Goa State Sponsored Science Magazine by the
Department of Science & Technology and
Waste Management

मासिक विज्ञानपुस्तिका

# विज्ञानधारा

फेब्रुवारी २०२६ * मूल्य ५० रुपये

From molten depths chromium's colours flow,
In alexandrite twin lights softly glow;
Day and dusk in silent harmony unite,
To weave nature's poetry of shifting light.

# Rapid composting technique

**Sharad Kale**

Start your home composting with two buckets. In each bucket add 1.5 to 2 Kg of sieved compost bought from the nursery. Add 1.5 to 2 Kg sieved organic manure in each and spray 100ml home made buttermilk

**Step 1** - Collect all degradable material and cut it into small pieces on a cutting board

**Step 2** : Grind the chopped material in the dry chutney pot of the mixer without adding water. You might need 3-4 or even more rounds of mixer operation depending on the quantity of the material.

**Step 3** : In the Active (small) bucket, mix this pulverized material thoroughly with sieved organic manure.

**Step 4** : Leave it undisturbed and keep the bucket always open.

**Step 5** - After 24 hours transfer some material (preferable equal to the amount of fresh material added everyday from the reaction bucket to the maturing bucket, mix thoroughly and leave it open

**Step 6** : Add fresh ground material in reaction bucket and mix thoroughly.

Repeat the process everyday.

## Precautions

Both the buckets are to be kept open all the time. Do not disturb unnecessarily. The maturing bucket manure, if it becomes dry, spray a small quantity of water to keep it moist. If it doesn't need, don't add water. The manure when collected in sufficient quantity can be used in the home or society garden. The active bucket should never accumulate manure for more than a day. Avoid wasting cooked food. It's against Nature and insult to the Mother Earth, Farmer and Mother or Wife. If some cooked food like vegetable preparation or dal is spoiled, pass through the strainer to remove free water and then pass through the mixer. It will easily get digested.

'ग्रंथाली'ची मासिक पुस्तिका
फेब्रुवारी २०२६, वर्ष तिसरे
पुस्तिका नववी, मूल्य ५० रु.

**EDITORIAL BOARD**
**Dr. Pramod Sawant**
Hon'ble Chief Minister, Goa (Chairman)
**Shri. Prasad Loyalekar**
Secretary, Education, Goa
**Shri. Sarpreet Singh Gill**
Secretary, Environment, Goa
**Shri. Polumatla P. Abhishek**
Secretary, S&T and Waste Management, Goa
**Dr. Sharad Kale**
Editor
**Arun Joshi**
Executive Editor
**Sudesh Hinglaspurkar**
Co-ordinator (Trustee, Granthali)
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
1000210529000008.9821032830@idbi
GRANTHALI

पत्रव्यवहार/वर्गणी पाठवण्याचा पत्ता
ग्रंथाली, १०१, १/बी विंग, 'द नेस्ट', पिंपळेश्वर को-ऑप. हौसिंग सोसायटी, टायकलवाडी, स्टार सिटी सिनेमासमोर, मनोरमा नगरकर मार्ग, माहीम (प.), मुंबई ४०००१६
फोन : ६८८४२२१२

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**

## अनुक्रम

**Editorial** / ४
**संपादकीय** / ६
**Science One Act Play Competitions** / ८
**Promoting Experiential Learning in Goa**
**Sanjay Jahagirdar / १०**
For science, negativity is not bad! How Opposites (Plus/Minus) and Orientation (Left/Right) Rule the Universe
**Madhusudan Joshi / १४**
Genetic Footprints: Reconstructing the Population History of India Through Genomic Science
**डॉ. शर्वरी कुडतरकर / १८**
ब्ल्यू इकॉनॉमी
**अनघा शिराळकर** / २२
वॉकर अभिसरण, एल निनो, ला निना आणि हवामान
**आनंद घैसास / २८**
'अलकनंदा' - नव्याने सापडलेली प्राचीन आकाशगंगा...
**आनंद घारे / ३१**
धातूंचे गुणधर्म
**डॉ. राजेंद्र देवपूरकर / ३५**
जागतिक प्रतिजैविक जागरुकता
**डॉ. मंजुश्री कुलकर्णी / ४०**
भावनांचे व्यवस्थापन आणि आरोग्य...
**वर्षा केळकर / ४२**
प्रोटिनोपॅथी
**डॉ. रंजन गर्गे / ४५**
मुंग्यांपासून योगर्ट
**डॉ. संगीता गोडबोले / ४८**
माऊंट एव्हरेस्टची उंची मोजणारा पहिला भारतीय माणूस राधानाथ सिकदार
**डॉ. स्वाती बापट / ५१**
रक्तदाब वाढण्यासाठी कारणीभूत असलेले व बदलता न येणारे घटक
**कुसुमसुत / ५४**
क्रोमियम : रंगबिरंगी विश्वातील जादूगार
**नरेंद्र गोळे / ६०**
मोजक्या अक्षरांचे सामर्थ्य

**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.**

# Editorial

## Vidnyandhara : A New Chapter in Science Communication

We are delighted to announce that Vidnyandhara, has been recognized as a Goa State–sponsored Science Magazine. This milestone marks a significant step in strengthening science communication at the governmental level. We sincerely appreciate the visionary leadership of Dr. Pramod Sawant, Honourable Chief Minister of Goa, for recognizing the crucial need for a dedicated science magazine that nurtures scientific temper and curiosity among students and society at large. Goa is perhaps the first Indian state to officially promote a monthly science magazine. This initiative reflects a progressive understanding that science is not merely a subject in textbooks but a living, evolving force that shapes society, economy, and culture. With this support, Vidnyandhara will continue its mission of serving science with renewed enthusiasm, greater responsibility, and wider outreach.

## Why a Bilingual Science Magazine?

Vidnyandhara will now be published in a bilingual format—Marathi and English—for compelling educational and social reasons. When the magazine was launched in June 2022, Marathi was chosen as the primary medium. Popularizing science through Marathi remains a vital objective, especially for the large Marathi-speaking population. Scientific knowledge expressed in the mother tongue strengthens conceptual understanding and nurtures deeper intellectual engagement. At the same time, the educational landscape in India has undergone a major transformation over the last three decades. Even in rural areas, students increasingly prefer the English-medium pattern of education, where Science and Mathematics are taught in English. A significant number of schools in Goa follow the English medium, and bilingual content will enable these institutions and students to benefit more effectively from the magazine. Since Vidnyandhara is fundamentally a science magazine, a bilingual approach is both relevant and necessary. It bridges linguistic divides and ensures that scientific ideas reach diverse audiences without barriers.

## Science Week, National Science Day, and Creative Engagement

This month, we are celebrating Science Week and National Science Day, observed annually on 28th February. These occasions provide an opportunity not only to celebrate scientific achievements but also to inspire young minds toward inquiry, creativity, and innovation. For the past three years, we have been organizing One-Act Play Competitions with scientific themes. We are pleased to welcome schools from Goa into this creative scientific movement. This year, 59 schools from Goa have participated, and

the competitions will be conducted at two levels—District and State. A detailed article on this initiative is included in the present issue of Vidnyandhara. In Maharashtra, these competitions will be conducted at nine centres, reflecting the growing enthusiasm for integrating science with art and expression. Such initiatives demonstrate that science is not confined to laboratories; it can also inspire imagination, storytelling, and cultural expression.

### Invitation to Educators and Contributors

We earnestly invite teachers from schools and colleges in Goa to contribute articles to Vidnyandhara in either Marathi or English. We extend this invitation once again to educators in Maharashtra as well. Active participation from teachers, researchers, and science enthusiasts will enable us to expand the scope and quality of the magazine. Greater intellectual participation will encourage us to explore new dimensions of science communication and respond effectively to the ever-expanding horizons of scientific knowledge.

### Science, Creativity, and the Challenge of Artificial Intelligence

While Artificial Intelligence (AI) is making many tasks easier and more efficient, it also poses a serious challenge to original thinking and creativity. When information and solutions are readily available, human beings tend to become intellectually complacent. This growing tendency toward dependence on technology is one of the major dangers of our time. Moreover, the misuse of both natural intelligence and artificial intelligence is a real possibility in today's world. Therefore, it is essential to guide the younger generation along the right path—where curiosity, critical thinking, creativity, and ethical responsibility are actively encouraged. One of the core mandates of Vidnyandhara is precisely this: to nurture independent thinking, scientific temper, and creative imagination among young minds.

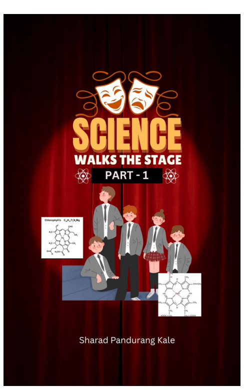
### Towards a Scientific and Creative Future

With the support of the Government of Goa, the participation of educatorso become not merely a magazine, but a vibrant platform for scientific dialogue and cultural engagement to nurture human values. We move forward with the conviction that the future of society depends not only on technological advancement, but also on the cultivation of thoughtful, creative, and responsible minds.

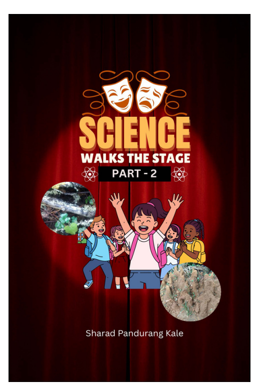
**- Sharad P. Kale**
sharadkale@gmail.com

**GRANTHALI**

**Valuable Books for Creating Scientific Awarness by Sharad Kale**




**Price : Rs. 400/-**
**Discounted : Rs. 240/-**




**Price : Rs. 400/-**
**Discounted : Rs. 240/-**

# संपादकीय

## विज्ञानधारा : विज्ञानसंवादाचे नवे पर्व

विज्ञानधारा या मासिकाला गोवा राज्य सरकार पुरस्कृत विज्ञान मासिक म्हणून मान्यता मिळाल्याची घोषणा करताना आम्हाला अपार आनंद आणि अभिमान वाटतो. शासनस्तरावर विज्ञानसंवाद दृढ करण्याच्या दिशेने उचललेले हे पाऊल केवळ प्रशासकीय निर्णय नसून, समाजाच्या बौद्धिक प्रवासाला दिलेली दूरदृष्टीपूर्ण दिशा आहे. विद्यार्थ्यांमध्ये वैज्ञानिक दृष्टिकोन जागवणाऱ्या, समाजात जिज्ञासेची ज्योत प्रज्वलित करणाऱ्या स्वतंत्र विज्ञान मासिकाची गरज ओळखल्याबद्दल गोव्याचे माननीय मुख्यमंत्री डॉ. प्रमोद सावंत यांच्या दूरदर्शी नेतृत्वाबद्दल आम्ही मनःपूर्वक कृतज्ञता व्यक्त करतो. मासिक स्वरूपात विज्ञानप्रसाराला अधिकृत मान्यता देणारे गोवा हे कदाचित भारतातील पहिले राज्य ठरेल. हा उपक्रम विज्ञान हे केवळ पाठ्यपुस्तकांत बंदिस्त ज्ञान नसून समाज, अर्थव्यवस्था आणि संस्कृती यांना आकार देणारी जिवंत, गतिमान आणि सर्जनशील शक्ती आहे, या प्रगल्भ जाणिवेचे प्रतीक आहे. या शासकीय पाठबळामुळे ‘विज्ञानधारा’ विज्ञानसेवेचे कार्य नव्या उत्साहाने, अधिक जबाबदारीने आणि व्यापक क्षितिजांसह पुढे नेईल.

## द्विभाषिक विज्ञान मासिक : विचार आणि वास्तवाचा संगम

‘विज्ञानधारा’ आता मराठी आणि इंग्रजी या द्विभाषिक स्वरूपात प्रकाशित होणार आहे. यामागे केवळ भाषिक निर्णय नसून गहन शैक्षणिक आणि सामाजिक विचार आहे. जून २०२२ मध्ये मासिकाची सुरुवात झाली तेव्हा मराठी ही मुख्य माध्यमभाषा म्हणून निवडण्यात आली होती. मराठीच्या माध्यमातून विज्ञान लोकप्रिय करणे हे आजही आमचे मूलभूत ध्येय आहे, विशेषतः विशाल मराठी भाषक समाजासाठी. मातृभाषेत व्यक्त झालेले वैज्ञानिक विचार केवळ समज वाढवत नाहीत, तर मनात विचारांची खोल रुजवणूक करतात. मातृभाषा ही ज्ञानाची केवळ भाषा नसून संवेदनशीलतेची, चिंतनाची आणि सर्जनशीलतेचीही भाषा आहे. परंतु गेल्या तीन दशकांत भारतीय शिक्षणविश्वात मोठा बदल घडून आला आहे. ग्रामीण भागातही इंग्रजी माध्यमाकडे विद्यार्थ्यांचा वाढता कल दिसून येतो. गोव्यातील अनेक शाळा इंग्रजी माध्यमाच्या असल्याने द्विभाषिक स्वरूपामुळे त्या शाळा आणि विद्यार्थ्यांना ‘विज्ञानधारा’चा अधिक व्यापक लाभ मिळेल. विज्ञान मासिक म्हणून विज्ञानधारासाठी द्विभाषिक दृष्टिकोन हा केवळ योग्यच नव्हे, तर अपरिहार्य आहे. तो भाषांच्या सीमारेषा ओलांडून वैज्ञानिक विचार सर्व स्तरांपर्यंत पोहोचवतो.

## विज्ञानसप्ताह : जिज्ञासेचा उत्सव

या महिन्यात विज्ञानसप्ताह आणि २८ फेब्रुवारी रोजी साजरा होणारा राष्ट्रीय विज्ञानदिन आपण उत्साहाने साजरा करत आहोत. हे दिवस केवळ वैज्ञानिक कामगिरींच्या गौरवासाठी नसून, तरुण मनांमध्ये प्रश्न विचारण्याची, शोध घेण्याची आणि नवे विचार जन्माला घालण्याची प्रेरणा देणारे पर्व आहे. गेल्या तीन वर्षांपासून विज्ञानधाराच्या वतीने विज्ञान विषयांवर आधारित एकांकिकास्पर्धांचे आयोजन केले जात आहे. या सर्जनशील वैज्ञानिक प्रवाहात गोव्यातील शाळांचा सहभाग आम्हाला विशेष आनंद देणारा आहे. यंदा गोव्यातील ५९ शाळांनी या उपक्रमात सहभाग घेतला असून स्पर्धा जिल्हास्तर आणि राज्यस्तरावर आयोजित केल्या जाणार आहेत. या उपक्रमावरील सविस्तर लेख विज्ञानधाराच्या या अंकात समाविष्ट करण्यात आला आहे. महाराष्ट्रातही या स्पर्धा नऊ केंद्रांवर आयोजित केल्या जाणार असून विज्ञान आणि कला यांच्या संगमाबद्दल वाढत चाललेल्या उत्साहाचे हे उत्तम प्रतीक आहे. विज्ञान हे केवळ प्रयोगशाळेतील प्रयोग नसून कल्पनाशक्ती, कथाकथन आणि सांस्कृतिक अभिव्यक्तिलाही प्रेरणा देणारी शक्ती आहे, हे अशा उपक्रमांतून अधोरेखित होते.

### शिक्षक आणि विचारवंतांना साद

गोव्यातील शाळा आणि महाविद्यालयांतील शिक्षकांनी मराठी किंवा इंग्रजी भाषेत ‘विज्ञानधारा’साठी लेख पाठवावेत, असे आम्ही मनापासून आवाहन करतो. हे आवाहन महाराष्ट्रातील शिक्षकांनाही पुन्हा करत आहोत. शिक्षक, संशोधक आणि विज्ञानप्रेमींचा सक्रिय सहभाग मासिकाचा आवाका आणि गुणवत्ता समृद्ध करेल. विचारांची देवाणघेवाण जितकी व्यापक, तितकी विज्ञानसंवादाची परंपरा अधिक सशक्त होईल. बौद्धिक सहभाग वाढल्यास विज्ञान संवादाच्या नव्या परिमाणांचा शोध घेण्याची प्रेरणा मिळेल आणि सतत विस्तारत जाणाऱ्या वैज्ञानिक ज्ञानाच्या क्षितिजांना उत्तर देणे शक्य होईल.

### कृत्रिम बुद्धिमत्ता : सुविधा आणि सावधानता

कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) अनेक कामे सुलभ आणि कार्यक्षम करत असली, तरी ती मौलिक विचार आणि सर्जनशीलतेसमोर गंभीर आव्हान उभे करत आहे. माहिती आणि उपाय सहज उपलब्ध झाल्यावर मानव बौद्धिकदृष्ट्या निष्क्रिय होण्याची शक्यता वाढते. तंत्रज्ञानावर वाढत चाललेले अवलंबित्व हे प्रचलित काळातील फार मोठ्या धोक्यांपैकी एक आहे. नैसर्गिक बुद्धिमत्ता आणि कृत्रिम बुद्धिमत्ता या दोन्हींचा गैरवापर होण्याची शक्यता अगदी वास्तव आहे. म्हणूनच तरुण पिढीला योग्य दिशेने मार्गदर्शन करणे अत्यावश्यक आहे-जिथे जिज्ञासा, चिकित्सक विचार, सर्जनशीलता आणि नैतिक जबाबदारी यांना सतत प्रोत्साहन दिले जाते. स्वतंत्र विचार, वैज्ञानिक दृष्टिकोन आणि सर्जनशील कल्पनाशक्ती विकसित करणे हे ‘विज्ञानधारा’चे मूलभूत ध्येय आहे.

### वैज्ञानिक आणि सर्जनशील भविष्याकडे

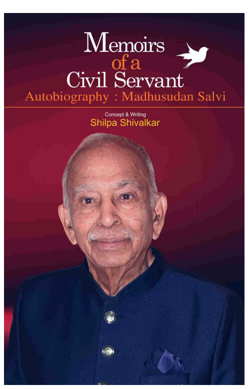
गोवा सरकारचे पाठबळ, शिक्षकांचा सहभाग आणि विद्यार्थ्यांचा उत्साह यांच्या बळावर ‘विज्ञानधारा’ हे केवळ मासिक न राहता वैज्ञानिक संवाद आणि सांस्कृतिक सहभागासाठी एक जिवंत व्यासपीठ बनेल, असा आमचा विश्वास आहे. समाजाचे भविष्य केवळ तांत्रिक प्रगतीवर नाही, तर विचारशील, सर्जनशील आणि जबाबदार मनांच्या विकासावरही अवलंबून आहे, या दृढ श्रद्धेसह ‘विज्ञानधारा’ नव्या वाटेवर पुढे चालली आहे.

**– शरद काळे**
sharadkale@gmail.com

**ग्रंथाली**

## दोन कर्तृत्ववान व्यक्तिमत्त्वांची कहाणी

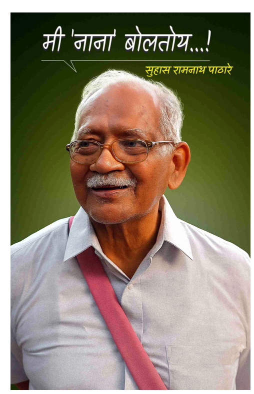
**Memoirs of a Civil Servant**
**Autobiography : Madhusudan Salvi**




**Concept Writing : Shilpa Shivalkar**

**Price : Rs. 350/-**
**Discounted : Rs. 210**

**मी ‘नाना’ बोलतोय**




**सुहास रामनाथ पाठारे**

**मूल्य : ३५० रुपये**
**सवलतीत : २१० रुपये**

# GSCERT

## Science One Act Play Competitions Promoting Experiential Learning in Goa

In an effort to promote scientific temper, creativity, and independent thinking among students, Goa State Council for Research and Training proposes to organize **Science One Act Play Competitions** across the State. This initiative is designed to make science education more interactive and experiential by integrating dramatization into the learning process, thereby moving beyond traditional classroom teaching methods.

Education plays a vital role in nurturing responsible and enlightened citizens. When students are equipped with scientific knowledge and the ability to apply it in daily life, they contribute positively to society by cultivating rational thinking, reducing blind beliefs, and encouraging balanced decision-making. However, routine classroom instruction often struggles to engage all learners due to factors such as limited attention spans, curriculum pressure, and resource constraints. Recognizing these challenges, the proposed competitions aim to provide a creative platform where students can explore scientific concepts through performance and collaboration.

The concept is inspired by the innovative work of **Dr. Sharad P. Kale**, who has developed and promoted science learning through drama for over two decades. He has authored nearly 90 science-based plays compiled in volumes titled ***"Learn Science through Drama,"*** which simplify complex scientific ideas through storytelling and dramatization. This model has already yielded encouraging outcomes in Maharashtra, where district-level competitions have successfully enhanced student participation and interest in science. GSCERT intends to replicate this successful approach in Goa to benefit a wider student community.

The competitions will be conducted initially at the **Taluka/District level**, followed by a **State-level competition** featuring the top-performing teams. Students from **Classes VI to IX and XI** will be eligible to participate, ensuring involvement from a broad academic range. To support schools, GSCERT will provide sets of science one-act play books, currently available in Marathi, and English

For effective implementation, GSCERT will communicate with schools, facilitate the submission of participation details through Google Forms, arrange centrally located venues—preferably schools with auditoriums—and ensure that no repetition of plays occurs within the taluka. Approximately **15 schools per taluka** are expected to participate on a first-come-first-served basis, though additional slots may be considered if there is greater interest. Judges will be nominated by the coordinator and ratified by GSCERT to maintain fairness and quality in evaluation. Participating students may also be provided refreshments on the day of the performance.

The competitions are expected to encourage

teamwork, improve communication skills, and build confidence among students while strengthening their understanding of scientific concepts. By presenting science in an enjoyable and relatable format, the initiative seeks to create lasting interest in the subject and foster a culture of inquiry and innovation.

Overall, the Science One Act Play Competitions represent a forward-looking educational initiative that aligns with the broader goal of enhancing science education and youth development in Goa. With the cooperation of schools and educational authorities, the programme has the potential to evolve into a sustainable model for engaging students and nurturing the next generation of scientifically aware citizens.

GSCERT proposes to organize **Science One Act Play Competitions** across Goa to promote scientific temper, creativity, and experiential learning among students. The initiative is based on innovative science plays developed by Dr. Sharad P. Kale and aims to make science education more engaging through dramatization.

Students from **Classes VI to IX and XI** will participate, and schools will be supported with playbooks. Coordinators will manage communication, venues, and conduct of competitions, while judges will be appointed with SCERT's approval. Winners from the district competitions will advance to the State-level event.

**Schedule (as per revised circular):**

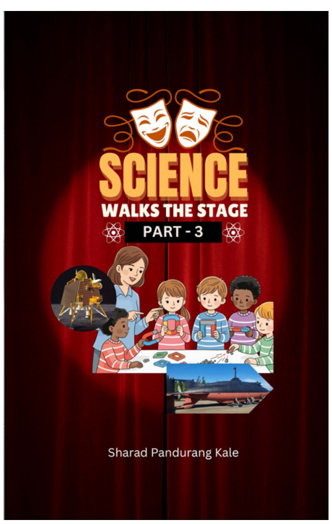
- **North Goa District:** January 9, 2026 – Bal Bhavan, Campal
- **South Goa /Kushavati District:** January 12–13, 2026 – Adarsh High School, Margao
- **State Final:** January 24, 2026 – GSCERT, Porvorim

The programme is expected to enhance scientific awareness, confidence, and creativity among students while strengthening science education in the State.

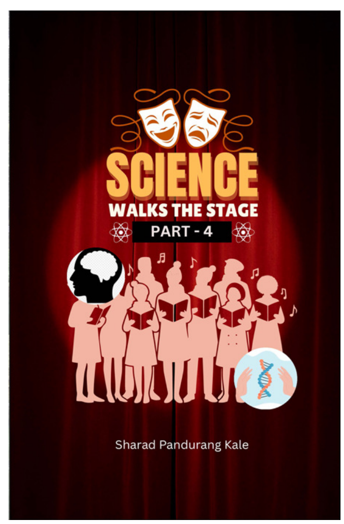
❑

GRANTHALI

**Valuable Books for Creating Scientific Awarness** - by **Sharad Kale**




**Price : Rs. 400/-**
**Discounted : Rs. 240/-**




**Price : Rs. 400/-**
**Discounted : Rs. 240/-**

# For science, negativity is not bad! How Opposites (Plus/Minus) and Orientation (Left/Right) Rule the Universe

**Sanjay Jahagirdar**

## Stepping into Math world

Children often struggle with negative numbers because they require a leap from concrete thinking (counting apples) to abstract thinking (concepts that represent "less than nothing"). Even famous mathematicians in history called negative numbers "absurd" or "fictitious," so the children are in good company! In Ancient China (200 BCE), mathematicians used red rods for positive numbers and black rods for negative numbers. However, in Europe, negative numbers were not fully accepted until the 1800s! If it took humanity 2,000 years to get comfortable with them, it is okay if it takes a child a few weeks.

Hence, I am validating the confusion in kid's mind, as can anyone hold 'negative two' apples or they struggle to answer which one is bigger number -5 or -8? Primary school teacher has the most difficult responsibility of introducing numbers to kids. I am sure they must be doing in very playful manner, instead of making them recite - A for Apple..B for ball.. for hours. Once children learn from 0-9, teachers must ask them to find the numbers around them in the school or at home and what purpose does this number serve. Children will find numbers on the calendar and corelate it with a date.

Similarly, parents or teachers can use analogies to ground the abstract concept. The lift (Vertical Movement) is the most intuitive model for beginners because it uses vertical space. High rise apartments with lift are not astonishing anymore even for a village folk. (One of Amitabh Bachann starrer movies from 1980s, he sees a gentleman enter the lift car, the lift goes up and returns, he finds a lady stepping out. Totally stunned!!)

The ground floor is Zero. Floors above are positive (+1,+2). Floors below ground (basement levels) are negative (-1,-2). If you are in the basement (-2) and you go down 3 more floors, where are you? (-5). This explains why adding two negatives makes a "bigger" negative number.

Or teacher can set up a shop in the class room and ask a student to act as a shopkeeper and one as a customer with Rs. 100/- note. 'Customer' buys a pen for Rs 40/-, then how much he is left with? Rs 40/-. Then he buys a book for Rs 80/-, then how much money is left with him? Rs. -20. Negative Rs 20!! Does that mean money does not exist? No, it means customer owes Rs 20/- to the shopkeeper, that must be paid afterwards.

## Orientations in science

Without negative numbers or something 'negative', it is next to impossible to explain any concept of Physics. Because every Physicist wants a standard frame of reference or a standard reference level with respect to that any physical quantities are observed and measured. For example, your thermometer can measure up to 100O Celsius or subzero temperature up to -10$^{o}$

Celsius below zero degree. The sea level is defined as zero level, then height of mount Everest is + 8849 m or depth of Mariana Trench is -11000 m. Even the voltage levels in the complicated circuit on the mother board can be positive or negative, as electric ground is being 0 V, w.r.to which voltages are measured.

When students start learning Physics, not only number are negative but physical quantities too. The displacement can be negative but distance never ever. Speed is always positive but velocity can be both positive or negative. As some physical quantities are vector ones, need to be expressed in terms of magnitude as well as direction. Confusion does not end here, rather it is beginning. If anyone is not getting confused, then he or she must be rote learner! Why proton has positive charge and electron has negative? (Like battery has two terminals- a(+) positive and (-) negative) Readers will be surprised to know that it was one of the most famous "oops" moments in the history of science!! It was not a calculation; it was a guess that became a permanent rule.

In the 1700s, long before we knew about atoms, Benjamin Franklin was experimenting with 'electricity'. He knew that if you rubbed certain objects together, they would spark. He noticed two types of materials behaved differently: Glass (when rubbed with silk) and Amber (hardened tree resin, when rubbed with fur). Franklin imagined electricity was like an invisible fluid—let's call it "Electric Water." He guessed that Glass was "overfilled" with this fluid, called it as Positive (Plus) and that Amber was "underfilled" or dried out, called as Negative (Minus).

Benjamin Franklin had absolutely no clue which way the electricity flowed? Does it flow from Plus to Minus (like water falling) or Minus to Plus? Children sometimes in dilemma, what do you do? Say to go to movie or picnic at beach? TOSS!! Exactly the great scientist did take a toss. His guess was "Electric fluid" from positive to negative. The entire world agreed. All textbooks were written this way, corrected after 150 years.

In 1897, a physicist named J.J. Thomson discovered the tiny particle that carries electricity: the Electron. But there was a surprise. The electron was not coming from the "Positive" glass. It was coming from the "Negative" amber. Franklin had guessed wrong!

Sorry kids, for creating further more confusion. The electron movement (flow of electron) is always in the opposite direction to that of current which is from positive to negative terminal. Moreover, in case of AC circuit, the electrons do not move at all, yet still there is current!!

If Benjamin Franklin had guessed the other way, electrons would be positive today, and would physics be a lot easier to learn?

What is the underlining prominent point to note is that negative does not mean it is bad, but just opposite!

Every fundamental particle as elementary particle are characterised by four intrinsic properties. What is meant by intrinsic property? The one in fundamental in nature and cannot be removed. For example, we cannot remove + charge or – charge from proton or an electron. These particles also have spin, up or down, this spin cannot be stripped off from the fundamental particles. (When spinner Harbhajan Singh bowls, the ball is spinning and once the batsman strikes the spin is removed. This kind of spin is extrinsic.) Which are the remaining two intrinsic properties? Dear students, you are expected to figure out at least one.

Let us shift gears to do left right left right. Not physically, but use of right and left as a direction in the science, rather moving from opposite to orientation.

In maths very elegantly number line is introduced, the numbers to the right of zero (centre) are positive numbers and those are on the left of zero are negative numbers. (At this stage children can easily identify which one is bigger number -5 or -8)

Let us walk into Physics classroom, where principle of motor and generator is being taught. Fleming's Left-Hand Rule helps us to determine the direction of force on a current-carrying wire in a magnetic field, essential for electric motors; stretch your left thumb, forefinger, and middle finger at right angles, where the Forefinger shows the Field, the Middle finger shows the Current, and the Thumb indicates the Force/ Motion. Whereas in the case of generator (based on Faraday’s law), Fleming's Right-Hand Rule determines the direction of induced current in a conductor moving through a magnetic field, stretch your thumb, forefinger, and middle finger mutually perpendicular (at right angles). The forefinger points in the direction of the magnetic field the thumb shows the direction of motion of the conductor and the middle finger indicates the direction of the induced current.

In chemistry lab, what Professor is explaining very funny sounding word – Chirality. This is the most fascinating part for children since it shows that "Right" and "Left" are real physical differences, not just rules.

Hold your hands up, not the way police tell criminals but as if you do NAMASKARA with palm separated. They look the same, right? Now, try to put your Left glove on your Right hand. It does not fit! This is called Chirality (kai-RAL-i-tee), which is just the Greek word for "Handedness."

Molecules have hands, too! There is a molecule called Limonene. It comes in a "Right-handed" version and a "Left-handed" version. They are made of the exact same atoms, just flipped like a mirror.

Right-Handed Limonene smells like Oranges and Left-Handed Limonene smells like Lemons (or Pine trees). God has perfectly designed our nose, smart enough to tell the difference between a "Right" molecule and a "Left" molecule!

Right-handed molecule in the drug if has healing properties, then left-handed (mirror form) could be toxic.

Children carefully listen what Dr. Sharad Kale is explaining to students of Biology, he is revealing a deep scientific mystery that will make them think. Is nature is biased while ‘designing’ human beings, as we see majority are right-handed people around us. So much so the gadgets that we handle are designed for right-handed person, even the caps of the bottles.

But for some reasons ( I do not know Biology much), Nature does choose sides. Amino Acids which are the building blocks of you are Left-Handed. The spiral of your DNA always twists to the Right. The single handedness choice is shared by all known life on earth, yet we human beings discriminate each other on colour, creed or cast lines.

If you ate a "Right-Handed" steak (made of right-handed proteins), your body would not be able to digest it! It’s like trying to unlock a door with the key flipped backward.

Children there are numerous examples in the nature where right and left directions are quite important. In Northern hemisphere hurricanes/ whirlpool turns left to right and down under in Australia it turns other way. (Coriolis effect)

How to define right and left handedness?

I will end article with an anti-climax! In the first place how right and left is defined? You may answer, the arm which is closer to the heart is left and the one which is farther- right. But one person among 10 million may have heart closer to the right arm. This definition fails! Then how to define it full proof, so that even we can explain to Jadu (alien)?

A specific phenomenon called the Faraday Effect, which beautifully demonstrates the connection between light, magnetism, and the concept of "handedness" or direction.

We need a simple set up consisting of Light Source, a polarizer, a strong magnet, and an analyser. A beam of light where all the waves are vibrating in the same plane (like a single, flat sheet) i.e.Plane- Polarized Light are produced by the polarizer and passed through the magnetic field.

Something strange happens when the magnetic field is turned on the flat sheet of light (the plane of polarization) gets twisted as it passes through the block. The direction of this twist—whether it turns clockwise (Right-handed) or counter-clockwise (Left-handed)—depends on the direction of the magnetic field.

If the light beam is in the direction of magnetic field, and after travelling through the magnetic field it's plane of polarisation is turned clockwise, then it is right hand direction for an observer looking in the direction of light as well as magnetic field. If alien is smart enough to perform this experiment, then surely they will understand what is right& left for earthlings!

This is a physical law that is the same everywhere in the universe. If an alien performs this experiment, their definition of Right will match ours!

## Concluding Thought

So, whether you are trying to locate your basement parking (negative numbers), understand the charge on a tiny particle (positive vs. negative), or figure out why your DNA coils the way it does (left vs. right), remember this: science is not about making rules; it is about finding the patterns that already exist. From the smallest electron to the vast magnetic fields of the cosmos, the universe has a clear sense of direction—and thanks to math, we get to trace its steps!

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

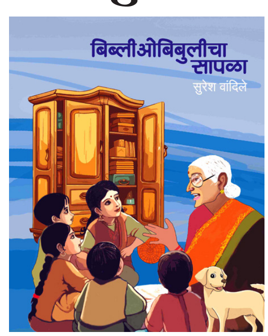
ग्रंथाली

**बाल-कुमारांसाठी दोन खास पुस्तके**

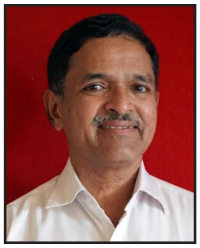
**ग... गप्पांचा**

**प्रा. मीरा कुलकर्णी**
मूल्य : २५० रुपये
सवलतीत : १५० रुपये

**बिब्लिओबिबुलीचा सापळा**




**सुरेश वांदिले**
मूल्य : १५० रुपये
सवलतीत : १०० रुपये



# Genetic Footprints : Reconstructing the Population History of India Through Genomic Science

**Madhusudan Joshi**

India represents one of the most complex human populations in the world. Its diversity is expressed across multiple dimensions—linguistic, cultural, social, ecological, and historical. Traditionally, scholars have attempted to explain this diversity through anthropology, archaeology, linguistics, and sociology. However, these disciplines often relied on indirect evidence: physical traits, material culture, historical texts, and social institutions.

The advent of modern genomics has fundamentally transformed the study of human populations. DNA sequencing, genome-wide association studies (GWAS), haplotype analysis, and ancient DNA (aDNA) research have provided direct molecular evidence of ancestry, migration, admixture, and selection. Genetic data now functions as an independent and powerful source of historical information, complementing and sometimes challenging earlier theories. In this context, India emerges not merely as a culturally diverse region but as a genetic crossroads shaped by repeated waves of migration, long periods of isolation, and complex patterns of social organization.

One of the most significant findings of population genetics is the absence of "pure" racial groups. Human genetic variation is continuous rather than discrete. Differences among populations are quantitative, not qualitative.

Genome-wide studies show that most genetic variation (approximately 85–90%) exists within populations rather than between them. This implies that socially constructed racial categories have limited biological basis. Instead, human populations are shaped by migration, gene flow, genetic drift, and natural selection.

India exemplifies this global pattern of admixture. Over tens of thousands of years, the subcontinent has received migrants from Africa, Central Asia, West Asia, East Asia, and Southeast Asia. These migrations interacted with indigenous populations, producing layered genetic structures rather than uniform racial groups.

## Gene Mapping and Population Structure in India

Genomic Tools and Methodologies

Modern population genetics employs multiple analytical tools:

Whole-genome sequencing (WGS)

Single nucleotide polymorphism (SNP) arrays

Principal component analysis (PCA)

Admixture modeling

Identity-by-descent (IBD) analysis

Runs of homozygosity (ROH)

Y-chromosome and mitochondrial DNA haplogroups

These methods allow researchers to reconstruct population histories with unprecedented resolution. In India, gene

mapping has revealed that populations are structured not only by geography but also by language families (Indo-European, Dravidian, Austroasiatic, Tibeto-Burman) and social stratification, particularly caste endogamy.

## Endogamy as a Genetic and Social Phenomenon

Genetic Consequences of Endogamy: One of the most distinctive features of Indian population genetics is the long-term practice of endogamy—marriage within restricted social groups. Endogamy reduces gene flow between communities and increases genetic homogeneity within them.

From a genetic perspective, prolonged endogamy leads to:

- Increased runs of homozygosity (ROH)
- Elevated frequency of recessive alleles
- Founder effects and bottlenecks
- Community-specific genetic disorders

Empirical studies show that many Indian communities exhibit levels of genetic isolation comparable to small island populations or geographically isolated tribes elsewhere in the world.

## Historical Emergence of Endogamy

Genetic data suggests that strict endogamy intensified between approximately 3,500 and 2,000 years ago. This period corresponds with significant socio-political transformations, including the consolidation of caste hierarchies and agrarian expansion. Thus, genetics provides independent evidence for the historical crystallization of social boundaries.

## Case Studies: Community-Specific Genetic Variants

Research led by Dr. Priya Moorjani and colleagues has demonstrated that if a deleterious mutation arises within an endogamous community, it can reach high frequency due to limited genetic diversity.

One example is the butyrylcholinesterase (BCHE) gene variant, which affects metabolism of certain anesthetic drugs and can cause prolonged muscle paralysis. This variant has been found at unusually high frequencies among Vaishya communities in Andhra Pradesh and Telangana, while remaining rare elsewhere.

Large-scale genomic studies, including the Longitudinal Aging Study in India – Dementia Assessment and Diagnosis (LASI-DAD), have analyzed thousands of genomes representing major linguistic and regional groups. These studies have identified genetic risk factors for:

· Hemoglobinopathies
· Congenital hearing loss
· Cystic fibrosis
· Phenylketonuria (PKU)
· Neurodegenerative disorders

Such findings underscore the medical relevance of population-specific genomics.

## Deep Evolutionary History: India in the "Out of Africa" Narrative

Early Human Migrations: Genetic evidence supports the model that modern humans originated in Africa and dispersed outward around 60,000–50,000 years ago. India served as a major corridor and settlement zone in this dispersal. Early migrants encountered archaic human species such as Neanderthals and Denisovans. Interbreeding occurred, leaving genetic traces in modern populations.

## Archaic Admixture in Indian Populations

Both Indian and European populations carry approximately 1–2% Neanderthal DNA. However, Indian genomes exhibit unusually high diversity of Neanderthal-derived segments. Studies indicate that even small samples of Indian genomes contain Neanderthal segments

representing nearly half of the known Neanderthal genome. This suggests multiple admixture events and complex demographic histories in South Asia.

**Formation of the Indian Genetic Landscape:** Three Ancestral Components

Genome-wide analyses have identified three major ancestral components in Indian populations:

- Hunter-gatherer ancestry (indigenous South Asian lineages)
- Early agriculturalist ancestry (linked to West Asian and Iranian farmers)
- Pastoralist ancestry (associated with Central Asian steppe populations)

The admixture of these components over thousands of years produced the genetic heterogeneity observed today. Importantly, the proportions of these ancestral components vary systematically across regions, languages, and social groups, revealing the intimate interplay between biology and culture.

## Genetics and Social Theory: Toward an Integrated Framework

The Indian case demonstrates that genetic patterns cannot be understood in isolation from social institutions. Caste, kinship systems, migration histories, and ecological constraints have shaped genetic variation as much as evolutionary forces. Thus, population genetics in India represents an interdisciplinary field linking genomics with anthropology, sociology, archaeology, and history.

## Unanswered Questions and Future Research Directions

Despite significant advances, many fundamental questions remain unresolved. Future research could focus on the following areas. Unresolved Scientific Questions may be listed as

- Fine-scale population history
- How many distinct migration waves entered India during different prehistoric periods?
- What were their precise routes and timelines?
- Ancient DNA from the subcontinent
- Why is ancient DNA data from India still limited compared to Europe and East Asia?
- How can preservation, ethical, and technical challenges be addressed?
- Caste and genetics
- To what extent do genetic boundaries correspond to caste boundaries across regions?
- Are there regional variations in the genetic impact of caste endogamy?
- Language and genes
- How closely do linguistic families correlate with genetic ancestry?
- Are there cases where language shift occurred without major genetic replacement?
- Archaic human admixture
- Did South Asia experience Denisovan admixture distinct from East Asia?
- Are there unknown archaic human lineages contributing to Indian genomes?
- Natural selection and adaptation
- Which genetic adaptations emerged in response to climate, diet, pathogens, and altitude?
- How did agriculture and urbanization influence selective pressures?
- Health and precision medicine
- How can India's genetic diversity be incorporated into global medical genomics?
- What community-specific genetic screening programs should be developed?

**Potential Research Projects**

- Pan-Indian Genome Atlas
- A comprehensive genome database representing all major linguistic, regional, and social groups.
- Ancient DNA and Archaeogenetics Program
- Systematic excavation and genomic analysis of prehistoric human remains in South Asia.
- Caste-Endogamy Genetic Impact Study
- Quantitative assessment of the genetic consequences of long-term endogamy across castes and regions.
- Language–Genetics Correlation Project
- Comparative analysis of genetic and linguistic phylogenies in India.
- Community-Specific Disease Mapping
- Identification of genetic disorders unique to specific Indian communities and development of targeted interventions.
- South Asian Archaic Admixture Project
- High-resolution mapping of Neanderthal and Denisovan DNA segments in Indian populations.
- Evolution of Indian Diet and Metabolism
- Genetic study of dietary adaptations (e.g., lactose tolerance, starch digestion, lipid metabolism).
- Genetics of Social Mobility and Migration in Modern India
- Analysis of recent urbanization and inter-caste marriages on genetic patterns.

**Conclusion**: From Diversity to Scientific Synthesis

India's genetic landscape is not merely a record of biological variation but a living archive of human history. It reflects migrations across continents, encounters between species, social boundaries constructed over millennia, and the adaptive responses of populations to changing environments.

As genomic technologies advance and interdisciplinary collaboration deepens, the study of India's genetic footprints has the potential to transform our understanding of human evolution, social structure, and public health. Ultimately, the genetic story of India may reveal not only the origins of diversity but also the biological foundations of unity underlying its vast and complex civilization.

**- Madhusudan Joshi**
sudanaronda@gmail.com

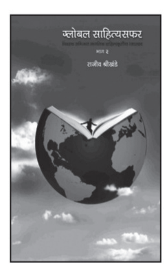
ग्रंथाली

राजीव श्रीखंडे यांची निवडक जागतिक अभिजात साहित्याची ओळख करून देणारी महत्त्वपूर्ण पुस्तके

ग्लोबल साहित्यसफर भाग १

मूल्य ५०० रुपये ● सवलतीत ३०० रुपये

ग्लोबल साहित्यसफर भाग २



मूल्य ५०० रुपये ● सवलतीत ३०० रुपये

**समुद्रविश्व**

# ब्ल्यू इकॉनॉमी

**डॉ. शर्वरी कुडतरकर**

समुद्रविश्वाच्या मागच्या भागात तुम्हाला oceanography या विषयाची व्याप्ती किती विस्तृत आहे याची कल्पना नक्कीच आली असेल. विज्ञानाच्या सर्वच प्रमुख शाखा तसेच तंत्रज्ञान यांची सांगड घालत oceanography या विषयाचा अभ्यास केला जातो. गेल्या कित्येक वर्षांपासून आपण सर्वच प्रदूषणाविषयी बोलत आहोत, जागरूकता निर्माण करत आहोत, तसेच सर्व स्तरातून प्रदूषण निर्मूलनाकरिता प्रयत्न करीत आहोत. मात्र समुद्राच्या बाबतीत आपण करीत असलेले प्रयत्न हे फारच नगण्य आहेत.

गेल्या काही दशकांत मानवाने समुद्राचा अती वापर केलेला आहे आणि त्याचे दुष्परिणाम आपल्याला दिसून येत आहेत; मग ती तेल गळती असो, अती मासेमारी असो, प्लास्टिकप्रदूषण असो की कोरल रीफचे नुकसान असो, या सगळ्यामुळे समुद्रातील जीवसृष्टीचे संतुलन मात्र नक्कीच ढासळत असते.

या सगळ्याला पर्याय किंवा उपाय म्हणून Blue Economy (ब्ल्यू इकॉनॉमी) ही संकल्पना पुढे आली आहे. आपल्या दैनंदिन जीवनाशी समुद्र खूपच जवळून जोडला गेलेला आहे. रोजच्या वापरातले मीठ, मासे, पर्यटन, व्यापार, खनिजे, औषध निर्मितीकरता वापरली जाणारी कित्येक रसायने आणि अशाच अनेक गोष्टींसाठी आपण समुद्रावरच अवलंबून असतो.

पृथ्वीचे एकंदर हवामान नियंत्रित ठेवण्यासाठीही समुद्र महत्त्वाची भूमिका बजावत असतो. समुद्र, महासागर आणि किनारपट्टीवरील संसाधनांचा योग्य, मर्यादित आणि शाश्वत (sustainable) वापर करून आर्थिक विकास साधणे म्हणजेच ब्ल्यू इकॉनॉमीची संकल्पना प्रभावीपणे राबवणे होय. या सगळ्याचा सोपा अर्थ म्हणजे समुद्रातून आपणास हव्या असलेल्या गोष्टी मिळवाव्यात परंतु समुद्रास नुकसान न पोहोचवता व निसर्गाचे संरक्षण करून. म्हणजे ही एक अर्थव्यवस्थाच आहे. ती समुद्राशी संबंधित असल्याने व पृथ्वीला ब्ल्यू प्लॅनेट म्हणून ओळखले जात असल्याने तिला (अर्थव्यवस्थेला) ब्ल्यू इकॉनॉमी हे नाव दिले गेले आहे. Blue economy हा अनेक क्षेत्रांचा एकत्रित विचार आहे. समुद्राशी संबंधित विविध उपक्रम एकमेकांशी जोडले गेले आहेत.

समुद्र अथांग जरूर आहे परंतु अमर्याद नाही. समुद्रात असलेली मानव-उपयोगी संसाधनेदेखील मर्यादित आहेत. मासेमारी क्षेत्रात खूप मोठे यांत्रिकीकरण नक्कीच झाले आहे परंतु त्यामुळे वार्षिक मासेमारी काही दशकांपूर्वी फारच जास्त प्रमाणात झालेली दिसून आली. त्या तुलनेत सध्या आधुनिक उपकरणे वापरूनदेखील पुरेशा प्रमाणात मासेमारी होत नसल्याने मच्छीमार हताश होत आहेत. आणि ही समस्या अगदी जागतिक स्तरावर दिसून येते. जगातल्या बहुतेक सर्वच किनारी भागात स्थानिक मच्छीमार दिवसेंदिवस कमी होत जाणाऱ्या मत्स्यउत्पादनामुळे त्रस्त आहेत.

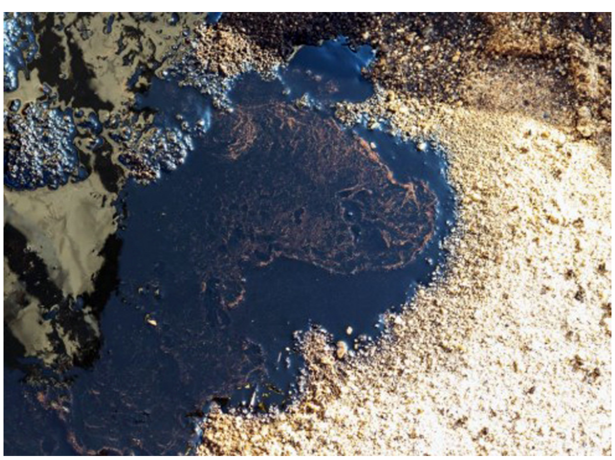
लहान, मोठे सर्वच प्रकारचे तसेच पिल्ले आणि मोठे प्रजनशील मासे गाळून काढल्यावर त्यांच्या नवीन पिढ्या कशा काय तयार होणार? त्यांना लपायला जागा मिळाल्या नाहीत आणि त्याचे अन्न त्यांना मिळाले नाही तर त्यांच्या जगण्याच्या कितीतरी शक्यता कमी होऊन जातात. अशातच संपूर्ण वेळ केली गेलेली मासेमारी त्यांचे जगणे मुश्कील करत जाते.

कितीतरी स्थानिक प्रजातींचे प्रमाण घटत जात असल्याचे वेगवेगळ्या संशोधनाद्वारे मांडले गेले आहे.

मत्स्यउद्योग हा ब्लू इकॉनॉमीचा सर्वात मोठा आणि महत्त्वाच्या घटक आहे. प्रोटिनचा मुख्य स्रोत असलेले हे मासे मानवाच्या अन्नाचा एक प्रमुख घटक आहेत तसेच हे मासे लाखो लोकांच्या उपजीविकेचे साधनही आहेत. आपल्याकडे मासेमारी दोन प्रकारे केली जाते. एक, पारंपरिक आणि दुसरी, आधुनिक मासेमारी. पूर्वी मासेमारीकरता लागणारी साधने ही पर्यावरणपूरक होती.

पिंजऱ्यात केली जाणारी मत्स्य शेती

तळ्यात केली जाणारी मत्स्य शेती



समुद्रात झालेली तेल गळती

तसेच मासेमारीची क्षेत्रेही ठरावीक होती. मर्यादित आकाराची व छिद्रांची जाळी, लहान होड्या, लहान आकाराचे गळ (हूक) यांचा वापर व्हायचा मासेमारीदेखील हंगामानुसार केली जायची. मात्र वर्षभर, मागणीप्रमाणे पुरवठा करणे या प्रकारामुळे पापलेट, सुरमई यांसारख्या माशांसाठी यांत्रिकीकरण केलेली जहाजे व जाळी वापरून मासेमारी केली जाऊ लागली. परिणामी ज्या माशांना मागणी होती त्यांच्या बरोबरीने इतरही मासे जाळ्यात Bycatch म्हणून सापडू लागले. आणि अर्थातच मागणी नसल्यामुळे त्यांचे जीवन अक्षरशः मातीमोल झाले. या मोठ मोठ्या यांत्रिकीकरण केलेल्या जहाजांमुळे, मोठमोठ्या जाळ्यांमुळे व सतत केल्या जाणाऱ्या मासेमारीमुळे आपली मत्स्यसंपदा घटत चालली आहे.

Blue economy अंतर्गत लहान माशांचे संरक्षण व्हावे याकरता जाळ्यांच्या लहान Mesh size वर प्रतिबंध घालून योग्य रुंदीची जाळी बनवण्यास व मासे पकडण्याकरिता त्यांचाच वापर करण्याची सक्ती करून संबंधित मच्छीमारास मासेमारी करण्याची मान्यता दिली जाते.

ठरावीक हंगामातच मासेमारी केली जावी यावर भर देऊन फिश फार्मिंग म्हणजेच मत्स्यशेती करण्यावर भर दिला जात आहे. मत्स्यशेती किंवा मत्स्यसंवर्धन म्हणजेच Aquaculture Practices. योग्य नियोजन करून कोळंबी, मासे, शिंपले, खेकडे यांचे पालन व संगोपन करून वेळोवेळी त्यांची विक्री केली जाते. मासेमारीमुळे समुद्रावर वाढत जाणारा ताण Aquaculture मुळे कमी होत आहे. त्यामुळे माशांच्या उत्पादनात तर वाढ होतच आहे, त्याचबरोबर रोजगारनिर्मितीदेखील होत आहे. aquaculture practices बऱ्याचदा bare land म्हणजेच नापीक किंवा क्षारयुक्त जमिनीवर केल्या जातात. त्यामुळे या वापरत नसलेल्या पडिक जमिनी मत्स्यशेतीअंतर्गत वापरात येऊन उत्पादनक्षम बनत आहेत.

सरकारतर्फे सबसिडीमार्फत मत्स्यबीज पुरवठा केला जात असल्याने कित्येक शेतकऱ्यांना त्याचा फायदा होत आहे. शेतीकरता असलेले कित्येक जोड उद्योग मत्स्यपालनाबरोबरीने करता येतात. पोल्ट्री फॉर्मिंग, पिग फार्मिंग, डक फार्मिंग यासारख्या पशुपालनासोबतच फिश फार्मिंग हे इंटिग्रेटेड फार्मिंगचे उत्तम उदाहरण आहे. म्हणजेच एकाच दगडात दोन किंवा तीन किंवा कधी कधी तर चार पक्षी मारण्यासारखे आहे. थोडक्यात, आपल्या जागेचा सुयोग्य वापर करून मत्स्यशेती करता येऊ शकते.

एकात्मिक मत्स्यशेतीचे शेतकऱ्यांना बरेच फायदे आहेत. आजच्या शेतीसमोर अनेक समस्या आहेत.

खतांच्या वाढीव किमती, जमिनीची कमी उत्पादकता, वाढत जाणारा उत्पादनखर्च आणि कमी बाजारभाव ही सगळी गणिते सोडवताना शेतकऱ्यांच्या अगदी नाकीनऊ येतात. मात्र एकात्मिक शेती केल्याने उत्पादनखर्च आपोआपच कमी होतो. जागेचा योग्य वापर होऊन उत्पन्नाचे एकापेक्षा जास्त स्रोत शेतकऱ्याला मिळतात, नैसर्गिक खतांचा वापर होतो आणि एकमेकांना पूरक अशी एकात्मिक शेती केली जाते. तलावांच्या काठी किंवा तळ्याच्या काठी गाई, म्हशी किंवा बकऱ्या पाळण्यासोबतच मत्स्यपालन केले जाते तर काही ठिकाणी भात-शेतीसोबत मत्स्यशेती केली जाते.

पॉलिकल्चर म्हणून एक संकल्पना ॲक्वा कल्चरमध्ये आहे. त्यात वेगवेगळ्या जातींचे मासे एकाच तळ्यात सोडले जातात. या वेगवेगळ्या जाती आपल्या निरनिराळ्या अधिवासात स्वतंत्रपणे वाढतात. म्हणजेच काही जाती ज्या सरफेस फीडर असतात त्या तळ्याच्या पृष्ठभागाच्या थरात राहतात, काही मासे तळ्याच्या मध्यभागात राहतात, तर काही मासे तळाशी राहणे पसंद करतात. त्यांच्या या वेगवेगळ्या राहणीमानामुळे त्यांच्यात आपापसात अन्नाकरता व जागेकरता स्पर्धा होत नाहीत व यशस्वीपणे मत्स्यउत्पादन वाढवता येते.

Marine transport (सागरी वाहतूक) हा Blue Economy मधला एक महत्त्वाचा घटक आहे. तुम्हाला माहीत आहे का, जगातील ९० टक्के व्यापार हा समुद्रमार्गे होतो. मोठी मोठी यंत्रसामग्री, अन्नधान्य, खनिज तेले, खाद्यतेले यांसारख्या कितीतरी गोष्टींचे वहन कार्गो शिपसारख्या मोठ्या जहाजांमार्फत होते. ही मोठमोठाली मालवाहू जहाजे कित्येक दिवस समुद्रात प्रवास करत असतात.

आपण एका शहरातून दुसऱ्या शहरात जाताना टोल नाक्यावर टोल टॅक्स म्हणून एक रक्कम जमा करतो, वाहनांकडून तो कर रस्त्याच्या दुरुस्ती करता व मेंटेनन्सकरता वापरला जातो. परंतु समुद्रातल्या मार्गांचे काय? त्यांचा मेंटेनन्स कोण करणार? आजवर आपल्याला निसर्गाने बरीच साथ दिलेली आहे आणि अजूनही देत आहे असे म्हणायला हरकत नाही. Oil spill म्हणजे तेलगळती झाल्यावर oil degrading bacteria मदतीला धावून आले. प्रवाळ-भित्तिकांनी समुद्रकिनारे वाचवले. कांदळवनांनी वादळात सावरले. आपणच योग्य नियोजन केले नाही तर निसर्गावरचा भार वाढत जाणार आहे आणि याचे कधीतरी उत्तर मिळणार आहे.

या सगळ्यासाठी पर्याय म्हणून पर्यावरणपूरक जहाजांची निर्मिती करणे, बंदरांचे आधुनिकीकरण करणे, इंधनबचतीचे

**ऑइल ईटिंग बॅक्टीरिया**

**बाय कॅच म्हणून जाळ्यात सापडलेले मासे**

**मत्स्य पालन आणि कुकुट पालन एकत्रित करण्याची पद्धत**

**भात शेती आणि मत्स्य पालन एकत्रित रित्या उत्पादन**

विविध उपाय अवलंबणे यांसारख्या गोष्टी ब्ल्यू इकॉनोमीच्या अंतर्गत साधल्या जातात.

आजकाल सागरी पर्यटन फारच लोकप्रिय होत चाललेले आहे. कोरल-रीफ, समुद्रबेटे, सागरकिनारे, खाड्या, मॅन्ग्रूव्ह जंगले यांसारख्या सागरी परिसंस्था महत्त्वाची आणि संवेदनशील क्षेत्रे आहेत. लक्षदीप, अंदमान-निकोबार बेटे, मालवण, गोवा, केरळ यांसारख्या ठिकाणी पर्यटकांची नेहमीच गर्दी दिसून येते. मात्र प्रमाणाबाहेर पर्यटक आल्याने कचरा वाढतो. युज अँड थ्रोच्या आचरणामुळे कित्येक टन कचरा निर्माण होतो. यात प्लास्टिकपासून बनवल्या गेलेल्या वस्तू मोठ्या प्रमाणात असल्याने non degradable असा घनकचरा ठिकठिकाणी साचत जातो. समुद्रकिनारे तसेच खाडीपरिसर अस्वच्छ होत जातो. याकरिता Blue Economy मध्ये स्थानिक लोक, ग्रामपंचायत किंवा नगरपालिका यांच्या सहयोगाने किनारे स्वच्छता अभियान किंवा तत्सम योजना राबवून किनारी परिसर प्रदूषणमुक्त ठेवता येतो. समुद्रापासून ऊर्जानिर्मिती (renewable energy) करणे हे ब्ल्यू इकॉनॉमीच्या दृष्टीने एक महत्त्वाचे पाऊल आहे. Tidal energy (भरतीओहोटीपासून ऊर्जानिर्मिती), Wave energy (लाटांपासून ऊर्जानिर्मिती) या Marine Energy असून यांच्या निर्मितीकरता केले गेलेले प्रयत्न हे भविष्यातील नैसर्गिक ऊर्जानिर्मितीसाठी अधिक सक्षम पर्याय म्हणून ओळखले जात आहेत. या नवीकरणीय ऊर्जा प्रदूषणमुक्त असून दीर्घकालीन आहेत.

सागरी जैवतंत्रज्ञान (Marine Biotechnology) आणि खनिजसंपत्ती (Mines) हे Blue Economy चे अग्रेसर मानकरी आहेत. Marine Biotechnology च्या विविध तंत्रज्ञानांद्वारे कित्येक समुद्रजीवांपासून, स्पोंज व शैवालांपासून अँटिबायोटिक्स, -antifungal आणि कर्करोगाविरोधी औषधे तयार केली जात आहेत. Novel drugs म्हणजेच नूतन औषधांच्या निर्मितीकरता जागतिक स्तरावर संशोधन केले जात आहे.

समुद्राच्या तळाशी वेगवेगळ्या खोलींवर- जिथे पाण्याची हालचाल कमी प्रमाणात असते तिथे वेगवेगळ्या खनिजांचे nodules किंवा साठे आढळून येतात. मँगनीज, कोबाल्ट, निकेल, सोने यांसारख्या महागड्या धातूंची खनिजे या सागरतळाशी पाहायला मिळतात. अर्थात फार मोठी आर्थिक उलाढाल या ठिकाणी होत असते. हे मायनिंग करताना पर्यावरणाची काळजी घेणे खूप गरजेचे आहे.

फक्त आर्थिक विकास हे Blue Economy चे उद्दिष्ट नाही, तर पर्यावरणसंरक्षण हा त्याचा महत्त्वाचा गाभा आहे.

समुद्रातील मासे, प्रवाळ, शैवाल, सूक्ष्मजीव, सस्तन प्राणी व उभयचर प्राणी, सरपटणारे प्राणी, पक्षी तसेच समुद्राचे पाणी, तापमान, क्षारता यांसारखे अनेक सजीव आणि निर्जीव घटक मिळून सागरी परिसंस्था तयार होते आणि या प्रत्येक घटकाचे एकमेकांशी एक नाते असते.

हे सर्व घटक एकमेकांवर अवलंबून असतात. एकमेकांत गुंतलेल्या कित्येक अन्नसाखळ्यांचे एक जाळेच असते, ज्यात एक घटक बिघडला तर संपूर्ण परिसंस्थेवर परिणाम होतो.

Blue economy ही संकल्पना राबवताना अनेक अडचणी येतात, त्यावर मात करत पुढे जाणे सुरक्षित भविष्यासाठी गरजेचे आहे.

ब्ल्यू इकॉनॉमीद्वारे समुद्राचे संरक्षण करून आपल्या व्यवसाय करायची जाणीव या क्षेत्रातील प्रत्येक व्यावसायिकाला असणे गरजेचे आहे. आधुनिकीकरणाबरोबरच वैज्ञानिक संशोधनाद्वारे व आंतरराष्ट्रीय सहकार्याने ब्ल्यू इकॉनॉमीचे धोरण अवलंबले गेले पाहिजे. दीर्घ किनारपट्टी लाभलेल्या आपल्या देशाकरता ब्ल्यू इकॉनॉमी फार महत्त्वाची आहे. कारण मासेमारीचा व्यवसाय करणारा एक मोठा वर्ग इथे राहतो. भारत सरकारने सुरू केलेले मत्स्यसंपदा, सागरमाला प्रकल्प, सागरी संशोधन संस्था यामार्फत बंदरविकास, शाश्वत मासेमारी (Sustainable Fishery) आणि रोजगारनिर्मिती होत आहे. Sustainability म्हणजे शाश्वत वापर. म्हणजेच काय तर आजच्या गरजा पूर्ण करताना येणाऱ्या पुढील पिढ्यांच्या गरजा धोक्यात न आणता त्या संसाधनांचा वापर करणे होय.

आजचे विद्यार्थी हे उद्याचे नागरिक आहेत, त्यातलेच विद्यार्थी शास्त्रज्ञ, अर्थतज्ज्ञ, व्यापारी तसेच उद्योगनिर्मितीच्या क्षेत्रात येणार आहेत. त्यामुळे त्यांचे स्थान ब्ल्यू इकॉनॉमी या संकल्पनेत फार महत्त्वाचे आहे. आजच्या आधुनिक जगात समुद्राशी संबंधित अनेक नवीन व्यवसायक्षेत्रे निर्माण होत आहेत. समुद्रशास्त्रज्ञ (Oceanographer), मत्स्यशास्त्रज्ञ (Fishery Scientist), पर्यावरणतज्ज्ञ, सागरी पर्यटन व्यवस्थापक, नौदल, कोस्ट गार्ड तसेच सागरी वाहतूक क्षेत्र या सर्वांचा त्यात समावेश होतो.

ब्ल्यू इकॉनॉमी यशस्वी होण्यासाठी विद्यार्थ्यांची भूमिका फार महत्त्वाची आहे. विद्यार्थी पर्यावरणाबद्दल जागृती पसरवू शकतात, प्लास्टिकचा वापर टाळू शकतात, समुद्र व नद्यांची स्वच्छता राखू शकतात, विज्ञान व पर्यावरण विषयात करिअर निवडू शकतात. आपल्या लहान लहान कृतींमधून मोठा बदल नक्कीच घडू शकतो!

**- शर्वरी कुडतरकर**
samikshank@gmail.com

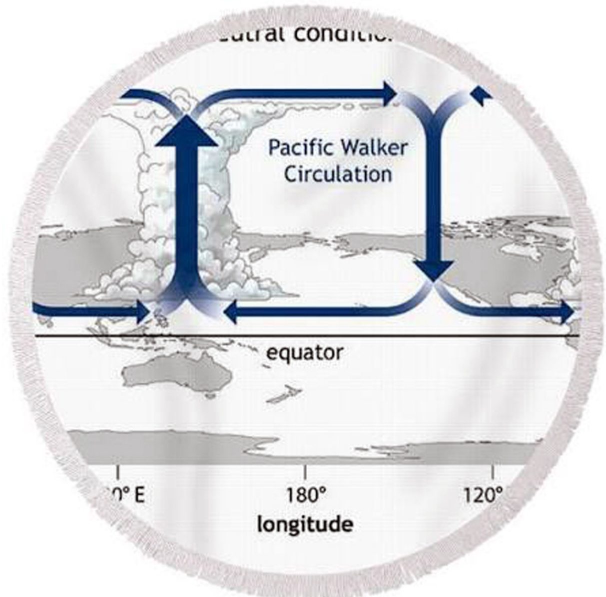
# वॉकर अभिसरण, एल निनो, ला निना आणि हवामान

अनघा शिराळकर

जागतिक हवामानातील महासागर-वातावरणीय परस्परसंवाद प्रणाली (Ocean-atmosphere Coupled Phenomena - Teleconnection) ज्यामध्ये महासागराच्या पाण्याच्या तापमानासंबंधी असणाऱ्या नैसर्गिक हवामान संरचनाचीही भूमिका मोसमी पावसाच्या स्थळ, काळ आणि प्रमाण यांमध्ये होणाऱ्या बदलांमध्ये महत्त्वाची आहे. यामध्ये वॉकर अभिसरण, एल निनो आणि ला निना या प्रणाली एकमेकांशी घनिष्ट असणारे हवामानाचे घटक आहेत. या प्रणालींबद्दल जाणून घेऊ.

## वॉकर अभिसरण

पृथ्वीच्या रेखांशाप्रमाणे पूर्व-पश्चिम दिशेने होणारे वातावरणातील अभिसरण, जे मुख्यतः विषुववृत्ताजवळील भागावर (equatorial region) आढळते, त्याला वॉकर अभिसरण (Walker Circulation) म्हणतात. ही संकल्पना स्वातंत्र्यपूर्वकाळातील भारतीय हवामानशास्त्र विभागाचे माजी महासंचालक सर गिल्बर्ट वॉकर यांनी मांडली होती. प्रशांत महासागराच्या (पॅसिफिक ओशन) पूर्व आणि पश्चिम भागांमधील तापमानातील फरक हे अभिसरण निर्माण होण्याचे प्रमुख कारण आहे. प्रशांत महासागराचा पश्चिम भाग (इंडोनेशिया, ऑस्ट्रेलिया) उष्ण असतो आणि पूर्व भाग (दक्षिण अमेरिकेजवळ) थंड असतो त्यावेळी पश्चिमेकडील गरम हवा वर जाते (उर्ध्वगामी प्रवाह) आणि पूर्वेकडील थंड हवा खाली येते (अवतरण प्रवाह). अशावेळी एक बंदिस्त अभिसरण (Closed Circulation Cell) तयार होते. त्यालाच वॉकर अभिसरण (Walker Circulation) म्हणतात. वॉकर अभिसरण तीव्र स्थितीत असते, तेव्हा पश्चिम प्रशांत महासागराजवळ उष्णता आणि पाऊस जास्त असतो. वॉकर अभिसरणाची तीव्रता कमी असते तेव्हा उलट परिस्थिती असते. भारतीय मोसमी पाऊस हा वॉकर अभिसरणप्रणालीचा विस्तार असल्याने त्यावर परिणाम होतो.




**वॉकर अभिसरण**

## एल निनो

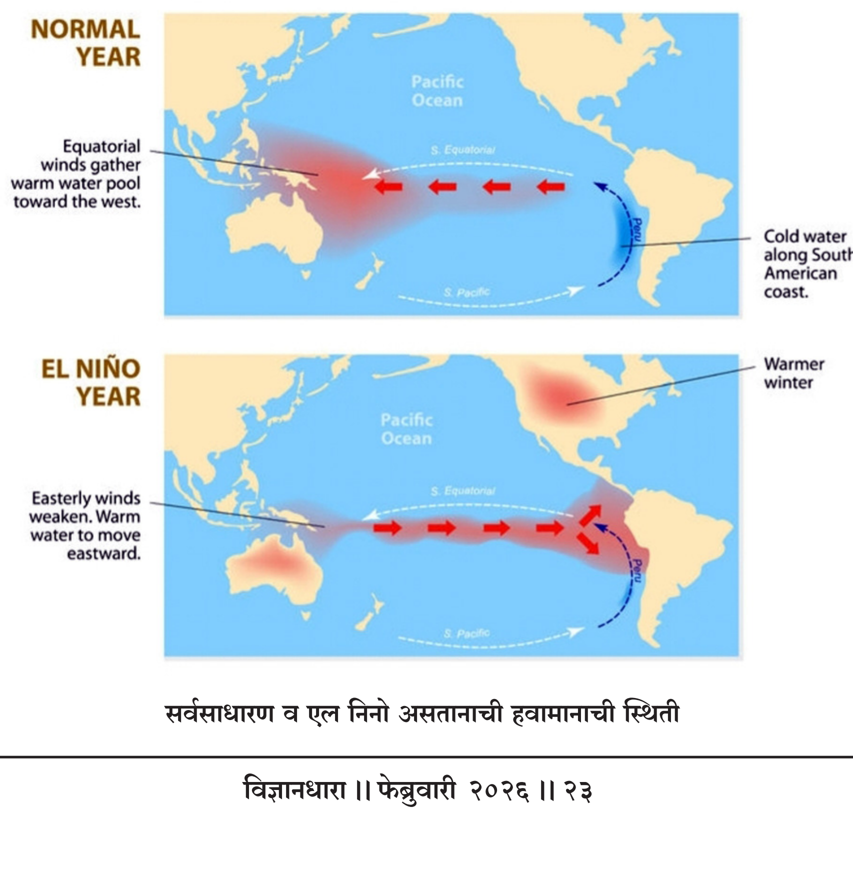
विज्ञानप्रसारक व प्रसारमाध्यमे यांच्यामार्फत एल निनो हा शब्द आता सर्वसामान्यांपर्यंत पोहोचला आहे. एल निनो म्हणजे भारतात सरासरीपेक्षा जास्त तापमान आणि कमी पाऊस असे समीकरण आपणा भारतीयांच्या मनात पक्के रुजले आहे. याला कारण म्हणजे २००९, २०१४, २०१५ आणि २०१८ या अलीकडच्या वर्षांच्या एल निनोच्या काळात नैऋत्य मोसमी पावसात झालेली घट. त्यामुळे सर्वसामान्यांसह शासन, शेतकरी, आपत्ती निवारण व्यवस्थापक, जलव्यवस्थापक, आरोग्य व्यवस्थापक, विमा कंपन्या, शेअर बाजार इत्यादींच्या मनात एल निनोबद्दल भीतीचे सावट असते.

एल निनो हे प्रशांत महासागरातील एक प्रकारचे हवामानाचे नैसर्गिक स्वरूप (क्लायमेट पॅटर्न) असून त्याचा परिणाम संपूर्ण जगाच्या हवामानावर होत असतो.

प्रशांत महासागर हा पृथ्वीवरील सर्वात मोठा महासागर आहे. प्रशांत महासागराच्या उत्तरेला आर्क्टिक महासागर, दक्षिणेला दक्षिण महासागर (अंटार्क्टिक ओशन), पश्चिमेला आशिया व ऑस्ट्रेलिया आणि पूर्वेला अमेरिका खंड आहे. विषुववृत्तावरील दक्षिण अमेरिकेच्या पश्चिम किनाऱ्यावरील प्रशांत महासागराच्या पाण्याच्या पृष्ठभागाचे तापमान असामान्यपणे सरासरीपेक्षा जास्त वाढू लागणे याला एल निनो म्हणतात. पृथ्वी फिरत असल्याने तिच्या विषुववृत्तावरील भागात वारे तयार होतात. यातील व्यापारी वारे (ट्रेड विंड्स) हे पूर्वेकडून पश्चिमेकडे वाहत असतात. समुद्रावरून वाहणाऱ्या या वाऱ्यांमुळे समुद्राचे तापलेले पाणी विशिष्ट भागापर्यंत पोहोचते आणि मग एल निनो सक्रिय होण्यास अनुकूल परिस्थिती निर्माण होते. महासागर आणि वातावरण यांच्या दृढसंबंधांमुळे उष्णता व बाष्प यांची महासागर आणि वातावरण यामध्ये देवाणघेवाण होत असते. सूर्याची उष्णता सागराच्या पाण्यात साठवली जाते. प्रशांत महासागराचे तापमान सरासरीपेक्षा ०.५ डिग्री सेल्सिअसने वाढले आणि ते साधारणपणे पाच महिने तसेच राहिले किंवा त्याहूनही वाढले तर एल निनो सक्रिय होणार असे जाहीर केले जाते. एल निनोच्या काळात प्रशांत महासागराच्या पाण्याचे तापमान सरासरीपेक्षा ३ ते ५ डिग्री सेल्सिअसने वाढते.

प्रशांत महासागराच्या पूर्वेकडील भागातील पाण्याचे तापमान वाढले की पश्चिमेकडील भागातील हवेचा दाब वाढलेला असतो. अशा वेळी पश्चिमेकडून पूर्व दिशेस वारे वाहतात आणि हे वारे ढगात जमलेली पाण्याची वाफ तिकडे वाहून नेतात. त्यामुळे पूर्वेकडील भागात अतिवृष्टी तर पश्चिमेकडील भागात दुष्काळी स्थिती असे दिसून येते. काही काळापर्यंत समुद्राच्या पाण्याची होणारी तापमानवाढ पृथ्वीवरील हवामान बदलाला कारणीभूत ठरते. ही क्रिया अधूनमधून अचानकपणे घडते. या घटनेचा संबंध पृथ्वीवर होणारी दुष्काळी परिस्थिती, महापूर आणि त्याचा पिकांच्या उत्पादनावर थेट होणारा परिणाम यांच्याशी जोडला जातो.

साधारण इ. स. १५००च्या सुमारास दक्षिण अमेरिकेतील पेरू देशाच्या पश्चिम किनाऱ्यावर मासेमारी करणाऱ्यांना डिसेंबर महिन्यात प्रशांत महासागराच्या पाण्याचे तापमान वाढत असल्याचे लक्षात आले. हा काळ येशू ख्रिस्ताच्या जन्माचा असल्याने तिथल्या स्थानिक लोकांनी त्याचे नाव एल निनो असे ठेवले. एल निनो हे नाव स्पॅनिश भाषेत असून त्याचा अर्थ 'लहान मुलगा' किंवा 'बाल येशू' असा आहे. पेरूच्या किनाऱ्यावरील समुद्राच्या पाण्याचे तापमान दर ४ ते ७ वर्षांनी नेहमीपेक्षा जास्त असल्याचा अनुभव वारंवार येत असे. इ. स. १७०० ते १९०० च्या दरम्यान या तापमानवाढीच्या नोंदी युरोपच्या खलाश्यांनी ठेवलेल्या आहेत. एकोणिसाव्या शतकातील पेरू देशातील डॉ. लुईस करंझा या भूगोलतज्ज्ञाने संशोधनाद्वारे दक्षिण अमेरिकेतील पाऊस व हवामान यात होणाऱ्या बदलास एल निनो कारणीभूत आहे असे सिद्ध करून हे संशोधन प्रसिद्ध केले होते.




**सर्वसाधारण व एल निनो असतानाची हवामानाची स्थिती**

## ला निना

एल निनोच्या विरुद्ध स्थिती म्हणजे ला निना. हे नाव पण स्पॅनिश असून त्याचा अर्थ 'लहान मुलगी' असा आहे. प्रशांत महासागराच्या पूर्व भागातील पाण्याचे तापमान सरासरीपेक्षा कमी असण्याच्या स्थितीला ला निना म्हणतात. प्रशांत महासागराच्या पूर्वेकडील भागातील पाण्याचे तापमान थंड झाले की पश्चिमेकडील भागातील हवेचा दाब कमी होतो आणि त्या जागेवर वारे पाण्याची वाफ ढगांच्या स्वरूपात वाहून आणतात त्यामुळे पश्चिमेकडील भागात अतिवृष्टी होते.

## एल निनो व ला निना यांचा इतिहास

हजारो वर्षांपासून एल निनोचे अस्तित्व असल्याचे सिद्ध झालेले आहे. वैज्ञानिकांनी १३००० वर्षांपूर्वीचे प्रवाळांचे विश्लेषण करून एल निनोमुळे प्रशांत महासागराच्या पाण्याच्या पृष्ठभागाचे तापमान वाढल्याने पेरू बेटावरील पावसाचे प्रमाण वाढल्याचे सिद्ध केले आहे. १५२५ सालाच्या सुमारास पेरू बेटावर भूस्खलन झाले होते, त्यावेळी वाळवंटात पाऊस पडल्याची पहिली नोंद फ्रान्सिस्को पिझारो या मोहिमा विजेता स्पॅनिश माणसाने केलेली आहे.

मागील शतकांमधील १८७७, १८९९, १९११, १९१८ आणि १९७२ या वर्षांतील पाच एल निनो फार तीव्र होते. १८८७, १९१४, १९५३ आणि १९७६ या वर्षांच्या एल निनोचा प्रभाव मध्यम होता. १९९७-१९९८ या वर्षांचा एल निनो हा अतितीव्र एल निनोंपैकी एक होता ज्यामध्ये जगामध्ये नैसर्गिक आपत्ती जास्त प्रमाणात झाल्या.

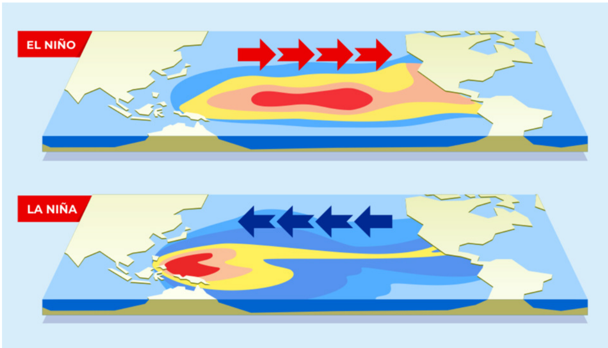
आधुनिक काळातील संशोधन व विश्लेषण तंत्रज्ञानाचा उपयोग करून १९०० सालापासून २६ एल निनो झाल्याचे शोधून काढले आहे. त्यापैकी १९५७-५८, १९७२-७३, १९८२-८३, १९८६-८७, १९९७-९८ आणि २०१४-१६ या कालावधीतील एल निनो फार तीव्र होते. यातील जास्त काळ सक्रिय असणारा एल निनो हा १९८६-८७ या साली असून तो १८ महिन्यांचा होता.

१९५० सालापासूनच्या नोंदीनुसार सर्वात जास्त काळ सक्रिय राहणारी ला निनाची स्थिती ही १९७३ ते १९७६ या वर्षांमध्ये ३७ महिन्यांची होती.

दोन एल निनो मध्ये दोन ते सात वर्षांचे अंतर असते, साधारणपणे सरासरी पाच वर्षे. प्रत्येक एल निनोची स्थिती नऊ महिने ते दोन वर्षे असते. जेव्हा प्रशांत महासागराच्या पाण्याची तापमान वाढ सात ते नऊ महिने असते त्याला एल निनोची परिस्थिती (कंडिशन) आहे असे समजतात आणि त्यापेक्षा जास्त कालावधी असेल तर त्याला एल निनोची घटना (एपिसोड) म्हणतात.

आता जगातील सर्व प्रमुख देशांमध्ये एल निनो व ला निना यांच्या सक्रिय होण्याच्या व त्यांच्या परिणामांच्या नोंदी ठेवल्या जात आहेत.

हवामान बदलांमुळे एल निनोच्या निर्मितीवर, त्याच्या कालावधीवर किंवा क्षमतेवर परिणाम होत असतो किंवा नाही यावर एकमत नाही. पण अलीकडच्या संशोधनातून असे सिद्ध झाले आहे की हवामान बदलांमुळे तीव्र एल निनोची वारंवारता किंवा पुनरावृत्ती वाढत आहे. एल लिनोच्या मानाने ला निनाची स्थिती कमी वेळा निर्माण होते. प्रत्येक एल निनो व ला निना वेगळ्या स्वरूपाचे असतात, त्यांचे परिणामही कमी जास्त प्रमाणाचे असतात.

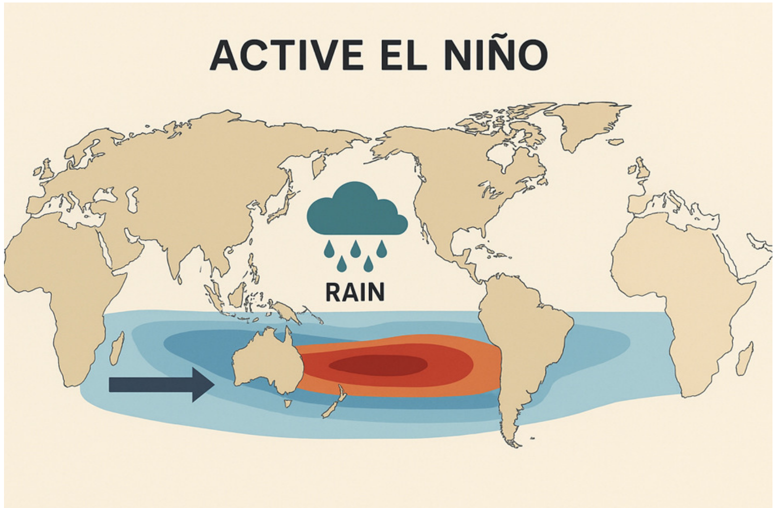



## एल निनो व ला निना यांचे परिणाम

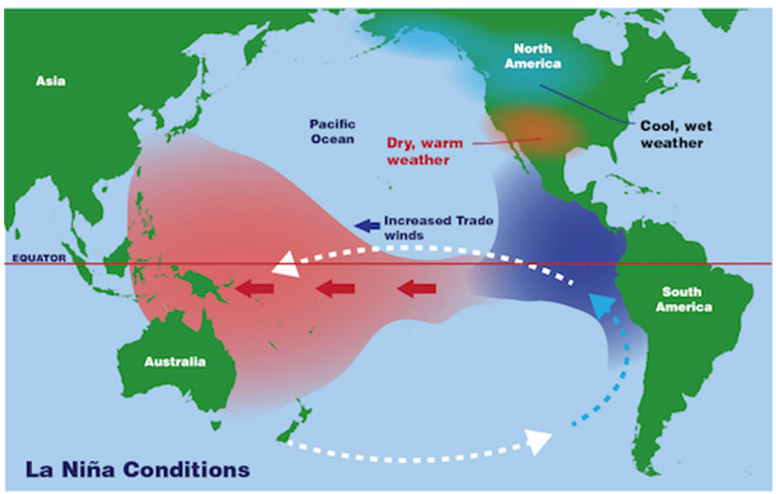
एल निनो व ला निना या असाधारण अशा नैसर्गिक घटना असल्याचे हजारो वर्षांपासून निदर्शनास आले आहे. विषुववृत्तावरील पूर्व प्रशांत महासागराच्या पाण्याचे तापमान सरासरीपेक्षा सलग तीन महिने जास्त राहिल्यास एल निनोची निर्मिती होते. एल निनोच्या काळात दक्षिण अमेरिकेच्या विषुववृत्तीय भागातील पेरुच्या किनारपट्टीवर, इंडोनेशिया तसेच मध्य आणि पूर्व प्रशांत महासागराच्या भागात पाण्याचे तापमान सरासरीपेक्षा अधिक व हवेतील बाष्प जास्त प्रमाणात असते म्हणून तिथे वादळी वाऱ्यासह भरपूर पाऊस होतो. त्याच वेळी पश्चिमेकडे म्हणजे ऑस्ट्रेलिया, स्वीडन, भारत, श्रीलंका, बांगलादेश, पाकिस्तान या देशांमध्ये तापमान वाढ होते व पाऊस कमी पडतो.

साधारणपणे दर २ ते ७ वर्षांनी एल निनोची स्थिती निर्माण होत असते. एल निनो एकदा सक्रिय झाला की त्याचा प्रभाव काही महिन्यांपासून ते २-३ वर्षांपर्यंत कायम राहू शकतो.

जेव्हा ला निना सक्रिय होतो तेव्हा दक्षिण अमेरिकेतील




**सक्रिय एल निनो**




**सक्रिय ला निना**

पेरू या देशाच्या किनारपट्टीवरील हवेचा दाब ऑस्ट्रेलिया व पूर्वेकडील आशियाई किनाऱ्यावरील हवेच्या दाबापेक्षा जास्त असतो. त्याचवेळी हिंदी महासागराच्या पृष्ठभागाच्या पाण्याचे तापमान तुलनेने जास्त असते आणि हवेचा दाब कमी असतो. याचा परिणाम म्हणून प्रशांत महासागराच्या पश्चिमेकडून हिंदी महासागराच्या दिशेने वारे वाहू लागतात. यावेळी हिंदी महासागरावरील दाबापेक्षा भारताच्या जमिनीवरील हवेचा दाब कमी असल्याने तिथे पावसाचे प्रमाण चांगले असते. २०१०-२०१२ या काळातील ला निना फारच प्रभावी होता. त्यानंतर अलिकडील २०२०-२०२३ या काळातील बहुवर्षीय असणारा दुर्मिळ ला निना सक्रिय होता.

## एल निनोचा भारतावर होणारा परिणाम

भारत कृषीप्रधान देश असून त्याची आर्थिक स्थिती मुख्यत्वे नैऋत्य मोसमी पावसावर अवलंबून असते. एल निनो सक्रिय असताना दुष्काळी भागात वातावरणातील तापमानात वाढ होते व पर्जन्यमान सरासरीपेक्षा कमी होते. याचा परिणाम थेट पिकांची निर्मिती व पाणीपुरवठा यामध्ये घट होण्यात होतो. या काळात कुपोषणामुळे होणाऱ्या बळींची संख्या वाढते. अनेक आजार निर्माण होऊन आरोग्यासंबंधींच्या समस्या निर्माण होतात. तसेच, सामाजिक अस्थिरता तयार होऊन गुन्हेगारी प्रवृत्तीतही वाढ होते.

भारतीय मोसमी पावसाचा अंदाज मुख्यत्वे १६ घटकांचे

प्रारूप वापरून केला जातो. यामध्ये सहा घटक तापमानाशी तर पाच घटक हवेच्या दाबाशी जोडलेले असतात. एल निनो व ला निना हे महत्त्वाचे घटक तापमानाशी जोडलेले आहेत. एल निनो सक्रिय असतो तेव्हा प्रशांत महासागराच्या मध्यावर असलेले ताहिती बेट आणि दक्षिण अमेरिकेच्या पश्चिमेला असणारे पेरू बेट यांच्या किनारपट्टीजवळील प्रशांत महासागराच्या पाण्याचे तापमान वाढलेले असते. तीव्र स्वरूपाच्या एल निनोच्या वेळी प्रशांत महासागराच्या पाण्याचे तापमान पाच अंश सेल्सिअसपर्यंत पोहोचलेले असेल तर प्रशांत महासागरात पाण्यालगतची हवा गरम होऊन तिचे बाष्पात रूपांतर होते व ती उंचावर जाते आणि या ठिकाणी कमी दाबाचा पट्टा तयार होतो. हिंदी महासागर व प्रशांत महासागर यांच्यावरील हवेचा दाब एकमेकांशी जोडलेले असल्याने हिंदी महासागरात जास्त दाबाचा पट्टा निर्माण होतो. पाऊस चांगला पडण्यासाठी हवेचा दाब हा कमी असावा लागतो. त्यामुळे एल निनो सक्रिय असतो तेव्हा भारत व त्याच्या शेजारील राष्ट्रांत मोसमी पाऊस कमी पडतो. परंतु प्रत्येक वेळा हे घडतेच असे नाही. याचे उदाहरण म्हणजे १८७७, १८९९, १९११, १९१८ आणि १९७२ या वर्षी असलेल्या एल निनोमुळे भारतातील बऱ्याच भागांत कमी पाऊस पडल्याने दुष्काळी परिस्थिती झाली होती. पण १८८७, १९१४, १९५३ आणि १९७६ या वर्षीचे एल निनो सक्रिय असतानाही भारतातील मोसमी पावसावर विशेष परिणाम झाला नाही. याला कारण म्हणजे एल निनोव्यतिरिक्त पावसाला कारणीभूत असणाऱ्या इतर घटकांमधील बदल. असे असले तरी एल निनो हा घटक बऱ्याच वेळा महत्त्वाचाच ठरतो.

एल निनो प्रभावी झाला (पूर्व प्रशांत तापतो), तर वॉकर अभिसरण कमकुवत होते, त्यामुळे भारतीय मोसमी पावसावर त्याचा प्रभाव पडतो. एल निनोचा प्रभाव भारतात कोकण, मध्य प्रदेश, कच्छ, राजस्थान आणि उत्तर भारतातील अनेक ठिकाणी तापमान वाढीच्या रूपात दिसून येतो. भारत, दक्षिण आफ्रिका, ऑस्ट्रेलिया, इंडोनेशिया आणि प्रशांत महासागराच्या बेटांवर पावसाचे प्रमाण घटते आणि अमेरिकेतील कॅलिफोर्निया राज्यात अतिवृष्टी होते.

भारतीय मोसमी पावसावर एल निनोचा प्रभाव किती प्रमाणात होऊ शकतो हे नक्की सांगता येत नाही, कारण पावसाचे आगमन वेळेवर होणे व तो वेळेवर सक्रिय होऊन ठरावीक दिशेने पुढे सरकणे या बाबी हवामानाच्या इतर घटकांवरही अवलंबून असतात. एल निनो उत्तर गोलार्धातील हिवाळ्यात येत असल्याने संभाव्य उष्णतावाढ ही पुढील वर्षात दिसते. आधुनिक जीवनशैली व यांत्रिकीकरण यामुळे हरितगृहवायूंचे उत्सर्जन वाढल्याने आधीच सर्वत्र विशेषतः विकसित देशांत तापमान वाढलेले आहे. एल निनोच्या काळात ते अधिक वाढण्याची शक्यता असते.

### एल निनो, ला लिना यांचा इतर ठिकाणी होणारा परिणाम

एल निनो आणि ला निना यांचा प्रभाव जगभरातील हवामानावर होत असतो. यामध्ये तापमान, पाऊसमान आणि वाऱ्याचा वेग इत्यादींमध्ये सर्व साधारण स्थितीपेक्षा बदल झालेले दिसून येतात. ज्या विषुवृत्तीय देशांच्या सीमा प्रशांत महासागराला जोडलेल्या आहेत, तेथे हा परिणाम मोठ्या प्रमाणावर होत असल्याचे दिसून येते. यामध्ये मध्य व दक्षिण अमेरिका, कॅरिबियन, आग्नेय आशिया, पूर्व व दक्षिण आफ्रिका यांचा समावेश होतो. या भागातील देश व प्रदेश बहुतांश शेतीवर अवलंबून आहेत.

भारतातील नैऋत्य मोसमी पाऊस भारतापुरता मर्यादित असला तरी त्याचा संबंध संपूर्ण युरोपीयन खंडाच्या हवामानाशी तसेच हिंदी महासागराच्या व प्रशांत महासागराच्या तापमानाच्या चढउताराशी असतो. यामुळे एल निनोचा परिणाम भारताबरोबर या भागांवरही होतो. एल निनोचा थेट परिणाम विषुववृत्तीय प्रशांत महासागर या भागातील जीवनावर होत असला तरी त्याची झळ प्रशांत समुद्राच्या अमेरिकेतील उत्तर आणि दक्षिण किनारपट्टीवरील सागरी जीवनावरही बसत असते. एल निनोसोबतच हिंदी महासागरातील द्विध्रुवीय दोलायमान स्थिती (इंडियन ओशन डायपोल) आणि अटलांटिक महासागरातील विविध स्तरांवरील दोलायमान स्थिती (अटलांटिक मल्टिस्केल्ड ऑसिलेशन) या घटकांचाही मोसमी पावसावर परिणाम होत असतो. ठरावीक कालांतराने प्रशांत महासागर आणि हिंदी महासागर यांच्यातील हवेच्या दाबांमधील बदल हे पण एल निनोशी निगडित असतात. याला एल निनो सदर्न ऑसिलेशन (एनसो) म्हणतात. तापमान आणि हवेचा दाब हे वातावरणातील बदलास कारणीभूत असतात.

महासागरांनी व्याप्त केलेला भाग प्रचंड मोठा असल्याने एल निनो आणि ला निना या दोन्हीही स्थितींचा जागतिक हवामानावर परिणाम होत असतो. एल निनो सक्रिय असतो तेव्हा महासागर त्याची उष्णता वातावरणात सोडत असल्याने हवेतील उष्णता वाढते आणि ला निना सक्रिय असतो तेव्हा वातावरणातील हवा थंड होते. या क्रियेमध्ये महासागराचे पाणी तापमान नियंत्रकाचे (थर्मोस्टॅट) काम करते.

पाण्याच्या पृष्ठभागाचे तापमान वाढते, तेथील भागावर

हवेच्या कमी दाबाचे क्षेत्र तयार होते आणि पाण्याच्या पृष्ठभागाचे तापमान कमी होते तेथे हवेचा दाब वाढतो. कमी दाबाच्या क्षेत्रात पाऊस भरपूर प्रमाणात पडतो. अटलांटिक महासागरावरील वादळांवरही एल निनो व ला निनाचा परिणाम होत असतो. विषुववृत्तावरच्या वादळांचे प्रमाण एल निनोच्या काळात कमी होते. ला निनाच्या काळात हे प्रमाण वाढल्यामुळे कॅरिबियन बेटांना आणि अमेरिका खंडाला धोका निर्माण होतो. प्रशांत महासागराच्या किनाऱ्यावरील अविकसित तसेच विकसनशील देश जे शेती व मच्छीमारीवर अवलंबून आहेत त्यांच्यावर एल निनो आणि ला निनाचा प्रभाव जास्त होतो. एल निनोच्या काळात मध्य आणि पश्चिम प्रशांत महासागरात वारे थंड होतात. यामुळे गरम पाणी पृष्ठभागावर साचते आणि थंड पाण्यामुळे निर्माण झालेले पोषक घटक खाली सरकतात. या पोषक घटकांची कमतरता निर्माण होऊन समुद्रातील प्राणी व वनस्पती मरतात. मासे व इतर जलचर प्राण्यांवर गुजराण करणारे मानव व इतर प्राणी यांना अन्नाची कमतरता भासू लागते. एल निनोच्या प्रभावामुळे जगभरातील हवामानात विनाशकारी बदल होतात.

## एल निनो व ला निनाचा अंदाज

एल निनो व ला निनाचा परिणाम जागतिक हवामान, मानवी जीवन, पर्यावरण यांसारख्या महत्त्वाच्या घटकांवर होत असल्याने त्यांचे भाकीत करणे गरजेचे झाले आहे. उपग्रह, समुद्राच्या पाण्यात स्थिरपणे तरंगणारी तसेच वाहणारी यंत्रणा, समुद्राच्या पातळीचे तापमान अविरतपणे मोजणारी यंत्रणा, समुद्रपातळीचे विश्लेषण, इत्यादी आधुनिक सोयींमार्फत एल निनो व ला निना यांची चाहूल व त्यांच्या सक्रिय होण्याच्या स्थितीचा वेध घेता येतो. हवामानशास्त्र व समुद्रशास्त्र या विषयातील जागतिक स्तरावरील काही ख्यातनाम संस्था एल निनो व ला निना यांचा अंदाज व्यक्त करतात. यामध्ये अमेरिकेतील नॅशनल ओशियानिक ॲन्ड ॲटमॉस्फेरिक ॲडमिनिस्ट्रेशन (NOAA) ही राष्ट्रीय संस्था, मध्यम कालावधीच्या हवामानाचे पूर्वानुमान देणारे युरोपीयन केंद्र (ECMWR), ऑस्ट्रेलियाची हवामानशास्त्र संस्था (Bureau of Meteorology) आणि जपानची हवामानशास्त्र संस्था (Japan Meteorological Agency) एल निनो व ला निनाची स्थिती निर्माण होण्याचा अंदाज वर्तवतात. जागतिक हवामानशास्त्र संघटना (WMO) अंदाज देणाऱ्या संस्थांबरोबर समन्वय साधून त्यांच्याकडील माहिती घेऊन ती त्याच्या सर्व सदस्य राष्ट्रांना पुरवते. भारतीय हवामानशास्त्र विभाग एल निनो व ला निनाच्या भारतीय मोसमी पावसावरील प्रभावावर लक्ष ठेवून त्याप्रमाणे अंदाज तयार करतो.

**– अनघा शिराळकर**
anaghashiralkar@gmail.com

**संदर्भ:**

1. ENSO Outlook and Walker Circulation Explained, Australian Bureau of Meteorology (BoM), http://www.bom.gov.au/climate/enso/
2. Lau K.-M., and Yang, S., Walker circulation and the ENSO cycle.
   Bulletin of the American Meteorological Society, 84, 4, 2003, 437 - 447
3. McPhaden M. J., Zebiak S. E., and Glantz M. H., ENSO as an integrating concept in Earth Science, Science, 314, 5806, 2006, 1740 - 1745.
4. Philander S. G., El Niño, La Niña and the Southern Oscillation, Academic Press, San Diego, 1990
5. Rasmusson E. M. and Carpenter T. H., Variations in tropical sea surface temperature and surface wind fields associated with the Southern Oscillation/ El Niño, Monthly Weather Review, 110, 1982, 354 - 384.
6. Trenberth K. E., (The) Definition of El Niño, Bulletin of the American Meteorological Society, 78, 12, 1997, 2771 - 2777.
7. Understanding El Niño and La Niña", Met Office. U.K., https://www.metoffice.gov.uk/weather/learn-about/weather/phenomena/el-nino
8. What are El Niño and La Niña?, NOAA Climate, U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration, https://www.climate.gov/enso

# 'अलकनंदा' - नव्याने सापडलेली प्राचीन आकाशगंगा...

आनंद घैसास

'जेडब्ल्यूएसटी'ने (जेम्स वेब स्पेस टेलिस्कोपने) विश्वाच्या सुरुवातीच्या काळातील एका दूरच्या खगोलीय जागेची केलेली निरीक्षणे तपासताना, त्यात दिसणाऱ्या एका प्रकाशीय जागेचे कुतूहल वाटून त्याचा अधिक तपास भारतीय संशोधक योगेश वाडदेकर आणि त्यांची सहसंशोधक राशी जैन यांनी केला. त्या शोधातून एका प्रचंड भव्य-आकाराच्या सर्पिल दीर्घिकेची माहिती हाती आली आणि या दूरवरच्या, अर्थात विश्वाच्या सुरुवातीच्या काळातील असलेल्या या दीर्घिकेचा शोध त्यातून पुढे आला. त्या दीर्घिकेचे त्यांनी 'अलकनंदा' असे नामकरण केले. त्यातून अनेक कोडीच खगोलविश्वाच्या निर्मितीच्या संदर्भात पडत गेली.

आपल्या आकाशगंगेसारखीच दिसणारी एक भव्य आकाराची सर्पिलाकार दीर्घिका अशा काळात अस्तित्वात असलेली सापडली आहे, जेव्हा खगोलशास्त्रज्ञांच्या मते इतक्या सुविकसित दीर्घिका सामान्यत: अस्तित्वात असू शकत नव्हत्या. भारतातील दोन खगोलशास्त्रज्ञांनी 'बिग बँग'नंतर म्हणजे विश्वनिर्मितीच्या महास्फोटानंतर केवळ १.५ अब्ज वर्षांनीच एका लक्षणीयरीत्या परिपक्व असलेल्या दीर्घिकेची ओळख पटवली आहे - हा एक असा शोध हाती आला आहे, जो दीर्घिका कशा तयार होतात आणि त्या विकसित कशा होतात, याबद्दलच्या आपल्या समजाला आव्हान देतो.

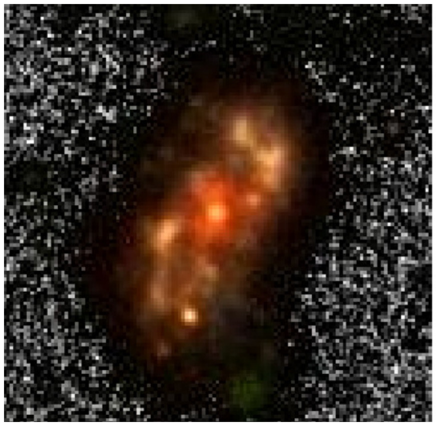
नासाची जेम्स वेब स्पेस टेलिस्कोप (JWST) ही एक शक्तिशाली दुर्बिण आहे, जी विश्वाच्या सुरुवातीच्या काळातील अत्यंत मंद प्रकाश शोधण्यास सक्षम आहे. JWST चा वापर करून, संशोधक राशी जैन आणि योगेश वाडदेकर यांनी आपल्या आकाशगंगेशी लक्षणीयरीत्या साम्य असलेली एक दीर्घिका शोधली. विशेष म्हणजे, ही प्रणाली तेव्हा तयार झाली होती, जेव्हा विश्व अवघे १.५ अब्ज वर्षे वयाचे झालेले होते - म्हणजे तो काळ विश्वाच्या सध्याच्या वयाच्या अंदाजे फक्त एक दशांश वयोमानाचा आहे. त्यांनी या दीर्घिकेला 'अलकनंदा' असे नाव दिले, जे हिमालयातील एका नदीचे नाव आहे, जी मंदाकिनीसोबतची गंगेची एक जुळी उगमधारा आहे - आणि योगायोगाने, मंदाकिनी हे आपल्या आकाशगंगेचे भारतीय नावदेखील आहे.

भारतातील पुणे येथील टाटा इन्स्टिट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्चच्या (NCR--TIFR) नॅशनल सेंटर फॉर रेडिओ ॲस्ट्रोफिजिक्समध्ये झालेला हा शोध युरोपीय जर्नल 'ॲस्ट्रॉनॉमी ॲंड ॲस्ट्रोफिजिक्स'मध्ये नुकताच प्रकाशित झाला आहे.

**यात एवढे आश्चर्य वाटण्यासारखे काय आहे?**

आपल्या आकाशगंगेसारख्या, दोन स्पष्ट, सममितीय भुजा असलेल्या (ज्यांना 'ग्रॅंड-डिझाइन' सर्पिल म्हणतात) अभिजात सर्पिल आकाशगंगा तयार होण्यासाठी अब्जावधी वर्षे लागतात, असे मानले जात होते. प्रचलित मतानुसार, सुरुवातीच्या आकाशगंगा या अनियमित आकाराच्या आणि अव्यवस्थित असल्या पाहिजेत - त्या आपल्या जवळच्या विश्वात वारंवार दिसणाऱ्या सुंदर सर्पिल आकारांमध्ये स्थिर न होता, निर्मितीच्या गोंधळलेल्या प्रक्रियेत अजून असायला हव्यात. एक भव्य सर्पिल आकाशगंगा तयार होण्यासाठी बराच काळ लागतो: आंतरतारकीय वायू आसपासच्या अवकाशातून स्थिरपणे आत एकत्रित होत जवळ आला पाहिजे (याला 'गॅस ॲक्रिशन' म्हणतात), तो जमा होत असताना त्याला एक चक्रीय गती प्राप्त होत त्या बाह्यकेंद्री-आंतरकेंद्री गतीमुळे तो वायू एका फिरत्या तबकडीत स्थिर झाला पाहिजे, त्यानंतर मंदगतीच्या लाटा (ज्यांना 'घनता लाटा' म्हणतात) त्या तबकडीत बदल घडवून, त्यातून अशा 'सर्पिल भुजा' तयार करू शकतात, शिवाय ही संपूर्ण प्रणाली इतर आकाशगंगांशी होणाऱ्या हिंसक टक्करींपासून अबाधितही राहिली पाहिजे.

अलकनंदा दीर्घिका याच अपेक्षांना आव्हान देते. तिच्यामध्ये आधीच दोन भव्य सर्पिलाकार भुजा आहेत, ज्या एका तेजस्वी, गोलाकार मध्यवर्ती भागाभोवती (याला



**जेडब्ल्यूएसटीद्वारे वेगवेगळ्या फिल्टरांमध्ये दिसणारी अलकनंदा दीर्घिका.**
**डावीकडील प्रकाशचित्र : रेस्ट-फ्रेम नियर-अल्ट्राव्हायोलेट फिल्टरांमधील अलकनंदाची प्रतिमा. सर्पिल भुजांमधील तारानिर्मिती क्षेत्रे 'माळेतील मण्यांसारखा' आकृतिबंध तयार करतात, जे तारा-निर्मिती क्षेत्रांमधील प्रचंड ताऱ्यांमधून होणाऱ्या अतिनील उत्सर्जनाचे एक वैशिष्ट्य आहे. उजवीकडील प्रकाशचित्र : रेस्ट-फ्रेम ऑप्टिकल फिल्टर्समध्ये दिसणारी अलकनंदा. सर्पिल भुजा यात कमी ठळक दिसतात. पण त्याखालील तबकडी स्पष्टपणे दिसते. © नासा/सीएसए/ईएसए, राशी जैन (एनसीआरए-टीआयएफआर)**

**जेडब्ल्यूएसटीच्या लहान तरंगलांबीच्या बँड्समध्ये (प्रामुख्याने अवरक्त आणि रेडिओ प्रारणांच्या माध्यमातून) निरीक्षण केल्यानुसार, नव्याने शोधलेल्या अलकनंदा नाव दिलेल्या सर्पिल दीर्घिकेची प्रतिमा (लहान चौकटीत). अग्रभागातील 'एबेल २७४४ क्लस्टर'मधील अनेक तेजस्वी दीर्घिकादेखील दिसत आहेत. © नासा/ईएसए/सीएसए, आय. लॅबे/आर. बेझॅनसन/अलिसा पागन (एसटीएससीआय), राशी जैन/ योगेश वाडदेकर (एनसीआरए-टीआयएफआर).**

दीर्घिकेचा 'बल्ज' असे म्हणतात) गुंडाळलेल्या आहेत आणि त्यांचा विस्तार सुमारे ३०,००० प्रकाशवर्षे आहे. याहूनही अधिक प्रभावी बाब म्हणजे, ती दरवर्षी नवीन तारे निर्माण करत आहे, ज्यांचे एकत्रित वस्तुमान आपल्या सूर्याच्या वस्तुमानाच्या सुमारे ६० पट आहे. हा दर सध्याच्या आकाशगंगेच्या तारे तयार करण्याच्या दरापेक्षा सुमारे २० पट जास्त आहे! या अंदाजानुसार अलकनंदामधील सुमारे अर्धे तारे, केवळ २०० दशलक्ष वर्षांत तयार झाले असावेत, जो कालावधी वैश्विक काळाच्या तुलनेत एक क्षणमात्र ठरतो.

'अलकनंदामध्ये अशी संरचनात्मक परिपक्वता दिसून आली आहे, जी आपण अब्जावधी वर्षे जुन्या दीर्घिकांशी जोडतो,' असे या अभ्यासाच्या प्रमुख लेखिका राशी जैन स्पष्ट करतात. 'अंदाजे ७०,००० दीर्घिकांचे सर्वेक्षण करताना, ही एक वेगळी संपूर्ण रचना असणारी दीर्घिका लक्षवेधी ठरली. या युगात इतकी सुव्यवस्थित सर्पिलाकार आकाराची दीर्घिकेची तबकडी मिळणे हे आपल्याला सांगते, की दीर्घिकानिर्मितीला चालना देणाऱ्या एकूण भौतिक प्रक्रिया - आंतरतारकीय वायूचे संचयन, तबकडीची स्थिरता आणि कदाचित सर्पिलाकार घनता लहरींचा विकास - सध्याच्या विश्वनिर्मितीच्या रचनांच्या उत्क्रांतीच्या प्रतिमानांच्या, मॉडेलसच्या अंदाजानुसार चालतात, त्यापेक्षा अधिक कार्यक्षमतेने कार्य करू शकतात, असे दिसून आले आहे, यामुळे आपल्याला आपली आज असलेली सैद्धांतिक चौकट पुन्हा विचारात घेण्यास भाग पडत आहे.'

## एक खगोलीय भिंग

अलकनंदा ही 'अबेल २७४४' नावाच्या एका प्रचंड आकाशगंगासमूहाच्या दिशेस आहे, ज्याला 'पँडोरा क्लस्टर'

म्हणूनही ओळखले जाते. या दीर्घिका समूहाची प्रचंड गुरुत्वाकर्षणशक्ती, एखाद्या भिंगाप्रमाणेच, त्याच्या पार्श्वभूमीतील दूरच्या खगोलीय वस्तूंकडून येणाऱ्या प्रकाशाला वाकवते आणि म्हणूनच काही प्रमाणात विशालही करते. 'गुरुत्वीय भिंग' – 'ग्रॅव्हिटेशनल लेन्सिंग' म्हणून ओळखल्या जाणाऱ्या या परिणामांमुळे अलकनंदा जशी आहे त्यापेक्षा दुप्पट तेजस्वी दिसली, ज्यामुळे जेम्स वेब स्पेस टेलिस्कोपने तिची अंतर्गत सर्पिलाकार रचना आश्चर्यकारक तपशिलात टिपली.

जैन आणि वाडदेकर यांनी त्या दीर्घिकेच्या JWST प्रतिमांचे विश्लेषण केले, ज्या २१ वेगवेगळ्या फिल्टरांमधून घेतल्या होत्या आणि प्रत्येक फिल्टरने तिच्या प्रकाशाचा (तरंगांनुसार) एक वेगळा भाग उघड केला होता. JWST च्या 'अनकव्हर' आणि 'मेगासायन्स' सर्वेक्षणांचा भाग असलेल्या या विपुल माहितीमुळे, त्यांना त्या दीर्घिकेचे अंतर, त्यातील धुळीचे प्रमाण, दीर्घिकेत असलेल्या ताऱ्यांची संख्या आणि कालांतराने तेथे नवीन तारे किती वेगाने तयार होत आहेत, याचा असामान्य अचूकतेने अंदाज लावता आला.

## वैश्विक कालरेषेची पुनर्रचना

या शोधामुळे JWST कडून मिळणाऱ्या पुराव्यांमध्ये भर पडली आहे, जे दर्शवतात की सुरुवातीचे विश्व खगोलशास्त्रज्ञांच्या अपेक्षेपेक्षा खूपच अधिक विकसित होते. अशाच प्रचंड अंतरावर अनेक तबकडीच्या आकाराच्या दीर्घिका आतापर्यंत सापडल्या आहेत, परंतु अलकनंदा ही इतक्या सुरुवातीच्या काळात 'ग्रँड-डिझाइन' सर्पिल दीर्घिकेचे (दोन प्रमुख, सममितीय भुजा असलेल्या दीर्घिकेचे) एक स्पष्ट उदाहरण म्हणून यात उठून दिसते.

'अलकनंदा हे दर्शवते की सुरुवातीच्या विश्वात दीर्घिकांची निर्मिती आमच्या अपेक्षेपेक्षा खूप वेगाने होत होती,' असे या अभ्यासाचे सह-लेखक योगेश वाडदेकर म्हणतात. 'कसेतरी, या दीर्घिकेने केवळ काहीशे दशलक्ष वर्षांमध्ये दहा अब्ज सौर वस्तुमानाचे तारे एकत्रित करून त्यांना एका सुंदर सर्पिल तबकडीच्या रूपात संघटित केलेले दिसते आहे. ब्रह्मांडीय मानकांनुसार हे अत्यंत वेगवान आहे, आणि यामुळे खगोलशास्त्रज्ञांना दीर्घिका कशा तयार होतात यावर पुनर्विचार करण्यास भाग पाडले आहे.'

शास्त्रज्ञ आता अलकनंदाच्या सर्पिल भुजा कशा निर्माण झाल्या यावर चर्चा करतील. एक शक्यता अशी आहे, की थंड वायूचे प्रवाह आत खेचून दीर्घिका हळूहळू वाढत गेली, ज्यामुळे घनतेच्या लाटांनी नैसर्गिकरीत्या सर्पिल नमुने तयार केले. दुसरी शक्यता अशी आहे, की एका लहान सहचर दीर्घिकेशी झालेल्या गुरुत्वाकर्षणामुळे या भुजा कदाचित निर्माण झाल्या असाव्यात – जरी अशा भरती-ओहोटीमुळे निर्माण झालेल्या सर्पिल रचना लवकर नाहीशा होतात. JWST च्या स्वतःच्या स्पेक्ट्रोस्कोपिक उपकरणांद्वारे किंवा चिलीमधील अटाकामा लार्ज मिलिमीटर अॅरे (ALMA) दुर्बिणीद्वारे केलेल्या भविष्यातील निरीक्षणांमुळे दीर्घिका किती वेगाने फिरत आहे (परिवलन करत आहे) आणि तिची तबकडी व्यवस्थित (गतिमानात्मकदृष्ट्या 'थंड') मार्गाने फिरत आहे की अधिक अशांत (गतिमानात्मकदृष्ट्या 'गरम') आहे हे मोजता येईल, ज्यामुळे या परिस्थितींमधील फरक निश्चित करण्यास मदत होईल.

**याचा आपल्यासाठी काय अर्थ आहे?**

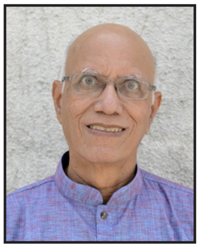
हा शोध केवळ दूरच्या भूतकाळातील एका सुंदर चित्रापेक्षा नक्कीच काहीतरी अधिक महत्त्वाचा आहे. यामुळे खगोलशास्त्रज्ञांना 'वैश्विक कालरेषे'चा पुनर्विचार करण्यास भाग पाडले आहे – म्हणजेच तारे, आकाशगंगा आणि शेवटी पृथ्वीसारखे ग्रहही कसे निर्माण झाले, याची कथा. जर आकाशगंगा, दीर्घिका इतक्या कमी कालावधीत, लवकर परिपक्व होऊ शकत असतील, तर प्रारंभिक विश्व आपल्या कल्पनेपेक्षा कितीतरी अधिक गतिशील आणि सृजनशील, सुपीक होते आणि आपल्यासारखे जग तयार होण्यासाठीची परिस्थिती कदाचित कोणाच्याही विचारांपेक्षा लवकर निर्माण झाल्या असतील.

जेम्स वेब स्पेस टेलिस्कोप (JWST) अवकाशात आणि वेळेच्या परिमाणात अधिक खोलवर पाहत राहील, तेव्हा अलकनंदासारख्या आणखी आकाशगंगा निश्चितपणे समोर येतील – आणि त्यापैकी प्रत्येक आकाशगंगा ही विश्वाच्या आश्चर्यकारकपणे वेगवान प्रारंभिक विकासाच्या संकल्पनेसाठी एक नवीन पुरावा असेल.

प्रारंभिक विश्व पूर्वीच्या समजुतीपेक्षा अधिक जटिल आणि स्थिर संरचना निर्माण करण्यास अधिक सक्षम होते – आणि अलकनंदाचा शोध हा त्याचा एक ठोस पुरावा आहे, कारण ती आतापर्यंत शोधलेली सर्वात दूरची, तबकडीच्या आकाराची, भव्य सर्पिलाकार रचनेची, कमी कालावधीत तयार झालेली आकाशगंगा आहे.

*(हा मूळ लेख 'अॅस्ट्रॉनॉमी अॅण्ड स्ट्रोफिजिक्स'च्या नोव्हेंबरच्या अंकात तसेच त्यांच्या 'युरेका-अलर्ट डॉट कॉम' या वेबसाइटवर, वर २ डिसेंबर, २०२५ रोजी पोस्ट करण्यात आला आहे.)*

**– आनंद घैसास**
anandghaisas@gmail.com



# धातूंचे गुणधर्म

**आनंद घारे**

अनादि काळापासून अश्मयुगापर्यंतच्या काळातला आदिमानव दगड, माती आणि लाकूड अशा निसर्गात सहजपणे मिळणाऱ्या पदार्थांपासूनच काही वस्तू तयार करत आला होता. त्या काळात त्याच्याकडे चांगली धारदार हत्यारेही नव्हती. कांस्ययुग आणि लोहयुगांमध्ये त्याने अनेक धातूंचे शोध लावले म्हणजे खनिजांपासून शुद्ध धातू तयार करण्याचे शास्त्र विकसित केले. आधीच्या काळात दगड किंवा लाकडातून तयार करता येत नव्हत्या अशा अनेक नव्या वस्तू तर त्याला धातूंपासून तयार करता आल्याच, त्याने नव्या वस्तूंच्या निर्मितीसाठी नवनवी अवजारे, उपकरणे आणि यंत्रे तयार केली आणि तो निरनिराळ्या उपयुक्त तसेच सुबक वस्तू तयार करत गेला. यातून विज्ञान आणि तंत्रज्ञानातील संशोधनाला चालना मिळाली आणि नवनवीन मानवनिर्मित पदार्थ ही तयार होत गेले आणि मग त्यांच्यापासून कित्येक वस्तू तयार होत गेल्या. आपण कुठलीही मानवनिर्मित वस्तू हातात घेऊन पाहिली तर ती दगड, माती, लाकूड, काच, रबर, प्लास्टिक अशा कोणत्या पदार्थांपासून तयार केली आहे की एखाद्या धातूची आहे हे आपल्याला लगेच समजते. याचे कारण विज्ञानाचा अभ्यास न केलेल्या सामान्य माणसालाही अनुभवावरून समजलेले असे काही सहज लक्षात येणारे विशिष्ट गुणधर्म बहुतेक सगळ्या धातूंमध्ये असतात. भौतिकशास्त्र आणि रसायनशास्त्र या विज्ञानाच्या दोन शाखांमधून केलेल्या अभ्यासातून मिळणाऱ्या गुणधर्मांना भौतिक आणि रासायनिक गुणधर्म म्हणतात.

**भौतिक गुणधर्म :** धातूंचे भौतिक गुणधर्म हे प्रामुख्याने त्यांच्या बाह्य स्वरूपाशी आणि संरचनेशी संबंधित असतात.

**१. अवस्था :** सामान्य तापमानाला बहुतेक सर्व धातू 'स्थायू' किंवा घनरूप अवस्थेत असतात. मात्र, पारा आणि गॅलिअम हे धातू अपवाद असून ते सामान्य तापमानाला 'द्रव' अवस्थेत आढळतात. कुठलाच धातू वायुरूपात सापडत नाही.

**२. चकाकी (Lustre) :** धातूंकडे पाहिल्यावर पहिली गोष्ट जाणवते ती म्हणजे त्यांची 'चकाकी'. धातूंच्या पृष्ठभागावरून प्रकाशाचे परावर्तन होते, त्यामुळे त्यांना एक विशिष्ट प्रकारचे तेज असते. ताजे कापलेले किंवा घासलेले धातू अधिक चमकतात. सोने आणि चांदी यांच्या चकाकीमुळेच ते धातू दागिन्यांसाठी वापरले जातात. तांब्यापितळेची भांडी आणि कांशाच्या मूर्ती घासल्यावर त्यांना झळाळी येते. काळे लोखंडसुद्धा घासल्यावर चमकते आणि ते तापवल्यावर लालपिवळे आणि प्रकाशमान होते.

**३. कठीणपणा :** बहुतेक धातू कठीण असतात. पोलादाच्या कुदळीने जमीन खणली जाते आणि छिन्नीने दगड तोडून त्यातून मूर्ती घडवली जाते. कठीणपणा या गुणासाठीच बहुतेक सगळी हत्यारे आणि आयुधे पोलादातून तयार केली जातात. कांस्ययुगामध्ये कांशापासून हत्यारे तयार केली जात असत. ब्राँझपासून तयार केलेल्या मूर्ती किंवा पुतळे हजारो वर्षे न झिजता टिकून राहिले आहेत. तर दुसरीकडे, 'सोडिअम' आणि 'पोटॅशिअम' हे धातूंमधले अपवाद स्वतःच्या सामर्थ्यापेक्षा मृदूतेसाठी ओळखले जातात, ते साध्या चाकूने एखाद्या मेणासारखे सहज कापले जाऊ शकतात.

**४. वर्धनीयता (Malleability) :** काही धातूंच्या गोळ्यांवर हातोड्याने प्रहार केले तर ते भंगत नाहीत किंवा त्यांचा भुगा होत नाही. ते चपटे होतात किंवा विस्तार पावतात. ठोकून किंवा लाटून त्याचे पातळ पत्रे तयार करता येतात, या गुणधर्माला 'वर्धनीयता' म्हणतात. सोने आणि चांदी हे सर्वाधिक वर्धनीय धातू आहेत. त्यांच्यापासून विविध आकारांचे दागिने किंवा पात्रे तयार केली जातात. लोखंड, तांबे यासारख्या धातूंना विशिष्ट तापमानापर्यंत तापवल्यावर ते वर्धनीय होतात आणि त्यांना ठोकून निरनिराळे आकार देता येतात. धातूंच्या या गुणामुळेच निरनिराळ्या वस्तू तयार करण्यासाठी त्यांचा वापर वाढत गेला.

**५. तन्यता (Ductility) :** धातूंच्या गोळ्याला खेचून त्यांच्या बारीक तारा काढता येतात, या गुणधर्माला 'तन्यता' म्हणतात. विजेच्या तारांमध्ये तांबे आणि ॲल्युमिनियमचा वापर या गुणधर्मामुळेच केला जातो. लोखंडाच्या तारांचे मजबूत दोरखंड तयार केले जातात आणि त्यांचा उपयोग करून मोठे पूल बांधले जातात.

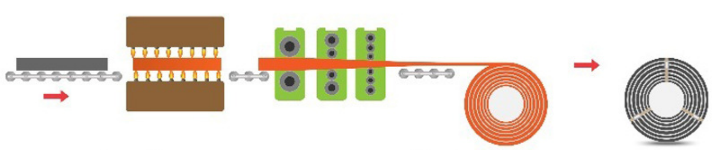
**६. उष्णता आणि विद्युत वाहकता (Conductivity) :** धातू उष्णता आणि विजेचे सुवाहक असतात. ऊर्जेला एका टोकाकडून दुसऱ्या टोकाकडे त्वरित पोहोचवण्याचे कार्य ते अखंडपणे करतात. चांदी हा विजेचा आणि उष्णतेचा सर्वोत्तम वाहक आहे, पण त्याची किंमत जास्त असल्यामळे त्याचा या कारणासाठी मर्यादित प्रमाणात उपयोग होतो. विजेच्या तारा तयार करण्यासाठी तसेच स्वयंपाकाची भांडी तयार करण्यासाठी तांबे आणि ॲल्युमिनियम यांचा उपयोग प्रामुख्याने केला जातो. शिसे हा धातू मात्र उष्णतेचा दुर्वाहक आहे.

**७. घनता :** सर्वसामान्यपणे धातूंची घनता जास्त असते. त्यामुळे ते इतर पदार्थांच्या मानाने वजनाला जड असतात. ओस्मियम (Osmium घनता २२.५९) हा जगातील सर्वात जड (सर्वात घन) नैसर्गिक धातू आहे. सोने (१९.३२) हा आपल्या ओळखीचा सर्वात जड आणि लवचीक धातू आहे. दैनंदिन जीवनात सहजपणे आणि कमी किमतीत उपलब्ध असलेला शिसे (११.३४) हा धातू अत्यंत जड मानला जातो. याच्या उलट सोडिअम आणि पोटॅशिअमची घनता पाण्यापेक्षाही कमी असल्याने ते पाण्यावर तरंगू शकतात.

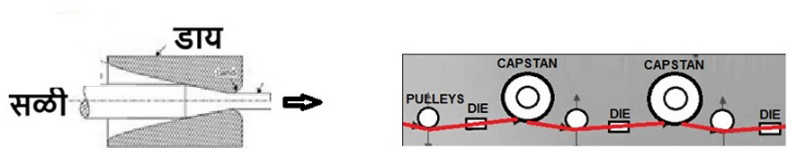
**८. द्रवणांक आणि उत्कलनांक (Melting and Boiling Points) :** बहुतेक धातूंचे द्रवणांक आणि उत्कलनांक खूप उच्च असतात. लोखंडाचा द्रवणांक सुमारे १५३५°C आणि उत्कलनांक २,८६१°C आहे. तर टंगस्टनचा द्रवणांक सर्वाधिक म्हणजे सुमारे ३४२२°C उत्कलनांक ५,५५५°C इतका असतो. आपल्या नेहमीच्या वापरातले धातू नेहमी घनरूपातच असतात. या धातूंना भट्टीमध्ये द्रवणांकापर्यंत तापवून वितळवतात आणि साच्यांमध्ये ओतून त्यांच्या ओतीव वस्तू केल्या जातात. यासाठी तो अंक महत्त्वाचा आहे. सर्वसाधारण भट्ट्यांमध्ये या धातूंची वाफ करता येतच नाही. त्यामुळे उत्कलनांक सहसा गाठला जात नाही. पारा मात्र एरवी द्रवरूप असतो, तो-४०अंशावर गोठून घनरूप होतो आणि तापवला तर ३५७ अंशावर उकळून वाफ होतो.

**९. नादमयता :** धातूवर आघात केल्यास त्यातून विशिष्ट प्रकारचा आवाज येतो, याला 'नादमयता' म्हणतात. मंदिरातील घंटा वाजते, तेव्हा जो निनाद आसमंतात घुमतो, तो म्हणजे धातूंची 'नादमयता.' आपल्यावर होणाऱ्या आघाताचे रूपांतर एका मधुर सुरात करण्याची किमया फक्त धातूंकडेच आहे. अनेक संगीतवाद्यांमध्ये तारांच्या झंकारामधूनच सुरेल संगीत निर्माण होते.

काही धातूंचे काही भौतिक गुणधर्म आकृती क्र.१ मध्ये दाखवले आहेत.



धातूच्या लादीपासून पत्रा तयार करणे (वर्धनीयता)




धातूच्या सळीपासून तार तयार करणे (तन्यता)

देवळातील घंटा आणि संगीताचे वाद्य सतार (नादमयता)

धातू गुणधर्म - आकृती - १

**रासायनिक गुणधर्म**

**१. इलेक्ट्रॉन गमावण्याची प्रवृत्ती :** धातूंच्या अणूंच्या बाह्य कक्षेत १, २ किंवा ३ इलेक्ट्रॉन असतात. रासायनिक अभिक्रिया करतांना हे धातू दुसऱ्या मूलद्रव्यांना यातले इलेक्ट्रॉन देऊन धन आयन (Cations) तयार करतात.

**२. ऑक्सिजनशी अभिक्रिया :** धातू ऑक्सिजनशी संयोग पावून धातूंचे ऑक्साइड तयार करतात. हे ऑक्साइड प्रामुख्याने आम्लारीधर्मी (Basic) असतात.

**३. पाण्याशी अभिक्रिया :** सोडिअम आणि पोटॅशिअम यासारखे काही धातू पाण्यासोबत अभिक्रिया करून हायड्रोजन वायू मुक्त करतात.

**४. गंजणे :** हवेतील ओलावा आणि वायूंच्या संपर्कात आल्यावर धातूंचे क्षरण होते, ज्याला आपण गंजणे म्हणतो. (उदा. लोखंडावर लालसर थर जमा होणे). हवेमधील प्राणवायूशी संयोग होऊन धातूंच्या उघड्या पृष्ठभागावर ऑक्साइडचा पातळ थर तयार होतो. या थरामुळे धातूंची चकाकी झाकली जाते.

याशिवाय Mechanical strength म्हणजे पदार्थाची यांत्रिक शक्ती किंवा यांत्रिक सामर्थ्य, म्हणजेच तुटल्याशिवाय किंवा वाकल्याशिवाय विविध बाह्य बल (जसे की दाब, ताण, आघात) सहन करण्याची आणि त्याला प्रतिकार करण्याची क्षमता महत्त्वाची असते. यांत्रिक शक्तीमध्ये तन्यता (Toughness), कडकपणा (Hardness), कणखरपणा (Stiffness) आणि आघात सहन करण्याची शक्ती (Impact Strength) यांसारख्या अनेक भौतिक गुणधर्मांचा समावेश होतो. पदार्थाच्या बाह्य ताण किंवा दाबानंतर मूळ आकारात परत येण्याच्या क्षमता दाखवणारा स्थितीस्थापकत्व (Elasticity) हा भौतिकशास्त्रातील आणखी एक महत्त्वाचा गुण आहे.

'धातूंची मजेशीर शाळा' या संकल्पनेवर आधारित एक विशेष व्यंगचित्र आकृती क्र.२ मध्ये दिले आहे. काही धातूंचे विशिष्ट गुणधर्म त्यांच्या 'स्वभावा'नुसार या चित्रात मांडले आहेत.

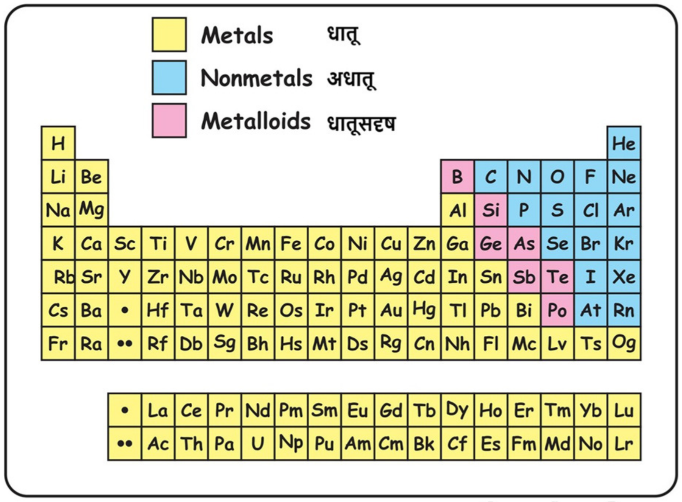
अनेक धातूंमध्ये काही समान गुणधर्म असले तरी त्यांना अपवाद आहेत. उदाहरणार्थ, सोडिअम आणि पोटॅशिअम हे धातू वजनाने हलके आणि मऊ असतात आणि पारा जड असतो पण तो द्रवरूप आणि प्रवाही असतो तरी त्यांना धातू म्हणतात, तर हिरा अत्यंत कठीण आणि चमकदार असला तरी त्याची गणना धातूंमध्ये होत नाही. असे का आहे?

धातूंशी संबंधित असलेल्या रासायनिक आणि भौतिक गुणधर्मांमुळे पारा (Mercury) हा धातू मानला जातो, उदाहरणार्थ, तो विजेचा आणि उष्णतेचा सुवाहक आहे, इलेक्ट्रॉन गमावून धनआयन (cation) तयार करतो, आणि घन अवस्थेत असताना इतर धातूंप्रमाणेच चकाकणारा, आघातक्षम (malleable) व तन्य (ductile) असतो. सोडिअम आणि पोटॅशिअम या धातूंमध्येसुद्धा कठीणपणा आणि घनता हे दोन अपवाद सोडून धातूंचे इतर गुण असतात, रासायनिक गुणांच्या बाबतीत तर ते जास्तच

**सामर्थ्यवान पैलवान लोखंड. चमकदार सिलिब्रिटी सोने, जलद धावपटू तांबे, घाबरट हळवा पण क्रियाशील सोडियम आणि घसरत पसरणारा पारा**

**धातूंचे गुणधर्म - आकृती २**

**आवर्तसारणी** **Periodic Table**




**धातूंचे गुणधर्म आकृती - ३**

जहाल आणि क्रियाशील धातू असतात. हिरा हा धातू नाही, कारण तो कार्बन या अधातू मूलद्रव्याचा एक शुद्ध प्रकार (बहुरूप) आहे आणि धातूंसारखे गुणधर्म (उदा. विद्युत वाहकता, तन्यता) दाखवत नाही.

भौतिक गुणधर्म सहजपणे लक्षात येण्यासारखे असतात, तर 'इलेक्ट्रॉन गमावण्याची प्रवृत्ती' हा मुख्य रासायनिक गुण सहज समजण्यासारखा नाही. पण, विज्ञानामध्ये धातू आणि अधातू यांचे वर्गीकरण मुख्यत्वे याच रासायनिक गुणधर्मांवरून होते. मूलद्रव्यांना हे गुणधर्म त्यांच्या अणूंच्या रचनेतून प्राप्त होतात. अणूच्या अंतर्गत रचनेत त्याच्या केंद्रस्थानी एक प्रोटॉन आणि न्यूट्रॉन असलेले धनभारित केंद्रक (Nucleus) असते, ज्याच्याभोवती ऋणभारित इलेक्ट्रॉन विशिष्ट ऊर्जा पातळीवरील कक्षांमध्ये फिरत असतात. त्यामधील सर्वात बाहेरच्या कक्षेत किती इलेक्ट्रॉन असतात यावरून ते मूलद्रव्य कोणत्या वर्गातले आहे हे ठरते.

सर्व मूलद्रव्यांचा समावेश असलेल्या आवर्तसारणीमध्ये मूलद्रव्यांची मांडणी अशा प्रकारे केली आहे, की त्यावरून धातू, अधातू आणि धातूसदृश मूलद्रव्यांमधील वर्गीकरण स्पष्टपणे समजते. ते मुख्यत्वे पुढीलप्रमाणे आहे. आकृती - ३ पाहा.

**१. डावीकडून उजवीकडे जाणारा कल**

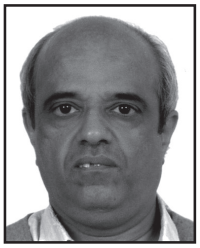
डावी बाजू (धातू) : आवर्तसारणीच्या डाव्या बाजूला आणि मध्यभागी असलेली बहुतेक सर्व मूलद्रव्ये धातू (Metals) आहेत. (उदा. सोडिअम, मॅग्नेशिअम, लोखंड). मात्र पहिलाच मूलधातू हायड्रोजन (H) हा याला एकमेव अपवाद असा अधातू आहे.

उजवी बाजू (अधातू) : तुम्ही जसजसे उजव्या बाजूला जाता, तसतसे मूलद्रव्यांचे धातुरूप गुणधर्म कमी होत जातात आणि अधातू (Non-metals) सुरू होतात. (उदा. नायट्रोजन, ऑक्सिजन, क्लोरीन).

२. **नागमोडी रेषा** (The Zig-Zag Line) : आवर्त–सारणीमध्ये उजव्या बाजूला एक नागमोडी (Zig-Zag) रेषा असते. ही रेषा धातू आणि अधातू यांना एकमेकांपासून वेगळे करते. या रेषेच्या अगदी जवळ असलेली मूलद्रव्ये धातूसदृश (Metalloids) असतात. त्यांच्यात धातू आणि अधातू या दोन्हीचे गुणधर्म आढळतात. (उदा. बोरॉन, सिलिकॉन, जर्मेनिअम).

या लेखात दिलेल्या विशिष्ट गुणधर्मांमुळे धातू लगेच ओळखून येतात आणि त्यांचा उपयोग करून मानवाने आपल्या दैनंदिन जीवनात क्रांतिकारक बदल घडवून आणले आहेत. धातूंचे हे वैविध्यपूर्ण गुणधर्म त्यांना बांधकाम, यंत्रसामग्री, वाहतूक, विद्युत उपकरणे आणि दागिने अशा विविध क्षेत्रांत अनिवार्य बनवतात. विज्ञानातील प्रगतीमुळे आज आपण विविध धातूंचे मिश्रण करून 'संमिश्रे' (alloys) तयार करतो, ज्यामुळे मूळ धातूंचे गुणधर्म अधिक सुधारता येतात. वेगळ्या प्रकारे विचार केल्यास असे जाणवते की धातू म्हणजे केवळ खनिजे नव्हेत, तर ते सामर्थ्य, सौंदर्य, लवचीकता, सहनशीलता आणि दातृत्व अशा गुणांचे मूर्तिमंत रूप आहेत. अग्नीतून तावूनसुलाखून निघालेल्या या धातूंनीच मानवी प्रगतीच्या प्रत्येक टप्प्यावर आपल्या आयुष्याला आकार आणि आधार दिला आहे.

**– आनंद घारे**
abghare@yahoo.co



# जागतिक प्रतिजैविक जागरूकता

**डॉ. राजेंद्र देवपूरकर**

नोव्हेंबर १८-२४ हा आठवडा दरवर्षी जंतुनाशके किंवा प्रतिजैविके (गैर)वापरासंबंधी जनजागृतीसप्ताह म्हणून नुसत्या भारतातच नव्हे तर जगभर पाळला जातो. जागतिक आरोग्य संघटनेच्या ६८व्या बैठकीत १९८ देशांच्या प्रतिनिधींच्या चर्चेमध्ये अशा प्रकारच्या चळवळीची जरूर असल्याचे ठरले. आणि मग २०१५ पासून हा सप्ताह सर्व जगभर पाळला जाऊ लागला (तक्ता क्र १).

| **Class** | **Year discovered** |
|---|---|
| Sulfonamides | 1937 |
| Penicillins | 1940 |
| Polymyxin | 1947* |
| Chloramphenicol | 1949 |
| Tetracyclines | 1953 |
| Cephalosporins (four generations) | 1953 |
| Aminoglycosides | 1957 |
| Vancomycin | 1958* |
| Clindamycin | 1966 |
| Rifamycin | 1971 |
| Trimethoprim/sulfamethoxazole | 1973 |
| Carbapenems | 1976 |
| Monobactams | 1982 |
| Linezolid | 1987* |
| Daptomycin | 1987* |
| Synercid | 1992* |

**तक्ता क्र. १**

जंतुनाशके किंवा प्रतिजैविके (गैर)वापरासंबंधी जनजागृती सप्ताह का आणि त्यामध्ये नक्की आपण काय करायचे हे पाहण्यापूर्वी आपण प्रतिजैविकांसंबंधी थोडी माहिती घेऊ या.

### अ) प्रतिजैविकांचा सुवर्णकाळ (Golden era of antibiotics) आदि आणि अंत

अलेक्झांडर फ्लेमिंग ह्यांनी पेनिसिलीन हे प्रतिजैविक शोधून मानव जातीवर फार मोठे उपकार केले आहेत; हॉवर्ड फ्लॉरे आणि अर्नस्ट चेन ह्यांनी कठोर परिश्रम आणि संशोधन करून हे प्रतिजैविक एक प्रभावी औषध म्हणून विकसित केले. १९४५मध्ये ह्या तीनही ही शास्त्रज्ञांना नोबेल पुरस्कार देऊन गौरवण्यात आले. हा पुरस्कार प्रामुख्याने दोन कारणांनी अत्यंत महत्त्वाचा होता; १) ह्या औषधापूर्वी हजारो वर्षे लोक निरनिराळ्या आजाराने मृत्युमुखी पडत. पेनिसिलीनमुळे हे मृत्यूचे प्रमाण खूपच कमी झाले आणि पेनिसिलीन 'जादुई औषध' (Wonder Drug) म्हणून प्रसिद्धीस आले.

२) फ्लेमिंगच्या पेनिसिलीन शोधानंतर संशोधकांना प्रतिजैविक शोधण्याची एक दिशा मिळाली आणि मग स्ट्रेप्टोमायसिन, रिफामायसिन, जेंटामायसिन अशी प्रभावी प्रतिजैविके शोधण्यात अनेक संशोधकांना यश आले. १९५० ते १९७० ह्या काळास प्रतिजैविकांचा सुवर्णकाळ (Golden era of antibiotics) संबोधण्यात आले इतकी प्रतिजैविके ह्या काळात शोधण्यात आली. ह्या काळात शोधलेली प्रतिजैविके आजही वापरात आहेत. त्यामुळे अनेक लोकांचे जीव वाचत आहेत. अनेक अवघड शस्त्रक्रिया जंतूंच्या प्रादुर्भावामुळे निष्फळ ठरल्या असत्या तसे आता होत नाही. तक्ता क्र. २ आणि तक्ता क्र. ३ मध्ये विविध प्रतिजैविके नमूद केली आहेत.

दुर्दैवाने हा सुवर्णकाळ लवकरच संपुष्टात आला. जैविक उत्क्रांतीने (Evolution) प्रतिजैविकांना दाद न देणारे प्रतिजैविकविरोधी (antibiotic resistant) नवीन सूक्ष्मजीव निर्माण झाले. अशा प्रतिजैविकविरोधी जंतूंचा प्रादूर्भाव झाल्यास त्यास प्रतिबंध करणे अवघड होऊन बसले. नवी प्रतिजैविके शोधणे नितांत गरजेचे बनले. नवीन प्रतिजैविके

| | |
|---|---|
| 2015, 2016 | Antibiotics: Handle with Care |
| 2017 | Seek advice from a qualified healthcare professional before taking antibiotics. |
| 2018 | Change Can't Wait. Our Time with Antibiotics is Running Out |
| 2019 | The future of antibiotics depends on all of us |
| 2020 | Antimicrobials: Handle with care |
| | United to preserve antimicrobials |
| 2021 | Spread Awareness, Stop Resistance |
| 2022 | Preventing Antimicrobial Resistance Together |
| 2023 | Preventing Antimicrobial Resistance Together |
| 2024 | Educate. Advocate. Act now. |
| 2025 | Act Now: Protect Our Present, Secure Our Future. |
| 2026 | Theme not declared yet |

**तक्ता क्र. २**

| Antibiotic no. | Antibiotic name | Medicine strength | Dosage form |
|---|---|---|---|
| 1 | Amoxicillin | 500 mg | cap/tab |
| 2 | Amoxicillin suspension | 25 mg/ml | millilitre |
| 3 | Ceftriaxone injection | 1 g/vial | vial |
| 4 | Ciprofloxacin | 500 mg | cap/tab |
| 5 | Co-trimoxazole suspension | 8 + 40 mg/ml | mililitre |
| 6 | Doxycycline | 100 mg | cap/tab |
| 7 | Gentamicin eye drops | 0.3% | millilitre |

**तक्ता क्र. ३**

सापडण्याचे प्रमाण १९७०-७५ नंतर फारच रोडावले. दुहेरी संकट आल्यासारखे झाले. एकीकडे प्रतिजैविक-सुवर्णकाळाचा अंत आणि त्याचवेळी प्रतिजैविक विरोधी जिवाणूंचा प्रादूर्भाव ह्यामुळे नव्याने समस्या उभ्या राहिल्या.

✼ अनेक साधे आजार बरे करणे अवघड झाले.

✼ प्रतिजैविकांपूर्वीची परिस्थिती निर्माण होऊ लागली.

✼ शस्त्रक्रिया करतानासुद्धा ह्या प्रतिजैविक विरोधी जिवाणूंचा जटिल प्रश्न उभा राहू लागला.

✼ मोठ्या प्रमाणावर रुग्णाचे इस्पितळात राहणे अनिवार्य होऊ लागले आणि त्यामुळे रुग्णांचा खर्चही वाढला.

✼ संशोधकांचा अंदाज आहे, की प्रतिजैविक विरोधी (AMR) जिवाणूंमुळे २०१९ मध्ये अंदाजे १.२७ दशलक्ष मृत्यू झाले

प्रतिजैविक विरोधी जिवाणू ही एक जागतिक समस्या झाली आहे. ७० ते ७५टक्के मृत्यू हे प्रतिजैविक-विरोधी जिवाणूच्या प्रादूर्भावामुळे असल्याचे निष्पन्न झाले आहे.

ह्या समस्येवर जागतिक आरोग्य संघटनेने गांभीर्याने विचार करून प्रतिजैविक विरोधी जिवाणू समस्येबाबत जन-जागृती (Antibiotic Resistance Awareness) करण्यासाठी व्यापक उपाययोजना करण्याचे ठरवले. ह्यातूनच दरवर्षी जागतिक स्तरावर नोव्हेंबर १८-२४ हा आठवडा दरवर्षी जंतुनाशके किंवा प्रतिजैविके (गैर)वापरासंबंधी जनजागृती सप्ताह म्हणून सुरू झाला.

### ब) प्रतिजैविक विरोधी जिवाणू म्हणजे काय?

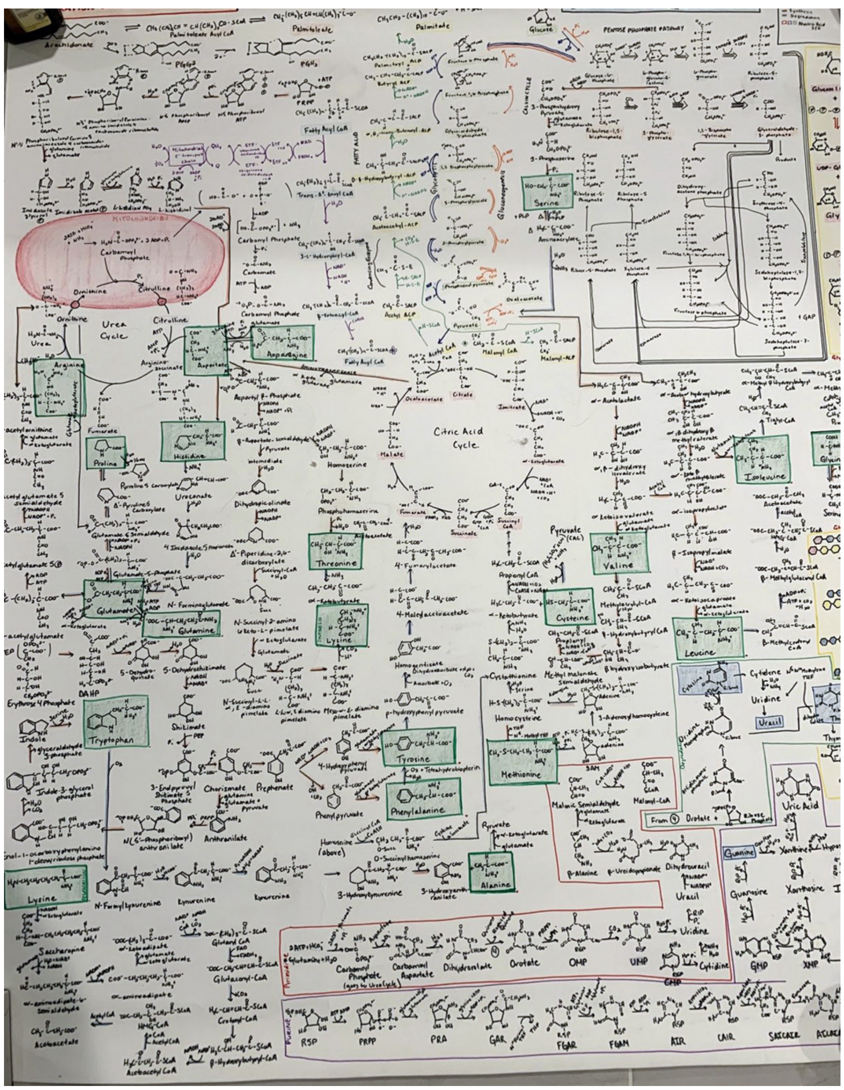
प्रतिजैविकविरोधी जिवाणू म्हणजे असे जिवाणू की ते एका किंवा एकापेक्षा अधिक प्रतिजैविकांना जुमानत नाहीत; त्यांच्यावर विशिष्ट प्रतिजैविकांचा परिणाम होत नाही.

### क) जिवाणू, विकर आणि प्रतिजैविक ह्यांचा परस्परसंबंध :

प्रथमतः प्रतिजैविक जिवाणूंवर काय परिणाम करतात हे थोडक्यात समजून घेऊ. प्रतिजैविक हे जिवाणूंना मारून टाकतात अथवा त्यांची वाढ रोखतात.

सर्वच सजीव पेशींमध्ये हजारो विविध रासायनिक क्रिया चालू असतात. सूक्ष्म जिवाणूंमध्येही अशाच रासायनिक प्रक्रिया चालू असतात. ह्या प्रक्रिया पेशींची वाढ, पेशींचे विभाजन म्हणजेच पेशींचे पुनरुत्पादन ह्यासाठी अत्यंत आवश्यक असतात. आपले हृदय चालू आहे तोपर्यंत आपण जिवंत असतो त्याप्रमाणे पेशीमध्ये ह्या रासायनिक प्रक्रिया चालू असेपर्यंतच पेशी सजीव असतात. ह्या रासायनिक प्रक्रियांना एकत्रितपणे चयापचय क्रिया (Metabolic reactions) असे म्हणतात. (आपल्या शरीरामध्ये सुमारे ३०,०००,०००,०००,००० पेशी आहेत आणि त्यांच्या चयापचयामुळे आपण जिवंत आहोत. पेशींपासून उती, उतींपासून अवयव, अनेक अवयव मिळून संस्था आणि सर्व संस्था मिळून आपले शरीर). ह्या चयापचयप्रक्रियांचा गुंता आणि व्याप्ती तक्ता क्र. ४ मध्ये आपणास दिसून येईल. ह्या हजारो प्रक्रियांमधील प्रत्येक प्रक्रिया करण्यासाठी एक विशिष्ट प्रथिन (Protein) विकर (Enzyme) म्हणून कार्य करते.

विकरांशिवाय ह्यातील कोणतीही प्रक्रिया असंभव असते हे लक्षात घेणे हे प्रतिजैविकांचा जिवाणूंवरील परिणाम




**तक्ता क्र. ४**

समजून घेण्याच्या दृष्टीने अत्यंत जरुरीचे आहे. जिवाणूंमधील एखादे विकर एखाद्या विशिष्ट प्रतिजैविकांच्या संपर्कात आल्यास ते विकर निष्क्रिय होते आणि मग ह्या विकरामुळे चालणारी रासायनिक क्रिया बंद पडते. ही बंद पडलेली क्रिया जिवाणूंच्या मृत्यूस कारणीभूत ठरते. सर्वच रासायनिक प्रक्रिया सारख्याच प्रमाणात महत्त्वाच्या असतात असे नसते. काही रासायनिक प्रक्रिया अत्यंत महत्त्वाच्या तर काही अत्यल्प महत्त्वाच्या असे असणारच. काही प्रतिजैविके विकरांना पूर्णपणे निष्प्रभ करत नाहीत मग अशा प्रतिजैविकाच्या बाबतीत जिवाणू कदाचित मृत होत नाहीत पण त्यांच्या वाढीचा वेग लक्षणीय प्रमाणात मंदावतो. सूक्ष्मजंतूनाशक (Cidal) आणि सूक्ष्मजंतू-प्रतिबंधक (Static) असे शब्द प्रतिजैविकांच्या संदर्भात वापरले जातात; सोप्या भाषेत, Cidal प्रतिजैविक जंतूंना मारतात, तर Static प्रतिजैविक त्यांची वाढ थांबवतात; पण त्यांना पूर्णपणे मारत नाहीत. तक्ता क्र. ५ मध्ये काही सूक्ष्मजंतूनाशक (Cidal) आणि सूक्ष्मजंतू-प्रतिबंधक प्रतिजैविके दिली आहेत

| Bacteriostatic (reversible stoppage) | Bactericidal (irreversible killing) |
|---|---|
| chloramphenicol | aminoglycosides |
| clindamycin | cephalosporins |
| erythromycin | fluoroquinolones |
| sulfamethoxazole | metronidazole |
| tetracyclines | penicillin |
| trimethoprim | vancomycin |

**तक्ता क्र. ५**

जीवाणूप्रतिबंधक (antibacterial), कवकप्रतिबंधक (antifungal) असे वर्गीकरण प्रचलित आहे.

जिवाणूचे दोन प्रमुख गट आहेत- ग्रॅम +ve आणि ग्रॅम -ve आणि त्यानुसार जिवाणू प्रतिबंधकांचे ही ग्रॅम +ve जिवाणूंवर परिणाम करणारे आणि ग्रॅम -ve जिवाणूंवर परिणाम करणारे असे दोन प्रकार करण्यात येतात.

## ड) विषाणू आणि प्रतिजैविके

विषाणू म्हणजे virus ह्याच्यावर प्रतिजैविकांचा परिणाम होत नाही हे लक्षात घेणे अत्यंत महत्त्वाचे आहे. विषाणूंना स्वतःची अशी विकरे नाहीत आणि त्यांना स्वतःची अशी चयापचयक्रियाही नाहीत. विषाणू हे पेशीमध्ये शिरकाव करून पेशींमधील विकरे आणि चयापचयक्रिया वापरून स्वतःचे पुनरुत्पादन करतात आणि बऱ्याच वेळेला त्या पेशी (virus infected) मृत होतात. आपल्या शरीरातील निरोगी म्हणजे विषाणू मुक्त पेशींना न मारता विषाणूबाधित पेशीला प्रतिजैविक वापरून मारणे शक्य नसते. मग विषाणू जन्य आजार (viral infection) झाला असता जिवाणूप्रतिबंधक (antibacterial), कवकप्रतिबंधक (antifungal) वापरणे कितपत बरोबर आहे ह्याचा विचार करावा लागेल.

## इ) जिवाणू प्रतिजैविकाला विरोध कसा करतात?

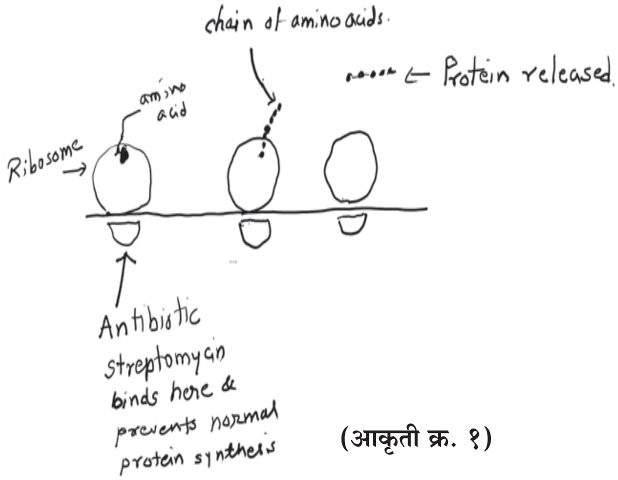
प्रतिजैविकाला विरोध करण्याच्या दोन प्रमुख पद्धती जिवाणूंमध्ये आढळून येतात १) जिवाणू ज्यावर प्रतिजैविकाचा परिणाम होणार नाही असे नवीन विकर बनवू लागतात; प्रतिजैविकाने निष्क्रिय ठरणाऱ्या विकर प्रथिनाची (antibiotic sensitive enzyme protein) रचना बदलून त्याऐवजी हे नवीन विकर अस्तित्वात येते आणि प्रतिजैविकाला न जुमानता क्रियाशील राहते. जिवाणूंच्या गुणसूत्रांमध्ये त्या प्रथिनाचा जनुक (Gene) बदलून असा नवा जिवाणू (mutant bacteria) निर्माण होतो. ह्यालाच उत्परिवर्तन (genetic mutation) असे म्हणतात.

स्ट्रेप्टोमायसिन हे प्रतिजैविक सूक्ष्म जिवाणूंमधील अत्यंत महत्त्वाच्या अशा रायबोसोममधील घटक प्रथिनाशी संयोग पावून सूक्ष्म जिवाणूला मारक ठरतात. तर सूक्ष्म जिवाणू उत्प्रेरण करून रायबोसोमच्या ह्या प्रथिनांमध्ये बदल घडवून स्ट्रेप्टोमायसिन विरोधक बनतात. (आकृती क्र.१)

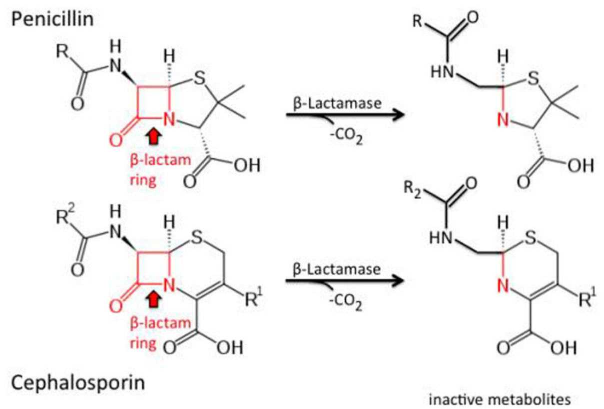
२) दुसरा एक पर्याय जिवाणू वापरतात : जिवाणू असे एक नवीन विकर बनवतात की ते प्रतिजैविकाच्या रेणूची रचना बदलते किंवा प्रतिजैविकांच्या रेणूचे विघटन करते. अर्थात हे नवीन विकर बनवण्यासाठीची माहिती जिवाणूच्या गुणसूत्रात मुळात नसते. तर हा नवीन जनुक जिवाणू त्याच्या आसपासच्या दुसऱ्या एखाद्या जिवाणूकडून आयात करतात. पेनिसिलीन, ॲपीसिलीन ह्या प्रतिजैविकांचे विघटन करणारे बीटा लॅक्टमेज (Beta lactamase) हे विकर बनवून सूक्ष्म जिवाणू ह्या प्रतिजैविकांपासून स्वतःचा बचाव करतात. (आकृती क्र.२)

प्रतिजैविकांचा शोध, त्यांचा सूक्ष्म जिवाणूवर परिणाम आणि सूक्ष्म जिवाणूंकडून प्रतिजैविकाला विरोध ह्यासंबंधी माहिती आपण घेतली. प्रतिजैविकांना न जुमानणाऱ्या सूक्ष्म जिवाणूंमुळे निर्माण होत असलेल्या समस्येबाबत ठोस उपाययोजना करावी लागेल आणि त्यासाठी जनजागृती सप्ताह जगभरातील दोनशेहून अधिक देश दरवर्षी आयोजित करतात हे समस्येच्या गांभीर्याचे द्योतक आहे.

ह्या समस्येला आपण कोठे तरी जबाबदार आहोत का आणि असलो तर आता आपण नेमके काय करायला हवे, की समस्येचे निर्मूलन नाही तरी निदान दुष्परिणाम कमी करता




**(आकृती क्र. १)**




**(आकृती क्र. २)**

येतील, ह्यासंबंधी रुग्ण, औषधविक्रेते, डॉक्टर, परिचारिका आणि अगदी प्रतिजैविक उद्‌पादक सर्वांचेच प्रबोधन आवश्यक आहे. तज्ज्ञांची व्याख्याने, प्रदर्शने, भित्तिपत्रिका (posters), शाळामहाविद्यालयांमधून अभिनव नाटुकल्या, गाणी... एक ना अनेक नवे नवे कल्पक मार्ग वापरून हे जनजागृती आंदोलन २०१५ पासून पाळले जात आहे.

सुरुवातीला –Antibiotic Awareness Week आणि कालांतराने World Antimicrobial Awareness Week (WAAW) असे त्याचे नवे नामांकन करण्यात आले. म्हणजे केवळ जिवाणूंवर परिणामकारक प्रतिजैविक ह्याशिवाय कवकनाशके (antifungals), परजीवी–विरोधी किंवा कृमिनाशक ह्यांचाही समावेश करून घेण्याचे जागतिक आरोग्य संघटनेने ठरवले.

### फ) जागतिक प्रतिजैविक जागरूकता सप्ताह

जागतिक अँटिमायक्रोबियल जागरुकता सप्ताहामधून जनजागृतीच्या दृष्टीने काही प्रमुख संदेश पुढीलप्रमाणे आहेत.

१) प्रतिजैविके वापरताना दक्ष राहावे. होता होईल तेव्हा रोगजंतू कोणच्या प्रतिजैविकाने मरत आहेत ह्याची प्रयोगशाळेमध्ये तपासणी करून नेमके सूक्ष्मजीवमारक प्रतिजैविक औषध म्हणून वापरावे. ह्या तपासणीला सूक्ष्मजीवांची संवेदनशीलता चाचणी (Sensitivity testing) असे म्हणतात. ही तपासणी न करता अंदाज अनुभवावरून औषधासाठी एखादे प्रतिजैविक निवडू नये.

२) सर्दीखोकला अशा सौम्य विषाणूजन्य आजारावर प्रतिजैविकांचा वापर टाळावा. विषाणूंवर प्रतिजैविके काम करत नाहीत. हे प्रतिजैविके इतर सूक्ष्म जिवाणूंपैकी संवेदनशील जंतूचा नाश करतात. सूक्ष्म जिवाणूमारकाना न जुमानणाऱ्या जिवाणूंचे मग अर्थातच फावते कारण त्यांना पोषणद्रव्य वापरताना स्पर्धा राहत नाही. असे जर होत राहिले तर पर्यावरणातील संवेदनशील जिवाणूंची जागा अशा औषधांना न जुमानणारे जिवाणू घेतील.मग रोग करणारे जंतू अर्थातच प्रतिजैविक विरोधी असतील नि मग रुग्णावर उपाययोजना करणे अवघड होईल.

३) शेतीमध्ये किंवा कुक्कुटपालन, पशुपालन करताना प्रतिजैविकांचा वापर आवश्यकतेची खात्री असेल तेव्हाच करावा. अन्यथा वर सांगितल्याप्रमाणे हि प्रतिजैविके संवेदनशील जंतूंचा नायनाट करून जैविकांना न जुमानणाऱ्या जिवाणूच्या वाढीस हातभार लावतील.

४) औषधविक्रेत्यांनी डॉक्टरांच्या प्रिस्क्रिप्शनशिवाय प्रतिजैविके विकू नयेत.

५) डॉक्टरांनी सांगितलेली प्रतिजैविके रुग्णाने आपल्या मर्जीप्रमाणे जरा बरे वाटले म्हणून मध्येच घेणे बंद करू नये.

६) आपल्यासारखाच आजार आहे म्हणून आपली उरलेली प्रतिजैविके दुसऱ्याला देऊ नयेत.

७) उत्क्रांतीनुसार सूक्ष्म जिवाणू काही एका कालवेगाने प्रतिजैविक प्रतिरोधक बनतात. पण आपण ह्याचा वेग वाढवण्यास कारणीभूत होऊ नये.

प्रतिजैविकांचा नको तिथे, नको तेव्हा वापर सर्वांनीच टाळला पाहिजे.

WAAW चे ब्रीदवाक्य २०२२ आणि २३ साली असे होते की – 'एकत्रित काम करून प्रतिजैविक प्रतिरोध रोखूयात.' (Preventing antimicrobial Resistance Together) हे फार महत्त्वाचे आहे

आपला भविष्यातील प्रतिजैविकांचा रोगनिवारणासाठी वापर यशस्वी होणार का नाही हे आपण आज प्रतिजैविकांचा किती काळजीपूर्वक वापर करत आहोत ह्यावर अवलंबून आहे हे निश्चित.

**– डॉ. राजेंद्र देवपूरकर**
writetodeopurkar@gmail.com

# भावनांचे व्यवस्थापन आणि आरोग्य...

**डॉ. मंजुश्री कुलकर्णी**

आरोग्य ... अगदी सहजपणे आणि कितीतरी वेळा हा शब्द वापरतो आपण! सध्या तर जाहिरातीच्या जगातदेखील या शब्दाला खूपच महत्त्व आलं आहे. कोणतीही गोष्ट आरोग्यासाठी चांगली असं म्हटलं की तिचा खप वाढणार, हे निश्चित! याचा दुसरा अर्थ असा पण असेल का, की आपण सर्व जण आरोग्याच्या बाबतीत अगदी सजग झालो आहोत? तसं असेल तर खूपच छान! पण....

आरोग्य म्हणजे नक्की काय? वरवर व्यवस्थित दिसणारं शरीर म्हणजे आरोग्य आहे का? कोणताही आजार झालेला नाही; म्हणजे लक्षात आलेला नाही किंवा त्याचं निदान झालेलं नाही; अशी अवस्था म्हणजे आरोग्य का? तर तसं नक्कीच नाही. जागतिक आरोग्य संघटनेनं आरोग्याच्या केलेल्या व्याख्येत हे स्पष्टपणे नमूद केलं आहे, की आजार दिसत नाही म्हणजे आरोग्य असं नसून शारीरिक, मानसिक, सामाजिक आणि आध्यात्मिक (Spiritual) पातळ्यांवर पूर्णपणे सुस्थितीत असणं म्हणजे आरोग्य. या व्याख्येनुसार विचार केला आणि या सगळ्या घटकांची पाळंमुळं शोधली, तर प्रत्येक घटक भावनिक आरोग्याशी निगडित आहे ही सत्यपरिस्थिती लक्षात येते.

शारीरिक आजार आणि भावनांचं नातं याचा आपण मागच्या लेखात मागोवा घेतला. 'मन' हा आजिबात न दिसणारा, पण पूर्ण सत्ता चालवणारा शरीराचा घटक. हे मन म्हणजे तरी काय? तर बुद्धी आणि भावना यांचं साम्राज्य! या दोन्हींचा समन्वय म्हणजेच मानसिक आरोग्य! मनुष्य हा सामाजिक प्राणी आहे, हे सांगायची गरजच नाही. परंतु समाजात वावरताना, असंख्य लोकांशी संवाद/व्यवहार करताना एखाद्या व्यक्तीची वर्तणूक कशी आहे? ती व्यक्ती त्या त्या समाजाचे लिखित, अलिखित नियम पाळू शकते का? यावर त्या व्यक्तीचं सामाजिक स्वास्थ्य दिसून येतं. पुन्हा हा प्रश्न येतोच, की व्यक्ती-व्यक्ती आणि व्यक्ती-समाज हे व्यवहार कोणत्या आधारावर चालतात? नुसत्या शरीरानं माणूस हे व्यवहार पार पाडू शकतो का?.... नक्कीच नाही! कारण जिथे दोन व्यक्ती एकत्र येतात, तिथे व्यवहार चालतात ते भावनांवर! एखाद्या व्यक्तीचा विचार मनात आला, तरी लगेच माया, प्रेम, आपुलकी, राग, असूया.... अशा भावनांची निर्मिती होते. आणि त्या भावनांवर मग ठरतं, कसं वागायचं ते! हं, वागण्याची जबाबदारी शरीराची; चेहरा, हात, पाय कामाला लागतात; शब्द मदतीला येतातच आणि मग त्या व्यक्तीबरोबरचा व्यवहार घडतो. एकंदरीत काय?... तर कर्ताकरविता कोण?... तर या भावना!

हेच गणित आध्यात्मिक किंवा Spiritualityच्या बाबतीत! षडरिपूंवर विजय मिळवला की अध्यात्माची पायरी चढता येते असं म्हणतात. परमेश्वराशी अनुसंधान साधणं म्हणजे अध्यात्म; हा मला भावलेला अर्थ! मग हे षडरिपू काय आहेत बरं? काम, क्रोध, मद, मत्सर... अरे! या तर सगळ्या भावनाच की! ज्या भावनांच्या आहारी जाण्यानं, म्हणजेच त्यांचं व्यवस्थापन न जमल्यानं मनुष्याची अधोगती होते, नुकसान होतं आणि सामाजिक स्वास्थ्याला हानी पोहोचू शकते, अशा या भावनांवर विजय मिळवणं, त्यांचा अंमल नाहीसा करणं म्हणजेच मनाची शुद्धी! हे तर परमात्म्यानं श्री भगवद्गीतेत ही सांगितलं आहे. सारांश हाच, की तुमच्या सर्वांगीण आरोग्यामध्ये भावना आणि त्यांचं व्यवस्थापन हा कळीचा मुद्दा आहे.

आता काही जण असंही म्हणतील की आम्हाला नाही बुवा कधी फार अनुभव आला या भावनांचा! आणि दुसरं... एवढं धावपळीचं आयुष्य सुरू आहे; वेळ कुठं आहे त्यांचा विचार करायला?

आता पाहू या हं... दिसायला छोटे छोटे असतात हे प्रसंग, पण ते आपला छाप उमटवून जातात आयुष्यावर... अगदी छोटं ६-७ महिन्याचं बाळ, आई-बाबा कामाला जातात. भीती, असुरक्षितता निर्माण होते मनात. पाळणाघर, बालवाडी, शाळा अशा ठिकाणी जुळवून घेताना त्रास होत नाही का बरं? हळूहळू मग स्पर्धा, मार्क यांची जाणीव आणि मग नंबर मिळवण्यासाठी दमछाक किंवा अपयशाचं

दुःख. त्यातून कधीतरी असूया जन्माला येते. काही वेळा शाळा आणि शिक्षकांची भीती इतकी वाढते, की मूल उत्तरं देऊ शकत नाही. घरातलं वातावरण शांत, समाधानी असेल तर ठीक; नाहीतर ती भीती, असुरक्षितता मनात साठून राहते.

वय वाढतं, पौगंडावस्थेकडे वाटचाल सुरू होते, आणि अभ्यास, मार्क याबरोबरच स्वतःच्या शरीराची, सौंदर्याची जाणीव जागृत व्हायला लागते. तुलना व्हायला लागते. अहंगंड आणि न्यूनगंड यांच्यामध्ये हेलकावे खाताखाता एखादं फसवं प्रेमप्रकरण घडतं. शिक्षण, करिअरचं टेन्शन तर असतंच! थोडक्यात काय, तर वाढत्या वयाबरोबर या साचलेल्या भावनांचा भार वाढत असतो. आपण त्यांच्याकडे व्यवस्थित दुर्लक्ष करत खरा Okk म्हणत वाटचाल करत असतो.

पुढचा टप्पा तर आणखी जोखमीचा! नोकरी आणि छोकरी! मनासारखी आणि योग्य वेळी मिळाली तर अहो भाग्य... नाहीतर पुन्हा काळजी, भीती, frustration!!! बरं, दोघी पूर्ण आयुष्याच्या साथीदार. सूत जुळलं तर ठीक; नाहीतर परत मन मारून जगणं, राग, संताप, दुःख आहेतच भर घालायला... बाकीचे नातेसंबंध हा विषय तर न बोललेलाच बरा!

मग जगायचंच नाही का? की मग संन्यास घेऊन हिमालय गाठायचा? आयुष्य म्हणजे फक्त आणि फक्त संकटं आणि दुःख असंच आहे का?

नाही... एक धागा सुखाचा, शंभर धागे दुःखाचे... हे आयुष्य आहे! सुख तर हवंहवंसंच आहे. ते उपभोगताना विचार करण्याची गरज नाही, कारण यावेळी निर्माण होणाऱ्या भावना पोषक असतात, उत्साहवर्धक असतात.... अडचण येते, कस लागतो तो दुःखात, संकटातच... अशावेळेस शरीरात वादळ निर्माण होत असते, अनारोग्याकडे एक एक पाऊल पुढे टाकले जात असते आणि म्हणूनच वर उदाहरणादाखल दिलेल्या गोष्टींची दखल घ्यावी लागते. त्या अनुभवताना निर्माण होणाऱ्या भावनांची जाणीव ठेवावी लागते. त्यांना कौशल्यानं हाताळावं लागतं.

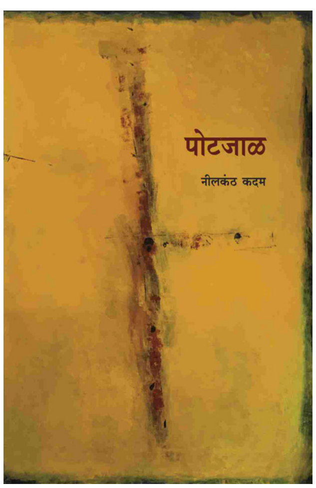
यांना हाताळायचं म्हणजे नेमकं काय करायचं?.... याचा उहापोह करू या पुढच्या लेखात...

**– डॉ. मंजुश्री कुलकर्णी**
manjushree1205@gmail.com

ग्रंथाली

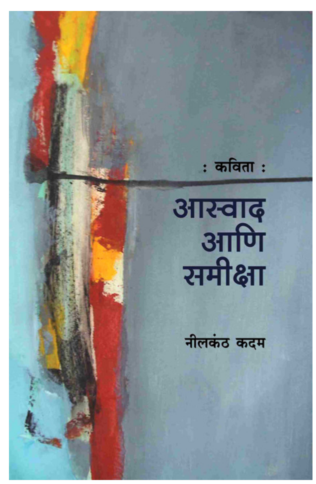
## नीलकंठ कदम यांची दोन पुस्तके

### पोटजाळ




**मूल्य : १५० रुपये**
**सवलतीत : १०० रुपये**

### कविता : आस्वाद आणि समीक्षा




**मूल्य : ५०० रुपये**
**सवलतीत : ३०० रुपये**

प्रथिने (भाग २)

# प्रोटिनोपॅथी

वर्षा केळकर

प्रथिनांच्या जगामध्ये आपले पुन्हा स्वागत. मागील लेखात आपण प्रथिनांचे प्रकार, गरज त्यांची रचना ह्याबद्दल जाणून घेतले. ह्या लेखात विरुद्ध दिशेस जाऊन प्रथिनांच्या/त्यांच्या अव्यवस्थित रचनेमुळे किंवा काही विकारामुळे होणाऱ्या रोगांविषयी ओळख जाणून घेऊ.

आपल्याला वाटेल गेल्या लेखात ज्यांची वाह वाह केली त्यांनाच ह्या लेखात ब्लॅकलिस्ट केले! पण तसे नाही. प्रत्येक नाण्याच्या दोन बाजू असतात. जीवरसायनशास्त्रामध्ये प्रथिनांच्या किंबहुना सर्व रेणूंच्या रचना त्याच्या कार्याशी निगडित असतात. रचना बदलली की कार्य करण्याची क्षमता कमी तरी होते किंवा नाहीशी होते. व्यवस्थितपणा हे सजीवसृष्टीचा एक अविभाज्य अंग आहे. एखादे प्रथिन त्याच्या योग्य आकारात वलीत केले/दुमडले जात नाही, तेव्हा हे प्रथिन सदोष असून उपयुक्त साधन बनण्याऐवजी, पेशीमध्ये हैदोस घालते. काही काही वेळा ते पेशींचे काम पूर्णपणे बंद पाडू शकते तर कधी कधी इतर निरोगी प्रथिनांच्या कामात व्यत्यय आणते.

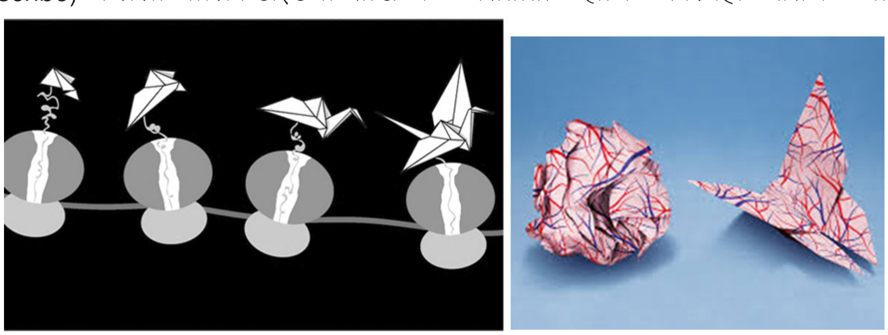
प्रथिने वलीत कशी होतात, कुठे होतात आणि हे काम कोण करते ह्याची थोडक्यात ओळख.

प्रोटिन फोल्डिंग ही प्रत्येक पेशींमधील एक अत्यावश्यक प्रक्रिया आहे. ह्यामध्ये अमिनोआम्लांची DNA वरून प्रतिलेखीत (transcribe) केलेली पॉलिपेप्टाइडची साखळी एका विशिष्ट, स्थिर त्रिमितीय (3D) संरचनेत दुमडली/वलीत केली जाते. ही संरचनाच त्या प्रथिनांचे कार्य निश्चित करते. ह्या प्रक्रियेत हायड्रोफोबिक interactions आणि पेशीं-मधील चॅपेरोन (chaperons) नावाच्या प्रथिनांचा सहभाग असतो.

Hsp60, Hsp70, Hsp90 ही चापेरॉन्सची काही उदाहरणे आहेत. ओरिगामीमध्ये जसे एखाद्या कागदाला विविध प्रकारे दुमडून आकार देता येतात तसे हे चापेरॉन करतात असे समजा.

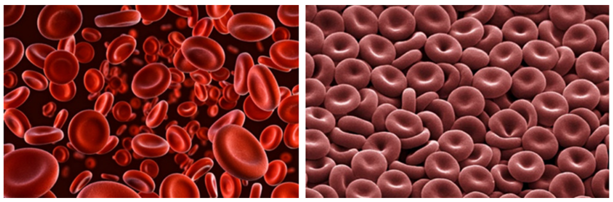
ही नीट न दुमडलेले/वलीत केलेली प्रथिने एकत्र येऊन गुठळ्या/गुंता/ढीगा प्रमाणे पेशींत रचून राहतात. कालांतराने, या गुठळ्या, पेशी आणि ऊतींना नुकसान पोहोचवू शकतात, विशेष करून मेंदूमध्ये, ज्याच्या पेशी अतिशय संवेदनशील असतात आणि त्या पुनर्जीवित होऊ शकत नाहीत.

परंतु काही काही वेळा निसर्गाने/उत्क्रांतीने काढलेला एक जगण्याच्या पर्यायाचा मार्गसुद्धा असू शकतो. लाल पेशींमध्ये असणाऱ्या हिमोग्लोबिन प्रथिनांच्या संरुपणात बदल झाला की काय होते त्यापासून करू. आपल्या लाल पेशींचा आकार हा एका डोनटप्रमाणे किंवा मेदूवड्याप्रमाणे असतो. म्हणजेच त्या मध्यभागी पातळ आणि कडांना जाड असतात. ह्याचे कारणही तसेच आहे. ह्या विशिष्ट



**आकृती क्र १. करून रिबोसोमच्या साहाय्याने बनलेले प्रथिन ओरिगामी रूपात दाखवले आहे, बाजूच्या चित्रात, फोल्डेड आणि चुकीचे वलीत (misfolded) झालेल्या प्रथिनांचे चित्रण आपण पाहू शकतो.**

आकारामुळे प्राणवायू तसेच कार्बन डायऑक्साइडची देवाणघेवाण ते कार्यक्षमतेने करू शकतात. ह्या अकरामुळे त्यांची लवचीकता वाढून ते अरुंद धमन्यांमधून वेगाने जाऊ शकतात.



**आकृती क्र २ : लाल रक्त पेशींचा मेदूवड्याप्रमाणे असणारा आकार दर्शवणारी प्रतिमा**

RBC मध्ये केंद्रक किंवा इतर अंगके नसतात. त्यामुळे त्या चिंचोळ्या धमन्यांमधून प्रवास करू शकतात. अमिनोआम्लाच्या साखळीने प्रथिने बनलेली असतात हे आपण आता जाणतो.

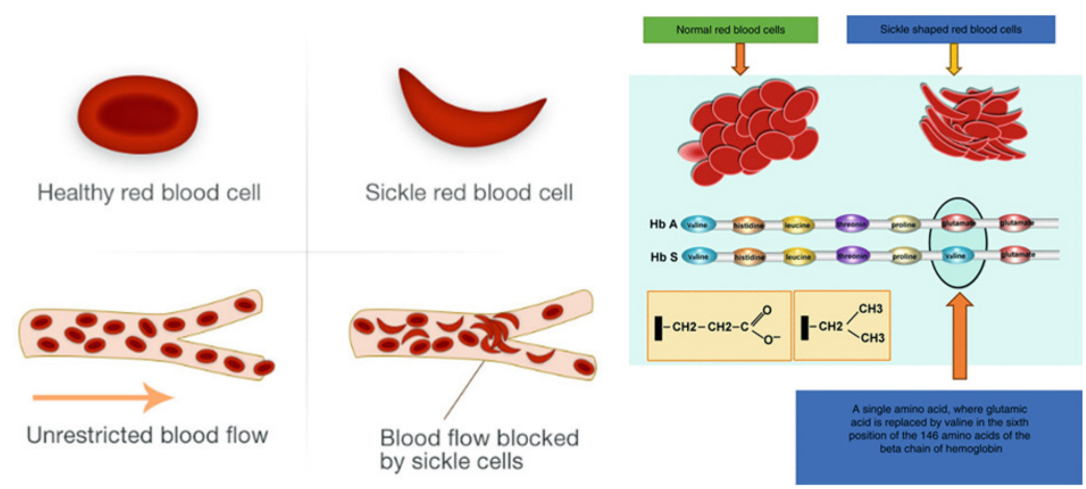
लाल रक्तपेशीमधील हिमोग्लोबिनच्या अमिनोआम्लाच्या ठरावीक क्रमातील एक अमिनोआम्लाची अदलाबदल झाली तर काय परिणाम होतो हे पाहू. ह्याचा मलेरियाचा प्रादूर्भाव असणाऱ्या आफ्रिका खंडाशी कसा संबंध आहे हेही उलगडून पाहू. रोगाचे नाव आहे 'सिकल सेल ॲनिमिया.' 'सिकल' म्हणजे कोयत्याच्या आकाराच्या लाल रक्तपेशी. सिकल सेल ॲनिमियाचा आफ्रिकेतील मलेरियाच्या इतिहासाशी जवळचा संबंध आहे. डासांमुळे पसरणाऱ्या परजीवींमुळे होणारा मलेरिया, या प्रदेशात शतकानुशतके मृत्यूचे एक प्रमुख कारण राहिला आहे. हा परजीवी (parasite) लाल रक्तपेशीत वाढतो. त्याला तेथे राहू/वाढू दिले नाही तर मलेरियासारख्या रोगाचा प्रादूर्भाव कमी होण्यास मदत होते.

सिकल सेल ॲनिमिया आनुवंशिक रोग असून ज्या रुग्णांमध्ये एक जनुक सदोष असते. अशा वाहकांना मलेरियासारख्या गंभीर आजारापासून अंशतः संरक्षण मिळते. ह्याचे कारण तो परजीवी त्यांच्या लाल रक्तपेशींमध्ये तग धरू शकत नाही. ह्याचा विपरीत परिणाम म्हणजे अशा पेशींची प्राणवायू वाहायची क्षमता कमी होते. अशा आकारामुळे त्यांचा पृष्ठभाग कडक आणि चिकट होतो. त्यामुळे रक्त वाहिन्यांमधला त्यांच्या प्रवाहात अडथळे निर्माण होतात. ह्याच्याकडे एक सह-उत्क्रांतीचे उदाहरण म्हणून पाहता येईल. (आकृती क्र. ३)

दुसरे उदाहरण : प्रथिनांच्या अयोग्य वलीतामुळे (misfolding) मेंदूवर होणाऱ्या परिणामाबद्दल थोडक्यात जाणून घेऊ. ह्याला न्यूरोडीजनरेशन असेही म्हणतात.

मेंदूच्या पेशीची सहजासहजी पुनर्निर्मित होत नाही. मेंदूतील अयोग्य वलीत प्रथिने एकत्र येऊन चिकट गुठळ्या तयार करतात ज्या एखाद्या 'seed/nuclei'प्रमाणे कार्य करतात. ज्या भोवती आणखी प्रथिने येऊन जमा होतात.

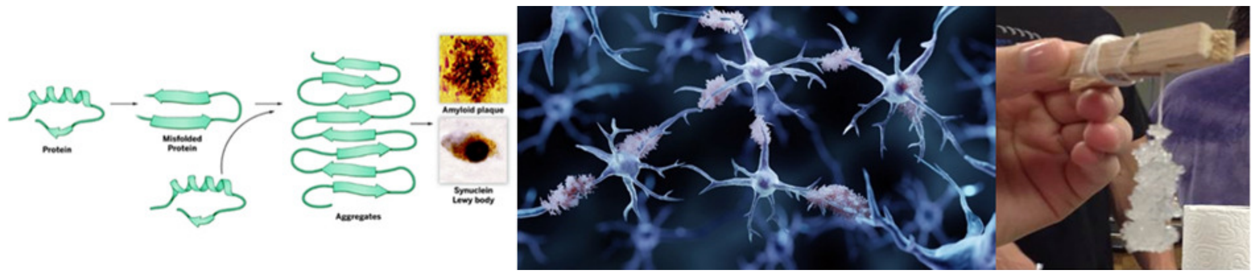
सिनेप्स म्हणजे एक अशी विशिष्ट जागा, जिथे एक चेतापेशी दुसऱ्या पेशीशी, किंवा ग्रंथीशी संवाद साधते. ही चेतासंस्थेतील संदेश ट्रान्स्मिट करणारी प्रमुख जागा आहे. misfolded प्रथिनांचे लहान लहान समूह (ऑलिगोमर) चेतापेशींमध्ये म्हणजे ह्या सिनॅप्सेमध्ये तरंगत राहतात. ह्यामुळे स्मृती आणि हालचालींसाठी वापरल्या जाणाऱ्या विद्युतसंकेतांमध्ये व्यत्यय येतो. (आकृती क्र. ४)



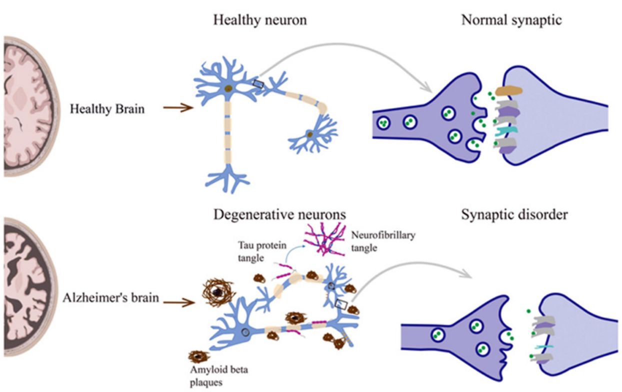

**आकृती क्र ३. नॉर्मल RBC आणि सिकल RBCची रचना व धमन्यांमधून वाहताना होणारा त्यांच्या प्रवाहाचा नमुना दर्शवणारे चित्र. नॉर्मल हिमोग्लोबिनमध्ये असणाऱ्या ग्लूटामेट (Glutamate-charged) आम्लाचे व्हालीन (Valine-uncharged) आम्लात झालेला बदलही येथे दिसून येतो**

| प्रथिने | होणाऱ्या रोगाचे नाव | परिणाम |
|---|---|---|
| १. अमायलॉइड-बीटा आणि टाऊ प्रथिन | अल्झायमर | स्मृतिभ्रंश (memory loss), संज्ञानात्मक घट (cognitive decline) |
| २. अल्फा-सिन्युक्लिन | पार्किन्सन | कंप होणे, शारीरिक हालचालींवरच्या नियंत्रणाचा अभाव |
| ३. पीआरपी (प्रायन प्रथिन) | क्रुत्झफेल्ड-जॅकब | वेगाने वाढत जाणारा स्मृतिभ्रंश |

**तक्ता क्र. १**




**आकृती क्र. ४ : Nuclei भोवती एकत्रीकरण दर्शवणारे साखरेचे स्फटिक. मज्जापेशींभोवती जमा झालेले चिकट प्रथिनांचे गोळे**




**आकृती क्र ५: अल्झायमरसारख्या रोगाचे कारण ठरणाऱ्या, सिनॅप्टिक व्यत्यय निर्माण करणाऱ्या प्रथिनांच्या गुठळ्या**

Inflammation / दाह : मेंदूच्या रोगप्रतिकारक पेशी (मायक्रोग्लिया) या गुठळ्या ओळखतात आणि सतत हाय अलर्ट अवस्थेत राहतात. दाह निर्माण करणाऱ्या रसायनांचा सतत स्राव राहिल्याने निरोगी चेतापेशीसुद्धा मरतात. सोबत दिलेला तक्ता क्र. १ पाहिला की आपल्याला प्रथिने व त्यामुळे होणाऱ्या मेंदूच्या आजारांचा अंदाज येईल

तिसरे उदाहरण : ह्या मिसफोल्डेड प्रथिनांचा प्रभाव इतर अनेक अवयवांवर होऊ शकतो. टाइप २ मधुमेह हे ह्याचे आणखी एक उदाहरण: ॲमिलिन प्रथिनांच्या चिकट गुठळ्या स्वादुपिंडात साचतात ज्यामुळे इन्सुलिन तयार करणाऱ्या पेशी नष्ट होतात आणि आपल्याला मधुमेह होतो.

चौथे उदाहरण : पीआरपी (प्रायन प्रथिन)

प्रथिनयुक्त संसर्गजन्य कण : 'प्रायन' हे नाव 'प्रथिनयुक्त संसर्गजन्य कण' (proteinaceous infectious particle) यावरून पडले आहे. आपल्याला जिवाणू, विषाणू माहीत आहेत पण प्रथिने ही त्यांच्यासारखीच संसर्गजन्य असू शकतात हे जरा आश्चर्यकारक आहे.

जनुकीय उपचार ही प्रथिनविकृतीमुळे होणाऱ्या आजारांवर, विशेषतः चेतापेशींच्या ऱ्हासाच्या विकारांवर, उपचार करण्यासाठी एक आशादायक पद्धत आहे, जी मूळ जनुकीय कारणांना लक्ष्य करून प्रथिननिर्मितीचे नियमन करते. ह्या पद्धतीत अनेक अडथळे आहेत. सध्या तरी लक्षणांचे व्यवस्थापन व रुग्णांचे आयुष्य सुखकर करणाऱ्या पद्धती वापरल्या जात आहेत. परंतु विज्ञान आणि वैज्ञानिक एक ना एक दिवस ह्यावर तोडगा काढतील आणि प्रथिनांच्या ह्या गूढ गुंत्याला सोडवतील ही खात्री आहे.

**– वर्षा केळकर**
varshakelkar@hotmail.com

# मुंग्यांपासून योगर्ट

**डॉ. रंजन गर्गे**

दूध हे असं अन्न आहे की ते योग्य वेळी योग्य पद्धतीनं संस्कारित केलं तर त्यापासून बराच काळपर्यंत टिकाऊ पदार्थ तयार करता येतात. यालाच आपण दुग्धजन्य पदार्थ असं म्हणतो. दूध नासलं तर त्यापासून दही करा, पनीर किंवा कलाकंद करा. दही खराब होऊ नये म्हणून त्याचं लोणी करा आणि ताक वेगळं करा. लोणी खराब होऊ नये म्हणून त्याला कढवा आणि त्यापासून तूप तयार करा. तूप बराच काळ टिकतं. आपल्याला माहीत आहे की दुधाचं दही हे दुधातल्या लॅक्टोजच्या फर्मेंटेशन क्रियेद्वारा लॅक्टिक ॲसिड तयार झाल्यामुळे आणि केसिन प्रथिनाच्या गोठण्यामुळे किंवा साकाळण्यामुळे होतं. याला करणीभूत असतात ते लॅक्टोबॅसिलाय नावाचे जिवाणू.

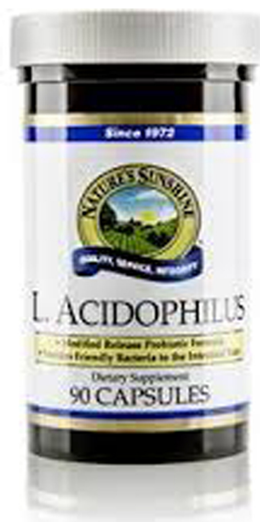
## प्रोबायॉटिक्स

प्रोबायॉटिक्स म्हणजे 'जीवांना फायदेशीर'! पण जीवशास्त्रात 'प्रोबायॉटिक्स' म्हणजे आश्रयदात्यांना फायदेशीर ठरणारे शरीरातले सूक्ष्मजीव. प्रोबायॉटिक्समध्ये जिवंत जिवाणू, वा बुरशी, यीस्ट यांच्या प्रजाती असतात. प्रमुख प्रजातीत लॅक्टोबॅसिलस ॲसिडोफिलस, बल्गॅरिकस, बायफिडोबॅक्टिरियम लॉन्गम, सॅकॅरोमायसिस सेरेव्हिसिये यांचा समावेश होतो. याला आपण 'सुजैविक' असं म्हणू या.

वेगवेगळ्या देशांत विविध प्रोबायॉटिक्स आहारात घेतात. ते अनेकांना अपरिचीत आहेत. ॲस्परजिलस ओरायझी कवक सोयाबीन आंबवतं. त्यापासून 'मिसो' हा पारंपरिक स्वादवर्धक जपानी पदार्थ बनतो. कोम्बुचा किण्वन-क्रियेनं आंबवलेला काळा चहा आशियात लोकप्रिय आहे. कोम्बुचात जिवाणू आणि यीस्ट दोन्ही प्रकारचे सूक्ष्मजीव असतात. नात्तो हा आणखी एक सोयाबीन आंबवून बनवलेला भाताबरोबर खाल्ला जाणारा जपानी पदार्थ. 'किमची' किसलेला कोबी वापरून बनवलेला आंबट-तिखट कोरियन पदार्थ, लोणच्यासारखा वापरतात.

**विविध प्रोबायॉटिक्स**

या संदर्भात लॅक्टोबॅसिलस एसिडोफिलस या जिवाणूची डीडीएम-१ ही जाती खेम शहानी यांनी १९५९ साली नेब्रेस्का विद्यापीठात विकसित केली होती. जिवाणूचं पोषणमूल्य, आतड्यातील स्थैर्य, उदरातील आम्ल सहनशक्ती, अन्नशोषण आणि आतड्यावर त्याचे यशस्वी रोपण या त्याच्या गुणधर्मामुळे त्याची जननक्षमता २०० पटींनी वाढते आणि त्याच्या उपचारक्षमतेतसुद्धा वर्धन होतं.




दूध विरजलं की काही तासांत दही बनतं. विरजण म्हणजे आधीच्या दह्यातील जिवाणू-वसाहतींचं बीजारोपण. बनवण्याचा खर्च शून्य! अर्धा लिटर कोमट दुधात एक छोटा चमचा दही घाला, पाच-सात तासांत दही तयार. त्यातलं पाणी निथळलं की चक्का, चक्क्यात साखर घातली की श्रीखंड तयार. ही घरगुती प्रोबायॉटिक्स आपण हजारो वर्षं

खात आहोत. आपल्याला विविध जातींच्या ‘मित्र’ सूक्ष्मजीवांच्या आतड्यावरील वसाहती आपलं त्रासदायक/ रोगकारक जिवाणूंपासून रक्षण करतात. रक्त साकाळायला मदत करणारं जीवनसत्व ‘के’ पुरवतात. तंतुयुक्त अन्नपचनासाठी विकरं पुरवतात. अन्नशोषणास मदत करतात. रोगप्रतिकारता वाढवतात.

मुख्य म्हणजे तीव्र प्रतिजैविकांच्या सेवनामुळे रुग्णांतील रोगकारक जंतूंबरोबर मित्र-जिवाणूही मरतात. या मित्रजिवाणू वसाहती पुनर्स्थापित होण्यासाठी प्रोबायॉटिक्सच्या गोळ्या, कॅप्सुलसचं सेवन करावं लागतं. हा त्रास वाचवण्यासाठी प्रोबायॉटिक अन्न खाणं चांगलं नव्हे का?

**बाल्कन पाककृती**
**संशोधकांनी चार जंगली मुंग्या कोमट दुधात टाकल्या आणि त्यापासून योगर्ट बनवले.**

## मुंग्यांपासून योगर्ट

केफीर, चीज, योगर्ट यांसारखे दह्याचे टिकाऊ पदार्थ बनवण्याची कला माणसानं हजारो वर्षांपूर्वी अवगत करून घेतली आहे. त्यात सुधारणाही केल्या आहेत. विशिष्ट जिवाणूंचा वापर करून आज आपण योगर्ट तयार करत असलो तरी अजूनसुद्धा काही मानवीसमूहात पारंपरिक पद्धतीनं दही तयार केलं जातं. बिच्छू बुटीची मुळं, हिरवी मिरची किंवा पाईनचे कोनस कोमट दुधात टाकून त्यापासून दही तयार करतात. यात सर्वात वैचित्र्यपूर्ण, मनोरंजक आणि उत्सुकता निर्माण करणारे काही असेल तर तुर्की आणि बल्गेरिया या देशात दही तयार करण्यासाठी केला जाणारा मुंग्यांचा वापर. यात पूर्ण वाढ झालेल्या मुंग्या किंवा मुंग्यांच्या अळया ‘स्टार्टर’ म्हणून वापरल्या जातात. Science या संशोधनपत्रिकेत नुकत्याच प्रसिद्ध झालेल्या एका संशोधनात संशोधकांनी मुंग्यांना लागून असलेल्या जिवाणू, आम्ल आणि विकरं यांचा संबंध दुधापासून योगर्ट तयार करण्याशी असतो असं सिद्ध केलं आहे. सध्याच्या योगर्ट बनवण्याच्या पद्धतीशी तुलना करता पारंपरिक योगर्ट बनवण्याच्या पद्धतीत सूक्ष्मजीवांच्या बऱ्याच जाती आणि प्रजातींचं वैविध्य असल्याचं संशोधकांना आढळून आलं आहे.

डेन्मार्कच्या तांत्रिक विद्यापीठातील सूक्ष्मजीवशास्त्रज्ञ लिओनी जान म्हणतात ‘पारंपरिक योगर्ट बनवण्याच्या पद्धतीत विविध ठिकाणी, विविध घरांमध्ये आणि विविध ऋतूंमध्ये मोठ्या प्रमाणात जैवविविधता दिसून आली आहे. त्यामुळे त्याला विविध गंध, पोत, स्वरूप, स्वभाव आणि वैशिष्ट्य प्राप्त झाली आहेत.’

मुंग्यांपासून योगर्ट कसं बनवलं जातं हे संशोधकांनी बल्गेरियन लोकांकडून तोंडीच समजून घेतलं. आणि त्या पारंपरिक ज्ञानाचा वापर करून त्यांनी फ्रूटिलॅक्टोबॅसिलस रुफा (Frutilactobacillus rufa) या मुंगीचा वापर केला. त्यांनी या प्रजातीच्या चार मुंग्या कोमट दुधात टाकल्या. ते त्यांनी रात्रभर मुंग्यांच्या वसाहतीतच फरमेंट केलं. दुसऱ्या दिवशी त्यातील प्रथिनं साकाळलेली होती. त्यात आम्लता होती आणि ते चवीला तिखट होते. वेगळंच योगर्ट तयार झालं होतं.

यावरून त्यांनी असं गृहितक मांडलं आहे की मुंगीचा होलोबायोंट, म्हणजे त्या मुंगीच्या अंगावरील कीटक, जिवाणू व इतर सर्व सूक्ष्मजीव यांच्यामुळे हे फर्मेंटेशन घडून आलं आहे. यासाठी त्यांनी फ्रूटिलॅक्टोबॅसिलस रुफा आणि फ्रूटिलॅक्टोबॅसिलस पॉलिक्टेना या दोन मुंग्यांचा मायक्रोबायोम तपासून बघितला. त्यात लॅक्टिक ॲसिड बॅक्टेरिया लॅक्टोबॅसिलेसी, ॲसेटिक ॲसिड बॅक्टेरिया ॲसिटोबॅक्टिरेसी आणि पेशीमध्ये असलेले जिवाणू ज्यांना ऑब्लिगेट बॅक्टेरिया असे म्हणतात ॲनाप्लास्मटेसी या प्रजातींचं त्या मायक्रोबायोममध्ये वर्चस्व होतं. या फर्मेंटेशनमध्ये लॅक्टिक ॲसिड हे महत्त्वाचं रसायन असल्यामुळे मायक्रोबायोममधील लॅक्टिक ॲसिड बॅक्टेरियाच्या सहकार्यानं योगर्ट तयार झालं. निर्जंतुक दुधात फ्रूटिलॅक्टोबॅसिलस पॉलिक्टेना ही मुंगी टाकल्यावर त्यांच्या शरीरावरील सूक्ष्मजीवसमूह होलोबायोंट त्यांना योगर्टमध्ये आढळून आला. यात मुंगीतील प्रामुख्यानं फ्रूटिलॅक्टोबॅसिलस या जिवाणूच्या जातीचं Genus वर्चस्व दिसून आलं. त्यातील फ्रूटिलॅक्टोबॅसिलस सांफ्रान्सिसेंसिस ही प्रजाती (Species) त्यांनी वेगळी केली. संशोधकांनी या प्रजातीची चयापचय (Metabolism) क्षमता तपासून बघितली. त्यांना असं आढळून आलं की त्यांची लॅक्टोज

**तुर्की आणि बल्गेरियन लोक मुंग्या कोमट दुधात टाकून रात्रभर मुंग्यांच्या वसाहतीतच फरमेंट करतात.**

**पारंपरिक पद्धतीने तयार केलेल्या योगर्टला बाजारात मिळणाऱ्या योगर्टपेक्षा तिखट चव असते.**

साखरेचं खंडन करून त्यापासून लॅक्टिक ॲसिड तयार करण्याची क्षमता अधिक वेगवान आहे.

मुंग्या या स्वसंरक्षणासाठीदेखील ॲसिड बाहेर टाकत असतात. हाय-परफॉरमन्स लिक्विड क्रोमॅटोग्राफी या तंत्रानं लिओनी जान यांनी या ॲसिडचंदेखील विश्लेषण केलं. त्यात त्यांना लॅक्टिक ॲसिड आणि फॉर्मिक ॲसिड आढळून आलं. यात फॉर्मिक ॲसिडचं प्रमाण जास्त होतं. ॲसिडच्या या अपारंपरिक मिश्रणामुळे त्या योगर्टला विशेष गंध आणि पोत प्राप्त झाला होता.

मुंग्यांपासून योगर्ट बनवत असताना त्याच्या पद्धतीबद्दल असं दिसून आलं, की योगर्ट तयार झालं की साधारण त्याचा सामू (पीएच) ४.६ इतका असतो. या सामूला प्रथिनं साकळतात. परंतु मुंग्यांचं योगर्ट ही आम्लता गाठू शकत नाही. लिओनी जान यांनी या योगर्टचा पोत का बदलतो याचं कारण शोधण्याचा प्रयत्न केला. त्यांना याचं उत्तर मुंग्यांच्या शरीरावरील सूक्ष्मजीवसमूहातील विकरामध्ये सापडलं. त्यांनी मुंगी आणि मुंग्यांच्या शरीरावरील सूक्ष्मजीवसमूहाच्या प्रथिनांचं आणि दुग्धप्रथिनांचं विश्लेषण केलं. त्यांच्या असं लक्षात आलं की मुंगी आणि सूक्ष्मजीव प्रोटिएज आणि पेप्टायडेज या विकरांच्या मदतीनं योगर्ट तयार करतात. यातील महत्त्वाचं विकर म्हणजे 'एटीपी डिपेंडन्ट प्रोटिएज', जे दुधातील प्रमुख केसीन या प्रथिनाचं खंडन करतं, योगर्ट तयार करतं आणि त्याचा पोत निश्चित करतं.

या संशोधकांनी मिशेलिन तारांकित शेफ च्या सहकार्याने या योगर्टपासून नवनवीन पदार्थ तयार केले. आइसक्रीम सँडविच – ज्याला त्यांनी नाव दिलं 'अँट-विच' , झणझणीत गंधाचा मस्करपोन चीज, आणि मिल्कवॉश्ड कॉकटेल.

मुंग्यांच्या योगर्टचं पाककलेतील महत्त्व जाणूनदेखील संशोधक म्हणतात 'मुंग्या रोगजंतूंच्या वाहक असल्यामुळे अशा योगर्टपासून सावधान!'

कोपनहागेन विद्यापीठातील, सूक्ष्मजीवशास्त्रीय परिस्थितिकी या विषयाच्या अभ्यासक वेरोनिका सिनोटे म्हणतात 'आपली आजी एखाद्या पारंपरिक पाकक्रियेची पद्धती किंवा आठवण सांगते तेव्हा बारकाईनं ऐका. यातून आपल्याला नक्की काहीतरी नवीन जैवसांस्कृतिक वारसा प्राप्त होईल.'

References


1. Sirakova SM. Forgotten Stories of Yogurt: Cultivating Multispecies Wisdom. *J Ethnobiol*. 2023; 43, 250–261.
2. Sinotte VM, et al. Making yogurt with the ant holobiont uncovers bacteria, acids, and enzymes for food fermentation. *iScience*. 2024.



**– रंजन गर्गे**

ranjan.garge@gmail.com

## माऊंट एव्हरेस्टची उंची मोजणारा पहिला भारतीय माणूस

# राधानाथ सिकदार

**डॉ. संगीता गोडबोले**

माऊंट एव्हरेस्टचे नाव निघाले की त्यावर प्रथम चढाई करणारे डोळ्यांपुढे येतात.

सुमारे १२०० अयशस्वी प्रयत्नांनतर माऊंट एव्हरेस्टवर सर्वप्रथम यशस्वी चढाई करणाऱ्या दोन व्यक्ती एक, न्यूझीलंडचे सर एडमंड हिलरी आणि मूळचे नेपाळचे पण १९३३ साली दार्जिलिंगला स्थलांतरीत होऊन ज्यांनी भारतीय नागरिकत्व घेतले असे शेर्पा तेनझिंग नोर्गे.

या दोघांनी २९ मे १९५३ रोजी सकाळी ११.३० वाजता जगातील सर्वात उंच शिखर सर केले आणि इतिहास रचला. ते १९५३च्या जॉन हंट यांच्या नेतृत्वाखालील नवव्या ब्रिटिश मोहिमेचा भाग होते.

माऊंट एव्हरेस्ट चढाई करणारी पहिली महिला म्हणजे जपानची जुन्को ताबेई (Junko Tabei), ज्यांनी १६ मे १९७५ रोजी हे शिखर सर केले.

२३ मे १९८४ रोजी बचेंद्री पाल (Bachendri Pal) या पहिल्या भारतीय महिलेने एव्हरेस्ट सर करण्याचा मान मिळवला.

याच माऊंट एव्हरेस्टची, (जेव्हा त्याला एव्हरेस्ट हे नावही दिले गेले नव्हते. हिमालयाचे हे १५ वे शिखर. (XV P) जे जगातील सर्वांत उंच शिखर होते असा शोध लागेपर्यंत कांचनगंगा हेच सर्वांत उंच शिखर मानले जात होते.) समुद्रसपाटीपासून सर्वप्रथम उंची मोजण्याचे श्रेय ज्यांना जाते ते डॉ. राधानाथ सिकदार यांना.

माऊंट एव्हरेस्ट इतक्याच उंचीची बुद्धिमत्ता असलेला हा भारतीय असामान्य गणितज्ज्ञ आणि हवामानातज्ज्ञ... काहीसा दुर्लक्षितही...

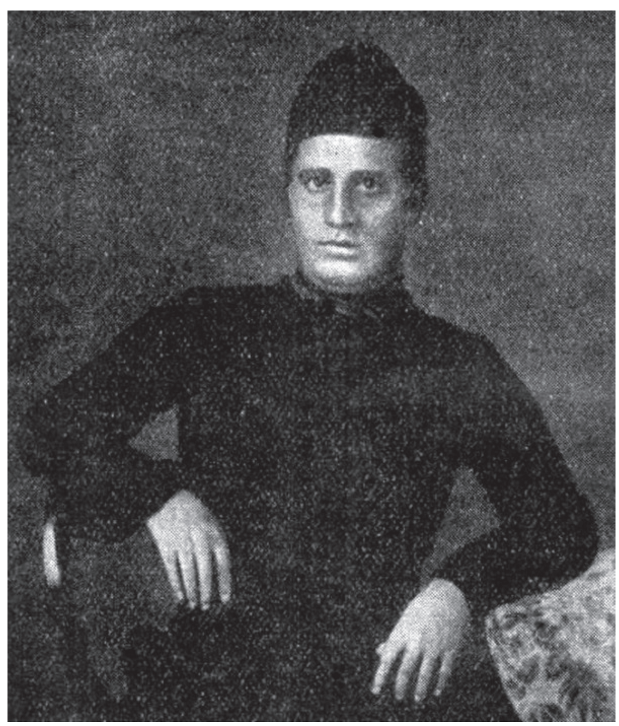
त्यांच्याविषयीची माहिती जाणून घेणेही तितकेच महत्त्वाचे आहे.

५ ऑक्टोबर १८१३ रोजी कोलकात्यातील जोरासंको येथे एका ब्राह्मण कुटुंबात देवकी आणि कारकुनाचे काम करणारे टिटुराम सिकदर यांच्या पोटी एक बालक जन्माला आले. असामान्य बुद्धिमत्ता घेऊन आलेला हा मुलगा जगाच्या इतिहासात पुढे आपले नाव कोरून जाईल अशी पुसटशी कल्पनाही नसेल त्यांना...

गणित हा जगाला अवघड वाटणारा विषय. त्यातील त्रिकोणमिती हा सिकदारांचा आवडीचा विषय होता.

तत्कालीन ब्रिटिश राज्यांमधील भारतीय सर्वेक्षण खात्यात ते नोकरी करत असतानाच कोलकात्याच्या प्रेसिडेन्सी महाविद्यालयातून त्यांना विशेष परवानगी मिळून त्यांनी गणितात पदवी मिळवली.

ऑक्टोबर १८३१ मध्ये वयाच्या १९व्या वर्षी राधानाथ डेहराडून येथे भारतीय सर्वेक्षण खात्यात विशाल त्रिकोणमीतीय सर्वेक्षण प्रगणक म्हणून रुजू झाले. या पदावर असणारे ते पहिले भारतीय होते. ते भूमापन कार्यात अत्यंत कुशलतेने काम करत.



**राधानाथ सिकदार**

१८२९ साली भारतीय सर्वेक्षण खात्याच्या प्रांगणातच कोलकाता हवामान खात्याने वेधशाळेची स्थापना केली होती. राधानाथांच्या कामातील कुशलतेने प्रभावीत होऊन या वेधशाळेचीही अतिरिक्त जबाबदारी सोपवण्यात आली. ही जबाबदारीही पेलणारे राधानाथ पहिले भारतीय होते.

हिंदू कॉलेजच्या (आताचे प्रेसिडेन्सी कॉलेज) प्राचार्यांनी डॉ. टायटलर यांना आपल्या या विद्यार्थ्यांच्या गणिती ज्ञान आणि संशोधक वृत्तीची जाण होती. त्यामुळे जॉर्ज एव्हरेस्ट यांच्याकडे त्यांच्या नावाची शिफारस केली.

१९५१ साली मुख्य प्रगणक या पदावर बढती देऊन त्यांना कोलकात्यास पाठवण्यात आले.

जॉर्ज एव्हरेस्ट आणी त्यानंतर त्यांच्या जागी आलेले अँड्र्यू वॉ दोघेही राधानाथांच्या कामावर खूश होते, याचाच अर्थ डॉ. टायटलर यांनी दाखवलेला विश्वास राधानाथांनी सार्थ ठरवला.

'फ्रेन्ड ऑफ इंडिया' नामक वृत्तपत्रात ११ नोव्हेंबर १८५२ रोजी 'हुशार युरोपी लोकांच्या तोडीची गुणवत्ता असलेल्या आणि मोठ्या पदावर येऊन इतक्या जबाबदारीचे काम स्वीकारणाऱ्या या पहिल्या देशी माणसाचे स्वागत आहे. राधानाथ सिकदर हे नेमून दिलेल्या कामासाठी अत्याधिक योग्य आहेत हे सिद्ध करून दाखवतील अशी आमची खात्री आहे.' असे छापून आले होते. ही फार मोठी बाब आहे.

लवकरच राधानाथ हे सर्वेक्षण खात्यातील एक अनमोल रत्न म्हणून गणले जाऊ लागले आणि कोलकात्यात आल्यावर काही दिवसातच राधानाथांनी वायुभारमापकावर मोजण्यात आलेल्या हवेच्या दाबाच्या आकड्याचे शून्य अंश सेल्शियस तापमानासाठी रूपांतरण करण्याकरता एक गणिती सूत्र शोधून काढले. तापमानातील चढ-उतारामुळे होणारे पाऱ्याचे आकुंचन-प्रसरण व ज्या पितळी पट्टीवर हवेच्या दाबाचे वाचन होते. तिचे आकुंचन-प्रसरण या दोन्ही गोष्टी विचारात घेऊन हे सूत्र तयार केले होते. सिकदारांचे हे सूत्र अतिशय मोलाचे होते, कारण आता दोन वेगवेगळ्या गावी आणि दिवसाच्या कोणत्याही वेळी घेतलेल्या वायुभारांची तुलना करणे शक्य होणार होते. राधानाथ सिकदारांच्या या सूत्रावरील लेख बंगालच्या एशियाटिक सोसायटीच्या जर्नलमध्ये इ.स.१८५२ या वर्षात प्रकाशित झाला होता.

१८२९पासून १८५२पर्यंत कोलकाता वेधशाळेत हवामानाची नोंदणी एक साधारणपणे सूर्योदयाच्या वेळी, एक दुपारच्या वेळी आणि एक सूर्यास्ताच्या सुमारास अशी दिवसातून तीनदा घेतली जात असे. तसेच, वायुभारमापकाने दाखवलेला वायुभार कोणत्याही दुरुस्त्या न करता नोंदला जाई. राधानाथ सिकदारांनी दिवसाच्या निश्चित वेळी हवामानाच्या त्यावर केलेल्या दुरुस्त्यांसकटच्या अचूक नोंदी ठेवून, त्या बंगालच्या एशियाटिक सोसायटीच्या जर्नलमध्ये इ.स.१८५२पासून १८७७पर्यंत अखंडपणे प्रकाशित करवल्या. ही फार महत्त्वाची गोष्ट ठरते. कारण पुढे याच नोंदी कोलकाताच्या हवामानाविषयक माहितीचा अत्यंत अमूल्य ठेवा ठरल्या.

१८५३ मध्ये राधानाथ सिकदार हे बंगालच्या एशियाटिक सोसायटीचे सभासद झाले. इ.स. १८५८ मध्ये त्यांना हवामान आणि भौतिकशास्त्राच्या समितीवर घेण्यात आले. राधानाथ सिकदारांनी सूर्य आणि रात्री दिसणारे तारे यांच्या निरीक्षणावर आधारलेली दिवसाची सेकंदाच्या अल्पांशापर्यंत अचूक अशी वेळ समुद्रातील आगबोटींना इशारे देऊन कळवण्यासाठी एक संकेतप्रणाली स्थापित केली होती. ती इ.स. १८५३ पासून अमलात आली.

हवामानखात्यातील हे राधानाथांचे कार्य अमूल्य आहे.

त्यावेळच्या अत्यंत कमी सुविधा उपलब्ध असण्याच्या काळातही इतके अभ्यासपूर्ण काम करणे ही खरोखरच अचंबीत करणारीच बाब वाटते.

आता हे ज्ञान इतके प्रगत झाले आहे, सॅटेलाइटच्या मदतीने हवामाननोंदी सोप्या झाल्या. आणि हवामानाच्या अंदाजात अधिक अचूकता येऊ लागली.

नुकताच ISROने, भारताने त्यासाठी विशेष सॅटेलाइट अवकाशात पाठवला .

INS-T-3DS च्या यशस्वी प्रक्षेपणामुळे, इस्रोने रिअल-टाइम हवामान अंदाज, चक्रीवादळ निरीक्षण आणि संकटाची पूर्वसूचना देण्याच्या कामी सुधारणा केली आहे, ज्यामुळे त्या त्या प्रदेशातील लोकांचे प्राण वाचवण्यात मदत होईल.

भारताच्या अंतराळ आणि वैज्ञानिक प्रवासातील हे एक महत्त्वपूर्ण पाऊल आहे. त्यासाठीचे राधानाथांचे पायाभरणीचे काम कधीच विसरता येणार नाही.

हवामानखात्यातील कामगिरी सोबतच राधानाथांची सर्वेक्षणविषयक कामगिरीसुद्धा फार महत्त्वाची आहे.

तत्कालीन ब्रिटिश सरकारने हिमालयाच्या शिखरांची उंची मोजण्यासाठी भूगोलतज्ज्ञ आणि गणिती यांचा एक गट नेमला होता. त्या प्रकल्पाचे नाव 'द ग्रेट ट्रिग्नॉमेट्रिक सर्व्हे' (विशाल त्रिकोणमितीय सर्वेक्षण) असे होते. राधानाथ त्या गटातले एकमेव भारतीय होते ही आपल्यासाठी अत्यंत अभिमानाची बाब आहे.

या सर्वेक्षणानंतर राधानाथ सिकदार यांनी सिद्ध केले की हिमालयाचे १५ वे शिखर जगातील सर्वात उंच शिखर आहे, आणि त्याची समुद्रसपाटीपासून उंची २९००२ फूट इतकी आहे.

फक्त गणिती सूत्रातून हे मोजमाप करणे, उंचीचा अंदाज करणे आणि तो खरा असल्याचे सिद्ध होणे ही फार मोठी घटना होती.

या कामगिरीसाठी ब्रिटिश सरकारनेही राधानाथांचा गौरव केला होता.

प्रत्यक्षात या उंचीची नोंद झाल्यावर सुमारे शंभर वर्षांनंतरच एव्हरेस्ट शिखर सर करण्यात यश आले.

आणि त्या दोन व्यक्तींमधील एक व्यक्ती शेर्पा तेनझिंग भारतीयच होती.

त्या वेळचे भारतीय सर्वेक्षण खात्याचे प्रमुख (सर्व्हेयर जनरल) ॲन्ड्र्यू वॉ होते. त्यांनी आपल्या इ.स.१८४३ मध्ये निवृत्त झालेल्या साहेबाचे, म्हणजे कर्नल सर जॉर्ज एव्हरेस्ट यांचे नाव त्या शिखराला दिले. म्हणून त्या शिखराला इ.स.१८६५ पासून माऊंट एव्हरेस्ट म्हणू लागले.

राधानाथांचा मुख्य सहभाग असला तरीही सिकदार हे नाव अनेकांना अज्ञात राहिले याची खंत आहे.

भारताचे माजी पंतप्रधान अटलबिहारी वाजपेयी यांनी त्यांच्या आमदानीत शिखराचे नाव बदलून 'माऊंट सिकदर' असे करावे असे ठरवले होते. पुढे हा प्रस्ताव बारगळला, असेही ऐकिवात आहे.

मद्रासमध्ये इ.स.१८०२ मध्ये स्थापन झालेल्या 'द ट्रिग्नॉमेट्रिक सर्व्हे' या प्रकल्पाच्या द्विशताब्दीच्या निमित्ताने भारत सरकारने पोस्टखात्यातर्फे एक तिकीट २७ जून २००४ रोजी काढले होते. त्या तिकिटावर राधानाथ सिकदर आणि तेनझिंग यांची त्यांच्या एव्हरेस्ट कामगिरीच्या सन्मानार्थ चित्रे होती.

पुढे राधानाथ सिकदार यांनी 'ग्रेट आर्क' नावाच्या प्रकल्पातही भाग घेतला होता. भारतीय उपखंडाचे पद्धतशीर स्थलवर्णात्मक समन्वेषण (टोपोग्राफिकल एक्स्प्लोरेशन) आणि त्याची तिथीवार नोंद हे या प्रकल्पाचे उद्दिष्ट होते. याही प्रकल्पाच्या समाप्तीनंतर ब्रिटिश सरकारने राधानाथ सिकदार यांचा गौरव केला होता. गणिताचे मूलभूत ज्ञान आणि समन्वेषणात्मक (अर्थात टोपोग्राफिकल) दृष्टी यांचा राष्ट्रीय स्तरावर कसा उपयोग होऊ शकतो याचे राधानाथ सिकदार हे उत्तम उदाहरण आहे.

गणित आमच्या आयुष्यात काय करते? या प्रश्नांसाठीसुद्धा हे चपखल उत्तर आहे असे मला वाटते.

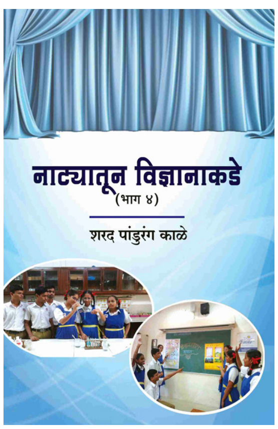
१७ मे १८७० रोजी वयाच्या ५६व्या वर्षी या थोर गणितज्ञाने चंदननगर, हुगळी जिल्हा, बंगाल प्रेसिडेंसी येथे अखेरचा श्वास घेतला.

भारतातच नव्हे तर आंतरराष्ट्रीय स्तरावरही हे नाव अजरामर राहील याचा एक भारतीय म्हणून सार्थ अभिमान वाटतो.

**– डॉ. संगीता गोडबोले**
sgodbolejoshi@gmail.com

ग्रंथाली

**नाट्यातून विज्ञानाकडे (भाग ४)**




**शरद पांडुरंग काळे**

**मूल्य : ३५० रुपये**
**सवलतीत : २१० रुपये**

**प्रभात टॉकीजसमोर**

**संजीव वसंत फडके**

**मूल्य : ५०० रुपये**
**सवलतीत : ३०० रुपये**

आरोग्यम् धनसंपदा भाग-२०

# रक्तदाब वाढण्यासाठी कारणीभूत असलेले व बदलता न येणारे घटक

डॉ. स्वाती बापट

जन्मापासून पुढील आयुष्यभरामध्ये आपला रक्तदाब सामान्यतः कसा वाढत जातो, वेगवेगळ्या वंशाच्या लोकांमध्ये तो कसा कमी-जास्त असतो, स्त्रियांमध्ये आणि पुरुषांमधे तो कमी-जास्त का असतो याबाबत माहिती आपण मागील महिन्याच्या लेखामध्ये घेतली. त्याचबरोबर रक्तदाबाचे मोजमाप अचूक व्हावे यासाठी कुठल्या प्रकारचे मशीन वापरावे व रक्तदाब काटेकोरपणे मोजताना नेमकी काय काळजी घ्यावी, याबाबतही सविस्तर विवेचन केले. तसेच, ज्या रुग्णांमध्ये white coat hypertension असते, अशा रुग्णांमध्ये 24 hours ambulatory blood pressure monitoring करणे का आवश्यक असते, हेही समजावून घेतले.

रक्तदाबाबाबत एक महत्त्वाची बाब आपण लक्षात घेणे आवश्यक आहे. रक्तदाब जरी वाढलेला असला तरीही अनेक व्यक्तींना वरकरणी त्याचा काहीही त्रास जाणवत नसतो. त्यामुळेच सामान्य व्यक्ती सहसा रक्तदाब तपासूनच घेत नाहीत. बाह्यरुग्णविभागामध्ये तपासणीसाठी येणाऱ्या प्रत्येक रुग्णाच्या रक्तदाबाचे मापन केले जातेच असे नाही. तसेच, उच्च रक्तदाब हा पोक्त व्यक्तींना होणारा आजार आहे अशा गैरसमजुतीमधूनही तरुण व्यक्तींमध्ये सहसा रक्तदाब मोजला जात नाही. अनेक नागरिक, वयाच्या तिशी-चाळिशीनंतर, दर वर्षी आपल्या वैद्यकीय तपासण्या करून घेतात. त्या वैद्यकीय तपासण्यांमधे, रक्त व लघवीच्या तपासण्या, ईसीजी, छातीचा एक्स रे, इत्यादी तपासण्या होतात. मात्र त्याबरोबर रक्तदाबाची तपासणी अनिवार्य केली जात नाही, हे दुर्दैव आहे. त्यामुळे अनेक व्यक्तींमध्ये उच्च रक्तदाबाचे निदानच होत नाही. अशा व्यक्तींना एकीकडे, उच्च रक्तदाबाचा, म्हणजेच हायपरटेंशनचा काही त्रास तर जाणवत नसतो; परंतु दुसरीकडे, वाढलेल्या रक्तदाबामुळे त्यांच्या जिवाला अनेक धोके निर्माण होऊ लागतात. 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. आज भारतामध्ये, सर्वसाधारणपणे प्रौढ व्यक्तींचा रक्तदाब मोजला तर त्यातील २० ते ३० टक्के प्रौढ व्यक्तींमधे उच्च रक्तदाब असल्याचे आढळून येते. प्रत्यक्षांत फार थोड्या प्रौढ नागरिकांचा रक्तदाब मोजला जातो. सरसकट प्रत्येक प्रौढ नागरिकाचा रक्तदाब मोजला गेला तर जवळपास ५० टक्के नागरिकांमध्ये उच्च रक्तदाब असल्याचे आढळून येईल असा अंदाज वर्तवला जातो.

बऱ्याचदा असे होते, की पक्षाघात झालेल्या, हृदयाची एखादी रक्तवाहिनी बंद होऊन हृदयरोग झालेल्या, अथवा हृदय अतिशय कमकुवत झाल्यामुळे रुग्णालयात भरती झालेल्या अनेक रुग्णांमधे प्रथमच उच्च रक्तदाबाचे निदान होते. त्यावेळपर्यंत बराच उशीर झालेला असतो व त्यांच्या आरोग्याचे खूप नुकसान झालेले असते. अशा रुग्णांमधे वेळच्या वेळी उच्च रक्तदाबाचे निदान झाले असते व त्यावर उपचार सुरू केले गेले असते, तर पक्षाघात, हृदयरोग अशा गंभीर आरोग्यसमस्यांना प्रतिबंध करणे शक्य झाले असते. उच्च रक्तदाबामुळे उद्भवणाऱ्या गंभीर आरोग्यसमस्या टाळण्यासाठी प्रत्येक व्यक्तीने आपला रक्तदाब तपासून घेणे आवश्यक आहे. वयाच्या १८ वर्षांनंतर, प्रत्येक व्यक्तीने, किमान दर सहा महिन्यातून एकदा आपला रक्तदाब तपासून घेणे आवश्यक आहे. आज अगदी लहान मुलांमध्येसुद्धा उच्च रक्तदाब आढळून येतो. म्हणून १८ वर्षांखालील लहान मुलांमधे, निदान वर्षातून एकदा रक्तदाब तपासला जाणे अत्यावश्यक आहे.

आपला रक्तदाब वाढण्यासाठी कारणीभूत ठरणारे अनेक घटक आहेत. त्यातले काही घटक आपल्या हातातले नसतात म्हणजेच ते बदलता येणे आपल्याला शक्य नसते. त्यांना non-modifiable, non-changable or fixed factors असे म्हटले जाते. याउलट, काही घटक आपल्या हातातले, म्हणजेच आपल्याला सहजी बदलता येण्यासारखे असतात आणि ते बदलल्यामुळे आपला रक्तदाब नियंत्रित राहू शकतो. अशा

बदलता येणाऱ्या घटकांना modifiable or changable factors असे म्हटले जाते. एखाद्या व्यक्तीचा रक्तदाब किती असेल, कसा वाढत जाईल अथवा तो कसा कमी करता येईल, हे सर्व या दोन्ही प्रकारच्या, म्हणजेच modifiable आणि non-modifiable घटकांच्या एकत्रित परिणामावर ठरत असते. आपल्या हातात नसलेल्या अनेक घटकांमुळे आपला रक्तदाब वाढू शकतो हे जरी खरे असले तरीही, बदलता येणाऱ्या सर्व घटकांना नियंत्रित करून आपला रक्तदाब बऱ्याच अंशी सामान्य ठेवता येणे शक्य आहे आणि प्रत्येक व्यक्तीचे ते ध्येयच असायला हवे. Modifiable factors किंवा बदलता येण्यासारखे जे सर्व घटक आहेत ते आपल्या जीवनशैलीशी निगडित असलेले आहेत. आपल्या जीवनशैलीमध्ये जर आपण योग्य बदल केले तर निदान काही अंशी तरी रक्तदाबावर नियंत्रण ठेवणे शक्य होते. आयुष्यभर अथवा दीर्घकाळासाठी तुमची जीवनशैली कशी आहे, यावर तुमचा रक्तदाब ठरत असतो. म्हणून, प्रथमपासूनच आणि सातत्याने आपली जीवनशैली योग्य ठेवल्यास, उच्च रक्तदाबासह अनेक असंसर्गजन्य आजारापासून आपण वाचू शकतो, हे लक्षात घेणे आवश्यक आहे. रक्तदाब वाढण्यासाठी कारणीभूत ठरणारे non-modifiable factors किंवा आपल्याला बदलता न येणाऱ्या घटकांबाबत या महिन्याच्या लेखामध्ये आपण चर्चा करणार आहोत.

रक्तदाब वाढण्यासाठी कारणीभूत ठरणारे non-modifiable factors किंवा आपल्याला बदलता न येणारे घटक पुढीलप्रमाणे आहेत –

**आनुवंशिकता :** अनेक वेगवेगळी जनुके किंवा जनुकीय स्थाने (genetic loci) आपला रक्तदाब वाढण्यासाठी कारणीभूत असतात. यातील प्रत्येक प्रकारचे जनुक काही प्रमाणात आपला रक्तदाब वाढण्यासाठी कारणीभूत ठरत असते. तरीही एखाद्या व्यक्तीमध्ये, अशी अनेक जनुके एकत्रित आलेली असतील, तर त्या व्यक्तीचा रक्तदाब खूप मोठ्या प्रमाणावर वाढू शकतो. काही विशिष्ट जनुके (ADD1, KLHL3, CUL3 आणि SCNN1B/G) रक्तदाब वाढण्यास कारणीभूत असतात. आई आणि वडील यांपैकी एका किंवा दोन्ही पालकांमध्ये उच्च रक्तदाबाचा विकार असेल तर आनुवंशिकतेमुळे, अशा आई-वडिलांच्या मुलांमधे रक्तदाब वाढवणारी जनुके जास्त प्रमाणात येण्याची शक्यता वाढते. अर्थातच, अशा मुलांना पुढील आयुष्यात उच्च रक्तदाबाचा विकार जडण्याची शक्यता जास्त असते. ADD1 नामक जनुकांमुळे मूत्रपिंडामधे सोडियमचे पुनर्शोषण होण्याचे प्रमाण वाढते, तर SCNN1B/G या जनुकामुळे मूत्रपिंडाच्या कार्यावरच परिणाम होऊ शकतो. KLHL3, CUL3 ही जनुके सोडियमचे संतुलन राखण्यासाठी महत्त्वाचे कार्य करतात. याव्यतिरिक्त, एखाद्या व्यक्तीची जनुकीय अभिव्यक्ती ठरवण्यासाठी त्या व्यक्तीचे 'एपिजेनेटिक्स' महत्त्वाचे ठरते. सोप्या शब्दात एपिजेनेटिक्सची व्याख्या करायची झाल्यास असे सांगता येईल, की एखाद्या व्यक्तीच्या शरीरातील जनुके सक्षमतेने कार्यरत होण्यासाठी काही बाह्य घटक कारणीभूत ठरत असतात. म्हणजेच, एखाद्या व्यक्तीचा आहार, वय, ताणतणाव यांसारखे पर्यावरणीय घटक त्या व्यक्तीची जनुकीय अभिव्यक्ती बदलू शकतात आणि उच्च रक्तदाबाचा धोका वाढवू शकतात अथवा कमीदेखील करू शकतात. याचाच अर्थ असा, की एखाद्या व्यक्तीच्या शरीरामधे रक्तदाब वाढण्यास कारणीभूत असलेली जनुके अधिक प्रमाणात असली तरीही त्या व्यक्तीने आपली जीवनशैली आरोग्यदायी ठेवली तर त्या व्यक्तीमध्ये त्या जनुकांचा दुष्परिणाम दिसून येत नाही व त्याचा रक्तदाब नियंत्रणामधे राहू शकतो.

**वाढते वय :** सरसकटपणे सर्व व्यक्तींच्या रक्तदाबामधे, वाढत्या वयोमानानुसार, नैसर्गिकरित्या हळूहळू वाढ होत जाते. वाढत्या वयोमानानुसार रक्तदाब हा सर्वच व्यक्तींमध्ये वाढत असल्यामुळे, असे होणे हे वृद्धत्वाच्या नैसर्गिक प्रक्रियेचा भाग आहे असेच समजले जाते. परंतु, रक्तदाब थोडाफार वाढणे जरी स्वाभाविक असले तरीही तो १२०/८० mm of Hg पेक्षा जास्त वाढता कामा नये. वयोमानानुसार शरीरामध्ये आणि जीवनशैलीमध्ये होणारे बदल, रक्तदाब वाढण्यासाठी कारणीभूत ठरतात. काही व्यक्तींमध्ये हे बदल उच्च रक्तदाब निर्माण करण्यासाठीही कारणीभूत ठरतात. वयोमानानुसार रक्तदाबामध्ये किरकोळ वाढ होणे ही गंभीर बाब नसते. मोठ्या प्रमाणात वाढ झाली तर मात्र हृदयरोग, पक्षाघात आणि मूत्रपिंडाच्या समस्या उद्भवू शकतात. वयोमानानुसार रक्तदाब वाढण्याचे एक महत्त्वाचे कारण म्हणजे हळूहळू शरीरातील धमन्यांमधील लवचीकता कमी होत जाऊन धमन्या कडक होणे, हे आहे. शरीरातील महाधमनीसह इतर धमन्या कडक होण्याची प्रक्रिया मध्यम वयापासूनच सुरू होते आणि ती प्रक्रिया पुढे संपूर्ण आयुष्यभर चालू राहते. कालांतराने धमन्यांमध्ये होणारे संरचनात्मक बदल दीर्घकालीन होतात. त्यामुळे धमन्यांच्या भिंती जाड होतात, धमन्यांचा आतील व्यास कमी झाल्यामुळे रक्तप्रवाहाला अधिकाधिक प्रतिरोध होऊ लागतो आणि रक्तदाब वाढत जातो. अशा कडक झालेल्या धमन्यांमध्ये रक्त पुढे-पुढे ढकलण्यासाठी हृदयाला अधिक जोर लावावा लागतो व त्यामुळेही रक्तदाब वाढत जातो. धमन्यांच्या आतील बाजूला असलेले अस्तर, किंवा एन्डोथेलियम, हे सामान्यतः नायट्रिक ऑक्साइडचे उत्पादन करत असते. या नायट्रिक ऑक्साइडमुळे धमन्या

प्रसरण पावू शकतात, व त्यामुळे रक्तदाब कमी होऊ शकतो. वाढत्या वयानुसार रक्तवाहिन्यांच्या आतील अस्तराची नायट्रिक ऑक्साइड उत्पादन करण्याची क्षमता कमी–कमी होते. त्यामुळे धमन्या प्रसरण पावू शकत नाहीत व त्यामुळेही रक्तदाब वाढत जातो. वाढत्या वयोमानानुसार मूत्रपिंडाचे कार्य हळूहळू कमी होत जाते. त्यामुळे अतिरिक्त सोडियम व पाणी शरीरामधून बाहेर फेकण्याची क्षमता कमी होत जाते. तसेच, मूत्रपिंडामध्ये तयार होणाऱ्या व रक्तदाब नियंत्रित करणाऱ्या संप्रेरकांचे संतुलन बिघडून जाते आणि रक्तदाब वाढू शकतो. अनेक वृद्ध लोक वेगवेगळ्या आजारासाठी वेगवेगळी औषधे घेत असतात. त्यापैकी काही औषधे (उदाहरणार्थ : - Non steroidal anti-inflammatory medicines, antidepressants and decongestants) रक्तदाब वाढण्यासाठी सहजी कारणीभूत ठरू शकतात. वाढत्या वयानुसार होणारे मधुमेह, थायरॉईडचे आजार व obstructive sleep apnea यासारख्या आरोग्य समस्यादेखील रक्तदाब वाढण्यासाठी कारणीभूत ठरू शकतात. अनेक वर्षं सातत्याने गरजेपेक्षा जास्त मीठ खाणे, धूम्रपान व मद्यपान करणे, अतिप्रक्रिया केलेल्या खाद्यपदार्थांचे नियमित सेवन करणे, ताणतणाव, अशा सर्व बाबींचा एकत्रित व दीर्घकालीन परिमाण होऊन वृद्ध व्यक्तीमध्ये उच्च रक्तदाब निर्माण होऊ शकतो.

**लिंग :** सर्वसाधारणपणे स्त्रियांच्या तुलनेत पुरुषांमध्ये उच्च रक्तदाबाचा विकार होण्याची शक्यता जास्त असते. वेगवेगळ्या वयाच्या स्त्री व पुरुषांच्या गटामध्ये २४ तास ambulatory BP monitoring केल्यास, समान वयोगटातील पुरुषांचा सरासरी रक्तदाब हा त्याच वयोगटातील स्त्रियांच्या सरासरी रक्तदाबापेक्षा जास्त असतो असे दिसून येते. स्त्रियांमध्ये जोपर्यंत पाळी नियमितपणे सुरू असते तोपर्यंत त्यांच्या शरीरात इस्ट्रोजन संप्रेरकाची पातळी अधिक असते. या संप्रेरकाच्या कार्यामुळे, किमान रजोनिवृत्ती येईपर्यंत बहुतांश स्त्रियांचा रक्तदाब नियंत्रित राहू शकतो. रजोनिवृत्तीनंतर मात्र स्त्रियांमधे इस्ट्रोजन या संप्रेरकाचे प्रमाण कमी होते. त्यामुळे रजोनिवृत्तीनंतर स्त्रियांमधे अचानक रक्तदाब वाढण्याचे प्रमाण जास्त असते. स्त्रियांच्या मानाने पुरुषांमधे अगदी सुरुवातीपासूनच रक्तदाब जरा जास्त असतो. त्यासाठी पुरुषांच्या शरीरामध्ये स्रवले जाणारे अँड्रोजन हे समप्रेरक कारणीभूत असते, असे समजले जाते.

**वंश/वांशिकता :** रक्तदाब कमी अथवा जास्त असणे हे काही प्रमाणात वांशिकतेवरही अवलंबून असते. श्वेतवर्णीय व चिनी अमेरिकन लोकांच्या तुलनेत कृष्णवर्णीय व हिस्पॅनिक लोकांमध्ये उच्च रक्तदाब होण्याचे प्रमाण जास्त आहे. या गटांमध्ये कमी वयाच्या व्यक्तींमध्येसुद्धा रक्तदाबाचा विकार दिसून येतो.

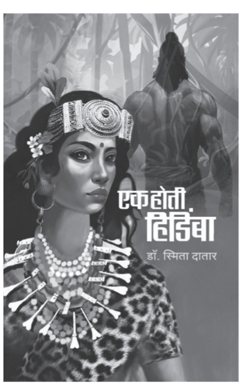
रक्तदाब वाढण्यासाठी कारणीभूत असलेले आणि आपल्याला बदलता न येणारे असे तीन घटक आपण या लेखामध्ये बघितले. सुदैवाने, रक्तदाब कमी करण्यास कारणीभूत असलेले आणि आपल्याला सहजी बदलता येण्यासारखे अनेक घटक आहेत. अशा घटकांबद्दल आपण पुढील लेखामध्ये समजून घेणार आहोत.

**– डॉ. स्वाती बापट**
swateebapat@gmail.com

॥ग्रंथाली॥

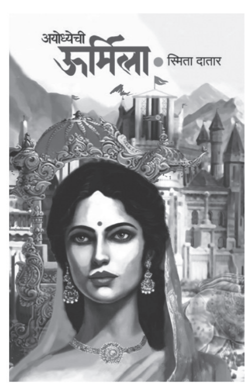
**डॉ. स्मिता दातार यांची बहुचर्चित पुस्तके**

**एक होती हिडिंबा**




मूल्य ३०० रुपये
सवलतीत २०० रुपये

**अयोध्येची ऊर्मिला**




मूल्य ४०० रुपये
सवलतीत २५० रुपये

ओळख आवर्तसारणीची

# क्रोमियम : रंगबिरंगी विश्वातील जादूगार

कुसुमसुत

आवर्तसारणातील चोविसाव्या क्रमांकावर क्रोमियम हे मूलद्रव्य आहे. क्रोमियमचा रंगबिरंगी इतिहास लाल-नारिंगी रंगाच्या एका खनिजापासून म्हणजे दृश्यमान वर्णपटाच्या अगदी टोकापासून सुरू होतो. अठराव्या शतकातील भूवैज्ञानिक योहान लेहमान यांनी या खनिजाला सायबेरियन रेड लीड असे नाव दिले. त्या काळी मेंडेलीव्ह यांची आवर्तसारणी अजून जवळजवळ शतकभर दूर होती; तरीही जगभरातील शास्त्रज्ञ वेगाने नवीन मूलद्रव्यांचा शोध घेत होते. इसवी सन १७७५ ते १८२५ या कालावधीत नैसर्गिकरीत्या आढळणाऱ्या एकूण मूलद्रव्यांपैकी सुमारे ३०टक्के मूलद्रव्ये प्रथम वेगळी करण्यात आली. या शोधांच्या लाटेच्या मध्यात, सायबेरियन रेड लीड सापडून सुमारे ३५ वर्षांनंतर, फ्रेंच रसायनशास्त्रज्ञ लुई व्हॉकलँ यांनी सिद्ध केले की हे खनिज - जे आज क्रोकॉइट म्हणून ओळखले जाते, त्यात एका तोपर्यंत अज्ञात असलेल्या रासायनिक मूलद्रव्याचा समावेश असू शकतो.

क्रोमियम वेगळे करण्यासाठी व्हॉकलँ यांनी अनेक टप्पे पार केले. प्रथम त्यांनी क्रोकॉइटच्या द्रावणात पोटॅशियम कार्बोनेट मिसळून त्यातील शिसे (लेड) अवक्षेपित केले. त्यानंतर लिंबू (पिवळ्या) रंगाच्या क्रोमेट या मध्यवर्ती संयुगाचे आम्लात विघटन केले. अखेरीस हे संयुग कार्बनसोबत तापवून संयुगातील ऑक्सिजन काढून टाकला आणि शुद्ध मूलद्रव्य क्रोमियम मिळवले.

या नव्या मूलद्रव्याच्या नावावर त्यांच्या मित्रांमध्ये चर्चा झाली. त्याच्या संयुगांतील रंगवैविध्यामुळे ग्रीक भाषेतील क्रोमा (रंग) या शब्दावरून क्रोम असे नाव सुचवले गेले. सुरुवातीला व्हॉकलँ यांनी स्वतःच या नावाला विरोध केला, कारण हा धातू स्वतः कोणताही ठळक रंग दाखवत नव्हता. अखेरीस मित्रांचे मत मान्य झाले. व्हॉकलँ यांनी हा फिकट करड्या रंगाचा धातू फ्रेंच अकॅडमी ऑफ सायन्सेससमोर मांडला, तेव्हा त्यांनी त्याच्या ठिसूळपणावर, आम्लांना प्रतिकार करण्याच्या क्षमतेवर आणि वितळवणे कठीण असण्यावर भाष्य केले. त्यांच्या मते, या गुणधर्मांमुळे क्रोमियमवर प्रक्रिया करणे अवघड होते आणि त्यामुळे धातू म्हणून त्याचा उपयोग मर्यादित राहील. मात्र त्यांनी हेही सुचवले की क्रोमियमची संयुगे सुंदर व तेजस्वी रंगद्रव्ये म्हणून मोठ्या प्रमाणावर वापरली जातील.

क्रोमियम संयुगांच्या छायाचित्रांकडे एक नजर टाकली तरी सूर्यप्रकाशातील संपूर्ण दृश्य रंगपटल दिसते - गडद लाल क्रोमियम (VI) ऑक्साइड, नारिंगी-लाल लेड क्रोमेट, तेजस्वी पिवळे सोडियम क्रोमेट, उठावदार हिरवे क्रोम ग्रीन (क्रोमियम (III) ऑक्साइड), फिकट निळे क्रोमियम (II) क्लोराइड आणि जांभळे निर्जल क्रोमियम (III) क्लोराइड. यातील शेवटच्या संयुगामध्ये जलसंयोग (हायड्रेशन) झाल्यावर विलक्षण गुणधर्म दिसतो-क्रोमियम आयनच्या सहा समन्वय स्थळांपैकी किती ठिकाणी क्लोराइडऐवजी पाणी आहे यावर त्याचा रंग फिकट हिरवा, गडद हिरवा किंवा जांभळा असा बदलतो.

### क्रोम यलो : दृश्यतेपासून विषारी वास्तवापर्यंत

रंगद्रव्ये मानवी संस्कृतीत केवळ सौंदर्याची साधने नसून ती तंत्रज्ञान, मानसशास्त्र, सार्वजनिक सुरक्षितता आणि पर्यावरण यांच्याशीही घट्टपणे निगडित असतात. अशाच रंगद्रव्यांपैकी एक वैशिष्ट्यपूर्ण आणि ऐतिहासिकदृष्ट्या महत्त्वाचा रंग म्हणजे क्रोम यलो (Chrome Yellow). हा रंग विशेषतः अमेरिकेतील पिवळ्या शाळेच्या बसशी इतका एकरूप झाला की स्कूल बस यलो ही संज्ञाच जनमानसात रूढ झाली. क्रोम यलो हे रासायनिकदृष्ट्या लेड क्रोमेट ($PbCrO_4$) हे अजैविक रंगद्रव्य आहे. यामध्ये शिसे (Lead) आणि क्रोमियम (Chromium) हे दोन घटक असतात. शिशामुळे रंगाला अपारदर्शकता आणि टिकाऊपणा प्राप्त होतो, तर क्रोमियममुळे तेजस्वी, डोळ्यांना लगेच जाणवणारा पिवळा रंग निर्माण होतो. या गुणधर्मांमुळे एकोणिसाव्या शतकापासून चित्रकला, औद्योगिक रंगकाम, वाहतूक चिन्हे आणि विशेषतः वाहनांवर क्रोम यलोचा मोठ्या प्रमाणावर वापर सुरू झाला.

सन १९३९ मध्ये अमेरिकेतील National Conference on School Transportation मध्ये शाळेच्या बससाठी एकसमान रंग निश्चित करण्याचा निर्णय घेण्यात आला. विविध रंगांवर प्रयोग आणि निरीक्षणे केल्यानंतर असे लक्षात आले की पिवळ्या छटेचा हा रंग संधिप्रकाशात–म्हणजे पहाटे उजाडत असताना व संध्याकाळी सूर्य मावळत असताना सर्वांत जास्त उठावदार दिसतो. मानवी डोळ्यांना हा रंग लाल किंवा हिरव्या रंगाच्या तुलनेत अधिक प्रकर्षाने जाणवतो आणि काळ्या अक्षरांसोबत त्याची रंगसंगती (कॉन्ट्रास्ट) उत्कृष्ट जुळते. विद्यार्थ्यांच्या सुरक्षिततेच्या दृष्टीने ही बाब अत्यंत महत्त्वाची असल्याने स्कूल बस यलो हा मानक रंग म्हणून स्वीकारण्यात आला, जो प्रत्यक्षात क्रोम यलोवर आधारित होता.

मात्र काळ जसजसा पुढे गेला, तसतशी या रंगद्रव्याची दुसरी, अधिक गंभीर बाजू समोर येऊ लागली. क्रोम यलोमधील शिसे हे अत्यंत विषारी असून विशेषतः लहान मुलांच्या मेंदूविकासावर त्याचा विपरीत परिणाम होतो. याशिवाय या रंगातील षट्संयुजी क्रोमियम ($Cr^{6+}$) हा कर्करोगकारक घटक आहे हेही लक्षात येऊ लागले. भूजल प्रदूषण, श्वसनविकार आणि दीर्घकालीन आरोग्यधोके यांच्याशी त्याचा थेट संबंध आढळून आला. कॅलिफोर्नियातील एरिन ब्रॉकविच प्रकरणात सन १९९६ मध्ये मिळालेल्या न्यायालयीन विजयामुळे षट्संयुजी क्रोमियमचे दुष्परिणाम जागतिक स्तरावर चर्चेत आले आणि अशा पदार्थांबाबत जनजागृती वाढली.

या पार्श्वभूमीवर अनेक देशांनी शिसे व क्रोमियमयुक्त रंगांवर बंदी घालण्यास किंवा कडक निर्बंध लावण्यास सुरुवात केली. परिणामी, शाळेच्या बससाठी वापरल्या जाणाऱ्या रंगद्रव्यांमध्ये बदल करण्यात आला. आज स्कूल बस यलो ही रंगछटा कायम ठेवण्यात आली असली तरी तिची रासायनिक रचना बदलली आहे. क्रोम यलोऐवजी अझो रंगद्रव्ये (Azo Pigments)–ज्यांना Pigment Yellow म्हणून ओळखले जाते–यांचा वापर मोठ्या प्रमाणावर केला जातो. ही सेंद्रिय रंगद्रव्ये तुलनेने सुरक्षित, पर्यावरणपूरक आणि आरोग्यदृष्ट्या कमी धोकादायक आहेत.

तरीही क्रोम यलोचा वापर पूर्णपणे नाहीसा झालेला नाही. काही विशिष्ट सागरी आणि औद्योगिक उपयोगांमध्ये, जिथे अत्यंत कठीण परिस्थितीत रंगाचा टिकाऊपणा आवश्यक असतो, तेथे नियंत्रित आणि मर्यादित स्वरूपात त्याचा वापर अजूनही केला जातो. मात्र अशा ठिकाणी कठोर सुरक्षानियम आणि पर्यावरणीय नियंत्रण पाळले जातात. अशा प्रकारे क्रोम यलो हा रंग इतिहासात अत्यंत प्रभावी ठरला असला, तरी आधुनिक काळात त्याची जागा अधिक सुरक्षित पर्यायांनी घेतली आहे. हा प्रवास मानवी प्रगतीचा एक महत्त्वाचा धडा देतो – दृश्य सौंदर्य आणि उपयुक्तता जितकी महत्त्वाची आहे, तितकीच आरोग्य आणि पर्यावरणाची जबाबदारीही आवश्यक आहे. क्रोम यलोचा इतिहास हा केवळ एका रंगाचा इतिहास नसून, वैज्ञानिक जाणीव आणि सामाजिक भानाच्या विकासाचीही साक्ष आहे.

या सर्व रंगद्रव्यांपैकी एक रंगद्रव्य वैशिष्ट्यपूर्ण ठरते. पूर्वी अमेरिकेच्या मिडवेस्ट भागातदेखील उत्तर अमेरिकेत प्रचलित असलेल्या पिवळ्या शाळेच्या बस जनतेच्या ओळखीच्या होत्या. क्रोम यलो किंवा स्कूल बस यलो हा रंग सन १९३९ मध्ये अमेरिकेतील सर्व शाळेच्या बससाठी स्वीकारण्यात आला, कारण संधिप्रकाशात तो जास्त उठावदार आणि स्पष्ट दिसतो. मात्र या रंगात विषारी शिसे आणि षट्संयुजी क्रोमियम (एरिन ब्रॉकविच प्रकरणामुळे प्रसिद्ध) असल्याने, आज त्याची जागा प्रामुख्याने पिग्मेंट येलो म्हणून ओळखल्या जाणाऱ्या अॅझो रंगद्रव्यांनी घेतली आहे; तरीही काही सागरी आणि औद्योगिकरांमध्ये क्रोम यलो अजूनही वापरला जातो.

### क्रोमियम आधारित रत्ने

क्रोमियमच्या नैसर्गिक रूपांपैकी सर्वात सुंदर असतात ती रत्ने. त्या रत्नांमध्ये या मूलद्रव्याचा अल्प अंश विविध रंगांची ज्वाला निर्माण करतो. कोरंडम, बेरिल आणि क्रायसोबेरिल ही धातूंचे ऑक्साइड स्वतः रंगहीन व दुर्लक्षित खनिजे आहेत; पण त्यात थोडेसे क्रोमियम मिसळले की तीच खनिजे माणिक (रुबी), पाचू (एमरेल्ड) आणि अलेक्झांड्राइट बनतात. संक्रमण धातूंच्या संयुगांची इलेक्ट्रॉनिक रचना स्पष्ट करणारा क्रिस्टल–फील्ड सिद्धांत क्रोमियमच्या संयुगांतील रंगांचा उगम आणि त्यातील बदल आश्चर्यकारकरीत्या अचूकपणे समजावतो. माणकांमध्ये जे ॲल्युमिनियम ऑक्साइड असते त्या ॲल्युमिनियम आयनांपैकी काही हजारांश भाग क्रोमियम (III) आयनांनी बदललेले असतात. येथे क्रोमियमभोवती सहा ऑक्सिजन अणू असतात. त्यामुळे क्रोमियम जांभळे आणि पिवळसर–हिरवे प्रकाशाकिरण शोषून घेतो. परिणामी आपल्याला मुख्यत्वे लाल आणि थोडासा निळा रंग दिसतो, हाच तो उत्तम माणकांमध्ये दिसणारा पिजन–ब्लड रंग!

$Cr^{3+}$ आयन हे –$Al^{3+}$ आयनापेक्षा सुमारे २६% मोठे असते. त्यामुळे ॲल्युमिनियम ऑक्साइडमध्ये अधिक क्रोमियम मिसळले, की क्रोमियमभोवतीच्या अष्टकोनी

(ऑक्टाहेड्रल) वलयात  विकृत होते आणि शोषण पट्टे लाल दिशेने सरकतात. ज्या ॲल्युमिनियम ऑक्साइडमध्ये २० ते ४०% ॲल्युमिनियम अणू क्रोमियमने बदललेले असतात, तेथे शोषित व प्रसारित रंगांची अदलाबदल होते आणि संयुग हिरवे दिसते-कृत्रिम माणिक हिरव्या नीलमणीमध्ये (ग्रीन सॅफायर) रूपांतरित होते. याच्यानंतरचे सुंदर रत्न म्हणजे पाचू. ते सिलिकॉन, ॲल्युमिनियम आणि बेरिलियम यांच्या ऑक्साइडचे बनलेले असते. येथेही ॲल्युमिनियमच्या जागी क्रोमियम आयन बसते आणि त्याभोवती ऑक्सिजनचे विकृती असलेले अष्टकोनी वलय असते. हे वलयच पाचूला नीलमणीसारखाच वैशिष्ट्यपूर्ण हिरवा रंग देते.

## अलेक्झांड्राइट : रंगबदलामागील शास्त्रीय रहस्य

रत्नजगतात काही रत्ने केवळ सौंदर्यामुळे नव्हे, तर त्यांच्या विलक्षण भौतिक-रासायनिक गुणधर्मांमुळेही अद्वितीय ठरतात. अशाच दुर्मिळ व आकर्षक रत्नांपैकी एक म्हणजे अलेक्झांड्राइट. क्रोमियमयुक्त रत्नांमध्ये अलेक्झांड्राइट विशेष महत्त्वाचे मानले जाते, कारण प्रकाशाच्या प्रकारानुसार आणि निरीक्षणाच्या दिशेनुसार त्याचा रंग ठळकपणे बदलतो. हा रंगबदल कोणत्याही जादुई गुणधर्मामुळे नव्हे, तर शुद्ध शास्त्रीय कारणांमुळे घडतो.

अलेक्झांड्राइट हे क्रिसोबेरील ($BeAl_2O_4$) या खनिजाचे एक दुर्मिळ रूप आहे. या खनिजामध्ये ॲल्युमिनियमच्या काही जागा क्रोमियम ($Cr^{3+}$) आयनांनी व्यापलेल्या असतात. हाच क्रोमियम घटक अलेक्झांड्राइटच्या वैशिष्ट्यपूर्ण रंगबदलासाठी मुख्यत्वे कारणीभूत ठरतो. क्रोमियम आयनांमधील d-इलेक्ट्रॉन्स विशिष्ट तरंगलांबीचा प्रकाश निवडकपणे शोषतात. परिणामी काही रंग शोषले जातात, तर उरलेले रंग डोळ्यांना परावर्तित किंवा प्रसारित होऊन दिसतात. अलेक्झांड्राइटचे आणखी एक महत्त्वाचे वैशिष्ट्य म्हणजे त्याचा तीव्र प्लिओक्रोइझम (Pleochroism). या रत्नाची स्फटिक रचना असममित (orthorhombic) असल्यामुळे, प्रकाश स्फटिकाच्या वेगवेगळ्या अक्षांमधून जाताना भिन्न प्रमाणात शोषला जातो. त्यामुळे रत्नाची दिशा बदलली असता त्याचा रंगही बदललेला दिसतो. कधी तो हिरवट, कधी पिवळसर, तर कधी लाल-नारिंगी छटा दाखवतो. हा गुणधर्म अलेक्झांड्राइटला इतर रत्नांपेक्षा वेगळे स्थान देतो.

अलेक्झांड्राइटच्या रंगबदलाचा सर्वाधिक ठळक अनुभव दिवसाच्या प्रकाशात आणि ८८ मेणबत्त्यांच्या किंवा इनकँडेसेंट प्रकाशात येतो. सूर्यप्रकाशात निळ्या आणि हिरव्या तरंगलांबींचे प्रमाण अधिक असते. क्रोमियम आयन प्रामुख्याने पिवळ्या-नारिंगी प्रकाशाचे शोषण करतात, त्यामुळे उरलेला हिरवा प्रकाश ठळकपणे दिसून येतो आणि रत्न पाचूसारखे हिरवे भासते. याउलट मेणबत्तीच्या प्रकाशात लाल व नारिंगी तरंगलांबी जास्त प्रमाणात असतात. या वेळी हिरव्या घटकाचे प्रमाण कमी असल्यामुळे आणि क्रोमियमच्या शोषणामुळे रत्नातून लाल रंग प्रधानपणे दिसतो.

अलेक्झांड्राइटच्या दर्जानुसारही रंगबदलाची तीव्रता बदलते. उत्कृष्ट प्रतीच्या अलेक्झांड्राइटमध्ये क्रोमियमचे प्रमाण योग्य आणि स्फटिकरचना तुलनेने दोषरहित असल्यामुळे दिवसाच्या प्रकाशात तेजस्वी हिरवा आणि उबदार प्रकाशात जिवंत, अग्निरक्तलाल रंग दिसतो. कमी दर्जाच्या रत्नांमध्ये मात्र हा बदल फिकट आणि धूसर असतो; हिरवा रंग फिका तर लाल रंग तपकिरी किंवा मळकट भासतो.

एकंदरीत पाहता, अलेक्झांड्राइटचा रंगबदल हा क्रोमियम आयनांचे निवडक प्रकाशशोषण, स्फटिकरचनेमुळे होणारा प्लिओक्रोइझम आणि प्रकाशाच्या वर्णक्रमातील फरक यांचा संयुक्त परिणाम आहे. त्यामुळेच या रत्नाला दिवसा पाचू, रात्री माणिक (Emerald by day, Ruby by night) असे काव्यमय नाव दिले गेले आहे. सौंदर्य आणि शास्त्र यांच्या अशा दुर्मिळ संगमामुळे अलेक्झांड्राइटला रत्नांच्या विश्वात अद्वितीय स्थान मिळाले आहे.

**शास्त्रीय स्पष्टीकरण** : क्रिस्टल फील्ड थिअरीनुसार, स्फटिक क्षेत्रात d-कक्ष दोन प्रमुख ऊर्जा-पातळ्यांमध्ये विभागले जातात - कमी ऊर्जा स्तर आणि उच्च ऊर्जा स्तर. या दोन स्तरांमधील ऊर्जा फरकाला क्रिस्टल फील्ड स्प्लिटिंग ऊर्जा ($\triangle E$) असे म्हणतात. अलेक्झांड्राइटच्या असममित स्फटिक रचनेमुळे हा $\triangle E$ मध्यम मूल्याचा असतो, जो दृश्य प्रकाशातील पिवळ्या-नारिंगी तरंगलांबींच्या ऊर्जेशी साधर्म्य साधतो. त्यामुळे त्या विशिष्ट तरंगलांबींचा प्रकाश क्रोमियम आयनांकडून प्रभावीपणे शोषला जातो.

जेव्हा पांढरा प्रकाश अलेक्झांड्राइटवर पडतो, तेव्हा काही फोटॉन्सची ऊर्जा $\triangle E$शी जुळते. असे फोटॉन शोषले जाऊन क्रोमियम आयनांमधील इलेक्ट्रॉन कमी ऊर्जा पातळीवरून उच्च ऊर्जा पातळीवर जातात. या प्रक्रियेला d-d संक्रमण (electronic transition) म्हणतात. शोषल्या गेलेल्या तरंगलांबी डोळ्यांना दिसत नाहीत; उरलेला प्रकाशच रत्नाचा दिसणारा रंग ठरवतो.

दिवसाच्या प्रकाशात निळ्या व हिरव्या तरंगलांबींचे प्रमाण अधिक असते. क्रोमियम आयन पिवळ्या-नारिंगी

प्रकाश शोषत असल्यामुळे हिरवा प्रकाश तुलनेने जास्त परावर्तित होतो आणि अलेक्झांड्राइट पाचूसारखा हिरवा भासतो. याउलट मेणबत्तीच्या किंवा इनकँडेसेंट प्रकाशात लाल व नारिंगी तरंगलांबी प्रबळ असतात. अशा प्रकाशात हिरव्या घटकाचे प्रमाण कमी असल्याने आणि ऊर्जापातळी संक्रमणांच्या स्वरूपामुळे रत्नातून लाल रंग प्राधान्याने दिसतो.

अलेक्झांड्राइटची स्फटिक रचना असममित असल्यामुळे स्फटिकाच्या वेगवेगळ्या अक्षांवर क्रिस्टल फील्डची तीव्रता थोडी वेगळी असते. परिणामी △Eचे मूल्य दिशेनुसार बदलते आणि वेगवेगळ्या तरंगलांबी शोषल्या जातात. याच कारणामुळे अलेक्झांड्राइट तीव्र प्लिओक्रोइझम दाखवते, म्हणजे निरीक्षणाच्या दिशेनुसार हिरवा, पिवळसर किंवा लालसर रंग दिसतो.

रत्नाच्या दर्जानुसारही रंगबदलाची तीव्रता बदलते. उत्कृष्ट प्रतीच्या अलेक्झांड्राइटमध्ये क्रोमियमचे प्रमाण योग्य, स्फटिक रचना शुद्ध आणि △E अचूक श्रेणीत असल्यामुळे d-d संक्रमण प्रभावी होते. परिणामी दिवसाच्या प्रकाशात तेजस्वी हिरवा आणि उबदार प्रकाशात जिवंत, अग्निरक्त लाल रंग स्पष्टपणे दिसतो. कमी दर्जाच्या रत्नांमध्ये स्फटिक दोष, अयोग्य क्रोमियम प्रमाण आणि अनियमित ऊर्जा-पातळ्यांमुळे रंगबदल फिकट व धूसर दिसतो.

एकूणच, अलेक्झांड्राइटचा रंगबदल हा कोणत्याही गूढ शक्तीचा परिणाम नसून, क्रोमियम आयनांचे ऊर्जापातळी संक्रमण, क्रिस्टल फील्ड थिअरीने स्पष्ट होणारे d-कक्षांचे विभाजन आणि प्रकाशाच्या वर्णक्रमातील भिन्नता यांचा संयुक्त शास्त्रीय परिणाम आहे. त्यामुळे अलेक्झांड्राइट हे रत्न सौंदर्याबरोबरच आधुनिक भौतिक-रसायनशास्त्राचे एक जिवंत उदाहरण म्हणून विशेष महत्त्वाचे ठरते.

या रंगीबेरंगी जगाच्या पलीकडे, क्रोमियम एका अवांछित रंगाला - गंजाच्या तपकिरी रंगाला - आळा घालते. गंजरोधक किंवा स्टेनलेस स्टीलमध्ये किमान ११% वस्तुमान क्रोमियमचे असते. मिश्रधातूमधील क्रोमियम ऑक्सिजनशी अभिक्रिया करून अतिसूक्ष्म, पारदर्शक ऑक्साइडचा थर तयार करते, हा थर ऑक्सिजन अणूंच्या प्रवेशास अडथळा निर्माण करतो आणि लोखंडाच्या गंजामुळे होणारे लालसर, भुसभुशीत थर रोखतो.

क्रोमियमच्या संयुगांचा इतका व्यापक वापर पाहता, हे ऐकून आश्चर्य वाटू नये की तयार होणाऱ्या क्रोमियमपैकी अर्ध्या टक्क्याहूनही कमी प्रमाण मूलद्रव्य स्वरूपात असते. त्यामुळे दोन शतकांपूर्वी व्हॉकलँ यांनी केलेले क्रोमियमचा उपयोग मर्यादित असेल, हे भाकीत काही अंशी खरे ठरते. तरीही, रत्नांनंतर क्रोमियमचे महत्त्व लक्षात येते ते त्याच्या धातुरूपाचे! बॉल बेअरिंगवरील आरशासारखी चमकणारी गंजरोधक व झीजरोधक क्रोम पृष्ठभाग किंवा मोटारगाडीच्या भागांवरील चमकदार चांदीसारखी सजावट ही ती धातुरूपे अतिशय आकर्षक दिसतात. म्हणजेच ते चमकदार, रंगीबेरंगी, गंजरोधक आणि झीजरोधकही आहे. क्रोमियमचा उपयोग मर्यादित आहे असे आजच्या काळात अजिबात म्हणता येणार नाही.

भारतामध्ये क्रोमियमचे प्रमुख साठे क्रोमाइट धातूच्या रूपात आढळतात - क्रोमियमचा सर्वात महत्त्वाचा व्यावसायिक स्रोत क्रोमाइट ($FeCr_2O_4$) आहे. भारतातील क्रोमियम साठ्यांचा अत्यंत मोठा भाग (९३-९८%) ओडिशामध्ये आहे. सुकिंडा व्हॅली - जाजपूर आणि कट्टक जिल्ह्यांमध्ये सर्वात मोठे क्रोमाइट साठा क्षेत्र आहे आणि जवळपास भारताच्या एकूण क्रोमाइट साठ्यांचा खूप मोठा भाग इथेच आहे.

## भौतिक गुणधर्म

***रंग व स्वरूप*** : क्रोमियम चकचकीत, चांदीसारखा पांढरट-राखाडी रंगाचा धातू आहे.

**कठोरता** : हा अतिशय कठीण धातू असून मोह्स मापनानुसार त्याची कठोरता सुमारे ८.५ आहे.

**घनता** : सुमारे ७.५ ग्रॅम/सें मी$^{3}$

**द्रवणांक** : सुमारे १९०७°C - त्यामुळे उच्च तापमान सहन करणारा धातू.

**उत्कलनबिंदू** : सुमारे २६७१°C

**ताण सहनशीलता** : क्रोमियम ताणास प्रतिकार करतो, पण तो ठिसूळ असल्याने सहज तुटू शकतो.

**विद्युत व उष्णता वाहकता** : विद्युत व उष्णतेचा मध्यम दर्जाचा चालक आहे.

**चमक व झीज प्रतिकार** : त्याच्या पृष्ठभागावर नैसर्गिक ऑक्साइड थर तयार होतो, ज्यामुळे तो गंजत नाही व चमक टिकून राहते.

## रासायनिक गुणधर्म

**संयुगे तयार करण्याची प्रवृत्ती** : क्रोमियम सहजपणे ऑक्सिजन, हॅलोजन व गंधक यांच्याशी संयुगे तयार करतो.

**ऑक्सिडेशन स्थिती (Oxidation States)** : क्रोमियमच्या प्रमुख ऑक्सिडेशन अवस्था : +२, +३ आणि +६ यातील +३ अवस्था सर्वाधिक स्थिर तर +६ अवस्था (उदा. क्रोमेट, डायक्रोमेट) विषारी व प्रबळ ऑक्सिडायझर असते.

**ऑक्सिडेशन व गंजरोधक गुण** : हवेशी संपर्क आल्यावर

$Cr_2O_3$ चा संरक्षक थर बनतो - गंज टाळला जातो.

**आम्लांशी अभिक्रिया :** dilute आम्लांशी क्रोमियम हळूहळू अभिक्रिया करतो; नायट्रिक आम्ल क्रोमियमला निष्क्रिय (passive) करते.

**क्षारांशी अभिक्रिया :** वितळलेल्या क्षारांशी किंवा तीव्र क्षारांशी अभिक्रिया करून क्रोमेट तयार करतो.

ऑक्सिडायझिंग व रिड्युसिंग स्वभाव. +६ अवस्थेतील संयुगे प्रबळ ऑक्सिडायझर असतात, तर +२ अवस्थेतील संयुगे रिड्युसिंग एजंट म्हणून काम करतात.

**रंगीत संयुगे :** क्रोमियमची अनेक संयुगे तेजस्वी रंगांची असतात (हिरवे, पिवळे, नारिंगी), म्हणून रंगद्रव्यांत वापर.

## क्रोमियमची जैविक भूमिका

क्रोमियम आपल्या आहारात मायक्रोग्रॅम पातळीवर, आणि $Cr^{3+}$ (त्रिसंयोजी) या सुरक्षित व जैविकदृष्ट्या उपयुक्त स्वरूपात असते. संतुलित आहार घेतल्यास स्वतंत्र पूरकांची (supplements) गरज सहसा भासत नाही. क्रोमियमची गरज फारच कमी असते; म्हणूनच ते सूक्ष्म मूलद्रव्य (trace element) मानले जाते.

साधारणपणे आंतरराष्ट्रीय पोषणशास्त्रीय शिफारशी (Adequate Intake - AI) अशा आहेत :

प्रौढ पुरुष : सुमारे ३०–३५ मायक्रोग्रॅम/प्रतिदिन (µg/day)

प्रौढ स्त्रिया : सुमारे २०–२५ मायक्रोग्रॅम/प्रतिदिन

गर्भवती स्त्रिया : सुमारे ३० मायक्रोग्रॅम/प्रतिदिन

स्तनपान देणाऱ्या माता : सुमारे ४५ मायक्रोग्रॅम/प्रतिदिन

सामान्य संतुलित आहार घेतल्यास हे प्रमाण सहज मिळते.

मानवी शरीरातील सर्व जैविक प्रक्रिया या विविध मूलद्रव्यांच्या संतुलित सहभागावर अवलंबून असतात. कॅल्शियम, लोह, सोडियम यांसारख्या प्रमुख खनिजांबरोबरच काही मूलद्रव्ये अत्यल्प प्रमाणात आवश्यक असतात; अशा घटकांना सूक्ष्म मूलद्रव्ये (Trace elements) म्हणतात. क्रोमियम हे त्यापैकी एक महत्त्वाचे सूक्ष्म मूलद्रव्य असून ते मानवाच्या चयापचय प्रक्रियांमध्ये विशेषतः कार्बोहायड्रेट व लिपिड चयापचयात महत्त्वाची भूमिका बजावते.

क्रोमियमची सर्वात महत्त्वाची जैविक भूमिका म्हणजे इन्सुलिनच्या कार्यक्षमतेत वाढ करणे. इन्सुलिन हे स्वादुपिंडातून स्रवणारे संप्रेरक (हार्मोन) असून ते रक्तातील ग्लुकोजला पेशींमध्ये प्रवेश करण्यास मदत करते. क्रोमियम हा इन्सुलिनचा सहकारी घटक (co-factor) म्हणून कार्य करतो. तो पेशींच्या पृष्ठभागावरील इन्सुलिन रिसेप्टरची संवेदनशीलता वाढवतो, त्यामुळे ग्लुकोजचा पेशींमध्ये होणारा प्रवेश अधिक परिणामकारक होतो. यामुळे रक्तातील साखरेची पातळी नियंत्रित राहते. यामध्ये क्रोमोड्युलीन (क्रोमियमला बंधनात ठेवणारे कमी रेणूभार असलेले एक प्रथिन) नावाच्या जैव-संयुगाचा सहभाग असतो.

कार्बोहायड्रेट चयापचयाबरोबरच क्रोमियम ग्लुकोज टॉलरन्स फॅक्टर (GTF) या जैविक संयुगाचा घटक आहे. GTF मुळे इन्सुलिनची क्रिया सुलभ होते व ग्लुकोजपासून ऊर्जा (ATP) निर्मितीची प्रक्रिया कार्यक्षम बनते. त्यामुळे शरीरातील ऊर्जासंतुलन राखण्यास क्रोमियमचा मोठा हातभार लागतो.

क्रोमियमची भूमिका केवळ साखर चयापचयापुरती मर्यादित नसून तो चरबी (लिपिड) चयापचयातही महत्त्वाचा आहे. संशोधनानुसार क्रोमियममुळे 'वाईट' कोलेस्ट्रॉल (LDL) कमी होण्यास व 'चांगले' कोलेस्ट्रॉल (HDL) वाढण्यास मदत होते. त्यामुळे हृदयविकार, रक्तवाहिन्यांचे विकार यांचा धोका काही प्रमाणात कमी होऊ शकतो.

याशिवाय क्रोमियम प्रथिन चयापचयातही अप्रत्यक्ष भूमिका बजावतो. अमिनोआम्लांचा योग्य वापर, स्नायूंची वाढ व उतकांची दुरुस्ती या प्रक्रियांमध्ये त्याचा सहभाग आढळतो. त्यामुळे शरीराची कार्यक्षमता व आरोग्य टिकवून ठेवण्यास क्रोमियम उपयुक्त ठरतो.

शरीरात क्रोमियमची कमतरता निर्माण झाली, तर ग्लुकोज टॉलरन्स कमी होणे, मधुमेहासारखी लक्षणे, थकवा, वजन वाढ व कोलेस्ट्रॉल असंतुलन होऊ शकते. त्यामुळे आहारातून पुरेसे क्रोमियम मिळणे आवश्यक आहे. संपूर्ण धान्ये, कडधान्ये, ब्रोकली, काजू-बदाम व यीस्ट हे क्रोमियमचे प्रमुख अन्नस्रोत मानले जातात.

महत्त्वाची बाब म्हणजे क्रोमियमचे सर्व प्रकार उपयुक्त नसतात. त्रिसंयोजी क्रोमियम ($Cr^{3+}$) हा जैविकदृष्ट्या आवश्यक व सुरक्षित आहे; परंतु षट्संयोजी क्रोमियम ($Cr^{6+}$) हा अत्यंत विषारी व कर्करोगजन्य असल्याने तो आरोग्यास घातक ठरतो.

अशा प्रकारे, अत्यल्प प्रमाणात असला तरी क्रोमियम मानवी शरीरातील चयापचय प्रक्रियांमध्ये अत्यंत महत्त्वाची भूमिका बजावतो. इन्सुलिनची कार्यक्षमता, ऊर्जानिर्मिती व हृदयआरोग्य यांसाठी क्रोमियम हा एक अपरिहार्य सूक्ष्म घटक आहे.

## क्रोमियमचे औद्योगिक उपयोग

क्रोमियम हा कठीण, गंजरोधक आणि चमकदार धातू असल्यामुळे उद्योगांमध्ये त्याचा मोठ्या प्रमाणावर वापर होतो. त्याचे प्रमुख औद्योगिक उपयोग असे आहेत :

**१) स्टेनलेस स्टील उद्योग :** लोखंडात सुमारे १०-१८% क्रोमियम मिसळल्याने स्टेनलेस स्टील तयार होते. गंज, उष्णता व रसायनांना प्रतिकार मिळतो. त्याचा वापर स्वयंपाकघराची भांडी, शस्त्रक्रियेची साधने, टाक्या, पाइप बनवण्यासाठी होतो.

**२) इलेक्ट्रोप्लेटिंग :** धातूंवर पातळ क्रोमियमचा थर चढवला जातो. वस्तूंना चमक, कडकपणा व गंजरोधकता मिळते. त्याचा वापर वाहनांचे भाग, नळ, सायकली, सजावटीच्या वस्तू बनवण्यासाठी होतो.

**३) मिश्रधातू :** निकेल, कोबाल्ट इत्यादींसोबत क्रोमियमचे मिश्रण. उच्च तापमान सहन करणाऱ्या मिश्रधातूचा वापर जेट इंजिन, टर्बाइन, औद्योगिक भट्ट्या बनवण्यासाठी होतो.

**४) रंग व वर्णद्रव्ये :** क्रोमियम ऑक्साइड ($Cr_2O_3$) – हिरवा रंग; लेड क्रोमेट – पिवळा रंग (आता मर्यादित वापर). या विविध रंगांचा वापर रंग, सिरॅमिक आणि काच उद्योगांमध्ये मोठ्या प्रमाणात होतो.

५) **अग्निरोधक पदार्थ (Refractories)** क्रोमाइट ($FeCr_2O_4$) पासून अग्निरोधक विटा. त्यांचा वापर स्टील उद्योगातील भट्ट्या बांधण्यासाठी होतो.

६) **कातडी उद्योग :** क्रोमियम सल्फेट वापरून कातडी कमावली जाते. त्यामुळे कातडी अधिक मऊ, टिकाऊ व जलरोधक बनते.

७) **रासायनिक उद्योग ऑक्सिडायझिंग एजंट, उत्प्रेरक (catalysts) यांचा वापर :** रसायननिर्मिती, प्रयोगशाळांमध्ये होतो.

**८) गंजरोधक कोटिंग :** औद्योगिक यंत्रसामग्रीवर संरक्षणात्मक थर.

## क्रोमियममुळे होणारे प्रदूषण

औद्योगिकीकरणाच्या झपाट्याने झालेल्या वाढीमुळे पर्यावरणावर अनेक प्रकारचे दुष्परिणाम होत आहेत. त्यांपैकी जड धातूजन्य प्रदूषण हा एक गंभीर प्रकार असून, क्रोमियम (Chromium) या धातूमुळे होणारे प्रदूषण विशेषतः चिंताजनक मानले जाते. क्रोमियमचा वापर अनेक उद्योगांमध्ये मोठ्या प्रमाणावर होत असल्याने त्याचा अपव्यय आणि चुकीची विल्हेवाट पर्यावरण व मानवी आरोग्यास धोका निर्माण करते.

## क्रोमियम प्रदूषणाचे स्रोत

क्रोमियममुळे होणारे प्रदूषण मुख्यतः औद्योगिक सांडपाण्यामुळे निर्माण होते.

* चामडे उद्योगातून निघणारे सांडपाणी
* इलेक्ट्रोप्लेटिंग उद्योगातील रसायनयुक्त पाणी
* रंग व रसायन कारखान्यांचा अपशिष्ट पदार्थ
* औद्योगिक कचऱ्याची अयोग्य विल्हेवाट

या स्रोतांमधून क्रोमियम जलस्रोत, माती आणि भूजलात मिसळतो व दीर्घकाळ टिकून राहतो.

## पर्यावरणावर होणारे परिणाम

क्रोमियम प्रदूषणाचा पर्यावरणावर गंभीर परिणाम होतो. जलस्रोतांमध्ये मिसळलेले क्रोमियम माशांमध्ये व जलचरांमध्ये जैवसंचयन (bioaccumulation) घडवून आणते. मातीतील क्रोमियम पिकांच्या वाढीवर विपरीत परिणाम करतो व अन्नसाखळीमार्फत मानवापर्यंत पोहोचतो. परिणामी पर्यावरणीय समतोल बिघडतो.

## मानवी आरोग्यावर परिणाम

Cr(VI)च्या संपर्कामुळे अनेक आरोग्यविषयक समस्या उद्‌भवतात.

* त्वचारोग, पुरळ, अल्सर
* श्वसनसंस्थेचे विकार
* यकृत व मूत्रपिंडांचे नुकसान
* कर्करोगाचा धोका (विशेषतः फुप्फुसाचा)
* प्रदूषित पाणी पिणे किंवा अशा पाण्यात पिकवलेले अन्न सेवन केल्याने हे धोके अधिक वाढतात.

## प्रतिबंध आणि उपाय

क्रोमियम प्रदूषण रोखण्यासाठी काही महत्त्वाचे उपाय आवश्यक आहेत.

* औद्योगिक सांडपाण्यावर योग्य शुद्धीकरण प्रक्रिया राबवणे
* Cr(VI)चे कमी विषारी Cr(III)मध्ये रूपांतर करणाऱ्या तंत्रज्ञानाचा वापर
* पर्यावरणपूरक उत्पादन पद्धतींचा अवलंब
* कठोर कायदे व त्यांची प्रभावी अंमलबजावणी
* जनजागृती आणि उद्योगांची सामाजिक जबाबदारी

क्रोमियममुळे होणारे प्रदूषण हे आधुनिक औद्योगिक युगातील एक गंभीर आव्हान आहे. आर्थिक प्रगतीच्या नावाखाली पर्यावरण व मानवी आरोग्याकडे दुर्लक्ष करणे धोकादायक ठरू शकते. म्हणूनच शाश्वत विकास आणि पर्यावरणसंरक्षण यांचा समतोल राखून क्रोमियम प्रदूषणावर नियंत्रण मिळवणे अत्यावश्यक आहे.

# मोजक्या अक्षरांचे सामर्थ्य

**नरेंद्र गोळे**


## सारांश

किमान अक्षरांत कमाल आशय व्यक्तवू शकणारी अभिव्यक्ती म्हणजे कविता. सर्व पुरातन भारतीय ग्रंथ काव्यबद्ध आहेत. त्यातही एखाद्या गोष्टीचे माहात्म्य ठसवण्याकरता पुनरावर्ती रचना मोलाच्या ठरतात. गेय ठरतात. पाठांतरास सोप्या ठरतात. टिकून राहतात. त्यामुळे रचना पुनरावर्ती होत गेल्या. लघु आवर्तनांतून दीर्घ आवर्तनांत विस्तारत गेल्या. अधिकाधिक प्रगल्भ होत गेल्या.

महर्षी व्यासांनी रचलेले २४,००० श्लोकांचे रामायण; १,२५,००० श्लोकांचे महाभारत; तसेच ७०० श्लोकांची भगवद्‍गीता हे ग्रंथ बव्हंशी अनुष्टुप छंदात (८ अक्षरी) रचले गेले. गीतेतील काही श्लोक मात्र इंद्रवज्रा (११ अक्षरी) वृत्तात रचलेले आढळून येतात. समर्थ रामदासांचे मनाचे श्लोक भुजंगप्रयात (१२ अक्षरे) वृत्तात, तर त्यांची करुणाष्टके मालिनी (१५ अक्षरे) वृत्तात रचलेली आहेत. स्वातंत्र्यवीर सावरकरांची ‘माझे मृत्युपत्र’ ही कविता वसंततिलका (१४ अक्षरे) वृत्तातली आहे. कालिदासांचे मेघदूत हे खंडकाव्य मंदाक्रांता (१७ अक्षरे) वृत्तात रचलेले आहे. पुष्पदंत गंधर्वाने रचलेले शिवमहिम्न हे शिवस्तोत्र, बहुशः शिखरिणी (१७ अक्षरे) वृत्तात रचलेले आहे. जवळपास सर्वच मंगलाष्टके शार्दूलविक्रीडित (१९ अक्षरे) वृत्तात बांधलेली असतात. कालिदासांच्या अभिज्ञान शाकुंतलाचा मंगलाचरण, तसेच रामरक्षेच्या सुरुवातीचे ध्यानही स्रग्धरा (२१ अक्षरे) वृत्तात रचलेले आहेत.

वैदिक काळापासून आजपावेतो सर्व मानवी संस्कृतींचे सामर्थ्य म्हणजे त्यांची भाषा. ती किमान अक्षरांत कमाल आशय व्यक्तवू शकणारी असावी, ही त्यांची धारणा. मानवी संस्कृतींची प्रगती त्यांच्या अभिव्यक्तीतच सामावलेली असते. त्यामुळे किमान अक्षरांत कमाल आशय व्यक्त करू शकण्याला आजही अनन्यसाधारण महत्त्व आहे आणि म्हणूनच आपल्या संस्कृतीचा समृद्ध वारसा असलेले वृत्तबद्ध काव्यरचनेचे सामर्थ्य आजही आराध्य आहे.

या शोधनिबंधात आपल्या वृत्तबद्ध काव्यरचनेतील समृद्धी प्रकट करण्याचा प्रयत्न केलेला आहे. पिंगलमुनींनी छंदशास्त्राची रचना केली. राजा भर्तृहरीने रचलेल्या शतकत्रयींतील वृत्तांचे व्याकरण कविकुलगुरू कालिदासांनी ‘श्रुतबोध’ नावाच्या ग्रंथात वर्णिले आहे. त्यांतून विकास पावत पावत आजचे छंदशास्त्र आपल्यापर्यंत पोहोचलेले आहे. ते शिकून घेऊन होतकरू विद्यार्थी वृत्तबद्ध काव्यरचना करू लागले तर ते; वर्तमान मानवी जीवनातील अनुभवलेखन, विवरण, संवाद आणि भावना किमान अक्षरांत कमाल आशयाद्वारे व्यक्त करू शकतील आणि आपापल्या जीवनात प्रगतीची उंच शिखरे गाठू शकतील. तसे व्हावे आणि आपला सांस्कृतिक वारसा असलेले काव्यरचनासामर्थ्य कळसास पोहोचावे याकरताच केलेला हा एक प्रयास आहे!


## अनुष्टुप छंद

रामायण, महाभारत, भगवद्‍गीता यांची रचना प्रामुख्याने अनुष्टुप छंदात केली गेली आहे. यात प्रत्येकी आठ आठ अक्षरांचे चार चरण असतात. या रचनेस सामान्यतः श्लोक म्हटले जाते. म्हणजे एकूण बत्तीस अक्षरांत जे सांगायचे असेल ते सांगितले गेले पाहिजे. त्याकरता बहुधा दोन, तीन, प्रसंगी चार वा पाच अक्षरांचे शब्दच उपयोगात आणले जातात. अभिव्यक्ती संहत असते आणि शब्द नेमके असतात. चरणातील पाचवे, सहावे आणि सातवे अक्षर पहिल्या व तिसऱ्या चरणात अनुक्रमे लघु, गुरू, गुरू असावे तर दुसऱ्या आणि चौथ्या चरणात ते अनुक्रमे लघु, गुरू, लघु असावे इतकीच काय ती आवश्यकता ‘श्रुतबोधात’ वर्णिलेली आहे. चरणांत अक्षर ऱ्हस्व असताही दीर्घ उच्चारावे असाही प्रघात आहे. एरवी रचनेस भरपूर मोकळीक मिळत असल्याने रचयित्यास हा छंद खूपच सोयीचा आहे. सहज आहे.

उदाहरणार्थ : अपि स्वर्णमयी लंका, न मे लक्ष्मण रोचते। जननी जन्मभूमिश्च, स्वर्गादपि गरीयसि।।

म्हणजे (मराठी अनुवाद) : सोन्याची जरि ही लंका, लक्ष्मणा नावडे मला। जन्मदात्रीच भू माझी, थोर स्वर्गाहुनी असे।।

राम लक्ष्मणास म्हणतो, लंका जरी सोन्याची असली तरी, हे लक्ष्मणा, माझी जननी जन्मभूमीच मला स्वर्गाहूनही थोर वाटते. ही संपूर्ण संकल्पना एकाच श्लोकात सहजपणे सांगता आली हे अनुष्टुप छंदाचे सामर्थ्य आहे.

हितोपदेशातील पुढील श्लोक पाहा :

उद्यमेनहि सिद्ध्यन्ति, कार्याणि न मनोरथैः।

न हि सूप्तस्य सिंहस्य, प्रविश्यन्ति मुखे मृगाः।।

म्हणजे (मराठी अनुवाद) : केल्याने होत आहे रे, इच्छिल्याने न केवळ। झोपलेल्या न सिंहाच्या, तोंडी प्रवेशती पशू।।

उद्यमाचे महत्त्व सांगणारा हा अल्पाक्षरी श्लोक तर सुभाषित म्हणूनच गणल्या जात असतो. हे अनुष्टुप छंदाचे सामर्थ्य आहे.

पार्वती शंकरास जेव्हा विष्णुसहस्रनामास पर्याय म्हणून एखादा अल्पाक्षरी उपाय विचारते तेव्हा महादेव सांगतात : राम रामेति रामेति, रमे रामे मनोरमे। सहस्रनाम तत्तुल्यं, रामनाम वरानने।।

म्हणजे (मराठी अनुवाद) : मनोरमे रमतो मी, रामनामात सारखा। सहस्रनाम ते तुल्य, रामनामास सुंदरी।।

थोडक्यात विष्णुसहस्रनामास पर्याय म्हणून सांगितलेला हा श्लोकच तो अल्पाक्षरी उपाय आहे. हे अनुष्टुप छंदाचे सामर्थ्य आहे.

भगवद्गीतेतही काही काही निवेदने आठ अक्षरी चरणांत सांगणे अवघड होते. त्यामुळे ती विस्तारित अकरा अक्षरी चरणांत सांगितली गेली. उदाहरणार्थ –

वासांसि जीर्णानि यथा विहाय, नवानि गृह्णाति नरोऽपराणि। तथा शरीराणि विहाय जीर्णान्यन्यानि संयाति नवानि देही।। – भगवद्गीता–२–२२, इंद्रवज्रा

सांडुनिया जर्जर जीर्ण वस्त्रे, मनुष्य घेतो दुसरी नवीन। तशी चि टाकूनि जुनी शरीरे, आत्माहि घेतो दुसरी निराळी ।।
– गीताई–२–२२, इंद्रवज्रा

विनोबांनी गीतेचा केलेला समश्लोकी मराठी अनुवाद एवढा सार्थ आहे, की त्यातील शब्दांना पर्याय शोधूनही सापडत नाहीत. नेमके आणि मोजके शब्द. त्यामुळे जशी गीता अल्पाक्षरी आहे तशीच गीताईही अल्पाक्षरी आहे. तरीही मूळ संकल्पना पूर्ण सामर्थ्यानिशी व्यक्त होतेच होते; होऊ शकते, हे 'इंद्रवज्रा' वृत्ताचे मोजक्या अक्षरांतील सामर्थ्य आहे. मग भाषा संस्कृत असो की मराठी.

मराठी भाषेचे अक्षरलेणे म्हणजे समर्थ रामदासस्वामींचे 'मनाचे श्लोक'. हे २०४ श्लोक भुजंगप्रयात वृत्तात रचले आहेत. यात प्रत्येक चरणात बारा अक्षरे असतात. ते अल्पाक्षरी तर आहेतच, अत्यंत आशयघनही आहेत.

उदाहरणार्थ : मना सज्जना भक्तिपंथेचि जावे, तरी श्रीहरी पाविजेतो स्वभावे। जनीं निंद्य ते सर्व सोडूनि द्यावें, जनीं वंद्य ते सर्व भावे करावे।।

स्वातंत्र्यवीर सावरकरांनी प्रायोपवेशनाने जीवन समाप्त केले. मृत्युपूर्वी त्यांनी आपण वारसांकरता राष्ट्रभक्तीची कोणती मिळकत सोडून जात आहोत त्याबाबत सव्वीस कडव्यांची एक कविता रचली. 'माझे मृत्यूपत्र'. त्यातील अखेरचे कडवे तर एवढे प्रेरक आणि प्रभावशाली आहे की, साऱ्याच राष्ट्रभक्तांवर ते अमिट छाप सोडून जाते. ती सर्व कविताच 'वसंततिलका' वृत्तात आहे. यात प्रत्येक चरणात चौदा अक्षरे असतात. १४ x ४=५६ अक्षरांत त्यांनी दिलेला राष्ट्रभक्तीचा वारसा अनमोल असाच आहे. ते म्हणतात –

की घेतले व्रत न हे अम्हि अंधतेने, लब्धप्रकाश इतिहास निसर्गमाने। जे दिव्य दाहक म्हणून असावयाचे, बुद्ध्याच वाण धरिले करि हे सतीचे।।

समर्थ रामदासस्वामींची 'करुणाष्टके' मात्र त्याहून विस्तारित अशा 'मालिनी' वृत्तात रचलेली आहेत. यात प्रत्येक चरणात पंधरा अक्षरे असतात.

उदाहरणार्थः विषयजनित सूखे सौख्य होणार नाही, तुजविण रघुनाथा वोखटे सर्वकाही। रघुकुळटिळका रे हीत माझे करावे, दुरित दुरि हरावे सस्वरूपी भरावे।।

कविकुलगुरू कालिदासाच्या 'मेघदूत' या खंडकाव्यात तर सर्व जगातील अद्भुत, कल्पनारम्य अशी दूतकथा अत्यंत अलंकारिक शब्दांत व्यक्त केलेली आहे. हे संपूर्ण काव्यच 'मंदाक्रांता' वृत्तात बद्ध आहे. यात प्रत्येक चरणात सतरा अक्षरे असतात. पण त्या वृत्ताचे सामर्थ्य पाहा –

धूमज्योतिः सलिलमरुतां संनिपातः क्व मेघः। संदेशार्थाः क्व पटुकरणैः प्राणिभिः प्रापणीयाः।। इत्यौत्सुक्यादपरिगण–यन्गुह्यकस्तं ययाचे। कामार्ता हि प्रकृतिकृपणाश्चेतनाचेतनेषु।।

– पूर्वमेघ–मेघदूत, कालिदास, मंद्राक्रांता; म्हणजेच

धूर–ज्वाला–जल–झुळुक ह्यांनीच हा मेघ दाटे। प्राण्याद्वारे कळवु शकतो, तोच संदेश हा ने।। निर्जीवांची युति असुनही, योजिला दूत कामी। प्रेमार्ताला, सजिव नसुनी, भासला मेघ नामी।।

गंधर्वराज पुष्पदंत विरचित शिवमहिम्न स्तोत्रातील एका श्लोकाचा उल्लेख स्वामी विवेकानंदांनी शिकागोतील भाषणात भारतीय पारंपरिक मान्यतेचा संदर्भ देताना उद्धृत केला होता. तोच आपण पाहू या. या वृत्तातही प्रत्येक चरणात सतरा अक्षरे असतात.

त्रयी साङ्ख्यं योगः पशुपतिमतं वैष्णवमिति; प्रभिन्ने प्रस्थाने परमिदमदः पथ्यमिति च। रुचीनां वैचित्र्यादृजुकुटिल नानापथजुषां; नृणामेको गम्यस्त्वमसि पयसामर्णव इव।।

म्हणजेच

असो सांख्यांचेही, शिवमत व विष्णूप्रिय जरी; अशा मंतव्यांना हितकर असे मार्ग मिळती। रुची वैविध्याने अवघड, सुधे पंथ धरती; परी साऱ्यांनाही, तव वरच वाटे परिणती।।

यात कोणत्याही धर्मावलंबियास आपल्या ईश्वराचा वरच, आपल्याला परिणतीस नेतो असे वाटत असते, हेच सांगितलेले आहे. किती मोजके शब्द आहेत आणि किती नेमका भाव.

'शार्दूलविक्रीडित' वृत्त तर मंगलाष्टकांमुळे सर्वश्रुतच असते. या वृत्तात प्रत्येक चरणात एकोणीस अक्षरे असतात. तरीही, त्यात वर्णिलेले भारतमातेचे हे चित्र पाहा. उण्यापुऱ्या १९ x ४=७६ अक्षरांत भारतमातेचे यथार्थ वर्णन केले आहे.

शंभू, जीस मनः सरोवरजले, कुंभाभिषेका करे
वाहे सिंधु नि ब्रह्मपुत्र जल ते, हिंदी समुद्राकडे।
ऐसा रम्य निवास भारत, जिथे आम्ही असू राहत
कोणीही मुळि रोखु ना शकतसे, त्या भारताचा रथ।।

रामरक्षेतील ध्यान म्हणजे पहिलाच श्लोक स्रग्धरा वृत्तात आहे. या वृत्तात प्रत्येक चरणात एकवीस अक्षरे असतात. मात्र रामाचे एवढे विलोभनीय चित्र केवळ २१ x ४=८४ अक्षरांत सामावणे केवळ स्रग्धरा वृत्ताच्या सामर्थ्यानेच साधलेले आहे.

ध्यायेदाजानुबाहुं धृतशरधनुषं बद्धपद्मासनस्थं
पीतं वासोवसानं नवकमलदलस्पर्धिनेत्रं प्रसन्नम्।
वामाङ्कारूढसीता मुखकमलमिलल्लोचनं नीरदाभं
नानालङ्कारदीप्तं दधतमुरुजटामण्डनं रामचंद्रम्।।

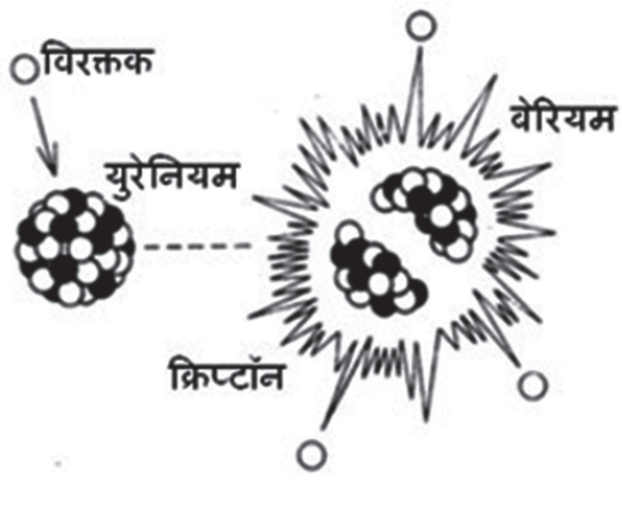
म्हणजे

चिंतू आजानुबाहू शरधनुषधरा बद्धपद्मासनस्था
नेसे पीतांबरा जो नवकमलदला सारखा तोष नेत्री।
डाव्या अंकात सीता नयन मुख तिचे पाहती मेघवर्ण
शोभे आभूषणांनी विलसत पुरता केशभूषेन राम।।

याहूनही विस्तृत वृत्ते अधिकाधिक वर्ण्य विषयाची तपशिलाने परंतु नेमकेपणाने माहिती देऊ शकतात. पुढे आण्विक विदलनाचे (अ‍ॅटॉमिक फिजनचे) तत्त्व 'श्रवणाभरण' वृत्तात सांगण्याचा प्रयत्न केला आहे. यात प्रत्येक चरणात २३ अक्षरे असतात. २३ x ४=९२ अक्षरांत संपूर्ण प्रक्रियेचे यथार्थ वर्णन, नादमाधुर्य आणि मोजकेपणाचे सामर्थ्य एकत्रित केल्याचे दिसून येते. आधी बघू या की, ती मूळ प्रक्रिया काय असते.

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) उष्णता मुक्त होते. एका विरक्तकाबदली तीन नवे जन्माला येत असल्याने, तेही पुन्हा अशाच प्रक्रिया घडवून आणू शकतात. अशीच साखळी सुरू राहिली तर सामान्य इंधनाहून सुमारे अब्जपट अधिक ऊर्जा तेवढ्याच इंधनातून मुक्त होऊ शकत असते. हेच आहे अणुऊर्जानिर्मितीचे मुख्य तत्त्व. विदलन. याच प्रक्रियेचे वर्णन 'श्रवणाभरण' वृत्तात करण्याचा प्रयत्न इथे केलेला आहे. मूळ 'महिषासुरमर्दिनी' स्तोत्रही याच वृत्तात रचलेले आहे.

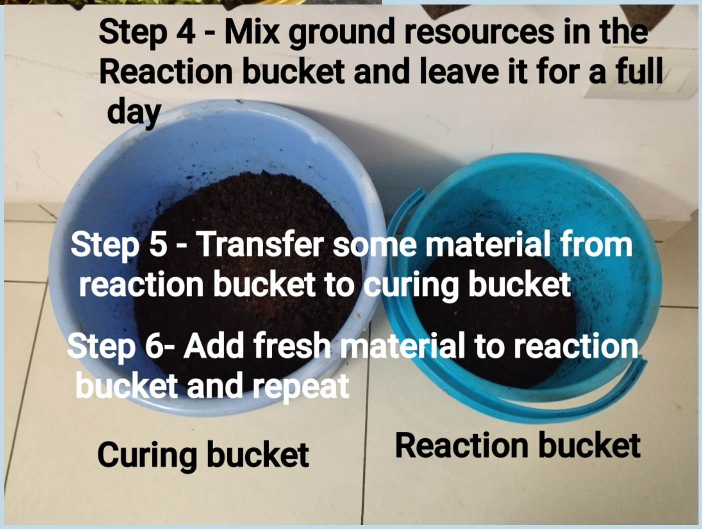
विदलन ते घडते धडकून विरक्तक मूळ युरेनियमा
मग अणु भंगुन, होय दुभाजन, तीन विरक्तक, मोकलिता।
अणु दुसरेच नवे घडती मग, दोन फुटून दिशा सुटता
विखुरत दोन हजारहि लाख विवो उरजाहि तशीच तदा।।

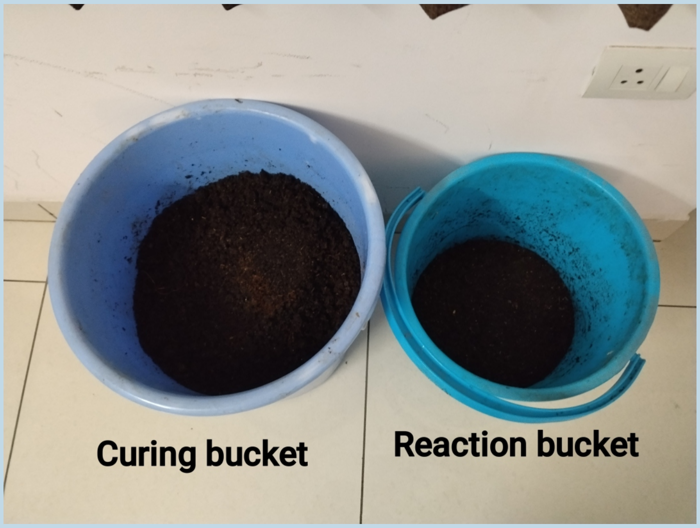



यामुळे वृत्तबद्ध कवितांचे मोजक्या अक्षरांत अधिकाधिक तपशील नेमकेपणाने व्यक्त करण्याचे सामर्थ्य अधोरेखित होते. गरजेनुसार अधिकाधिक विस्ताराची वृत्तेही उपलब्ध आहेत. मात्र यांचा उपयोग करण्याचे कौशल्य अंगी बाणवल्यास आपापल्या कार्यक्षेत्रांतही अल्पाक्षरांत अधिकाधिक आशय व्यक्त करणे शक्य होणार आहे. तो सवयीचाच एक भाग होऊन जाणार आहे आणि त्यामुळे आपली प्रगतीही अकल्पित गतीने होऊ शकणार आहे!

**– नरेंद्र गोळे**
nvgole@gmail.com

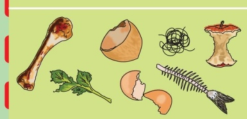
# Rapid composting technique



## 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, TetraPak* | *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, is 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?

800 tonnes = 800 classrooms

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*