरूपाचा असणे स्वाभाविक

कचरा

कचरा म्हणजे वाटतं आपल्याला आहे व्यर्थ
पण कधीच आपण विचार नाही करत कसे कसवे याचे सार्थः ?
बघणं आलं पाहिजे आपल्याला प्रत्येक गोष्टीत सोनं
गाऊ आपण सर्वजन मिळून स्वच्छतेच गान

कचरा ठेवला का रे बाहेर सुरुवात होते दिवसाची
खतामध्ये रुपांतरणात ओळख बदलेत कचऱ्याची
खतरूपी कचऱ्याच्या स्वीकारातून बनवू भारत स्वच्छ
बदलून टाकू देश बनवू परिसर स्वच्छ

कचरा म्हणजे कचरा नाही आहे खजिना
कचऱ्यातूनही सौंदर्याची व्याप्ती पटवून देवू मना
सौंदर्याच्या व्याप्ती मध्ये ढालून भारताला
स्वतः मध्ये करून बदल सांगू जगाला वापरा कचऱ्याला

बदलातून पाहण्याची बदलेत आपली दृष्टि
यातूनच बनवू सुंदर, स्वच्छ सृष्टि
बदलत्या विचाराने बदलू भारत, घडवू भारताला
करू सुरुवात सर्वांनी मिळून हात हाताला

\- सामर्थ्य सुरेश दास

नाव -सामर्थ्य सुरेश दास
इयत्ता- १० वी
शाळा -अभिनव ग्लोबल स्कूल अँड ज्युनियर कॉलेज

असते. प्रत्येक ठिकाणी कार्यक्रमाला भरभरून प्रतिसाद मिळेल असेही नसते. कित्येक ठिकाणी संस्थाचालक या बाबतीत उदासीन असतात. शिक्षकांचेही सहकार्य दरवेळी मिळेलच असे नसते. अर्थात अनेक ठिकाणी खूप चांगले अनुभवही गाठीशी आहेत. डॉ. अमोल पाटील, डॉ. संदीप पाटील आणि त्यांच्या सर्व सहकाऱ्यांनी अभिनव ग्रुप ऑफ एज्युकेशन संस्थेतील हा कार्यक्रम अतिशय सुंदर पद्धतीने आयोजित करून ग्रामीण भागात अजून शिक्षण संस्कृती गतिमान आणि सर्वसमावेशक असल्याचे उत्तम उदाहरण आपल्यासमोर ठेवले आहे. दुपारच्या सत्रात शिक्षकांसाठी दोन तासांच्या कार्यक्रमात सकाळचाच उत्साह दिसून आला. शिक्षण सर्वसमावेशक करण्यासाठी नेमके काय केले पाहिजे ह्यावर चांगली चर्चा झाली. दुसऱ्या कार्यक्रमाला मराठी विज्ञान परिषद, गडहिंग्लज विभाग यांचे पदाधिकारी आवर्जून उपस्थित होते. पद्मनवर सर स्वतः उपस्थित नसले तरी दोन्ही कार्यक्रमांच्या आयोजनासाठी त्यांनी प्रचंड मेहनत घेतली होती. एकूणच अतिशय आनंददायक आणि उत्तम असे हे दोन्ही कार्यक्रम होते.

गडहिंग्लज आणि कचारम या दोन ठिकाणच्या एकापाठोपाठ कार्यक्रमांत आलेले हे दोन अनुभव खूप विचार करायला लावणारे आहेत. 'विज्ञानधारा'चे गडहिंग्लजचे चित्र खूप समाधान देणारे होते. कचारम येथील कार्यक्रमाचे अनुभव गडहिंग्लजमधील कार्यक्रमाच्या तुलनेने खूप जास्त प्रमाणात येतात, ही गोष्ट शिक्षणक्षेत्रात निर्माण झालेल्या अनास्थेबद्दल खूप काही सांगून जाते. ह्या मुलांना मार्गदर्शन नसल्यामुळे त्यांचा जीवनप्रवास बिकट होणार आहे, हा निष्कर्ष काढायला कोणत्याही ज्योतिषाची गरज नाही! पण समाजात दुसरे चित्र अधिक ठिकाणी (कदाचित सरकारी शाळांमध्ये बहुतेक ठिकाणी) दिसत असल्यामुळे देशाच्या भविष्याची चिंता वाढवल्याशिवाय राहणार नाही! शिक्षकांमधील उदासीनता दूर करण्यासाठी संवेदनशील कार्यक्रमांची आवश्यकता आहे. संस्थापातळीवर शिक्षणक्षेत्रात जे राजकारण अनुभवायला मिळते ते विदारक असते. आपल्यासमोर भारताची नवीन पिढी आहे याचे भान शिक्षकांनी ठेवायला हवे. त्यांचे काम सोपे नाही याची सर्वांनाच जाणीव आहे. विशेषतः मोबाईल, गेमिंग आणि इतर डिजिटल आकर्षणांमुळे विद्यार्थ्यांचा वर्गात लक्ष देण्याची प्रवृत्ती खूपच कमी झालेली आहे. त्यांचे लक्ष वेधून ठेवून त्यांना शिकवणे हे खरोखरच एक मोठे आव्हान आहे. एकीकडे भारतीय ज्ञान प्रणालीचे गोडवे गायचे, नवीन शिक्षण धोरणाची भलावण करायची (कारण ते करणे गरजेचे आहे!), पण प्रत्यक्षात विद्यार्थ्यांना त्यातून काय मिळते आहे, याचे मोजमापच नाही, अशी ही सद्यःस्थिती आहे.

नावात आंतरराष्ट्रीय असलेल्या अनेक शाळांचे सध्या पेव फुटलेले आहे. शाळेच्या नावात इंटरनॅशनल गुंफून पिवळ्या बसगाड्या शाळेच्या प्रांगणात उभ्या राहिल्या की त्या शाळांना हवी तेवढी फी वसूल करण्याचे लायसेन्स मिळते. अशा शाळांमधून ना शिक्षकांना बोलण्याचे स्वातंत्र्य असते ना पालकांना. व्यवस्थापक किंवा संचालक वर्ग पैशांच्या जोरावर दाम आणि दंड या जोरावर अक्षरशः राज्य करत असतो. त्यांना उलट प्रश्न विचारण्याची हिंमत होत नाही. अशा शाळांमधून दोन लाखांपासून कितीही फी आकारली जात असते. शिक्षणाची गुणवत्ता हा विषय महत्त्वाचा नसतो. शाळेत सुविधा किती आहेत याची भरपूर जाहिरात केली जाते, पण प्रत्यक्षात त्यांचा ताळमेळ पालकांना माहीत नसतो, आणि विचारण्याची त्यांची प्राज्ञा नसते. त्यांच्या मुलांच्या भवितव्याचा प्रश्न असतो!

सर्वच शाळांमधून अशी परिस्थिती आहे आणि सारेच शिक्षक उदासीन आहेत, असे सुदैवाने झालेले नाही. गेल्या अनेक वर्षांमध्ये मला काही मनस्वी शिक्षक भेटले. ते आपले काम इमानेइतबारे आणि सेवाभावाने करत आहेत. समाजात इतरत्रही असे शिक्षक असतीलच यात शंका नाही. जिल्हापरिषदेच्या शाळांमध्येही असे शिक्षक मनापासून मुलांना शिकवतात. परंतु एकूणच या शिक्षकांची संख्या कमी होत चालली आहे. बऱ्याच ठिकाणी करार पद्धतीने जे शिक्षक नेमले जातात, त्याबद्दल अशांतता आहे असे जाणवते. ज्या देशात शिक्षकांची पातळी घसरते, त्या देशाचे नजीकचे भवितव्य तर धोक्यात येतेच, पण त्याचबरोबर दूरगामी परिणाम देशाला भोगावे लागतात. एकविसाव्या शतकात शिक्षणाच्या कक्षा वेगाने रुंदावत आहेत. कोणत्याही कालखंडात १०–१५ टक्के विद्यार्थी हे स्वयंभू तरी असतात, किंवा भरपूर सुविधा व शिक्षणाची जाण असल्यामुळे अभ्यासू व हुशार असतात. १०–१५ टक्के विद्यार्थ्यांची गती अभ्यासात नसली तरी खेळ, कला या क्षेत्रांमध्ये ते पारंगत असतात. प्रश्न असतो तो मधल्या ६०–६५ टक्के विद्यार्थ्यांचा! एवढ्या मोठ्या संख्येने असलेल्या विद्यार्थ्यांचे भवितव्य देशाच्या उज्ज्वल भवितव्यासाठी अतिशय महत्त्वाचे असते. नेमकी तिथेच आज गोंधळाची स्थिती आहे.

'विज्ञानधारा' कार्यक्रमातील अनुभवांचे विश्लेषण आणि शिक्षणव्यवस्थेसाठी आवश्यक उपाययोजना

शिक्षणक्षेत्रातील वास्तव प्रभावीपणे समजून घेण्यासाठी

प्रत्यक्ष अनुभवाइतके दुसरे माध्यम नाही. विज्ञानधारा कार्यक्रमांतर्गत १७ नोव्हेंबर २०२५ रोजी कचारम (जि.रंगारेड्डी, तेलंगणा) येथे आणि १९ नोव्हेंबर २०२५ रोजी गडहिंग्लज (कोल्हापूर) येथे झालेले दोन कार्यक्रम हे त्याचे उत्तम उदाहरण ठरतात. हे दोन अनुभव परस्परविरोधी असले तरी देशातील शिक्षणव्यवस्थेची विद्यमान स्थिती, तिच्या समस्या आणि सुधारणेची गरज यांचे स्पष्ट चित्र आपल्यासमोर ठेवतात. कचारम येथील जिल्हापरिषद शाळेतील अनुभव अत्यंत चिंताजनक स्वरूपाचा होता. शिक्षकांचे पगार नियमानुसार असूनही त्यांच्या कार्यातील उदासीनता स्पष्टपणे जाणवत होती. विज्ञानप्रदर्शन हे विद्यार्थ्यांच्या सर्जनशील क्षमतेचे, वैज्ञानिक दृष्टिकोनाचे आणि जिज्ञासेचे प्रतीक असते; पण येथे विद्यार्थ्यांना कुठलेही मार्गदर्शन नसल्याचे प्रकर्षाने दिसून आले. सुरक्षिततेकडे दुर्लक्ष हे तर अधिक धोकादायक होते – एका विद्यार्थिनीने तीव्र हायड्रोक्लोरिक आम्ल टेबलावर ठेवलेले पाहून कार्यक्रमकर्त्यांना हस्तक्षेप करावा लागला. हे केवळ शैक्षणिक उणिवांचे उदाहरण नाही, तर विद्यार्थ्यांच्या सुरक्षिततेकडे पाहण्यातील बेफिकिरीचे द्योतक आहे.

कार्यक्रमादरम्यान विद्यार्थ्यांचा उत्साह मात्र लक्षणीय होता. भाषेची अडचण असूनही त्यांनी हिंदी समजून घेतली आणि १५–१६ प्रश्न विचारत त्यांनी आपली जिज्ञासा दाखवून दिली. मुलांची शिकण्याविषयीची इच्छाशक्ती आणि शिक्षकांचा उदासीन दृष्टिकोन यातील तीव्र दरी हा या अनुभवाचा सर्वात महत्त्वाचा भाग ठरतो. शाळेच्या वेळा संपूनही मुलांची कार्यक्रम चालू ठेवण्याची तयारी आणि त्याचवेळी शिक्षकांची कार्यक्रम लवकर संपवण्याची मनोवृत्ती ही स्थिती अधिक वेदनादायक बनवते.

या उलट, गडहिंग्लज येथील अभिनव ग्रुप ऑफ एज्युकेशनमधील कार्यक्रम हा शिक्षणातील सकारात्मकतेचा उत्तम नमुना होता. सुमारे ७५० विद्यार्थी तीन तास एकाग्रतेने, आनंदाने आणि पूर्ण सहभागाने कार्यक्रमात सहभागी झाले. विद्यार्थ्यांनी नोट्स घेतल्या, आपल्या कल्पनांना अभिव्यक्त केले, आणि 'कचऱ्यावर कविता' लिहिण्यासारख्या रचनात्मक उपक्रमांमध्येही उत्साहाने भाग घेतला. ही एक शैक्षणिक ऊर्जा आणि शिकण्याची आनंददायी चळवळ होती. शिक्षकवर्गाचा सहभागही अत्यंत प्रशंसनीय होता. व्यवस्थापनाचा सक्षम पाठिंबा, नियोजनबद्ध आयोजन, आणि शिक्षकांनी घेतलेली मेहनत या सगळ्यांनी मिळून हा कार्यक्रम संस्मरणीय बनवला.

या दोन परस्परविरोधी अनुभवांकडे पाहिले असता देशातील शिक्षणव्यवस्थेतील विषमता ठळकपणे जाणवते. कचारमचा अनुभव हा देशातील अनेक सरकारी शाळांमध्ये दिसणाऱ्या उदासीनतेचे प्रतिबिंब आहे. कंत्राटी पद्धतीने नेमले जाणारे शिक्षक, व्यावसायिक दडपण, उत्तरदायित्वाचा अभाव आणि प्रशिक्षणाची कमतरता या साऱ्या गोष्टी शैक्षणिक गुणवत्तेवर गंभीर परिणाम करतात. दुसरीकडे, गडहिंग्लजसारख्या ठिकाणी शिकणाऱ्यांचे, शिकवणाऱ्यांचे आणि संस्थेचे एकत्रित प्रयत्न शिक्षण किती प्रभावी, आनंददायी आणि सर्वसमावेशक होऊ शकते याचे सुंदर उदाहरण देतात.

तंत्रज्ञानामुळे विद्यार्थ्यांचे लक्ष विचलित होणे, मोबाइल आणि गेमिंगचे व्यसन, वर्गात कमी होत चाललेली एकाग्रता हे मुद्दे लक्षवेधक आहेत. अशा परिस्थितीत शिक्षकांची भूमिका अधिक आव्हानात्मक बनते. विद्यार्थ्यांचे लक्ष वेधून घेऊन त्यांना अर्थपूर्ण शिकवण्याची जबाबदारी वाढली आहे; पण शिक्षकांचे प्रशिक्षण, साधने आणि प्रेरणा अपुरी असणे हे समस्येचे मूळ आहे. यात भर म्हणजे अनेक खाजगी शाळांमधील व्यापारीकरण. 'इंटरनॅशनल' या नावाखाली भरमसाट फी आकारणे, शिक्षक व पालकांना निर्णयस्वातंत्र्य नसणे, आणि शाळेच्या गुणवत्तेपेक्षा सुविधांच्या दिखाव्यावर भर असणे ही गंभीर प्रवृत्ती वाढताना दिसते. शाळेचे नाव, इमारत आणि बस हे बाह्य उपचार पुरेसे असतात! पण शिक्षणाची गुणवत्ता कुठेच मोजली जात नाही हे दुर्दैवी वास्तव आहे. या सर्व परिस्थितीचा सर्वाधिक फटका बसतो तो मधल्या ६०–६५% विद्यार्थ्यांना. या ६०–६५% विद्यार्थ्यांकडे ना मार्गदर्शन असते, ना प्रेरणा, ना सुविधा. देशाच्या भावी प्रगतीसाठी हा सर्वात महत्त्वाचा विद्यार्थिगट असूनही त्यांच्यापर्यंत अजूनही प्रभावी शिक्षणपद्धती पोहोचलेली नाही.

या समस्यांवर उपाय म्हणून शिक्षक प्रशिक्षण, त्यांचे उत्तरदायित्व व प्रेरणा वाढवणे, विज्ञान-केंद्रित हाताळणी शिक्षण वाढवणे, तसेच विद्यार्थ्यांसाठी 'inquiry-based learning' सारख्या पद्धती प्रभावी ठरू शकतात. शाळांमध्ये विज्ञान कॉर्नर, सुरक्षित प्रयोगशाळा, वैज्ञानिक विचारांना चालना देणारे उपक्रम आणि कार्यक्रमानंतर विद्यार्थ्यांचा पाठपुरावा करणे या उपाययोजना आवश्यक आहेत. सरकारी शाळांसाठी शिक्षकांचे सक्रिय प्रशिक्षण, स्वमूल्यांकन, आणि स्थानिक स्वयंसेवकांचा सहभाग महत्त्वाचा ठरेल. खाजगी शाळांसाठी फी-गुणवत्ता पारदर्शकता आणि शिक्षकांना शैक्षणिक निर्णयस्वातंत्र्य देणे अत्यावश्यक आहे.

एकविसाव्या शतकातील भारताला पुढे नेण्यासाठी केवळ शाळांची संख्या वाढणे पुरेसे नाही; शाळांच्या आत्म्याला

जागृत करणे गरजेचे आहे. शिक्षक हा शिक्षणाचा केंद्रबिंदू आहे-तो प्रेरित, प्रशिक्षित आणि संवेदनशील असेल तरच विद्यार्थी वैज्ञानिकदृष्ट्या सक्षम नागरिक होऊ शकतात. कचारम आणि गडहिंग्लज हे दोन अनुभव या सत्याचाच पाठपुरावा करतात.

या परस्परविरोधी अनुभवांतून स्पष्ट होते की योग्य दृष्टिकोन, संवेदनशील शिक्षकवृत्ती आणि प्रभावी संस्थात्मक व्यवस्थापन असल्यास ग्रामीण भागातील शाळाही देशातील सर्वोत्तम शिक्षणसंस्थांना टक्कर देऊ शकतात. उदासीनता, दुर्लक्ष आणि शैक्षणिक बेफिकिरी असेल तर अनेक बुद्धिमान विद्यार्थ्यांची स्वप्नेदेखील मार्गदर्शनाअभावी अंधारात हरवू शकतात. देशाच्या भावी पिढीचे भवितव्य सुरक्षित आणि उज्ज्वल करण्यासाठी आपण या दोन्ही चित्रांकडून शिकायला हवे. कचारमने दाखवलेली समस्या ओळखायला, आणि गडहिंग्लजने दिलेले उदाहरण पुढे नेण्यासाठी प्रेरणा घ्यायला. कचारममध्ये सर्वच काही हाताबाहेर गेले आहे आणि गडहिंग्लजमध्ये सर्व काही उत्तम चाललेले आहे, असा निष्कर्ष यातून नक्कीच निघत नाही. पण शिक्षण नेमक्या कुठल्या दिशेला चालले आहे हे समजण्यासाठी ही उदाहरणे महत्त्वाची आहेत.

कचारम – ही एक दुर्घटनाग्रस्त शिक्षणसंस्था नसून देशभर विखुरलेले एक मोठे सत्य आहे.

गडहिंग्लज – ग्रामीण भागातही शिक्षण जिवंत, संवेदनशील आणि प्रेरणादायी असू शकते याचे तेजस्वी उदाहरण. या दोन्ही टोकांच्या अनुभवांवरून स्पष्ट होते की शिक्षणातील बदलाचा मूळ घटक म्हणजे 'शिक्षकांची प्रेरणा आणि संस्थेचा दृष्टिकोन'. योग्य मार्गदर्शन, उत्तरदायित्व, आणि संवेदनशील कार्यक्रम, शिक्षक प्रशिक्षण, आणि विद्यार्थी-केंद्रित पद्धती अंगीकारल्यास ही दरी भरून काढता येते. देशाच्या भविष्याला सुरक्षित करण्याचा एकमेव मार्ग म्हणजे – शिक्षक प्रशिक्षण, नैतिकता, आणि विज्ञानाधारित शिक्षणसंस्कृती जोरदारपणे पुनर्स्थापित करणे.

समाजातील जाणत्या लोकांनी ह्याची दखल घेण्याची नक्कीच गरज आहे. विशेषतः ६०-६५ वयोगटातील वरिष्ठ नागरिक यात महत्त्वाची भूमिका निभावू शकतात. त्यांच्या अनुभवाचा फायदा, आर्थिक मोबदल्याची फारशी न करता, समाजाला व विशेषतः शिक्षणक्षेत्राला मिळाला तर देशाच्या दृष्टीने ती खचितच प्रेरक बाब ठरेल.

– शरद काळे
sharadkale@gmail.com

कचऱ्याचा निचरा

कचरा जन्मतो दररोज, प्रत्येकाच्या घरी-घरी
कोणीही नाही करत, ते शरद सर करी

त्यांना माहीत सारे, ते कचरा विघटन करी
थर्माकॉल आहे त्याचं, विघटन करून दाखवलं त्यांनी

मला वाटतं की हे ज्ञान, भावी पिढ्यांनी घ्यावं
या कचऱ्याचं विघटन, आम्ही सर्वांनी करावं

सरकार राबवतंय योजना, कचरा विघटन करा
त्यांना हे माहीत नाही, तेच दररोज करतात कचरा

त्यांनी घेतली ही कल्पना, तर जग सारं बदलेल
कचऱ्याचा झाला निचरा, तर जग व्यवस्थित चालेल.

धरती आपली आई, तिचा भार घेऊ
कचरा कमी करून, सर्वांचं जीवन वाचवू

स्वतःपासून सुरुवात करू, कचऱ्याचा वापर करायला
हे झाल्यावर मग कोणी, कचरा म्हणणार नाही याला

उभे राहू आपण सर्व, खंबीरपणे काम करायला
रिसायकल म्हणतो आपण याच प्रक्रियेला

मीना सुनील हर्रे
अभिनव सायन्स अकॅडेमी

स्वच्छता दूत

स्वच्छता दूत होऊनी
सारे विश्व स्वच्छ करूनी
हातात हात घेऊनी
निसर्गाला स्वच्छ ठेवूनी

वाचवू साऱ्या जगास
निर्माण करूनी चांगल्या विचारास
एकच ध्यास
स्वच्छ भारत अभियानास

निसर्ग असतो आपला सोबती
त्यासारखा दुसरा गुरू नाही कोणी
स्वच्छता हा एकच ध्यास धरू हाती
निसर्गाला Future Life बनवूनी

दिपाली मुरलीधरन भणगे
९वी अ

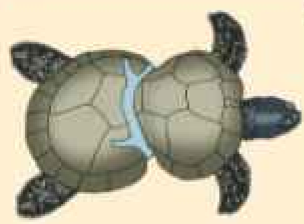
DO YOU KNOW?

We generate more than 800 tonnes of waste every day in Goa.
This is equivalent to 800 classrooms full of garbage per day.

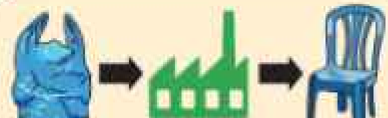
When we carelessly generate mixed waste, a toxic liquid called 'leachate' leaks out of it. This liquid is dangerous to humans & the environment too. Leachate is polluting our drinking water.

Do you know that energy can & should be produced from waste? But only when you segregate your waste properly!

The burning of plastic generates dangerous gaseous substances such as 'dioxins' & 'furans', they can cause diseases like cancer. So, burning of waste is bad for our health and is illegal too.



Thousands of animals & marine life die every year due to us, carelessly throwing waste onto the land and into water bodies.



85% of the waste we produce could be recycled. This means that it will not end up in a landfill or dumpsite.

You don't need to just rely on the Panchayat, you can also give your waste directly to a recycler.

NEED ASSISTANCE? YOU MAY PLEASE GET IN TOUCH WITH...

Goa Waste Management Corporation, Saligao
for assistance or more information on waste managment or to book your visit to Saligao Solid Waste Managment Facility -
Shashank Dessai - 9923326872 Samir Natekar - 9922815596
Email: contact@zerowastegoa.com

Zero Waste Goa

WASTE CATEGORIES

Wet

Waste that can decompose.
Leftover food
Spoilt food
Fruit & Vegetable peels
Milk products
Seafood waste
Fish bones
Meat bones
Egg shells,
Hair
Coconut shell & husk
Dead animals
Soiled paper
Garden waste

(Composting unit)

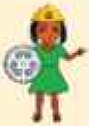
Recyclable Dry Waste Waste which does not decompose but can be recycled.

Paper & Cardboard	Plastic	Glass & Metal
News Paper, Paper, Paper-cups & plates, Cardboard box, Tetra Pak	Plastic bottles, cups, bags, containers & Hard plastic	Glass, glass bottle, Aluminium foil, All kind of metal

Non Recyclable Waste Waste which does not decompose & can't be recycled.

Thermocol, Chips packet, Rubber items, Cloth, Rexine, Leather, Vinyl

WHAT CAN I DO?



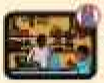
TIPS TO BE A GREAT WASTE WARRIOR

If you follow these tips, you can be a true waste warrior & reduce the amount of trash that ends up in landfills & dumpsites.

A) **REFUSE** – do not accept plastic bottles, straws, unnecessary packaging.

REDUCE – your own waste
REUSE whatever you can
RECYCLE the rest, it always best!

B) Identify the nearest recycler (Kabadiwala) or authorised person from your panchayat & hand over your waste to them. You could even earn some pocket money by selling your recyclable items to a recycler.



C) Shop from your local grocery shop & remember to bring your own shopping bag instead of asking for a plastic bag.

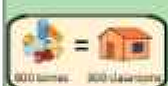
D) Carry your own reusable bags, water bottle & tiffin when you go out.

E) Do not litter. Never throw ANY wrapper or garbage into the open. It is illegal, a danger to life & looks terrible too. Put your waste away until you find a bin or get back home.

F) If you notice others littering, politely teach them not to litter.

G) Find out where your parents dispose your family's waste & teach them some best practices for responsible waste disposal.

DO YOU KNOW?



We generate more than 800 tonnes of waste every day in Goa. This is equivalent to 800 classrooms full of garbage per day.

When we carelessly generate mixed waste, a toxic liquid called 'leachate' leaks out of it. This liquid is dangerous to humans & the environment too. Leachate is polluting our drinking water.

The burning of plastic generates dangerous gaseous substances such as 'dioxins' & 'furans', they can cause diseases like cancer. So, burning of waste is bad for our health and is illegal too.

Zero Waste Goa

NEED ASSISTANCE? YOU MAY PLEASE GET IN TOUCH WITH...

Goa Waste Management Corporation, Saligao
for assistance or more information on waste managment or to book your visit to Saligao Solid Waste Managment Facility -
Shashank Dessai - 9923326872   Samir Natekar - 9922815596
Email: contact@zerowastegoa.com