

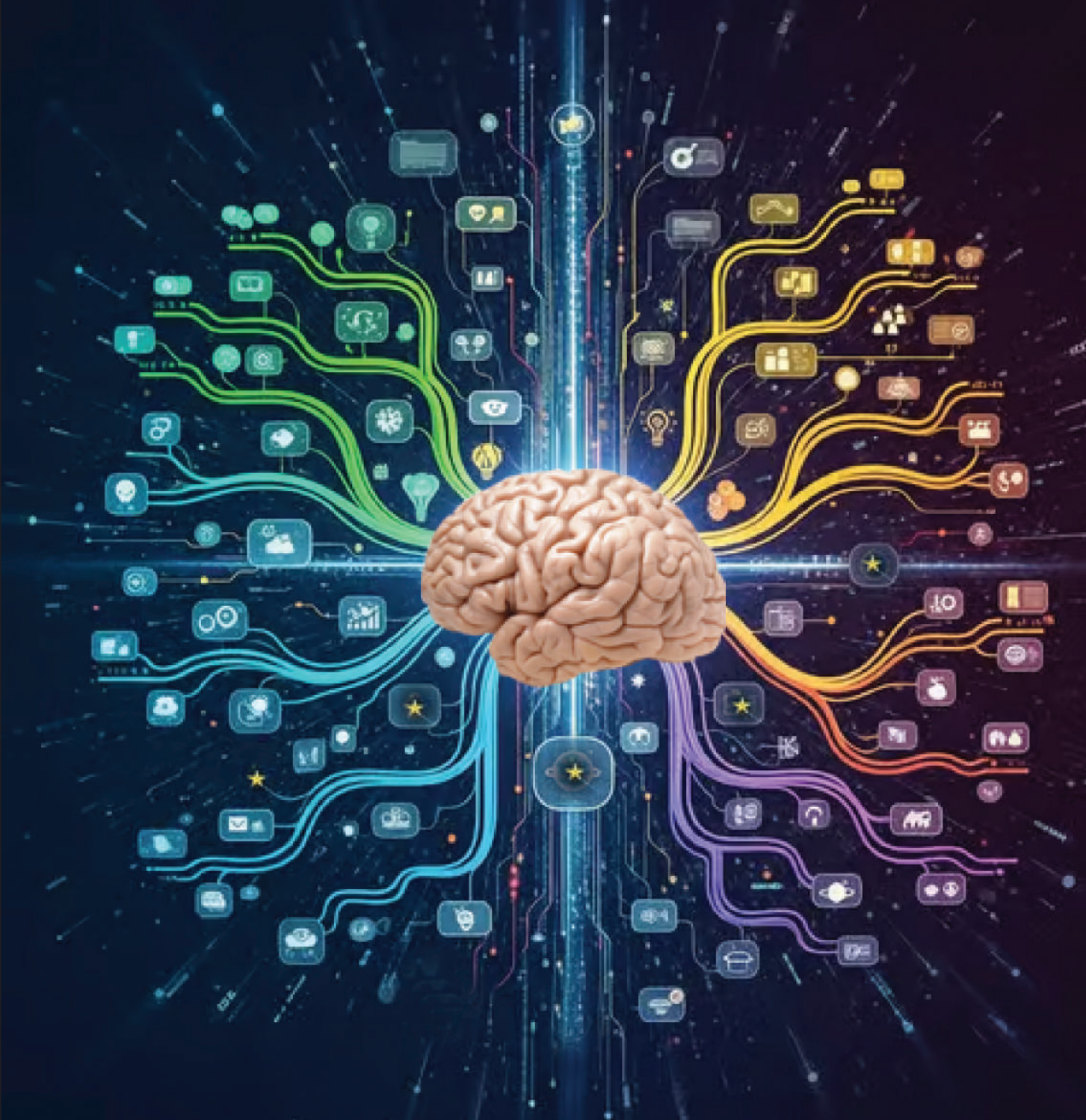
मासिक विज्ञानपुस्तिका



वाढू दे कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा प्रभाव किती
नसे त्या प्रभावाची थोडीही कुणा क्षिती!
निर्मिती ही बुद्धिमत्ता ज्या मानवाने
नका विसरू जन हो त्यास निर्मिले निसर्गाने!

दिवाली विशेषांक

ऑक्टोबर-नोव्हेंबर २०२५ * मूल्य २०० रुपये



APPEAL TO GENERAL PUBLIC

The Ministry of Environment, Forest & Climate Change (MoEF & CC) has notified that carry bags made up of virgin or recycled plastic shall not be less than 75 μ in thickness with effect from 30th September 2021 and 120 μ in thickness with effect from 31st December 2022.

Further, Single Use Plastic (SUP) items of the following categories shall be prohibited from manufacturing, import, stocking, distribution, sale and use in the State of Goa with effect from 1st July 2022.

Plastic carry bags with thickness < 75 μ w.e.f. 30th September 2021 and < 120 μ from 31st December 2022. 	Plastic Spoon, Fork, Straw, Stirrer 	Single-use Plastic Cups, Plates, Tumblers 
Styrofoam based Decorative Items 	Styrofoam/Thermocol plates and cups 	Plastic Packets used for packing fruits and vegetables 

Approved / permitted plastic carry bags shall have Name of the Manufacturer as well as Registration no. from the State Pollution Control Board.



Not Permitted



Permitted

Officers as notified under the Goa Non-Bio degradable Garbage (Control) Act, 1996 shall conduct inspection of wholesalers / stockists / Retailers / Users and initiate appropriate action in terms of law against the violators.

GOA STATE POLLUTION CONTROL BOARD
Opposite Saligao Seminary, Saligao, Bardez,
Goa-403511 INDIA



75
आज़ादी का
अमृत महोत्सव





DR. PRAMOD SAWANT
CHIEF MINISTER, GOA



Foreword

I am delighted to learn that the **Deepavali Special Issue of *Vidnyandhara*** will be released on the auspicious occasion of Deepavali 2025. This bilingual magazine, in Marathi and English, is a commendable initiative that will not only encourage science writers across the State but also kindle in young minds a profound curiosity for science and its applications.

The twenty-first century is an age of rapidly advancing science and technology, and it is essential for us to keep pace with this transformation. At the same time, we must remain rooted in our timeless human values. Our rich cultural heritage is a source of pride, and the wisdom of our ancient sciences must be appreciated in the light of contemporary knowledge and relevance.

I am confident that *Vidnyandhara* will continue to serve as a vibrant platform for scientific awareness and inspiration in the months to come.

On this joyous festival of lights, I extend my heartfelt greetings for a Happy Deepavali to all, and my best wishes for the continued success of *Vidnyandhara*.

(Dr. Pramod Sawant)
Chief Minister, Goa



Mahesh Kumar Shambhu
Secretary (Science & Technology)



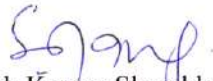
MESSAGE

The certainty or predictability and reasonableness of Science hold solutions to all major challenges that humankind is facing. These are the times when one is flooded by information from all sides and by all kind of media. It becomes essential that relevant scientific information is provided to students and readers on a platform which is easy to access and brought out by experts from the field.

Vidnyanadhara is an attempt which not only promotes spread of scientific information and scientific temper, but also the habit of reading. I take this opportunity to compliment the editor of *Vidnyanadhara* Dr. Sharad ji Kale, who is himself a well known scientist, and his team for this effort. With this Deepavali edition, *Vidnyanadhara*, the Science magazine will be available in Goa in both Marathi and in English. I hope the student community welcomes this science magazine with open mind and arms, and add to their knowledge. Seeds of science once planted in the minds of students, is bound to give a bountiful harvest in terms of inventions and discoveries for the larger good of the society. The magazine shall also provide an opportunity to scientists, practitioners of science, teachers and researchers to contribute meaningful articles to the magazine.

I wish the Editorial team at *Vidnyanadhara*, and the readers very happy Deepavali.

With Best Wishes.


(Mahesh Kumar Shambhu, IFS)
Secretary (Science & Technology)

Government of Goa, Secretariat, Porvorim, Goa 403521



Exclusive interview of Dr. Pramod Sawant, CM, Goa

“Development and environment are not opposites - they must coexist.” - Dr. Pramod Sawant

Goa, known for its natural beauty and vibrant culture, stands today at a defining juncture of growth and transformation. The state faces the dual challenge of sustaining its ecological balance while embracing the pace of technological progress. From renewable energy and sustainable tourism to digital governance and water management, science and technology are emerging as the key drivers of Goa's future. At the helm of this journey is Dr. Pramod Sawant, a man of quiet determination and thoughtful leadership. Having served as Chief Minister since March 2019, Dr. Sawant has led the state for over six years with composure, vision, and steady resolve. A homegrown leader deeply rooted in Goan ethos, he carries forward the legacy of late Dr. Manohar Parrikar — another passionate *bhumiputra* of Goa — with the same zeal, pragmatism, and commitment to public service. In a political landscape often marked by rhetoric and confrontation, Dr. Sawant's calm demeanour and his ability to face challenges with a smile make him a leader of rare temperament.

In an exclusive conversation, I had the opportunity to explore his vision for integrating science and technology into governance and daily administration. Dr. Sawant spoke with conviction about how innovation, research, and scientific thinking can offer sustainable solutions to Goa's pressing challenges – from rejuvenating lakes and addressing summer water scarcity to empowering youth through skill development, startups, and digital education.

Here are some highlights from that conversation.

Sharad Kale: Sir, what are your views on application of Science and Technology in routine matters like waste resource management while taking on daily problems?

Dr. Sawant: Science and technology are no longer optional tools – they are the backbone of modern governance. Whether it is managing water resources,

streamlining public services, or ensuring transparency in administration, technology helps us make informed, data-driven decisions.

Goa generates nearly 750 to 800 tonnes of solid waste daily, much of which comes from a roaring tourism sector. We have two solid waste treatment plants operating in North and South Goa at Cacora and Saligaon. Saligaon plant processes 250+ MT of solid waste daily. More than 125 MT of this is biodegradable and is processed using

Dr. Pramod Sawant : Leading Goa with Calm Vision and Scientific Temper. Calm, decisive, and deeply rooted in Goan values - Dr. Pramod Sawant shares his vision of steering Goa towards a future driven by science, technology, and sustainable growth in an exclusive interview with Vidnyandhara.

biomethanation technology generating 1.05 MW energy while Cacora plant processes about 100 MT waste resource daily. Saligaon plant handles 125+ MT dry waste daily. I am happy to state that 28 - 30% of this dry waste are recycled daily. Saligaon plant has completed 9 years of operation and is only one of its kind. We have created a SPV in the form of Goa Waste Management Corporation (GWMC) for running these plants. This has proven a master stroke and I am happy to state that Goa is the only

State in India to do this arrangement. We intend to put up one or two more such facilities and try to encourage the remote villages to take up decentralized composting and material recovery facility and make Goa a zero waste State in coming few years.

A future-ready approach should integrate:

- **AI-assisted waste segregation** at source (through smart bins and imagerecognition systems).
- **Decentralized composting hubs** in every village panchayat using microbial or solar-assisted composters.
- **Digital tracking of waste movement** from collection to recycling centers, which would help in increasing accountability.
- **Total ban on single use plastic in the State**

The success of Panaji's Smart City initiatives can be scaled statewide through local partnerships and startups.



Sharad Kale: Sir, what are your plans for using S&T for handling challenges in water sector?

Dr. Sawant: Goa's freshwater sources — particularly the **Mandovi and Zuari basins** — are under considerable pressure from urbanization and mining.

S&T can help through:

- **IoT-based water meters** to detect leaks and prevent wastage in PWD pipelines.
- **Community-level desalination and greywater recycling units** for coastal belts.
- **Solar microgrids and rooftop installations** on government buildings, schools, and markets to achieve partial energy independence.

Goa's **seasonal water scarcity** and **lake rejuvenation** directly connect with the vision of sustainable science-led governance.

Sharad Kale: Sir, how do you plan to address Goa's Summer Water Problem?

Do you have any plans for Lake Rejuvenation through Science and Technology?

Dr. Sawant: Yes, that's one of our top priorities. Goa receives ample rainfall, but the real challenge lies in storage, conservation, and management. We are implementing projects for rejuvenation of lakes, desilting of traditional water bodies, and rainwater harvesting on a mission mode. Despite abundant monsoon rainfall, nearly 2500–3000 mm annually, Goa State paradoxically faces acute water shortages during summer (March–May). The reasons are not scarcity of rainfall, but inefficient storage, siltation of lakes, leaks in distribution system, and uneven spatial rainfall patterns.

Key problem zones include

- **Bardez, Mormugao, and Tiswadi** talukas face periodic shortages due to high population density and tourism-related demand.
- **Sattari and Quepem** face issues of **groundwater depletion** and drying of traditional *talaos* (village tanks).
- **River salinity intrusion** during summer months affects water quality in coastal wells, particularly near **Mandovi and Zuari estuaries**.

Thus, Goa's problem is not just "lack of water," but inadequate water management and loss of traditional water wisdom. It hasn't happened in a day, but increasing urbanization and tourism together have forced us to divert our attention on urban water supply resulting in neglect of traditional wells and lakes in the State.

We intend to use Smart Water Monitoring Systems for solving some of these issues.

- Use IoT-enabled sensors to track water levels in reservoirs (e.g., Opa, Amthane, Selaulim) and predict stress points weeks in advance.
- Integrate this data into a real-time "Goa Water Dashboard", accessible to citizens and local authorities.

We need to have leak detection and increase the pipeline efficiency. To achieve that we will

- Employ AI-based predictive maintenance and acoustic sensors in PWD water supply pipelines to identify and fix leaks before major losses occur.
- Pilot projects could begin in Panaji and Margao to assess savings and scalability.

We want to promote localized rainwater harvesting

- Mandate rooftop rainwater harvesting for all public buildings, schools, and hotels.
- Encourage community water recharge parks in housing colonies, using percolation pits and vegetative barriers to recharge shallow aquifers.

Sharad Kale: Sir, what are your plans for use of water from lakes and wells?

Dr. Sawant: Through GIS mapping, we've identified defunct or neglected ponds and lakes, which are now being revived. We're also promoting smart irrigation systems and treated wastewater reuse for industrial and agricultural purposes. The idea is to combine traditional Goan water wisdom — like kulghars and zari systems — with modern hydrological science to ensure water security throughout the year.

"We are blending Goan water wisdom with modern hydrological science." Our priorities are

- Document and geo-map all such traditional systems through GIS and drone surveys.
- Employ bio-remediation and desiltation technologies (using microbial consortia and floating wetlands) for revival instead of mere excavation.
- Restore them as "Living Water Commons" — used for recharge, recreation, and biodiversity.
- Conduct a scientific inventory using **remote sensing and drone imagery** to classify lakes based on ecological and hydrological status.
- Introduce **floating reed-bed islands** with aquatic plants such as *Typha* and

Canna to absorb nutrients and pollutants. Microbial-based water purifiers

(developed by institutes like NIO or TERI) can further improve water quality.

- De-silting must be accompanied by **catchment treatment** — constructing check dams, vegetative filters, and contour bunds in feeder zones.
- Involve **local panchayats, school eco-clubs, and tourism stakeholders** in periodic lake maintenance drives.
- "Adopt-a-Lake" programs (like Bengaluru's model) can be customized for Goa.
- Create a **"Goa Lakes Information Portal"** showing real-time water quality, rainfall data, and citizen observations — linking tradition and technology.



We want to integrate lake rejuvenation with climate resilience

As climate variability increases, recharged lakes act as natural buffers — storing rainwater, recharging groundwater, and moderating temperature. A 20-year vision should include:

- Making every village self-sufficient in water through revived traditional systems and new-age monitoring.
- Declaring at least 100 rejuvenated lakes as “eco-heritage sites” by 2045.
- Encouraging eco-tourism and biodiversity conservation around clean lakes to blend livelihood and ecology.
- Involve the youth of Goa in the form school and college students by orienting them with a focussed approach and encouraging their research aptitude to get the problems solved.

“By 2045, Goa will transform its lakes, rivers, and aquifers into digitally monitored, ecologically balanced, and community-managed water systems ensuring year-round water security for every citizen.”

We also have a 20-year vision aiming at making Goa a net-zero energy consumer for public infrastructure by 2045.

Sharad Kale: Sir, in the wake of covid 19 outbreak, what is your vision for medical field. You yourself are a doctor and this issue must be close to your heart.

Dr. Sawant: Rural and elderly populations need equitable access to healthcare. We intend to work in following sectors to improve overall health of our State..

- **Telemedicine platforms** (in Konkani, Marathi, and English) can connect rural clinics to GMC or Apollo Victor hospitals.
- **AI diagnostics** for early detection of diabetes, cardiac anomalies, and vectorborne diseases can be introduced.
- **Public health dashboards** using predictive analytics can help plan vaccination or epidemic responses.

This promotes *preventive health*, not just *curative intervention*.

Sharad Kale: Sir, Goa is a coastal State and one of it's main economy pillars is fishing profession. What are your plans for this sector?

Dr. Sawant: Fishing sustains thousands of Goan families, yet climate change threatens marine biodiversity.

Future interventions using S& T measures will include

- **AI-based fish stock monitoring** through satellite data.
- **Smart buoy systems** that provide real-time sea condition alerts to fishermen.
- **Marine product traceability systems** to enhance exports and prevent illegal fishing.

This builds a “**Blue Economy**” vision — sustainable livelihoods without overexploitation.



Sharad Kale: Sir, Goa depends a lot on tourism industry. How do you propose to boost this sector using S&T tools?

Dr. Sawant: Tourism is Goa's economic backbone but needs to evolve beyond beaches.

- We intend to use augmented reality (AR) for heritage walks in Old Goa, Chandor, and Fort Aguada.
- We will like to develop smart crowd management systems at popular spots.
- Promote eco-tourism certification using environmental monitoring sensors in forest zones.

Thus, S&T becomes a tool for cultural conservation rather than commercialization.

Sharad Kale: Sir, do you get enough time to read something new on S&T front?

Dr. Sawant: It's difficult for me to get time to read due to work load in my daily life. Still I continue to read whenever I get opportunity. I keep interacting with technocrats, teachers, scientists, doctors and various technical consultants. This interaction is the main source of gaining knowledge. I am not certainly complaining. But reading is a habit that should be nurtured. I agree with that. We are trying to promote this at school level.

We are trying to elaborate on how institutional mechanisms can keep the administration science-aware.

There is a Goa Science Forum. It is a quarterly platform bringing together scientists from NIO, BITS Pilani Goa, IIT Goa, and industry professionals to brief policymakers on emerging trends (e.g., green hydrogen, AI ethics, biotechnology).

We have a Digital Knowledge Portal. Creation of a “Goa Knowledge Hub” — an openaccess repository where global case studies, best practices, and research summaries are curated by Goa University's knowledge cell.

We are mandating a 40-hour annual S&T awareness program for senior officers as a measure of capacity building — covering climate resilience, AI in governance, and sustainability planning.

I always believe that AI and Goan Cultural-Moral Values should be integrated in such a manner that the outcome must be ethical, transparent, and culturally sensitive.

Goa should encourage development of Konkani and Marathi AI tools — chatbots, translation engines, and speech recognition apps — so that citizens interact with technology in their own language.



There is need of hour that an “AI Ethics Charter for Goa” must be developed setting standards on data use, privacy, and algorithmic fairness. Schools and colleges can also teach digital empathy and responsible tech behavior.

AI can help digitize heritage in the form of cultural documentation, 3D scanning of old churches, manuscripts, and village folklore. It can also support virtual cultural tourism, preserving traditions while expanding awareness.

Sharad Kale: Sir, what are major challenges of AI in the Education Sector?

Dr. Sawant: Our youth are Goa’s biggest strength. Today’s generation is curious, techsavvy, and eager to innovate. We are giving them opportunities through Start-Up Goa, IT parks, and skill development centres that focus on emerging technologies such as AI, robotics, and green energy. We are also introducing science-based learning at the school level through Atal Tinkering Labs and hands-on innovation clubs. The goal is not just to make students job-seekers but job-creators. I want Goan youth to lead in clean-tech, biotechnology, and digital entrepreneurship.

A major elaboration can focus on educational reforms to prepare students for a hybrid future. AI Literacy in Schools is a must now. From Class 6 onwards, we will like to introduce modules on:

- How AI learns (concept of data, pattern recognition, bias)
- Everyday AI (voice assistants, recommendation systems)
- Ethical decision-making.

We want to create Goa Community Innovation Labs, one per taluka, where students, teachers, and local artisans co-create tech solutions for local problems (fisheries, waste, energy). It is necessary that Teacher Empowerment should be undertaken. We intend to partner with IIT Goa, BITS, and NIT Goa to train school and college teachers in digital pedagogy, design thinking, and AI-assisted evaluation.

Sharad Kale: Sir, how do you plan linking education to local economy?

Dr. Sawant: Yes, we want to encourage projects that link AI and local livelihoods:

- AI-based cashew yield prediction
- Eco-tourism analytics
- Marine pollution monitoring

This ensures education remains locally relevant, globally competent.

Sharad Kale: Sir, what will be your advice to your administration while accepting AI in routine applications? How can the staff be motivated?

Dr. Sawant: Goa has already taken several steps towards becoming a digitally empowered state. Our Online Services Portal, Integrated Command and Control Centres, and e-Governance initiatives are examples of how technology simplifies citizens’ lives while ensuring accountability. Every department – from agriculture to health – is now being digitally integrated.

I strongly believe the future of governance lies in combining local wisdom with modern science.

I believe in Phased Adoption: Introduce AI step-by-step:

1. File digitization and retrieval
2. Predictive analytics for transport, water, or tourism
3. Citizen service bots in municipal portals.

Each phase should include *training, transparency, and trial*.

Create “AI Resource Cells” in departments like Urban Development, Tourism, and Panchayati Raj to identify suitable AI interventions.

Motivation thrives when officers see technology reducing effort, not increasing anxiety.

- Gamify digital adoption — award badges, recognition, or performance incentives for innovative uses of AI.
- Peer-led mentoring where younger tech-savvy officers guide seniors.
- Annual “Smart Governance Awards” for best digital initiatives.

“Goa 2045 — A Smart, Sustainable, and Culturally Rooted State driven by Responsible

Science and Human-Centric Technology.”

Sharad Kale: Sir, finally, how do you see the next 20 years of Goa’s journey in science and technology?

Dr. Sawant: My vision is to see Goa evolve into a “Knowledge and Innovation State.” We want to harness our human capital, educational institutions, and natural advantages to create a knowledge-driven economy. In the next two decades, I see Goa leading in clean technologies, biomedical research, and smart urban management. But at the same time, we must retain our Goan identity – our simplicity, our connection with nature, and our sense of community. Science and technology should not distance us from our roots; they should help us protect and strengthen them.

“Science and technology should not distance us from our roots; they should help us protect and strengthen them.”

1. **Green Goa** – Climate-resilient, low-carbon growth using renewable technologies.
2. **Digital Goa** – Data-driven governance with ethical AI.
3. **Inclusive Goa** – Empowering every citizen with access to science-based services.
4. **Cultural Goa** – Technology as a preserver, not destroyer, of heritage.
5. **Innovative Goa** – Encouraging startups and academic collaborations for local problem-solving.

Sharad Kale: Sir, your vision reflects a rare blend of scientific temper and cultural sensitivity. Sir, thank you very much for your valuable time.

Dr. Sawant: Happy Deepavali to all Goans and all readers of Vidnyandhara





शरद काळे

संपादकीय

दीपावली हा आनंदाचा उत्सव असतो. हजारो वर्षांचा इतिहास असलेला आणि भारतीय संस्कृतीचे भूषण असलेला हा दीपोत्सव दरवर्षी उत्साहाने साजरा केला जातो. वसुबारस, धनत्रयोदशी, नरकचतुर्दशी, लक्ष्मीपूजन, पाडवा आणि भाऊबीज असे सहा सण एकापाठोपाठ एक असे सहा दिवस आपल्याला विविध कर्तव्यांची आठवण तर करून देतातच, पण त्याचबरोबर मानवी जीवनातील विविध नातेसंबंधांचीही आठवण करून देतात. काळाच्या ओघात अनेक बदल होत असतांना आपली पारंपरिक मूल्ये जपणे आवश्यक असते. विज्ञान आपल्या दैनंदिन जीवनात आमूलाग्र बदल घडवत असतांना आपल्याला आपली सांस्कृतिक मूल्ये जपण्याची आज कधी नव्हे त्या तीव्रतेने गरज निर्माण झालेली आहे. गावागावातून आपल्याला ही सांस्कृतिक मूल्ये जपली जात असल्याची उदाहरणे पहावयास मिळतात, पण वाढत्या शहरीकरणामुळे नागरी लोकसंख्या वाढत चालली आहे, आणि नेमके तिथेच काम करण्याची आवश्यकता आहे. गेल्या काही वर्षांमध्ये स्वार्थ नावाचा अंध राक्षस आपल्या आजूबाजूला धुमाकूळ घालतांना दिसतोय. त्याला कळत नकळतपणे आपणही कारणीभूत होत आहोत, हे लक्षात यावयास हवे. समविचारी लोकांनी एकत्र येऊन यासाठी प्रयत्न करावयास हवेत. समाजात असे जे प्रयत्न होत असतील, त्यांची दखल घेऊन त्यांच्याबरोबर एकात्मिकतेने आपण वाटचाल करायला हवी आहे.

जगात एक प्रकारची अस्वस्थता वाढत चालली आहे. आर्थिक विषमता, टोकाच्या धर्माभिमानामुळे अशांत झालेले

वातावरण, अहंकार आणि विस्तारवादातून होत असलेली युद्धे, समाजमाध्यमांच्या दुरुपयोगामुळे होणारे मर्यादा उल्लंघन आणि त्यातून निर्माण होणाऱ्या तिरस्कार आणि विद्वेषाच्या भावना ही सर्व कारणे या अस्वस्थेसाठी जबाबदार आहेत. विशेषतः देशांतर्गत अस्वस्थेसाठी समाजमाध्यमांचा गैरवापर अधिक जबाबदार असल्याचे जाणवते. कोणत्याही विषयावर माहिती नसतांना किंवा अधिकार नसतांना कॉमेंट करणारी मंडळी यासाठी जबाबदार आहेत. त्यांनी हवे तसे व्यक्त व्हावे, त्यावर दुसऱ्याने मूग गिळून गप्प राहावे अशी त्यांची अपेक्षा असावी. व्यक्तिस्वातंत्र्य आणि व्यक्त होण्याचे स्वातंत्र्य यात फार मोठा फरक आहे. समाज माध्यमांमध्ये अभ्यास करून व्यक्त होणाऱ्यांची संख्या फारशी नाही. किंबहुना अशी अभ्यासू मंडळी शक्यतो या माध्यमांपासून चार हात दूरच राहातात. उथळ पाण्याला खळखळाट फार ही म्हण सामाजिक माध्यमांना लागू होते. ह्या माध्यमांची वैचारिक पातळी वाढविण्यासाठी आपल्याला प्रयत्न करावे लागणार आहेत. अन्यथा त्यातून अनागोंदीशिवाय काहीही निष्पन्न होणार नाही. धरलं तर चावतं आणि सोडलं तर पळतं अशी सामाजिक माध्यमांची परिस्थिती आहे. त्यात बदल हवा असेल तर मानवी आणि विज्ञानमूल्ये समाजात रुजवणे हाच एक मार्ग आजतरी दिसतो.

कृत्रिम बुद्धिमत्ता आणि मानवी विचारशक्तीचा न्हास हा मानवी संस्कृतीसमोर उभे राहात असलेले नवीन आणि मोठे आव्हान ठरणार आहे. त्यात शैक्षणिक हस्तक्षेपाची गरज नक्कीच आहे. एकविसावें शतक हे तंत्रज्ञानक्रांतीचं शतक आहे. या क्रांतीच्या केंद्रस्थानी आहे कृत्रिम



बुद्धिमत्ता (AI) - जी उद्योग, अर्थव्यवस्था आणि दैनंदिन जीवन बदलून टाकत आहे. कृत्रिम बुद्धिमत्तेचे कौतुक होते ते वेग, कार्यक्षमता आणि ज्ञानाचं लोकशाहीकरण यासाठी. पण या उत्साहाच्या आड एक गंभीर प्रश्न उभा राहतो : कृत्रिम बुद्धिमत्ता हळूहळू मानवी विचारशक्तीला मागे टाकत तर नाही ना? जे लोक या क्षेत्रात थेट काम करतात किंवा ज्यांना कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा वापर जमतो, ते प्रगती करत आहेत. मात्र सर्वसामान्य जनतेसाठी यातून एक वेगळाच धोका निर्माण होत आहे. लोक स्वतः विचार करणे, निर्णय घेणे आणि समस्यांचं स्वतंत्रपणे निराकरण करणे टाळू लागले आहेत. हा बदल हळूहळू होतो आहे, पण परिणाम अतिशय खोलवर जाणारा आहे. यासाठी कृत्रिम बुद्धिमत्तेचे सकारात्मक आणि नकारात्मक परिणाम, शिक्षण क्षेत्रातील प्रत्यक्ष घडामोडी, आणि मानवी बुद्धिमत्ता जपण्यासाठीचे उपाय यावर गंभीरपणे विचार करावा लागणार आहे.

कृत्रिम बुद्धिमत्तेचे फायदे

कृत्रिम बुद्धिमत्तेचे फायदे नाकारता येत नाहीत.

ज्ञानप्राप्ती सर्वांसाठी पूर्वी उच्च दर्जाचे ज्ञान भौगोलिक मर्यादा, भाषा किंवा आर्थिक स्थितीमुळे सर्वांना उपलब्ध नव्हते. आज कृत्रिम बुद्धिमत्तेवर आधारित शोधयंत्र, भाषांतर साधने आणि शैक्षणिक मंचांमुळे कोणीही जगभरातील माहिती सहज मिळवू शकतो. खेड्यातील विद्यार्थी आणि महानगरातील विद्यार्थी समान ज्ञान घेऊ शकतात. निदान त्यांच्यासाठी समान ज्ञानभांडार आता उपलब्ध झाले आहे हे नक्की म्हणता येईल. म्हणजे शिक्षणाचे लोकशाहीकरण झाले आहे.

कार्यक्षमता व उत्पादकता

पुनरावर्ती कामे आता कृत्रिम बुद्धिमत्ता सहज करते. डॉक्टर स्कॅन तपासण्यासाठी, शिक्षक मूल्यमापनासाठी, आणि व्यक्ती दैनंदिन नियोजनासाठी कृत्रिम बुद्धिमत्ता वापरतात. त्यामुळे मानवाला अधिक विचार प्रवर्तक आणि सर्जनशील कामासाठी वेळ मिळू शकतो.

वैयक्तिकृत शिक्षण

पारंपरिक वर्गखोलीत सर्वांसाठी एकच पद्धत ही अडचण असते. पण कृत्रिम बुद्धिमत्तेमुळे विद्यार्थ्यांच्या गतीनुसार अभ्यासक्रम बदलतो. एखाद्याचे गणित कच्चे असेल तर त्याला जास्त सराव मिळतो, तर ज्याला भाषेत गती नसेल तरीही त्याला प्रगती करण्याची संधी मिळते. अशा रीतीने

शिक्षण अधिक लवचिक होते.

समावेशकता व सक्षमीकरण

अपंगत्व असलेल्या व्यक्तींना कृत्रिम बुद्धिमत्ता मोठे बळ देते. टेक्स्ट-टू-स्पीच, रिअल-टाइम कॅप्शन यांसारखी साधने संवादाची दारे उघडतात. त्यामुळे कृत्रिम बुद्धिमत्ता फक्त बुद्धिमत्ताच नव्हे तर मानवी क्षमता वाढवते.

कृत्रिम बुद्धिमत्तेचे तोटे

प्रत्येक नाण्याला दोन बाजू असतात. कृत्रिम बुद्धिमत्तेमुळे बौद्धिक अवलंबित्वाचा धोका वाढतो. कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या काही दुष्परिणामांकडे दुर्लक्ष करता येणार नाही :

- * **समालोचनात्मक विचारशक्तीचा न्हास :** प्रश्न विचारणे, शोध घेणे आणि चिंतन करणे यासाठी प्रयत्न लागतो. पण जर लगेच उत्तर मिळाले तर लोक तिथे थांबतात. विद्यार्थी संकल्पना समजून घेण्याऐवजी कृत्रिम बुद्धिमत्तेवर अवलंबून राहतात. व्यावसायिकसुद्धा पडताळणी न करता तयार कृत्रिम बुद्धिमत्तेने दिलेले अहवाल किंवा माहिती आंधळेपणाने स्वीकारतात. यामुळे बौद्धिक आळशीपणा वाढतो.
- * **निर्णयक्षमता कमकुवत होते :** कोणता चित्रपट पाहावा, कोणता व्यवसाय निवडावा - या सर्व गोष्टी कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या शिफारसीवर ठरत आहेत. त्यातून हळूहळू माणसाची स्वायत्त निवड कमी होत जाते. माणसाच्या प्रगतीसाठी ही स्वायत्त निवड अतिशय महत्त्वाची भूमिका निभावते. त्यामुळे मानवी प्रगती खुंटण्याचा धोका निर्माण होतो.
- * **विचारांचे एकसुरीकरण :** कृत्रिम बुद्धिमत्ता प्रचंड माहितीवर आधारित असते, पण बहुतेकदा लोकप्रिय किंवा सरधोपट कल्पना पुढे आणते. परिणामी अल्पसंख्याक दृष्टिकोन किंवा सर्जनशीलतेची गळचेपी होऊ शकते. समाजात एकसूरी विचारप्रवाह निर्माण होण्याचा धोका आहे.
- * **आकलन क्षमतेचा न्हास :** गणितं करणे, लेखन, स्मरणशक्तीचा वापर हे दैनंदिन व्यायाम कृत्रिम बुद्धिमत्तेमुळे कमी झाले आहेत. जर शरीराचा एखादा अवयव वापरला नाही तरतो भाग कमकुवत होतात, तसेच मेंदूचे स्नायूही कमजोर होऊ शकतात.



शिक्षण क्षेत्रातील जमिनीवरील परिणाम

- * शिक्षकांच्या मते विद्यार्थी लेखन, प्रकल्प किंवा गृहपाठासाठी थेट कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा वापर करतात. विचार, संशोधन किंवा युक्तिवाद करण्याची सवय कमी होत चालली आहे.
- * अभ्यासक्रम अजूनही बराचसा जुना आहे, जो केवळ माहिती देण्यावर भर देतो; कृत्रिम बुद्धिमत्तेमुळे हे काम आणखीन सोपे होते, पण सर्जनशीलता नक्कीच मागे पडते.
- * परीक्षण किंवा मूल्यमापन पद्धती आता कालबाह्य होऊ लागल्या आहेत. कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा वापर करून दिलेले उत्तर आण विद्यार्थ्यांच्या विचारप्रक्रियेतून आलेले उत्तर यात फरक करणे अवघड झाले आहे.
- * वर्गखोलीतील संस्कृती बदलते आहे : मी हे गणित किंवा ही समस्या कशी सोडवू? या प्रश्नाऐवजी कोणते कृत्रिम बुद्धिमत्तेचे साधन हे सोडवेल? हा दृष्टिकोन वाढत चालला आहे.

यावर नेमके कोणते उपाय आपल्याला करता येतील? कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा वापर बंद करणं हा मार्ग नक्कीच नाही; ती योग्य पद्धतीने वापरणे गरजेचे आहे. त्यासाठी काही महत्वाचे उपाय असे असू शकतात:

समालोचनात्मक विचारशिक्षण

- * विद्यार्थ्यांना कृत्रिम बुद्धिमत्तेची उत्तरे पडताळून पाहायला शिकवावे.
- * गृहपाठात मानवी शोधकार्य आणि कृत्रिम बुद्धिमत्तेची उत्तरे यांची तुलना करून फरक स्पष्ट करायला सांगावे.
- * वादविवाद, समस्याधारित शिक्षण यांना प्रोत्साहन द्यावं.

कृत्रिम बुद्धिमत्ता साक्षरता

- * जशी संगणक साक्षरता आवश्यक झाली, तशी कृत्रिम बुद्धिमत्ता साक्षरता आवश्यक आहे.
- * विद्यार्थ्यांनी केवळ वापरच नाही तर कृत्रिम बुद्धिमत्तेची कार्यपद्धती, पूर्वग्रह व नैतिक प्रश्न समजून घेतले पाहिजेत.
- * शिक्षकांनी कृत्रिम बुद्धिमत्ता योग्य प्रकारे कशी वापरायची हे दाखवणे आवश्यक राहील.
- * काही अभ्यास कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या बाहेर राहील

याची दक्षता घ्यावी, उदाहरणार्थ, वर्गातील निबंधलेखन, तोंडी परीक्षा, थेट समस्या सोडवणे.

- * कविता लेखन, प्रकल्प रचना, सामाजिक उपक्रम अशी कृत्रिम बुद्धिमत्तेने बदलता न येणारी स्वाध्याय द्यावेत.
- * निर्णयक्षमता विकसित करण्यासाठी सिम्युलेशन, केस स्टडी, भूमिकानाट्य यांचा वापर करावा.

धोरण आणि अभ्यासक्रम सुधारणा

- * शालेय मंडळे व विद्यापीठांनी कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या वापराबाबत स्पष्ट मार्गदर्शक तत्वे तयार करावीत.
- * शिक्षणतज्ज्ञ, मानसशास्त्रज्ञ आणि तंत्रज्ञ यांनी मिळून आकलन क्षमतेचा विकास सुरक्षित ठेवणाऱ्या चौकटी आखाव्यात.
- * कृत्रिम बुद्धिमत्ता ही चांगली किंवा वाईट नाही. ती फक्त आपल्याच विचारांचा एक प्रकारचा आरसा आहे. एकीकडे ती शिक्षण सुलभ करते, तर दुसरीकडे जिज्ञासा कमी करते. तिच्यामुळे वैयक्तिक शिक्षण शक्य होते, तर दुसरीकडे स्वायत्त निर्णयक्षमता कमी होण्याचा धोका असतो. खरा धोका कृत्रिम बुद्धिमत्तेमध्ये नाही, तर आपण तिचा कसा वापर करतो यात आहे. आज आपल्याला निवड करायची आहे : मानवी विचारशक्ती गमावायची की कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा उपयोग करून ती अधिक प्रगल्भ करायची. शिक्षक, पालक, आणि धोरणकर्त्यांची भूमिका यासाठी ही चर्चा अत्यंत महत्वाची आहे. जर आपण समालोचनात्मक विचारसंस्कार, कृत्रिम बुद्धिमत्ता साक्षरता आणि संतुलित वापर यांचा अंगीकार केला, तर कृत्रिम बुद्धिमत्ता आपली मदतनीस बनेल अन्यथा ती आपल्यावर राज्य करेल आणि मग परतीचा मार्ग सापडणे कठीण असेल.

या दिवाळी अंकापासून विज्ञानधारा मासिकात आता मराठीबरोबरच इंग्लिश लेखही छापले जातील. दोन्ही भाषेतील लेखकांना प्रोत्साहनच आहे. पण विज्ञानशिक्षणाचे माध्यम इंग्लिश असल्यामुळे इंग्लिश भाषेतील लेख स्वीकारले जातील. महाराष्ट्राबरोबरच गोव्यातील शाळांपर्यंत आता हे मासिक पोहोचणार आहे, ही आनंदाची बाब आहे. त्यासंबंधी सविस्तरपणे पुढील अंकात माहिती देण्यात येणार आहे.

सर्वांना दिवाळीच्या हार्दिक शुभेच्छा!





Editorial

Diwali is the festival of joy - an occasion deeply rooted in Indian civilization, celebrated with great enthusiasm for thousands of years. This festival of lights is not merely about rituals but also about values that sustain society. Spread over six days - Vasubaras, Dhanatrayodashi, Narak Chaturdashi, Laxmi Poojan, Padwa, and Bhau Beej - Diwali reminds us of diverse duties and responsibilities. At the same time, it reaffirms the bonds of human relationships that give meaning to life. As time progresses and change becomes inevitable, preserving our traditional values becomes even more important. While science is rapidly transforming our daily lives, the need to safeguard cultural roots has never been more urgent. Many villages still uphold these values with dignity, but in fast-growing urban centers, where modernization often overshadows tradition, deliberate efforts are required.

In recent years, a dark force named self-interest has spread aggressively in our society. Whether knowingly or unknowingly, we too are contributing to its growth. It is time we acknowledged this reality. Only through collective effort, by like-minded individuals coming together with shared conviction, can we create meaningful change. Wherever such initiatives emerge in society, we must recognize, support, and walk alongside them in solidarity. Across the world, a sense of unease is spreading. Rising economic inequality, religious extremism, wars driven by arrogance and expansionism, the reckless misuse of social media, and the hatred and divisiveness it breeds - all of these have become catalysts of unrest. In particular, within India, the irresponsible use of social media appears to be one of the biggest contributors to domestic disquiet.

Too often, people comment freely without knowledge, authority, or responsibility. They expect the right to speak as they please, yet demand silence from others. But there is a profound difference between freedom of expression and the right to express responsibly. Unfortunately, very few on these platforms actually engage after thoughtful study or reflection. In fact, those who are genuinely well-read or scholarly often prefer to stay away from such noisy spaces. The old saying, "Shallow waters make the loudest noise," aptly describes the current state of social media.

If this continues unchecked, social platforms will remain nothing but arenas of chaos. To change this tide, we must raise the intellectual level of discourse. The only way forward, as it appears today, is to consciously nurture human values and scientific values within society. Added to this, AI and the decline of human thinking which necessitates a call for educational intervention. The twenty-first century is witnessing a technological revolution of unprecedented scale. At the heart of this transformation lies Artificial Intelligence (AI), a force that is reshaping industries, economies, and the daily lives of billions of people. The benefits of AI are widely celebrated - faster problem-solving, enhanced efficiency, and democratized access to information. Yet, beneath the excitement, an

unsettling question arises: Is AI slowly eroding human intelligence by curbing independent thought and decision-making?

Those who work within the AI industry, or who possess the skills to exploit it, will definitely flourish. But for the larger population who is going to be the user of AI applications, AI's dominance risks creating a culture of intellectual dependence, where people outsource not only their work but also their thinking to machines. The danger is subtle yet profound: as AI grows more powerful, human beings may surrender the very cognitive capacities that define us. Let us see the pluses and minuses of AI's impact on human thinking, outlines its ground-level effects in education and society, and proposes solutions to safeguard and nurture human intelligence in the age of machines.

Despite concerns, it is essential to acknowledge the extraordinary benefits AI has brought to human society. These can be grouped under four broad areas.

Access to Knowledge for All

Before the AI era, access to high-quality information was limited by geography, language, and privilege. Today, AI-powered search engines, translation tools, and educational platforms make world-class resources accessible to anyone with an internet connection. A rural student in India or Africa can access the same scientific explanations as a student in New York or London. AI has, in many ways, democratized education.

Efficiency and Productivity

Repetitive and time-consuming tasks, whether in business, healthcare, or daily life, are being delegated to machines. Doctors use AI to analyze scans, teachers use it to automate grading, and individuals use it for scheduling and writing assistance. This frees humans to focus on higher-order thinking - at least in theory.

Personalized Learning and Growth

Traditional classrooms often struggle with "one size fits all" teaching. AI-powered adaptive learning platforms tailor lessons to each student's pace and style. A child weak in mathematics may receive targeted exercises, while another with a talent for languages can accelerate ahead. For lifelong learners too, AI offers curated, self-paced learning paths.

Inclusion and Empowerment

AI tools help individuals with disabilities participate more fully in society. Text-to-speech, speech-to-text, and real-time captioning open doors for millions. In this sense, AI does not just expand intelligence - it extends human capability itself.

It will be difficult to stop the progress of AI driven technologies and of course that is not the intention of this discussion. However, every tool has a shadow. The more powerful the tool, the greater its potential to reshape human behavior, sometimes in harmful ways. Therefore it is essential to understand the possible negative effects of such technologies and see how these negativities can be



countered to reduce their impact on basic human thinking at common man's level. The negative effects of AI on thinking and decision-making fall into four major categories.

Critical Thinking might be compromised

Critical thinking requires curiosity, questioning, and effort. But if a chatbot instantly delivers an answer, many individuals stop at the surface level. Students increasingly copy-paste responses rather than wrestle with concepts. Professionals rely on AI-generated reports without verifying their validity. Over time, this might lead to intellectual laziness.

Weakening of Decision-Making Skills

From what movies to watch to what career path to follow, AI-driven recommendations quietly shape choices. While convenient, this external decision-making reduces autonomy. Humans may become passive followers of machine suggestions, mistaking algorithmic nudges for rational judgment.

Homogenization of Thought

AI systems are trained on massive datasets that often emphasize popular or mainstream ideas. As a result, minority perspectives, creative deviations, and unconventional ideas get filtered out. Over time, societies risk intellectual monocultures, where diversity of thought diminishes.

Cognitive Atrophy

Just as muscles weaken without exercise, cognitive skills decline when underused. Calculations, writing, memory recall - once essential daily practices - are now outsourced. The human brain, designed for active use, risks atrophy if AI continues to replace mental labor instead of complementing it.

Ground-Level Effects in Education

The most visible impact of AI is in education, where young minds are being shaped - or misshaped.

- Teachers increasingly report that students depend on AI tools for essays, problem-solving, and homework. Instead of developing research and reasoning skills, they take shortcuts.

- Curricula often remain outdated, still geared toward content delivery rather than nurturing creativity or critical thought. AI accelerates this gap by making rote content even more accessible.

- Assessment methods lag behind. Traditional exams cannot differentiate between a student's genuine reasoning and AI-assisted answers. This undermines trust in evaluation systems.

- Classroom culture risks shifting from inquiry-driven exploration to a passive consumption of AI outputs. Instead of "How do I solve this?" the question becomes "Which AI tool will solve it for me?"

These ground realities suggest that AI's risks are not abstract but already shaping the next generation.

The real problem is how to preserve human intelligence in the era of AI

The challenge, then, is not to ban AI but to integrate it wisely. Below are strategies to ensure that AI augments rather than replaces human thinking.

- Schools and colleges must explicitly teach how to question and verify AI outputs.

- Assignments should require students to compare AI-

generated answers with human research and highlight discrepancies.

- Debates, problem-based projects, and inquiry-led tasks can keep reasoning skills alive.

AI Literacy as a Core Subject

- Just as computer literacy became essential in the 1990s, AI literacy must become part of every curriculum.

- Students should learn not only how to use AI but also how algorithms work, what biases they carry, and what ethical concerns arise.

- Teachers should model responsible use: AI can be used to brainstorm ideas but not to submit final work.

- Certain tasks should be "AI-free zones" - for example, in-class essays, live problem-solving, and oral exams.

- Students must engage in activities that require original imagination: writing poetry, designing experiments, building community projects.

- Decision-making can be practiced through simulations, case studies, and role-playing exercises where AI cannot provide ready-made answers.

Policy and Curriculum Reform

- Governments and educational boards should issue clear guidelines for AI use in schools and colleges.

- Interdisciplinary committees of educators, technologists, and psychologists should develop frameworks that protect cognitive development.

Artificial Intelligence is not inherently good or bad. It is a mirror of our collective choices. The same tool that democratizes education can also stifle curiosity. The same system that enables personalized learning can also reduce independent judgment. The danger lies not in AI itself but in how we integrate it into human life.

At this juncture, we face a choice: either allow AI to quietly diminish our capacity for thought, or actively design systems that preserve and expand human intelligence. The role of educators, parents, and policymakers is therefore crucial. If we cultivate critical thinking, embed AI literacy, and balance machine assistance with human effort, we can ensure that AI becomes a partner - not a master - of human intelligence.

The challenge is clear: to prepare a generation that uses AI wisely but thinks independently, that embraces machine support without losing human imagination. Only then will the promise of AI truly serve humanity rather than subdue it.

From this Diwali issue onwards, विज्ञानधारा magazine will publish articles in English along with Marathi. Writers in Marathi language will be encouraged. However, since the medium of science education is English, articles in English will also be accepted. It is a matter of joy that this magazine will now reach schools in Goa as well as Maharashtra. Detailed information regarding this will be provided in the next issue.

Heartfelt Diwali greetings to all.

- Sharad Kale





‘ग्रंथाली’ची मासिक पुस्तिका



ऑक्टोबर-नोव्हेंबर २०२५, वर्ष तिसरे

पुस्तिका पाच-सहा, मूल्य २०० रु.

संपादक : शरद काळे

कार्यकारी संपादक : अरुण जोशी

समन्वयक : सुदेश हिंगलासपूरकर (विश्वस्त, ग्रंथाली)

मुखपृष्ठ : ग्रंथाली संगणक विभाग

अक्षरजुळणी : ऑलरीच एन्टरप्रायझेस

कार्यालयीन संपर्क

ग्रंथाली संगणक विभाग

vidnyangranthali@gmail.com

जाहिरात प्रसिद्धी - धनश्री धारप

वितरण - किशोर कांबळे, सौमित्र शिंदे

डिजिटल एडिटिंग - समीर कदम

केवळ वार्षिक वर्गणी स्वीकारली जाईल.

वार्षिक वर्गणी ५०० रुपये

डिमांड ड्राफ्ट ‘ग्रंथाली’ नावे किंवा

सोबतचा QR code scan करून.

पत्रव्यवहार/वर्गणी पाठवण्याचा पत्ता

ग्रंथाली, १०१, १/बी विंग, ‘द नेस्ट’, पिंपळेश्वर को-ऑप.

हौसिंग सोसायटी, टायकलवाडी, स्टार सिटी सिनेमासमोर,

मनोरमा नगरकर मार्ग, माहीम (प.), मुंबई ४०००१६

फोन : २४२१६०५०

मुद्रण : इंडिया प्रिंटिंग वर्क्स, इंडिया प्रिंटिंग हाउस,

४२, जी. डी. आंबेकर मार्ग, वडाळा, मुंबई-४०० ०३१

पुस्तिकेसाठी लेख व प्रतिक्रिया पुढील मेलवर पाठवावी.

vidnyangranthali@gmail.com

ऑफिस वेळ : दुपारी १ ते सायं. ६.३०

कार्यालयीन संपर्क/फोन/पुस्तके खरेदी करण्यासाठी

मासिक पुस्तिकेत प्रसिद्ध झालेली मते ज्या त्या व्यक्तीची.

‘ग्रंथाली’ चळवळीचे ‘विज्ञानधारा’ हे व्यासपीठासमान

मासिक आहे. त्यात सर्व छटांच्या विचारांना स्थान आहे. मात्र

त्याच्याशी ‘ग्रंथाली’ विश्वस्त संस्था व तिचे विश्वस्त सहमत

आहेत असे नव्हे.



अनुक्रम

वास्तुअभिकल्प आणि कृत्रिम बुद्धिमत्ता
सुलक्षणा महाजन । १७

भविष्यातील कलाक्षेत्र आणि तंत्रज्ञान
संगीता गोडबोले । २३

अलौकिक शास्त्रज्ञ आचार्य प्रफुल्लचंद्र राय
नरेंद्र गोळे । २८

कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) आणि अंतराळ प्रवास
आनंद घैसास । ३४

मंगलयान
आनंद घारे । ३८

The Initial Encounter with First AI kind
Sanjay Jahagirdar । ४३

Mission Sarovar Punha Nirman :

Reimagining Goa's Lakes

Dr. Prabhakar Shirodkar । ४८



जीवशास्त्रात कृत्रिम बुद्धिमत्ता!
बिपीन भालचंद्र देशमाने । ५३

सहावे ज्ञानेंद्रिय
शरद काळे । ५९

स्कॅंडियम - अणुक्रमांक २१
कुसुमसुत । ६५

क्रेडिट कार्डच्या क्रमांकामागचं गणित
हेमंत लागवणकर । ६९

दिवे लागले रे, दिवे लागले,
तमाच्या तळाशी, दिवे लागले...
डॉ. जयंत वसंत जोशी । ७२

भविष्यातील कृत्रिम बुद्धिमत्ता आणि मानव
डॉ. किशोर कुलकर्णी । ७६

मुलांच्या जडणघडणीवर AI चा परिणाम.....
डॉ. मंजुश्री कुलकर्णी । ८०

दुर्मिळ पृथ्वी घटक : वर्तमान आणि भविष्य
राजेश माधव पेंडसे । ८३

हयवदन
डॉ. रंजन गर्गे । ८८

आहारातील मीठ आणि आपले आरोग्य
स्वाती बापट । ९५

हवामानशास्त्राच्या विकासात
कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा सहभाग
अनघा शिराळकर । ९९

DNA- दुरुस्ती, जनुक संपादन आणि कृत्रिम बुद्धिमत्ता
डॉ. वसुधा जोशी । १०३

मेंदूतील रासायनिक लोचा
मधुसूदन जोशी । १०७

समुद्रातील शिकाऱ्यांचे शिकारी..
शर्वरी कुडतरकर । ११०



विज्ञानाची कहाणी

ऐका कृपया लक्ष देउनी, विज्ञानाची अजब कहाणी ।
 कधी बाष्प तर बर्फ ही कधी, विविध रूपे धरते पाणी ॥
 हिमालयावर अती थंडीने, बर्फाचे थर किती जमती ।
 सूर्यकिरण पडता त्यांवरती, गंगा-यमुना सरिता होती ॥
 पृथ्वीवरल्या या पाण्याची, वाफ होय जायी वरती ।
 नभी पुन्हा एकत्र येउनी, ते कण ढगरूपे धरती ॥
 थंड होउनी त्यांच्यातुनही, कोसळती त्या जलधारा ।
 कधी गोठुनी बर्फ होउनी, गारांचाही होतो मारा ॥
 जल असे पारदर्शक जरी, सूक्ष्म कण त्यांचे होती ।
 दाट धुक्याच्या रूपाने ते, हवेलाच धूसर करती ।
 हवेतल्या या सूक्ष्म कणांचे, सुंदर दवबिंदूही होती ।
 प्रभातकाळी फुलांफुलांवर, किती पाहा ते चमचमती ॥
 या पाण्याने जरी व्यापली, आहे अपुली अवघी धरती ।
 परि चांदोबाच्या ओढीने, नित्य सागरा येई भरती ॥
 आर्किमिडिजने या पाण्याचे, कथिले उद्धरण धर्म ।
 बर्नोलीने दाखवले काही, जलप्रवाहाचे नियम ॥
 भारत देशी प्राचीन काळी, होते महान ऋषी कणाद ।
 विचार आगळे कथावयाचा, त्यांना होता हो भारी नाद ॥
 जन म्हणती आहे वेदातच, भरलेले सगळेही ज्ञान ।
 पण कणाद यांनी मांडिले, अपुले वैशेषिक तत्त्वज्ञान ॥
 या विश्वाचा भव्य पत्तारा, निर्माण हा कसा हो झाला ।
 याचा सखोल शोध घेण्याचा, दृढनिर्धार त्यांनी केला ॥
 अतिविशाल जे पर्वत असती, माती वायू अथवा नीर ।
 सजीव पक्षी अन् प्राण्यांचे, वा किड्यांचे असे शरीर ॥
 जे काही दिसणारे किंवा, असणारेही या जगतात ।
 सारे अतिसूक्ष्म कणांचे गट, हा कथिला अणुसिद्धांत ॥

* * *

आर्यभट्ट प्राचीन भारती, झाले एक महान शास्त्रज्ञ ।
 खगोल गणित या शास्त्रांचे, त्यांना होते अगाध ज्ञान ॥
 बहु संशोधन करुनी त्यांनी, संस्कृत ग्रंथ नवे लिहिले ।
 वैज्ञानिक सिद्धांत अन् सूत्रे, यांना काव्यातच रचिले ॥
 नौकैमधुनी तीरावरली, जन जी झाडे बघतात ।
 ती तर त्यांना मागे मागे, पळताना हो दिसतात ॥

तद्गत सारे या नभातले, तारे ते स्थिर असतात ।
 परि पृथ्वीच्या गतीमुळे ते, भासे आकाशी फिरतात ॥
 अंशाच्या 'ज्या' 'कीज्या' यांचे, त्यांनी कोष्टक होते केले ।
 परीघ आणि त्रिज्या यांचे, मुख्य सूत्र ही सांगितले ॥
 त्यांच्या संबंधातचि असतो, 'पाय' नावे विशिष्ट अंक ।
 मूल्य तयाचे आर्यभटांनी, सांगितले अगदी अचूक ॥
 मूढ जनां परि महत्त्व या, विज्ञानाचे नाही कळले ।
 काळाच्या ओघात सर्व ते, ज्ञानच झाकुनिया गेले ॥

* * *

दीर्घ काळ विज्ञानसाधना, जगात लोपुनिया गेली ।
 पण काही शतकांच्या नंतर, युरोपात जागृत झाली ॥
 कोपर्निकस नावाचा होता, पोलंड या युरोपी देशी ।
 ज्ञानी धर्मगुरू होता पण, सदा लक्ष देई आकाशी ॥
 ग्रहतान्यांचे सूक्ष्म निरीक्षण, करताना बहु वर्षे त्याने ।
 कुठला ग्रह कोण्या राशीत, नोंद ठेवली नित नेमाने ॥
 सूर्य चंद्र बुध शुक्र तारका, मंगळ बृहस्पती व शनी ।
 भ्रमण कसे करतात नभी, अभ्यासाचा या ध्यास मनी ॥
 रवीची होई एका वर्षात, बारा राशींतून भ्रमंती ।
 बुध शुक्र हे सदा सर्वदा, त्याच्या जवळच वावरती ॥
 गुरू घेतसे बारा वर्षे, शनी शनैःशनैः फिरतो ।
 तो तर तब्बल तीस वर्षे, एका भ्रमणाला घेतो ॥
 मंगळ मोठा कलंदर ग्रह, नसतो त्याचा नेम कधी ।
 जलद कधी तर हळू जातसे, मार्गी किंवा वक्री कधी ॥
 ग्रहांच्या भ्रमणामधली ही, विसंगती त्याला खुपली ।
 या विश्वाच्या निर्मात्याने, चूक नसेल अशी केली ॥
 होता दृढविश्वास तयाचा, मग अपुले कोठे चुकते ।
 सूर्य मधोमध असे कल्पुनी, त्याने सगळी केली गणिते ॥
 सुसंगती त्यातली पाहुनी, त्याची पक्की खात्री झाली ।
 सूर्यमालिका नवी कल्पना, त्याने निजग्रंथी मांडिली ॥
 अज्ञ जनांना दोन शतके, तरीही ती नव्हती पटली ।
 परी जाणत्या शास्त्रज्ञांनी, नंतर ती उचलुनि धरली ॥
 प्रत्यक्षात या सर्व ग्रहांचे, सूर्य भ्रमण न दिसे कोणा ।
 पण विज्ञानाच्या किमयेने हे, झाले जगती मान्य जना ॥

- आनंद घारे



सुलक्षणा महाजन

वास्तुअभिकल्प आणि कृत्रिम बुद्धिमत्ता

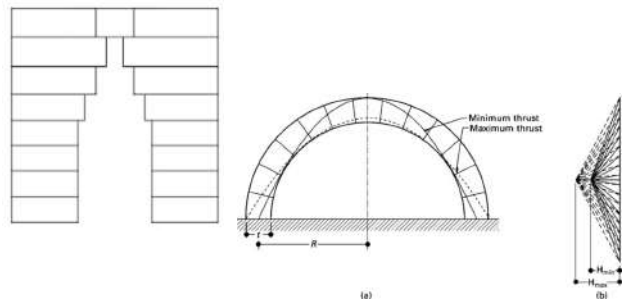
कृत्रिम बुद्धिमत्ता हे आज वेगाने विकसित होणारे तंत्र आहे. त्यामध्ये प्रामुख्याने प्रतिमा (चित्रे, फोटो), विविध भाषांतील मजकूर आणि आवाज-बोलणे ह्यांसंबंधीचे प्रयोग होत आहेत. त्याच्या आधारे स्वयंचलित मोटारी तयार केल्या जात आहेत. यंत्रांना तोंडी आज्ञा देऊन त्यांचे नियंत्रण करता येते आहे, त्याच्या आधारे जगभरातील विविध भाषांचे अनुवाद करता येत आहेत. त्यासाठी आज्ञावली तयार केल्या जात आहेत.

आर्किटेक्चरच्या क्षेत्रात मुख्यतः त्रिमिती अवकाशाच्या संदर्भात इमारतीच्या संकल्पना केल्या जातात तेव्हा त्यांच्या भोवतालच्या नैसर्गिक तसेच मनुष्यनिर्मित परिसरांचे संदर्भही लक्षात घ्यावे लागतात. त्यामध्ये भौतिक घटकांच्या बरोबरच सामाजिक, सांस्कृतिक, राजकीय आणि आर्थिक बाबींचा समावेश असतो. रचना सौंदर्यपूर्ण असाव्या लागतात. अशा ह्या गुंतागुंतीच्या वास्तु-अभिकल्पाच्या क्षेत्रात कृत्रिम बुद्धिमत्ता किती आणि कशा प्रकारे उपयुक्त असेल ह्याची चर्चा ह्या लेखात केली आहे.

वास्तु-अभिकल्पाचा (Architecture) जागतिक इतिहास बघितला तर त्यात असलेली विविधता आश्चर्यचकित करते. त्यामध्ये स्थानिक परिसरात बांधकाम साहित्य, इमारती, कला, कौशल्य, सामाजिक अनुभव, व्यक्ती आणि समूहांच्या अपेक्षा आणि संस्कृती ह्यांचे प्रतिबिंब पडत असते. जगभरातील विविध प्रदेशांमधील वास्तुरचनांचा अभ्यास करता त्यांच्यामध्ये झालेली तांत्रिक देवाणघेवाण लक्षात येते. मात्र अशा तांत्रिक देवाण-घेवाणीवर पुन्हा स्थानिक लोकांनी केलेले विशिष्ट संस्कारही लक्षात येतात.

एकेकाळी नवीन बांधकाम तंत्रे शिकायला, आत्मसात करायला आणि यशस्वीपणे वापरायला माणसांना पुष्कळ वेळ लागत असे. उदाहरणार्थ, कमानीचे तंत्र. इस पूर्व २००० वर्षांपूर्वी मेसोपोटेमिया येथे लहान आकाराच्या कमानीची रचना करण्याचे तंत्र अवगत झाले होते. पुढे

रोमन वास्तुरचनांमध्ये चौथ्या शतकापासून ते तंत्र विकसित होऊन अधिक प्रमाणावर वापरले जाऊ लागले. पुढे मध्ययुगाच्या काळात युरोपमधील बांधकामक्षेत्रात आत्मविश्वासाने वापरात आले. कमानी उंच आणि मोठ्या मोठ्या होत गेल्या. सुरुवातीच्या अर्धगोलाकार कमानी निमुळत्या होत, टोकदार होऊ लागल्या. त्यावर कलाकुसर आली. चर्चच्या इमारतींमध्ये त्यांचे स्वरूप अधिकच भव्य आणि आकर्षक झाले. ह्या तंत्राचेच विकसित स्वरूप म्हणजे अर्धगोलाकार आणि पूर्ण गोलाकार घुमट. पुढे हे कमान आणि घुमट बांधण्याचे तंत्र अरबस्थानातील लोकांना अवगत झाले. त्यांनी बाराव्या शतकात ते भारतामध्ये आणले. त्या आधी भारतामध्ये दोन खांबांवर आडवी तुळई टाकण्याचे तंत्र माहीत होते तसेच टप्प्याटप्प्याने तुळईची लांबी वाढवून शेवटच्या तुळईने दोन खांब जोडले जात, आणि नंतर त्यावर दगडांचे बांधकाम केले जात असे. (त्याला कॉर्बेलिंग तंत्र म्हटले जाते.)



वरील आकृतीवरून कॉर्बेलिंग आणि कमान ह्या दोन तंत्रांची कल्पना येईल. इमारतीच्या दरवाजे, खिडक्यांवरील बांधकामांचा भार जमिनीवर टाकण्याचे काम हा त्यांचा उद्देश. ह्याचे पुढील प्रगत आणि कलापूर्ण स्वरूप देवळांचे छत आणि मशिदींवरील घुमटाकारात विकसित झाले. त्याची कल्पना पुढील चित्रांतून येईल.



कॉर्बेलिंग तंत्रातून बांधलेले देवळाचे कोरीव छत
गोल आकाराचा कमानीवर तोललेला घुमट

आधुनिक तंत्रप्रसाराला आलेला वेग

वर दिलेल्या तंत्रांच्या संथ प्रसाराच्या संदर्भात अलीकडच्या काळात तंत्रप्रसाराला आलेला वेग भोवळ आणणारा आहे. विशेषतः गेल्या काही दशकांमध्ये कोणतेही नवे तंत्रज्ञान जागतिक होण्याला काही दिवसही लागत नाहीत. माहिती क्षेत्रातील तंत्रे इतर व्यावसायिक क्षेत्रात पसरायलाही वेळ लागत नाही. सध्या AI म्हणजेच कृत्रिम बुद्धिमत्तेचे तंत्र उद्योग, व्यापार, शिक्षण, आर्थिक, राजकीय सामाजिक क्षेत्राबरोबरच बांधकाम क्षेत्राचा हिस्सा असलेल्या वास्तुअभिकल्प म्हणजेच आर्किटेक्चरच्या व्यवसायातही चर्चेमध्ये आहे.

परंतु बहुतांश वास्तुरचना व्यावसायिकांना आज तरी त्याबद्दल फारशी माहिती नाही. स्पष्टता नसली तरी त्यावर सकारात्मक आणि नकारात्मक अशा दोन्ही प्रकारच्या प्रतिक्रिया उमटत आहेत. विसाव्या शतकाच्या उत्तरार्धात संगणकांची चाहूल लागली तेव्हा नोकऱ्या जातील, बेकारी वाढेल ह्या भयाने त्याला भारतासकट अनेक देशांमध्ये

लोकांनी विरोध केला होता. तोच संगणक आता घरोघरीच नाही तर हातातल्या स्मार्ट मोबाइल फोनच्या स्वरूपात आपल्या जीवनाचा महत्त्वाचा साथीदार झाला आहे. आर्किटेक्चरच्या क्षेत्रामध्ये संगणक दाखल झाला तेव्हा सुरुवातीला त्याचा वापर इमारतींचे आराखडे तयार करण्याकरता होऊ लागला. संगणकाच्या मदतीमुळे वास्तुरचनाकारांच्या कामामध्ये नेमकेपणा आला; आराखड्याची चित्रकला सोपी आणि वेगवान झाली; नकाशे सुबक आणि देखणे झाले. संकल्पनेतील वास्तू कागदावर / स्क्रीनवर सादर करणे, समजावून देणे सोपे झाले. वास्तुरचनेशी संलग्न असलेल्या अभियांत्रिकी तज्ज्ञांबरोबर सहकार्य करणे सोपे झाले. निर्णयप्रक्रिया वेगवान झाली.

एकविसाव्या शतकात संगणकाच्या गणिती क्षमतेचा वापर पॅरामेट्रिक वास्तुशैलीच्या विकासाला होऊ लागला. सरळ रेषांच्या ठोकळेबाज आधुनिक शैलीतून वास्तुरचना मुक्त होऊ लागल्या. कमनीय, खेळकर आणि गुंतागुंतीच्या होऊ लागल्या. त्यांच्यासाठी आवश्यक रचनातंत्रांचा आणि बांधकाम-साहित्याचा विकास सुरू झाला. त्याशिवाय ऊर्जाबचत, प्रदूषण नियंत्रण करणाऱ्या तंत्रज्ञानाची जोड मिळू लागली.



लॉस एंजेलिस येथील वॉल्ट डिस्ने सभागृह (२००३)
शारजा येथील वाळवंटातील इएएक- मुख्यालय (२०२२)
संदर्भ <https://www.novatr.com/blog/parametric-buildings-around-the-world>



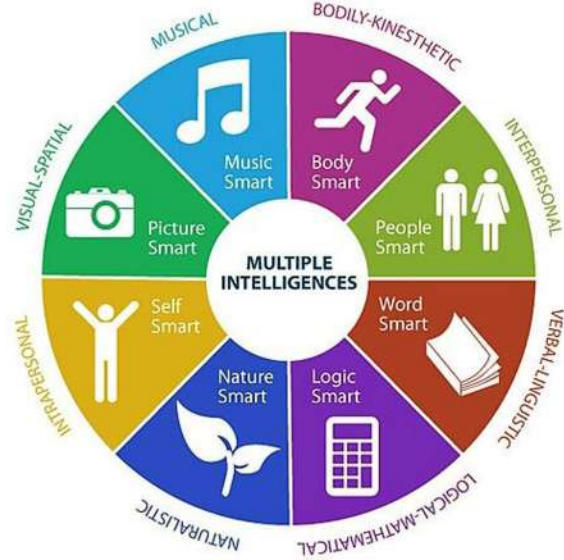
एआयप्रणित वास्तुरचना मानवी विकासासाठी पुरेशी असेल?

पॅरामेट्रिक तंत्रज्ञानाचा उपयोग काही अभिनव आणि विशेष महत्त्व असलेल्या इमारतींच्या वास्तुशैलीला होतो आहे. त्यामध्ये अभिनव आकारांबरोबर उपयुक्ततेला, बाह्य आणि अंतर्गत रचना, बांधकामसाहित्य आणि तंत्रज्ञान ह्यांना महत्त्व दिले जात आहे. त्यासाठी संगणकाची आणि गणिती बुद्धिमत्तेची जोड अत्यावश्यक आहे. एकेकाळी अशा वास्तुरचनांकडे, उदाहरणार्थ, देवळे, मशिदी किंवा चर्च, राजवाडे, ताजमहालसारख्या वास्तूंकडे, कलाकृती म्हणून बघितले जात असे. मात्र सर्वसाधारण साधारण नागरिकांच्या, रोजच्या जीवनातील घरांच्या उपजीविकेचा त्यामध्ये विचार केला जात नासे. मात्र आज वास्तुअभिकल्पाचे क्षेत्र लोकजीवनाच्या सर्वांगांना स्पर्श करणारे असते ह्याची जाणीव झाली आहे. अशा ह्या काळात कृत्रिम बुद्धिमत्तातंत्राचा वापर सर्वसाधारण बांधकामांसाठी, लोकजीवन सुकर आणि समृद्ध करण्यासाठी होईल का, ह्या प्रश्नांचे उत्तर देण्यासाठी मानवी बुद्धिमत्ता आणि कृत्रिम बुद्धिमत्ता ह्यांच्यातील फरक समजणे आवश्यक आहे.

‘कौन बनेगा करोडपती’ ह्या लोकप्रिय टीव्ही कार्यक्रमांमध्ये भाग घेण्यासाठी अनेक लोक खूप मेहनत घेत असतात. त्यासाठी अनेक क्षेत्रांतील माहिती डोक्यामध्ये साठवत असतात. नेमक्या उत्तराच्या बाबतीत शंका आली तर इतरांची मदत घेण्याची सोयही असते. तरीही बक्षीस मिळवणारे स्पर्धक सर्वात बुद्धिमान आहेत असे समजले जात नाही. करोडपती होणाऱ्या व्यक्तीला नोबेल मिळवणाऱ्या वैज्ञानिकाच्या बरोबरीची बुद्धिमत्ता आहे असे मानले जात नाही. तसेच, त्यांच्या हुशारीची बरोबरी संगीतकार, गायक, चित्रकार, आर्किटेक्ट, अभिनयकुशल व्यक्तीशी, कुशल खेळाडूशी किंवा सिनेमाच्या दिग्दर्शकाशी केली जात नाही. माहितीचा साठा करणाऱ्याला नाही तर नवनिर्मिती, नवीन कलाकृती, नवीन विचार, नवीन वैज्ञानिक ज्ञाननिर्मिती करणारे लोक करोडपती होत नसले तरी बुद्धिमान आणि हुशार मानले जातात. असे का?

माणसांजवळ अनेक प्रकारच्या बुद्धिमत्ता असतात असा विचार हॉवर्ड गार्डनर ह्या संशोधकाने १९८०च्या दशकात मांडला होता. संगीत, खेळ, संवाद, भाषा, गणित, निसर्गजाणिवा, चित्रकला/अवकाश आणि आत्मिक ज्ञान अशा आठ प्रकारच्या बुद्धिमत्ता असतात असे त्याने मांडले होते. त्याची एक आकृती पुढे देत आहे. अशा सर्व

प्रकारच्या बुद्धिमत्ता एकाच व्यक्तीमध्ये असणे संभवत नाही. तसेच विविध प्रकारच्या बुद्धिमत्तांचे प्रमाणही सर्व माणसांमध्ये, सर्व समूहांमध्ये सारखे असत नाही. म्हणूनच



कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या संदर्भातही वेगवेगळ्या क्षेत्रांमध्ये त्याचा सारखाच प्रभाव पडेल किंवा उपयोग होईल असे नाही.

गार्डनरने सुचविलेल्या विविध प्रकारच्या बुद्धिमत्ता

संदर्भ: [https://www.simplypsychology.org/multiple-intelligences.html::text=Howard%20Gardner's % 20 Theory % 20of% 20Multiple, interpersonal % 2C% 20 intrapersonal% 2C%20and%20naturalistic](https://www.simplypsychology.org/multiple-intelligences.html::text=Howard%20Gardner's%20Theory%20of%20Multiple,interpersonal%2C%20intrapersonal%2C%20and%20naturalistic).

आर्किटेक्चरच्या क्षेत्रासंबंधात -AI चे मत

गार्डनरने सुचविलेल्या अशा वेगवेगळ्या प्रकारच्या बुद्धिमत्तांसाठी -AI उपयुक्त आहे का असा प्रश्न मी AI लाच विचारला तेव्हा त्याचे मिळालेले उत्तर थोडक्यात असे -

No, AI is not currently useful for all of Gardner's intelligences, as existing AI is "narrow" and excels at tasks like logical-mathematical and linguistic processing, but struggles with intelligences requiring complex relationality, creativity, emotion, or embodiment.

म्हणजेच कृत्रिम बुद्धिमत्ता जेथे तर्कसंगती, गणित, भाषा ह्यांच्या संबंधातील क्षेत्रासाठी विकसित होऊ शकली आहे. हे तंत्रज्ञान भाषांतरासाठी उपयुक्त आहे. कारण भाषांच्या रचनांमध्ये, शब्दांच्या, वाक्यांच्या रचनांमध्ये काही एक



तर्कसंगती, शिस्त असते. परंतु ज्या विषयांमध्ये अनेक प्रकारचे संदर्भ आवश्यक असतात, त्यांच्यामधील नातेसंबंध गुंतागुंतीचे असतात तेथे AIचा फारसा उपयोग होत नाही. त्यामुळेच सर्जकता, संकल्पना आणि भविष्यवेध घेणे आवश्यक असते अशा क्षेत्रात AIचा उपयोग मर्यादित असतो. भावनिक किंवा अमूर्त विचारांचे मूर्त स्वरूपात रूपांतर करण्याच्या साहित्य, चित्रपट, संगीत, वास्तुकला, शिल्पकला अशा क्षेत्रांमध्ये हे तंत्र फारसे उपयुक्त नसते. कारण ह्यासाठी मानवाची आंतरिक क्षमता, इच्छा आणि वैयक्तिक उद्योजकता, नावीन्यपूर्ण संकल्पनानिर्मितीला महत्त्व असते. त्यावर समाज आणि संस्कृतींचाही प्रभाव असतो, अशा क्षेत्रांमध्ये किंवा ज्यात तार्किक बुद्धीच्या जोडीला भावनिक बुद्धीची गरज असते अशा कामांमध्ये AIचा फारसा उपयोग होईल असे मला तरी वाटत नाही.

वास्तुअभिकल्प क्षेत्राचा विस्तार आणि विविधता

आता वास्तुअभिकल्प म्हणजेच आर्किटेक्चरच्या विशिष्ट क्षेत्राचा विचार करू. वास्तु-अभिकल्प शिक्षण किमान ५ वर्षे चालते. वास्तुअभिकल्पना करणे ही दीर्घ आणि गुंतागुंतीची प्रक्रिया असल्याने ती काही सूत्ररूपाने, पाठांतर आणि अनुकरण पद्धतीने शिकवता येत नाही. त्याचबरोबर उद्यानकला, नगररचना अशा विषयांच्या अभ्यासाचा त्यात समावेश असतो. त्यासाठी विज्ञान, गणित, कायदे-नियम, जागतिक वास्तुकला आणि संस्कृतींचा इतिहास, भूगोल, हवामानशास्त्र, स्थापत्य अभियांत्रिकी, नीतिशास्त्र अशा अनेक विषयांची किमान माहिती असावी लागते. त्यांची काही तत्त्वे शिकवली जातात.

ह्याशिवाय आधुनिक नागरी सेवा, म्हणजे पाणी, सांडपाणी, वीज, गॅस आणि वातानुकूल आदी सेवांचे किमान तांत्रिक ज्ञान आणि गरजांचे भान असावे लागते. ग्राहकांच्या आवडीनिवडी, अपेक्षा, मागण्या वेगवेगळ्या आणि सतत बदलत्या असतात. त्यांचाही अंदाज आणि वेध रचनाकारांना घ्यावा लागतो. अलीकडे शाश्वत विकासाच्या संकल्पना आणि पर्यावरणीय मानसशास्त्राचाही त्यात समावेश होतो आहे. मानवी वर्तनावर परिसराच्या परिणामाचे भान असणेही महत्त्वाचे झाले आहे. शिवाय ह्या व्यवसायाला आवश्यक अशी चित्रकलेच्या संदर्भातील अनेक तंत्रे शिकावी लागतात. तसेच, आपल्या संकल्पना ग्राहकांना, नागरिकांना समजावून देण्यासाठी संवादमाध्यमांचा आधार आवश्यक असतो. त्यासाठी अलीकडे संगणकाचा उपयोग

होतो आहे. थोडक्यात सांगायचे तर वास्तुअभिकल्प शिक्षण एकीकडे अनेक प्रकारच्या गुंतागुंतीच्या समस्या सोडवण्यासाठी असते, तर दुसरीकडे परिसर सौंदर्यपूर्ण, उपयुक्त, सुरक्षित आणि टिकाऊ होण्यासाठी विशेष विचार करावा लागतो. गेल्या दोनशे वर्षांत वास्तुरचनेचा सामान्य नागरिकांच्या दैनंदिन जीवनाशी अधिकाधिक जवळचा संबंध येऊ लागला आहे. सामान्य लोकांच्या तसेच समूहांच्या भावनांनाही महत्त्व आले आहे. वास्तू आणि सुविहित, सौंदर्यपूर्ण परिसराच्या सान्निध्यात माणूस अधिकाधिक सुसंस्कृत होतो हा विचार त्यामागे आहे.

ऐतिहासिक काळातील सुप्रसिद्ध इमारती मुख्यतः राज्यकर्ते, सरदार आणि श्रीमंत लोकांसाठी बांधलेल्या दिसतात. त्यामध्ये राजवाडे तर होतेच शिवाय राज्यकर्त्यांच्या स्मारकासाठी विशेष प्रकारच्या इमारती बांधल्या जात. तसेच, जगभरातील देवळे, मशिदी, चर्चच्या भव्य इमारती धर्मप्रसारासाठी बांधल्या जात. समाजातील लोकांना एकत्र जमवण्याची ती मुख्य ठिकाणे असत. त्याकाळी अशा इमारतींना कलापूर्ण, भव्य आणि आकर्षक करण्याला सर्वाधिक प्राधान्य असे. त्या व्यतिरिक्त भारतामध्ये व्यापारी तांड्यांच्या निवासासाठी सुरक्षित ठिकाणी लेणी कोरलेली होती. तेथेच बौद्ध धर्माच्या प्रसारासाठी मोठ्या दालनांची व्यवस्था असे. नंतरच्या काळात जगातील पहिले विद्यापीठ नालंदा येथे बांधले गेले. जगभरातून तेथे शिक्षणासाठी येणाऱ्या विद्यार्थ्यांना राहण्यासाठी मोठे चौक आणि शेकडो खोल्या असलेले विहार बांधले गेले. नऊ मजली वाचनालयाची इमारतीही बांधलेली होती. शिक्षकांच्या स्मृतिप्रीत्यर्थ लहान-मोठे स्तूपही बांधले जात. परंतु अनेकदा अशा वास्तू मानवी असूयेच्या, असुरक्षिततेच्या आणि आक्रमकतेच्या भावनेतून नष्टही केल्या गेलेल्या आहेत, हेही विसरता येत नाही.

आधुनिक बांधकामसाहित्य आणि तंत्रे

दोन शतकांपूर्वीच्या काळातील वास्तुइतिहासाकडे बघितले तर त्यामध्ये विविध प्रकारच्या मोठ्या, भव्य इमारतींची भर पडत आलेली आहे. सुरुवातीला अशा सर्व इमारती दगडी किंवा विटांच्या असत. त्यामध्ये बांधकामाइतकेच किंवा त्याहूनही जास्त महत्त्व हे तेथील कारागिरीला आणि सौंदर्याला, शिल्प आणि चित्रकलेला असे. त्या काळात वास्तुरचना करणाऱ्यांना वास्तुकलाकार समजले जात असे. मात्र गेल्या दीडशे वर्षांपासून इमारतींच्या



बांधकामांमध्ये साहित्य, आकार, प्रकार आणि स्वरूपांमध्ये मोठ्या प्रमाणात बदल झाले आहेत. अलीकडच्या काही दशकात तर लोखंड आणि काँक्रीटच्या उत्तुंग इमारती विविध प्रकारच्या वापरासाठी, घरांसाठी, कार्यालयांसाठी उभ्या राहत आहेत. सर्वसामान्य लोकांसाठी बहुमजली इमारती बांधण्यासाठी विविध प्रकारचे व्यावसायिक एकत्र येऊन काम करत आहेत. बांधकाम व्यावसायिकांवर अनेक प्रकारच्या

सार्वजनिक इमारती बांधण्याची जबाबदारी आलेली आहे. रेल्वे, बस स्टेशने, विमानतळ, हॉटेले, कार्यालयांच्या, कारखान्यांच्या इमारती, हॉस्पिटले, शाळा आणि महाविद्यालये, शैक्षणिक संकुले, वस्तुसंग्रहालये, कलादालने, संशोधन प्रयोगशाळा तसेच लोकशाही व्यवस्थांमध्ये महत्वाच्या असलेल्या लोकसभा-विधानसभांच्या इमारतींची भर पडली आहे.

थोडक्यात सांगायचे तर आधुनिक काळात वास्तुव्यवसायाचे स्वरूप केवळ कलापूर्ण, भव्य, खाजगी वा धार्मिक इमारतींच्या अभिकल्पना करण्यापुरते राहिलेले नाही. वास्तुव्यवहार लोकजीवनाच्या सर्व अंगांना स्पर्श करणारे झाले आहेत. वास्तुरचनाकारांवर वेगळ्या आणि नवीन जबाबदाऱ्या आल्या आहेत. ह्या व्यावसायिकांना इतिहासाचे भान असणे आवश्यक तर आहेच, त्याच्या आधारे भविष्यवेध घेत संकल्पना करून बदलत्या सार्वजनिक लोकजीवनाला आणि लोकसंस्कृतीला साजेशा वास्तुनिर्मिती करण्याचे मोठे आव्हान आहे. स्थानिकतेचे भान असणे आवश्यक आहे; तसेच, मानवाच्या जागतिक संस्कृतीचे भानही आवश्यक आहे.

औद्योगिकीकरणाच्या झपाट्यात वास्तुरचना व्यवसायाचा झपाट्याने विस्तार झाला आहे. त्यासाठी नैसर्गिक साधनसामग्रीचा उपसा केल्यामुळे पृथ्वीची आणि निसर्गातील विविध परिसंस्थांची मोठ्या प्रमाणावर हानी झाली आहे. डोंगर, दऱ्या, जंगले, जमिनी, नद्या, समुद्रकिनारेच नाही तर समुद्राचे तळही त्यातून सुटलेले नाहीत. पृथ्वीवरील तापमानवाढ आणि प्रदूषण करून पर्यावरणाची हानी होण्यास नागरी बांधकामांतील आणि वाहतूक क्षेत्रातील ऊर्जासाधने सर्वाधिक प्रमाणात जबाबदार आहेत. अशा अनेक कारणांमुळे आजचा वास्तुव्यवसाय अत्यंत गुंतागुंतीचा झाला आहे. अशावेळी गुंतागुंतीच्या क्षेत्राच्या संदर्भात AIचा विचार करताना त्याच्या मर्यादा लक्षात घेणे आवश्यक आहे.

संकल्पनाकौशल्य आणि कृत्रिम बुद्धिमत्ता

सुप्रीम न्यायालयाचे निवृत्त न्यायाधीश धनंजय चंद्रचूड ह्यांच्या नव्या पुस्तकातील काही अंश असा आहे :

आजच्या काळात कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) हे एक शक्तिशाली साधन आहे. एआय तंत्रज्ञान ज्ञानाच्या क्षेत्रात मदत करू शकते त्यामुळे न्यायालयीन कार्यक्षमताही वाढू शकते. वेगवान गणिती क्षमतेमुळे (कम्प्युटिंगमुळे) प्रचंड आकाराची विदा (डेटा-माहिती) वेगाने वाचता येते. आणि काही सेकंदांमध्ये त्या आधारे सुसूत्र मसुदा तयार करता येतो. हे न्यायाधीशांना आणि वकिलांना केस फाईल वाचण्यास मदत करू शकेल; परंतु न्यायाधीशांकडून अपेक्षित असलेल्या सहानुभाव, करुणा आणि सूक्ष्म आकलन यांची जागा एआय घेऊ शकत नाही. आणि घेऊही नये. न्यायदान प्रक्रियेतील मानवी घटकांचे जतन करणे महत्वाचे आहे.

अशाच प्रकारे वास्तुअभिकल्प करताना आर्किटेक्टना मानवी समाजाचे सूक्ष्म आकलन असणे आवश्यक आहे. त्याचबरोबर मानवी भावनांचे, सामाजिकतेचे आणि संस्कृतीचे भान असणे महत्वाचे आहे. गुंतागुंतीच्या अशा ह्या सर्जनशील क्षेत्रामध्ये मानवी बुद्धिमत्तेची जागा एआय घेऊ शकणार नाही. तसेच, संकल्पना करण्याची, सर्जनशील निर्मिती करण्याची, अभिव्यक्त होण्याच्या अमर्याद नैसर्गिक मानवी क्षमतेची जागा एआय घेऊ शकणार नाही. तशी अपेक्षाही एआयकडून करता येणार नाही.

AI संबंधातील धोके

AIचे वास्तुव्यवहारात काय सकारात्मक उपयोग आहेत, किंवा भविष्यात होऊ शकतील ह्याबाबत आज ह्या व्यवसायातील फारशी स्पष्टता नाही. उलट सध्याच्या काळात मानवाच्या भावनिक बुद्धीला आकर्षित करण्यासाठी AIचा गैरवापर होण्याचा धोका मोठा आहे. AI तंत्रज्ञानाचा उपयोग करून सामान्य नागरिकांचीच नाही तर राजकारणी नेत्यांची तसेच आणि प्रशासकीय अधिकाऱ्यांची दिशाभूल करणे अशक्य नाही. किंबहुना अलीकडे उपलब्ध असलेले समाजमाध्यमांचे तंत्रज्ञान लोकांची सहजपणे फसवणूक करण्यासाठी वापरले जात आहे.

अलीकडच्या काळातील विकासकांच्या निवासी प्रकल्पांच्या आकर्षक जाहिराती आधुनिक तंत्रे वापरून तयार केल्या जातात. मुंबईतील गर्दीच्या, अरुंद रस्त्यावर बांधल्या जाणाऱ्या उत्तुंग इमारतींच्या भोवती नयनरम्य हिरवे परिसर



दाखवले जातात, वास्तवात मात्र त्या ठिकाणी गरिबांच्या वस्त्या असतात. त्याचा एक नमुना पुढे देत आहे. पहिल्या चित्रात मुंबईच्या परळ भागातील एका इमारतीच्या संकुलाभोवती प्रत्यक्षात असलेला परिसर गुगल अर्थच्या चित्रात दिसतो आहे. शेजारच्या चित्रामध्ये त्याच प्रकल्पाचे वास्तुरचनाकाराने हिरव्या परिसरात काढलेले संगणकीय चित्र आहे. अशा इमारतींच्या जाहिराती रोजच्या वर्तमानपत्रांच्या पहिल्या पानावर झळकत असतात. काही जण त्यात गुंतवणूक करून फसवलेही जात आहेत. उद्या कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा विविध प्रकारे वापर करून नागरिकांना फसवणे सहज शक्य होईल.

एआयच्या मदतीने दृष्टिभ्रम

एआय तंत्रज्ञान वापरून एका व्यक्तीने तयार केलेली काही आकर्षक इमारतींची चित्रे इंटरनेटवर बघायला मिळाली. अशा इमारती भौतिकशास्त्राचे, अवकाश रचनेचे नियम पाळून प्रत्यक्षात बांधणे अशक्य असल्यामुळेच ह्या चित्रांना Impossible Architecture असे म्हटले आहे. AIच्या माध्यमातून दृष्टिभ्रम निर्माण केला आहे. काही चित्रकार अशी चित्रे काढून मानवी मेंदूची परीक्षा घेत आहेत.

संदर्भ: <https://regia-marinho.medium.com/what-is-impossible-architecture-795e829608d2>

शेवटी थोडक्यात सांगायचे तर वास्तुरचनाकारांना AIची थोडी मदत मिळाली तरी त्यावर खूप जास्त भर देता येणार नाही, अवलंबून राहता येणार नाही. AIला मानवी सृजनशीलतेशी, सामाजिक, भावनिक बुद्धिमत्तेशी बरोबरी करता येणार नाही, असे वाटते.

— सुलक्षणा महाजन

sulakshana.mahajan@gmail.com



संगीता गोडबोले

भविष्यातील कलाक्षेत्र आणि तंत्रज्ञान

माणसाला नव्याची सतत ओढ असते.

त्याला ज्यावरून शिकायला हवे तो इतिहास आठवायला आवडतो. वर्तमानात तो जगत असतोच; परंतु भविष्य जाणून घ्यायची बऱ्याचदा इच्छा असते. उद्या काय घडेल याबद्दल आकर्षण असते.

रोजच्या जीवनातल्या घडामोडीतसुद्धा उद्या नवीन काय हा विचार असेल तर कलाविश्वात उद्या काय? हा प्रश्न मनात येणे साहजिकच आहे.

विज्ञानजगतात तर ते होणे अत्यावश्यक आहेच. शिवाय विज्ञान आणि कलांचाही परस्परसंबंध आहेच. त्यामुळे भविष्यात काय? यामध्येही कलेबरोबरच विज्ञान जगतातील शक्यतांचा विचार आपोआपच येणार. विज्ञानाधिष्ठित कलाजगत किंवा कलाधिष्ठित विज्ञानजगत हा विचार खरेच मनोरंजक ठरेल.

पुढील साधारण वीस वर्षांच्या कालावधीत कलाक्षेत्रात काय नवीन घडू शकेल याविषयी विचार मांडण्याचा प्रयत्न करीत आहे.

यामध्ये तंत्रज्ञान आणि ए.आय.म्हणजे आर्टिफिशिअल इंटेलिजन्स.. कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा सहभाग त्याचे बरेवाईट परिणाम याविषयी पाहू.

संगीतक्षेत्र

नव्या जमान्यात tuning साठी इलेक्ट्रॉनिक यंत्रे उपलब्ध आहेत.

हार्मोनियमसुद्धा सगळी सप्तके वाजवणाऱ्या ऐवजी त्या त्या गायकाच्या आवाजाच्या आवाक्यानुसार तितक्याच स्वरांच्या उपलब्ध आहेत. उदाहरणार्थ, मंद्र सप्तकातील पंचम ते तार सप्तकातील पंचम.

शिवाय गायकाने गायलेल्या गीताला ते बेसूर झाले असेल तर ट्युनरने स्वर जागेवर आणून ठेवून सुरेल बनवता येऊ लागले आहे. तुकड्यातुकड्यात गाऊन नंतर त्यांना जोडून एकत्र करून एकसंध गाणे तयार करणे, त्यात वेगवेगळ्या वेळी

रेकार्ड केलेल्या वाद्यांचा भरणा करणे, काही आधीच वाजवून ठेवलेल्या संगीताचा वापर करणे या गोष्टींचा तर आताही वापर सुरू झालेला आहेत. यामध्ये अजूनही नवनवीन कल्पना येतील आणि त्यांच्या वापराने गाणी तयार होतील.

आधीच प्रोग्रामिंग करून ठेवलेला एखादा रोबो ते गाणे गाऊ लागला तर नवल वाटायला नको.

पुढील काही वर्षांत संगीतक्षेत्रात तंत्रज्ञानामुळे काय बदल घडून येतील याचा अभ्यास करण्यासाठी किंवा त्याबद्दल ठोकताळे मांडण्यासाठी आपल्याला एआय-जनरेटेड संगीताची संकल्पना समजून घेणे गरजेचे आहे.

एआय-जनरेटेड संगीताची संकल्पना म्हणजे कृत्रिम बुद्धिमत्ता तंत्रज्ञानाचा वापर करून संगीतसामग्री तयार करण्याची प्रक्रिया.

हे नव्यानेच उदयास आलेले क्षेत्र मशीन लर्निंग अल्गोरिदम आणि डीप लर्निंग नेटवर्कचा वापर करते. ते मोठ्या प्रमाणात संगीतविषयक डाटाचे विश्लेषण करू शकते, तयार केलेल्या नव्या नव्या नमुन्यांवरून नव्या रचनाही तयार करू शकते.

कृत्रिम बुद्धिमत्ता संगीतनिर्मितीची प्रक्रिया कशी करते याविषयी पाहू.

एआय म्युझिक जनरेशनमध्ये मानवी हस्तक्षेपाशिवाय संगीत तयार केले जाते. त्यामध्ये एआय अल्गोरिदमसह प्रोग्राम केलेल्या संगणकप्रणालींच्या वापराने संगीतनिर्मिती केली जाते. या एआय सिस्टीमना विविध संगीताचे प्रकार तुकड्यातुकड्यात सादर केले जातात. त्यापासून उपलब्ध झालेल्या मोठ्या डेटानुसार एआयला प्रशिक्षित केले जाते. एआय या इनपुटचा वापर संगीतात असलेले वेगवेगळे नमुने, स्वर, सूर, ताल आणि शैली जाणून घेण्यासाठी करते.

प्रशिक्षणानंतर, हे एआय मॉडेल पूर्णपणे नवीन आणि मूळ संगीत रचना तयार करू शकते किंवा त्यांच्या शिक्षणावर आधारित विशिष्ट शैलींचे अनुकरण करू शकते.

एआय म्युझिक जनरेशन किंवा निर्मितीमध्ये मशीन लर्निंग



अल्गोरिदम आहेत. मशीन लर्निंग हा एआयचा एक उपप्रकार आहे जो मशीनना डाटांमधून शिकण्याची आणि कालांतराने सुधारणा करण्याची क्षमता देतो. संगीताच्या बाबतीत, हे अल्गोरिदम विविध प्रकारच्या रचनांमध्ये नमुने आणि वैशिष्ट्ये ओळखण्यास सक्षम आहेत. काही सामान्यतः वापरल्या जाणाऱ्या अल्गोरिदममध्ये रिकॉन्ट न्यूरल नेटवर्क (आरएनएन), लॉग शॉर्ट टर्म मेमरी (एलएसटीएम) नेटवर्क आणि जनरेटिव्ह अॅडव्हर्सेरियल नेटवर्क (जीएन) यांचा समावेश आहे.

आधीच्या स्वरानुसार पुढील स्वर त्यापुढे ठेवणे किंवा तयार असलेल्या संगीताच्या तुकड्याला पुन्हा पुढे विकसित करणे, गुंतागुंतीच्या नमुन्यांमधून नवीन संगीतनिर्मिती करणे आणि त्याची गुणवत्ता तपासणे अशी विविध प्रकारची कामे या अल्गोरिदमद्वारे केली जातात.

कला आणि विज्ञान हे कसे परस्परसंबंधी आहेत याचे हे उत्तम उदाहरण तर आहेच. शिवाय मानवाची सर्जनशील उत्स्फूर्तता आणि मशीन लर्निंगद्वारे अचूकपणे तयार झालेले संगीत या दोहोंचा सुवर्णमध्य काढला तर भविष्यातील संगीत वेगळ्या आणि उच्च स्तरावर जाऊ शकेल. यामधील अधिक अभ्यास आणि संशोधन हे संगीतनिर्मिती आणि त्याच्या वापराच्या पद्धतीत नक्कीच नव्या वाटा दाखवेल.

एआय म्युझिक टूल्स कलाकारांना बेस मेलडी तयार करण्यास, नवीन गाणी लिहिण्यास तसेच स्पाॅटिफाय आणि अॅपल म्युझिकसारख्या विविध प्लॅटफॉर्मवर अपलोड करण्यासाठी पूर्णपणे तयार केलेले एआय-जनरेटेड ट्रॅक तयार करण्यास मदत करत आहेतच.

सेलिब्रिटींच्या आवाजांसह एआय-जनरेटेड गाणे हे केवळ अनुकरण नसून, ते कलात्मकतेचे एक नवीन रूप आहे जे मानव आणि यंत्र यांच्यातील रेषा अस्पष्ट करत आहे. आज, एआय आयकॉनिक आवाज पुन्हा तयार करू शकते आणि त्यांना तुम्हाला हवे ते गाण्यास भाग पाडू शकते.

डेझी बेल हे १९६१ मध्ये संगणकाने गायलेले पहिले गाणे होते. हे संगीत बेल लॅक्समधील आयबीएम ७०९४ संगणकाद्वारे वाजवले आणि गायले गेले होते, ज्यामध्ये अगदी सुरुवातीच्या स्पीच सिंथेसिस तंत्रज्ञानाचा वापर करण्यात आला होता.

नजीकच्या भविष्यात एआय कलाकारांची पूर्णपणे जागा घेईल अशी शक्यता कमी वाटत असली तरी, कलेच्या उत्क्रांतीत त्याची भूमिका निश्चितच महत्वाची ठरणार आहे. एआय कलाकारांना नवीन सर्जनशील मार्ग शोधण्यासाठी आणि सीमा ओलांडण्यासाठी एक साधन म्हणून काम करू शकते.

तरीही पुन्हा एक प्रश्न मागे उरतोच..

विविध रागांची निर्मिती, जोडराग कदाचित एआय गणिती

पद्धतीने करेलही. पण, त्यातल्या भावभावनांची निर्मिती, मानवी कंठातून येणाऱ्या आवाजाचा पोत तसाच असेल का?

घराण्याची शुद्धता जपली जाईल का?

काळच या सर्वांचे उत्तर देईल.

वीस वर्षांनंतर, आता वेगवेगळ्या कलाकारांना त्यांच्या कौशल्यानुसार आणि त्या त्या गाण्याच्या मागणीनुसार विविध गायक-गायिका तसेच सतार, संतूर, सरोद, व्हायोलिन, बासरी, सनई यांसारखी साथीची वाद्ये आणि तबला, पखवाज, मृदंग, बोंगो, कोंगो ड्रम यांसारखी तालवाद्ये, शिवाय खंजिरी घुंगरू, टाळ यांसारखी छोटी पण वातावरणनिर्मितीत महत्वाची अशी वाद्ये वापरून एक टीम काम करते तशी आवश्यकता न रहाता संगीत अधिक वैयक्तिक पातळीवर तयार होऊ लागेल.

ते त्या त्या वेळच्या भावनांवर आधारित असेल, जिथे तंत्रज्ञान आणि एआय संगीताच्या निर्मितीमध्ये महत्वाची भूमिका बजावेल.

संगीत अधिकाधिक सामाजिक होईल आणि कलाकार शैलींच्या पारंपरिक चौकटींऐवजी नावीन्यपूर्ण प्रयोगांनी श्रोत्यांच्या वैयक्तिक भावनांनाही स्पर्श करू शकेल.

आर्टिफिशियल इंटेलिजन्स (एआय) संगीताच्या निर्मितीमध्ये अधिक सक्रिय भूमिका बजावेल, ज्यामुळे संगीताचे स्वरूप बदलू शकेल.

इंटरनेट आणि स्ट्रीमिंग सेवा संगीत ऐकण्याचा आणि वितरित करण्याचा मुख्य मार्ग बनतील, जसे सध्या होत आहे.

एआयनिर्मित संगीताचे वापरकर्ते त्यांच्या आवडीनुसार आणि भावनांनुसार संगीत तयार करू शकतील किंवा ऐकू शकतील, ज्यामुळे संगीत अधिकाधिक वैयक्तिक होईल.

कलाकार पारंपरिक संगीतशैलींना आव्हान देतील आणि भावना व सर्जनशीलतेवर आधारित नवीन प्रकार तयार करण्यासाठी वेगवेगळ्या शैलींचा एकत्र वापर करू शकतील.

संगीताची ओळख ही एखाद्या विशिष्ट शैलीऐवजी ती श्रोत्यांमध्ये कोणती भावना निर्माण करते यावर आधारित असेल.

तंत्रज्ञानामुळे संगीत अधिक सामाजिक बनेल, जिथे सोशल मीडिया आणि ऑनलाइन प्लॅटफॉर्म संगीताच्या प्रसारात महत्वाची भूमिका बजावतील.

कलाकार आणि श्रोते एकत्र येऊन संगीताची निर्मिती करू शकतील, ज्यामुळे संगीतनिर्मितीचा वैयक्तिक अनुभव प्रत्येकाला वेगळा आनंद देऊ शकेल.

थोडक्यात, पुढील वीस वर्षांत संगीत हे तंत्रज्ञान, वैयक्तिक अनुभव आणि भावना यांवर आधारित एक गतिशील आणि सतत विकसित होणारे स्वरूप असेल.

लाइव्ह परफॉर्मन्समध्ये, संगीतकार अनेकदा अशा प्रकारे

एकत्र वाजवतात जे त्यांच्यातील मानवी सहकार्य आणि समन्वयावर भर देते.

एखाद्या मैफिलीमध्ये गायकाच्या काही सेकंद मागून वाजणारी संवादिनी किंवा व्हायोलिन, त्याबरोबर वाजणारी तालवाद्ये या एकमेकांना ते एकमेकांच्या साथसंगत करून प्रत्येक वेळी नवनिर्मिती करत असतात. कलावंत एकमेकांच्या ऊर्जेचा वापर करतात. वेगवेगळ्या वाद्यांचे परस्परसंवाद होत राहतात. एआयला हे सारे करणे किंवा हे अनुकरण करणे कदाचित शक्य होणार नाही.

चित्रकला

रंगरेषांच्या माध्यमातून आणि भाषेतून बोलणारी कित्येक वर्षांचा इतिहास असलेली चित्रकला.

तिच्यातही पुढील काही वर्षांमध्ये विविध बदल अपेक्षित आहेतच.

समाजाच्या बदलत्या गरजा आणि विकसित होत जाणारे नवीन तंत्रज्ञान यानुसार ते बदल होतच राहणार.

त्यात पारंपरिक माध्यमांचा वापर चालू राहीलच, त्याचबरोबर नव्या शक्यतांचा शोधही घेतला जाईल.

डिजिटल तंत्रज्ञानाच्या वापराने आणि प्रभावाने चित्रकार व्हर्च्युअल रिलॅलिटी (VR) आणि आगमेंटेड रिलॅलिटी (AR) यांच्या साहाय्याने अधिक प्रमाणात 3D किंवा त्रिमितीय कलाकृती अधिक सहजतेने तयार करतील.

लांबीरुंदीबरोबरच खोलीचाही वापर चित्रकार करतो. तेच डिजिटली त्रिमितीय झाले तर त्याचा मानवी मनावर अधिक परिणाम अपेक्षित आहे.

एआयला दिलेल्या सूचनेनुसार नवीन डिझाईन्स थोडक्या वेळात तयार करता येतील, शिवाय ती मनपसंत नसतील तर त्यात तेव्हाच बदल करता येऊ शकतील.

त्यात वापरलेले रंग त्यांचा पोत एका क्लिकवर बदलता येऊन त्यांच्यात निवड करणे आणि अपेक्षित परिणाम साधणे सोपे होईल.

कलाकारांना मदतनीस म्हणून एआय चांगलाच उपयुक्त ठरू शकेल.

पारंपरिक चित्रशैलीमध्येही नवीन डिझाईन तयार करता येईल. ते डिजिटली तयार करून मग पुन्हा तसे कनव्हासवर उतरवणे शक्य होईल.

एक नावीन्य म्हणजे पहाणाऱ्याच्या हालचाली किंवा आवाज.. त्यांना दिलेल्या कमांड किंवा आदेशानुसार यावरही संवादात्मक चित्रांची निर्मिती होऊ शकेल.

पुढील काही वर्षांमध्ये पर्यावरणाचा विचार करता त्यानुसार पर्यावरणास हानी न पोहोचवता नैसर्गिक साधनांचा



चित्रकार विजयराज बोधनकर



एआय निर्मित चित्र



चित्रकार दीपक देशपांडे



एआय निर्मित चित्र



वापर आणि अधिक टिकाऊ स्वरूपांची निर्मिती होईल. EJ टेंपोरासारख्या विषयांवरील संशोधन आणि अभ्यास नव्या टिकाऊ रंगांचा वापर उपलब्ध करून देईल.

आता एखादे चित्र एखादा कलावंत आपल्या इच्छेनुसार एका ठिकाणी तयार करतो, तेच चित्र अनेक ठिकाणांहून वेगवेगळ्या चित्रकारांनी आपापल्या बुद्धीच्या वापराने एकत्रित कलाकृती निर्माण करणे शक्य होईल. यात विविध शैली असणारे किंवा समान शैली असणारे विविध देशांतील चित्रकार एकाच चित्रावरही काम करून एखादे भव्य चित्र अतिशय कमी वेळात तयार करू शकतील. किंवा विविध शैलींची आणि कल्पनांची देवाणघेवाण करणेही शक्य होईल.

त्याउलट प्रत्येकाला नावीन्यपूर्ण आणि वैयक्तिक साधने उपलब्ध झाल्याने चित्रकला अधिक वैयक्तिक पातळीवरही नवे रूप घेईल. तंत्रज्ञानाचा प्रभाव चित्रकलेवर होणे ही अपेक्षित बाब असली तरीही त्यातील मानवी बुद्धी आणि मानवी कुंचल्याला पूर्णपणे कालबाह्य ठरणे अशक्य आहे.

साहित्यक्षेत्र

वीस वर्षांनंतर साहित्यक्षेत्रात तंत्रज्ञानाच्या वाढत्या प्रभावामुळे डिजिटल माध्यमे आणि कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा (एआय) वापर वाढेल.

ज्यामुळे नवोदित लेखकांना नवीन संधी मिळतील.

लिखाणाचे स्वरूप बदलेल. लिखाणाचे विषय बदलतील. या बदलामुळे साहित्याच्या निर्मिती आणि वितरणात मोठे बदल दिसून येतील.

एआयच्या वापराने विविध भाषांमधील साहित्य आपल्याला कळणाऱ्या भाषेमध्ये भाषांतरीत करून वाचता येईल. त्यासाठी निष्णात अनुवादकाची गरज उरणार नाही.

त्या भाषांतरात कदाचित त्रुटीही असतील. मूळ भाषेतील भावभावना जशा मानवी मेंदूला समजूनउमजून पुन्हा दुसऱ्या भाषेत त्या मूळ भावनांच्या जवळपास जाऊन मांडता येतात तशा एआय मांडू शकेल की नाही याविषयी मी तरी साशंक आहे.

वाचक आणि लेखक यांच्यातील संवाद अधिक थेट होईल.

तसेच, साहित्याचे वितरण करण्यासाठी डिजिटल प्लॅटफॉर्मचा वापर वाढेल.

सोशल मीडियामुळे साहित्य अधिक लोकांपर्यंत पोहोचेल. आताही तो अनुभव आपण घेत आहोतच.

कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा (एआय) वापर साहित्यनिर्मितीमध्ये, कथा लिहिणे किंवा कवितेची निर्मिती करणे यासाठी केला जाईल, ज्यामुळे साहित्यनिर्मितीप्रक्रिया वेगाने होईल, पण पुन्हा त्याचा दर्जा आणि त्याच विषयांवर अनेक जण

एआयच्या साहाय्याने लिहीत असतील तर त्या लेखनात तोच तोपणा येणेही शक्य आहे.

ऑडिओ बुक्स आणि व्हिडिओ स्वरूपातील साहित्याचा प्रचार वाढेल, कारण ही माध्यमांची अधिक आकर्षक आणि सोयीस्कर रूपे आहेत.

साहित्याचे स्वरूप आणि विषय

वैयक्तिक अनुभवांबरोबरच त्यांच्या जागतिकीकरणामुळे जग अधिक जवळ येईल, त्यामुळे जागतिक स्तरावरील समस्या आणि वैयक्तिक अनुभव साहित्यातून व्यक्त होतील.

डिजिटल माध्यमांच्या लोकप्रियतेमुळे लघुकथा, लघुकविता, आणि पटकथेसारख्या लहान आणि आकर्षक साहित्यप्रकारांना अधिक महत्त्व येईल.

थोड्या वेळातही वाचन आणि मनोरंजन दोन्ही साधले जाईल. हव्या त्या ठिकाणी हवे तेव्हा हवे तेवढे वाचणेही शक्य होईल.

सोशल मीडियामुळे लेखक आणि वाचक यांच्यात थेट संवाद साधता येईल, ज्यामुळे वाचकांच्या अपेक्षा आणि प्रतिक्रिया लेखकांना अधिक प्रमाणात मिळतील.

तंत्रज्ञानामुळे साहित्यिक क्षेत्रात येणाऱ्या नवीन कलाकारांना संधी मिळेल, पण त्याचबरोबर स्पर्धेचे आव्हानही वाढेल.

एआय-आधारित साहित्यनिर्मितीमुळे साहित्याचा दर्जा राखण्याचे मोठे आव्हान निर्माण होईल, लेखकांनी पारंपरिक आणि आधुनिक शैली यांचा मेळ साधला तर याचा सुवर्णमध्य साधून एआयचा मदतनीस म्हणून केलेला वापर फायद्याचाच ठरेल.

कुठलेही तंत्रज्ञान मर्यादित आणि हुशारीने वापरणे हे गरजेचेच असते. साहित्यक्षेत्रही त्याला अपवाद ठरू नये.

चित्रपटक्षेत्र

फ्रान्समधील एमिल कोहेल या कार्टूनिस्टने १९०८ साली फॅटास्मागोरीही पहिली अनिमेटेड फिल्म बनवली. त्यात अनेक फोटो एकमेकांना जोडून फिल्म तयार केली गेली.

गुणमय बॅनर्जी दिग्दर्शित आणि न्यू थिएटर्स लिमिटेड निर्मित 'द पी ब्रदर्स' हा चित्रपट २३ जून १९३४ रोजी कोलकाता येथे प्रदर्शित झाला, ज्यामुळे तो चित्रपटगृहात प्रदर्शित होणारा पहिला भारतीय अनिमेटेड चित्रपट ठरला. हा चित्रपट ३ ते ४ मिनिटांचा होता आणि त्यात काळ्या आणि पांढऱ्या रंगाच्या प्रतिमा वापरल्या गेल्या होत्या.

१९३७ साली वाल्ट डिस्ने यांनी मोठ्या कालावधीची स्नो व्हाईट अँड सेव्हन ड्वार्फ्स ही अनिमेटेड फिल्म बनवली.



त्या सर्व तंत्रज्ञानात प्रगती होऊन आता नवीन नवीन फिल्म तयार होत आहेत.

सध्या सगळीकडे एआय तंत्रज्ञानाचा वापर वाढला आहे. हाच वाढता वापर लक्षात घेता दिग्दर्शक अभिजित वारंगने महत्वाचा निर्णय घेतला आहे. मराठीमध्ये -एआयच्या आधारे चित्रपट बनवण्याची घोषणा त्याने केली आहे. 'नरकासुरवध' असे या चित्रपटाचे नाव आहे. 'नरकासुर वध' चित्रपटामधील व्यक्तिरेखाच -एआयच्या मदतीने साकारण्यात येणार आहेत. ही खरेच कौतुकास्पद बाब आहे.

व्हीएफएक्स म्हणजे चित्रपटांमध्ये किंवा व्हिडिओमध्ये प्रत्यक्ष चित्रीकरण न करता, संगणकाच्या मदतीने प्रतिमा (images) तयार करणे किंवा हाताळणे. ज्यामुळे पडद्यावर कल्पनेतील जग जिवंत करता येते.

काल्पनिक जग, प्राणी किंवा वस्तू तयार करून त्यांना प्रत्यक्षात आल्यासारखे दाखवण्यासाठी व्हीएफएक्सचा वापर होतो.

पडद्यावर अविश्वसनीय गोष्टी, जसे की मोठा स्फोट, उडणारी वाहने किंवा अद्भुत लँडस्केप, प्रत्यक्षात घडल्यासारखे दाखवण्यासाठी व्हीएफएक्स वापरले जातात.

चित्रपटाचा अनुभव वाढवण्यासाठी : प्रेक्षकांना एका वेगळ्या जगात घेऊन जाण्यासाठी आणि त्यांना अद्भुत अनुभव देण्यासाठी हे तंत्रज्ञान अत्यंत उपयुक्त ठरते.

एआयच्या मदतीने भविष्यात अजूनही कितीतरी काल्पनिक गोष्टी किंवा ज्यांचे प्रत्यक्ष छायाचित्रण करता येणे अशक्य आहे अशा गोष्टी चित्रपटात मांडता येऊ शकतील.

अवकाशात घडणाऱ्या घडामोडी, अवकाशमोहिमा, युद्धासारखे विषय अधिक चांगल्या प्रकारे सत्यघटनांसारखे पाहता येऊ शकतील.

नाट्यक्षेत्र

सुमारे पन्नास वर्षांपूर्वी जय जय गौरी शंकर नावाचे एक संगीत नाटक पाहिले होते. त्यावेळी मागून गंगा नदी वाहत असल्याचा दृकश्राव्य अनुभव घेतल्याचे मला आठवतेय.

आता एआयचा वापर या क्षेत्रात तर जादूच घडवून आणेल.

मंत्रमुग्ध करणारे अनुभव आकर्षक पद्धतीने सादर करता येतील.

नाटके फक्त रंगमंचावर न दाखवता डिजिटल प्लॅटफॉर्मवरही दाखवता येतील. प्रेक्षकांना यात सामील करून घेऊन तो वेगळा नाट्यानुभव घेता येऊ शकेल.

सामाजिक आणि सांस्कृतिक समस्यांना हाताळण्यासाठी आआयच्या वापराने काल्पनिक गोष्टी समोर घडताहेत असे

दाखवून त्यावर आपण काय उपाययोजना करू शकू याचे प्रात्यक्षिक दाखवता येईल.

पुढील वीस वर्षांत रंगभूमी तंत्रज्ञानाआधारित, परस्परसंवादी कला म्हणून विकसित होतानाच पारंपरिक स्वरूपाबरोबरच नवीन अनुभवही देईल.

शिल्पकला

शिल्पकार नवीन तंत्रज्ञान वापरून वैयक्तिक कौशल्याबरोबरच पारंपरिक कला आणि नव्या कल्पनांचा वापर अशा संयुक्त पद्धतीने काम करू शकतील. यामुळे वेळ वाचेल, शिवाय नवनवीन बाजारपेठाही त्यांना उपलब्ध होतील.

3D प्रिंटिंग आणि डिजिटल डिझाइनचा वापर वाढल्याने गुंतागुंतीचे तरीही तपशीलवार आणि सौंदर्यपूर्ण शिल्पे बनवण्यास मदत होईल.

इतर कलांप्रमाणेच शिल्पकलेतही एआय मानवी हाताने बनवलेल्या भावनिक आणि कलात्मक खोली असलेल्या कलाकृतींवर पूर्णपणे कुरघोडी करू शकणार नाही ही महत्वाची बाब आहेच.

नृत्यकला

जगातील विविध संस्कृतींचा आणि नृत्यशैलींचा एकमेकांवर प्रभाव पडणे नवीन तंत्रज्ञानामुळे सहज शक्य होईल. व्हर्च्युअल रियलिटी आणि आगमेंटेड रियलिटी यांच्या वापराने नृत्याच्या पारंपरिक शैलींच्या जतनाबरोबरच नवीन नृत्यशैली, कोरिओग्राफी आणि वैविध्य निर्माण करता येईल.

नृत्यसादरीकरण डिजिटल प्लॅटफॉर्ममुळे अधिक लोकांपर्यंत पोहोचेल.

नृत्यांगनांना शारीरिक कौशल्यांबरोबर तंत्रज्ञान, संगणक कौशल्ये याचाही अभ्यास करून कला सादर करावी लागेल.

सारांश

भविष्यातील कलाक्षेत्रातील एआय आणि एआयसह कला या वादविवादात, कलाकार आणि सर्जनशील व्यावसायिकांची जागा एआय घेणार का हा प्रश्न उपस्थित होतो.

सोप्या भाषेत सांगायचे, तर मानवी सर्जनशीलता बदलता येत नाही आणि नजीकच्या भविष्यकाळात एआय मानवी कलात्मक अभिव्यक्तीची जागा पूर्णपणे घेऊ शकणार घेणार नाही. तथापि, ते कलानिर्मितीप्रक्रियेला मदत करेल. कलाकारांची कामाची पद्धत बदलेल आणि कलाशिक्षण तसेच कलेचे अभ्यासविषय यातही काळानुसार बदल घडेल.

– डॉ. संगीता गोडबोले

sgodbolejoshi@gmail.com



नरेंद्र गोळे

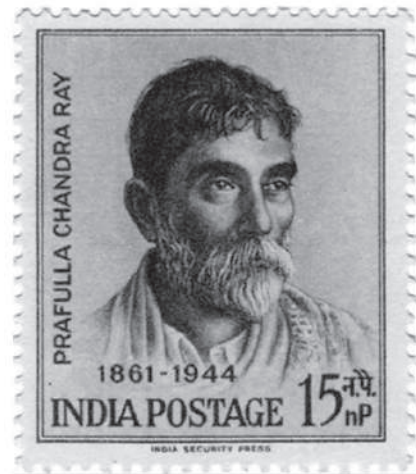
अलौकिक शास्त्रज्ञ आचार्य प्रफुल्लचंद्र राय

(जन्म : २ ऑगस्ट १८६१, मृत्यू : १६ जून १९४४)

वर्तमान बांगलादेशातील, जेस्सोर जिल्ह्यातील, रारुली काटीपारा गावी, २ ऑगस्ट १८६१ रोजी, आचार्य प्रफुल्लचंद्र राय यांचा जन्म झाला. रारुलीत पहिली स्त्रियांची शाळा आणि माध्यमिक शाळाही त्यांच्या वडिलांनीच सुरू केली होती. प्रफुल्लचंद्र यांचे सुरुवातीचे शिक्षण याच शाळेत पार पडले. १८७०मध्ये त्यांचे कुटुंब कोलकत्यास स्थलांतरित झाले. ते 'हेअर स्कूल'मध्ये भरती झाले. तेथे ते चौथ्या वर्गापर्यंत शिकले. मग काही वर्षे प्रकृतीअस्वास्थ्यामुळे त्यांना शाळाच सोडावी लागली. १८७६ साली अल्बर्ट हायस्कूल, कोलकाता येथे त्यांची शाळा पुन्हा सुरू झाली. ब्राह्मो समाजाचे संस्थापक केशवचंद्र सेन यांनी ती स्थापन केलेली होती. १८७९ साली प्रवेशपरीक्षा उत्तीर्ण झाल्यावर त्यांना 'मेट्रोपोलिटन इन्स्टिट्यूट'मध्ये प्रवेश मिळाला. ही संस्था पंडित ईश्वरचंद्र विद्यासागर यांनी स्थापन केलेली होती. कॉलेजात सुरेंद्रनाथ बॅनर्जी आणि प्रसन्नकुमार लाहिरी यांसारखे थोर शिक्षक, प्रफुल्लचंद्रांमधील राष्ट्रीय भावनेस प्रेरित करत असत. त्यांना समाजाच्या विकास आणि उन्नयनार्थ कार्य करण्यास प्रोत्साहित करत असत.

त्यांचे भौतिकशास्त्र आणि रसायनशास्त्राचे वर्ग प्रेसिडन्सी कॉलेज, कोलकाता येथे होत असत. लवकरच रसायनशास्त्र हा त्यांचा आवडता विषय झाला. प्राध्यापक अलेक्झांडर पेडलर तो शिकवत असत. त्यांच्या शिकवण्यामुळे, रसायनशास्त्राचा अभ्यास करावा अशी प्रेरणा, राय यांच्या मनात उद्भवली. बालपणापासून चौकस असल्याने केवळ वर्गखोलीतील प्रयोग पाहून त्यांचे समाधान होत नसे. प्रफुल्लचंद्र आणि त्यांचे जवळचे एक-दोन मित्र यांनी मिळून घरीच एक छोटीशी प्रयोगशाळा स्थापन केलेली होती. कॉलेजात शिकवलेले प्रयोग तेथे ते पुन्हा करून पाहत असत. बी.ए.चा अभ्यासक्रम अर्धाच झालेला असताना, १८८२ मध्ये त्यांनी एडिंबर्ग विद्यापीठाची गिलख्रिस्ट शिष्यवृत्ती प्राप्त केली. भारतातून केवळ दोनच विद्यार्थ्यांची निवड झालेली होती. प्रफुल्लचंद्र राय आणि एक

पारशी विद्यार्थी बहादूरजी. राय यांनी त्यांचा बी.एससी.चा अभ्यासक्रम १८८५ साली पूर्ण केला आणि वयाच्या २६व्या वर्षी, १८८७ साली त्यांना निरिंद्रिय रसायनशास्त्रातील डी.एससी.पदवी प्रदान केली गेली. 'तांबे वा मग्न गटातील बहुसहबंध गंधक-प्राणिले: समसंरचना मिश्रणे आणि रेण्वीय संयोगांचा एक अभ्यास (काँजुगेटेड सल्फेट्स ऑफ कॉपर मँगनेशियम ग्रुप : अ स्टडी ऑफ आयसोमॉर्फस मिक्सचर्स अँड मॉलिक्युलर कॉंबिनेशन)' हा त्यांचा शोधनिबंध सर्वोत्तम ठरला. त्याला 'होप प्राईझ' मिळाले. ज्यामुळे त्यांना आणखी एक वर्ष संशोधन सुरू ठेवणे शक्य झाले. १८८७मध्ये एडिंबर्ग विद्यापीठाच्या रासायनिक समाजाचे उपाध्यक्ष म्हणून त्यांची निवड झाली. त्यांचे सहकारी आणि शिक्षक यांना त्यांच्या शिस्तबद्ध आयुष्याचे, कामातील नीतिमत्तेचे आणि साधेपणाचे खूप कौतुक वाटे. देशात परतल्यावर, प्रफुल्लचंद्र राय यांना 'प्रादेशिक (प्रॉव्हिन्शियल)' सेवांतर्गत रसायनशास्त्रातील सहप्राध्यापकाची तात्पुरती नियुक्ती देण्यात आली. जुलै १८८९ मध्ये, संशोधन आणि शिकवण्याच्या आवडीखातर त्यांनी ही नियुक्ती स्वीकारली.



आचार्य प्रफुल्लचंद्र राय यांच्या सन्मानार्थ, त्यांच्या जन्मशताब्दीला, पोस्टाचे तिकीट जारी करण्यात आले होते.



आचार्य प्रफुल्लचंद्र राय हे पहिले भारतीय शास्त्रज्ञ होते, ज्यांनी भारतातील विज्ञानाचा भूतकाळ, वर्तमानकाळ आणि भवितव्याचा अभ्यास, विश्लेषण आणि पुनरीक्षण केले आहे. पौराणिक भारतात निर्मिलेल्या शास्त्रीय ज्ञानाचा खजिना त्यांनी वर आणला. ब्रिटिश लोक, प्रशासनार्थ भारतातील संसाधने आणि संपदेची लूट करण्यासाठी आधुनिक विज्ञानाचा कसा उपयोग करून घेत होते हे त्यांच्या लक्षात आले. मग त्यांनी स्वतंत्र भारतातील वैज्ञानिक आणि औद्योगिक विकासावर आपले लक्ष केंद्रित केले. रसायनशास्त्रातील त्यांचे कार्यप्रवर्तक संशोधन, भारतीय शास्त्रज्ञांप्रतीच्या ब्रिटिशांच्या पक्षपाती प्रवृत्तीविरोधात त्यांनी केलेले बंड, भारतीय विद्यार्थ्यांना विज्ञानशिक्षण देण्याचे त्यांचे प्रयास आणि 'ब्रिटिश इंडियात'ही भारतीय उद्योग उभे करणे; हे सारेच कार्य पथदर्शी होते.

भारतीय शास्त्रज्ञ आणि त्यांचे आधुनिक जगातील विज्ञानविकासकार्य जगासच नव्हे तर भारतीयांनाही बहुशः अज्ञातच राहिले आहे. पुरातन काळापासून विज्ञान, तंत्रज्ञान, गणित, जैवविज्ञाने आणि इतर निरनिराळ्या ज्ञानशाखांच्या विकासाचे कार्य विज्ञानमहर्षी करतच आहेत. आर्यभट, नागार्जुन, भास्कराचार्य यांसारख्या आपल्या शास्त्रज्ञांनी मानवतेकरता विज्ञानाचा पाया रचला. आचार्य प्रफुल्लचंद्र राय यांच्या संशोधनांनी आणि प्रयोगांनी सर्व जगाचे लक्ष भारताकडे वेधून घेतले होते. भारतात आधीच अस्तित्वात असलेल्या शास्त्रीय ज्ञानाशी त्यास पूरक अशा आधुनिक विज्ञानाची सांगड आपण घातली पाहिजे हे त्यांनी जाणले होते. त्यांनी याचीही दखल घेतलेली होती, की अनेक हिंदू परंपरा शास्त्रीय प्रायोगिक ज्ञानावर आधारलेल्या होत्या. त्यांचे महत्त्व त्यांनी जगाला दाखवून दिले. ज्यांच्या प्रायोगिक शिक्षण पद्धतींचे अनुसरण वर्तमान पिढीतील शिक्षकांनी केले पाहिजे असे ते अत्युत्कृष्ट शिक्षक होते.

ते अलौकिक बुद्धिमत्तेचे रसायनशास्त्रज्ञ होते. रसायनशास्त्रातील दीपस्तंभ होते. ब्रिटिशांना त्यांच्या क्रांतिकारी विचारांची भीती वाटे. मात्र जगाने त्यांच्या शास्त्रीय संशोधनांचा सन्मानच केला. आधुनिक रसायनशास्त्रातील त्यांच्या संशोधनाने त्यांना मास्टर ऑफ नायट्राइट्स ही उपाधी मिळवून दिली आणि त्यांच्या पथदर्शी 'द हिस्ट्री ऑफ हिंदू केमिस्ट्री' या पुस्तकाने, पुरातन भारतीय ऋषींकडे जगाचे लक्ष वेधले गेले. आचार्य प्रफुल्लचंद्र राय यांच्याकडे दुर्दम्य साहस आणि देशभक्तीचा आदर्श म्हणून आदराने पाहिले जाते. भारतातील आधुनिक

रसायनशास्त्राचे तर ते जनकच समजले जातात.

ते त्यांच्या काळातील पूर्णत्वास पोहोचलेले शास्त्रज्ञ होते. स्वदेशी उपलब्ध असलेल्या सर्वोत्तम संसाधनांद्वारे शास्त्रीय संशोधन करण्याप्रतीची त्यांची कटिबद्धता सगळ्यात जास्त महत्त्वाची आहे. त्यांनी आधुनिक रसायनशास्त्रात भारताचे नेतृत्व केले. भारतीय रासायनिक समाजाची त्यांनी स्थापना केली. नव्या उद्यमाचीही उभारणी केली. आचार्य प्रफुल्लचंद्र राय राष्ट्रवादी कार्यकर्ते होते. भारतातील पुरातन ज्ञानाचे अर्जन करून ते अधिक समृद्ध करण्याचे काम त्यांनी केले. उगवत्या आधुनिक विज्ञानाशी त्यांनी त्याची सांगड घालून दिली. ते लिहितात, 'एडिंबर्गमध्ये विद्यार्जन करत असताना असे आढळून आले, की जपानसहित प्रत्येक नागर देश जागतिक ज्ञानात भर घालत होता, त्यात भारतच मात्र मागे राहिलेला दिसला. त्याचे मला दुःख झाले. मी एक स्वप्न पाहिले होते, की ईश्वरी इच्छेने अशी वेळ येईल की आपला देशही त्याची भूमिका भूषवेल.' आचार्य प्रफुल्लचंद्र राय एक अद्वितीय कार्यशैलीचे शास्त्रज्ञ होते. एकाच वेळी ते तीन निरनिराळ्या क्षेत्रांत कार्यरत होते. शुद्ध रसायनशास्त्र संशोधन, उद्योगस्थापना आणि पुरातन शास्त्रीय संहितांचे समाकलन करणे.

१९१६ साली कोलकाता विद्यापीठाचे तत्कालीन कुलगुरू आशुतोष मुखर्जी यांनी प्रफुल्लचंद्र राय आणि चंद्रशेखर वेंकट रमण यांना अनुक्रमे पलित-प्रोफेसर ऑफ केमिस्ट्री आणि पलित-प्रोफेसर ऑफ फिजिक्स म्हणून; नव्यानेच उघडलेल्या युनिव्हर्सिटी कॉलेज ऑफ सायन्स, राजाबाजार कोलकता येथे रुजू होण्याकरता पाचारण केले. येथे त्यांना त्यांचे संशोधनाचे कामही त्यांच्या विद्यार्थ्यांसोबत चांगल्या प्रकारे करता आले. सायन्स कॉलेजला सर्वोत्कृष्टतेचे एक केंद्र म्हणून नावारूपास आणण्याचे श्रेय प्रफुल्लचंद्र राय यांना दिले जाते. याच काळात त्यांचे विद्यार्थी त्यांना 'आचार्य' संबोधू लागले होते.

प्रफुल्लचंद्र राय यांनी भारतात आपल्या संशोधनाची सुरुवात, खाद्यतेलांतील आणि इतर खाद्यपदार्थांतील भेसळी संवेदण्याच्या क्षेत्रात केली. बंगालमध्ये उपलब्ध असलेल्या खाद्यपदार्थांच्या नियमितपणे खालावणाऱ्या गुणवत्तेबाबत ते अत्यंत चिंतीत होते. १८९४ मध्ये, बाजारांत उपलब्ध असलेली खाद्यतेले, तूप आणि चरबी यांच्या रासायनिक परीक्षणाची त्यांनी सुरुवात केली आणि त्याचे निष्कर्ष 'जर्नल ऑफ एशियाटिक सोसायटी ऑफ बॅंगाल'मध्ये प्रकाशित केले. खाद्यपदार्थांकरता 'मानांकने' प्रस्थापित



करण्याचे आणि बंगालमधील ओळखले गेलेले भेसळीचे पदार्थ सार्वजनिक मंचांवर उपलब्ध करून देण्याचे त्यांचे उद्दिष्ट होते.

प्रफुल्लचंद्र राय यांनी, मेंडेलिव्ह यांच्या आवर्तसारणीतील काही जागा भरू शकणाऱ्या नवीन मूलद्रव्यांचा शोध घेण्याच्या कुतुहलापोटी, काही भारतीय विरल खनिजांचे विश्लेषण सुरू केले. भारतात त्यांनी दूरवर आणि विस्तृत क्षेत्रात प्रवास केला. संयुगे आणि खनिजांचे नमुने गोळा केले. १८९४ पर्यंत त्यांनी, त्यांचे सर्व्हे ऑफ इंडियामधील मित्र थॉमस हॉलंड यांच्या सहकार्याने, नमुन्यांचे एक विस्तृत वाचनालयच तयार केले होते. लवकरच त्यांनी पूर्वी अज्ञात असलेल्या 'मर्क्युरस नायट्राइट, $Hg_2(NO_2)_2$ या संयुगाच्या कृत्रिम संश्लेषणाचा पहिला अहवाल सादर केला. प्रफुल्लचंद्र, संश्लेषक निरिंद्रिय रसायनशास्त्रज्ञ होते. सेंद्रिय रेणू आणि अभिक्रियांत त्यांना सक्रिय स्वारस्य होते. त्यांना ख्याती मिळवून देणारे त्यांचे सुरुवातीचे संशोधन हे निरिंद्रिय आणि सेंद्रिय नायट्राइट्सच्या रसायनशास्त्रावरच आधारलेले होते. त्यांना 'मास्टर ऑफ नायट्राइट्स' मानले जाते.

शास्त्रीय तपासाची कला शिकलेल्या आणि त्यांच्यापाशी संशोधन करत असलेल्या, देशभर विखुरलेल्या विद्यापीठांतील काही विख्यात लोकांची नावे पुढीलप्रमाणे आहेत. ज्ञानचंद्र घोष, संचालक आय.आय.एस.सी. बंगळुरू आणि संस्थापक संचालक, आय.आय.टी.खरगपूर. पंचन नियोगी, संस्थापक प्राचार्य राजा मोहिंद्रचंद्र कॉलेज, कलकत्ता. निलरतन राय, कोलकाता विद्यापीठ. बिरेशचंद्र गुहा, भारतातील जैवरासायनिक संशोधनाचे संस्थापक. विख्यात शास्त्रज्ञ शांतीस्वरूप भटनागर हे प्राध्यापक अतुलचंद्र घोष यांचे विद्यार्थी होते, तर अतुलचंद्र घोष हे प्रफुल्लचंद्र राय यांचे विद्यार्थी होते.

१९२४ मध्ये, प्रफुल्लचंद्र राय यांनी भारतीय रासायनिक समाजाच्या स्थापनेबाबत पुढाकार घेतला. ते, शांतीस्वरूप भटनागर (विद्यार्थी), जे.एन. मुखर्जी आणि जे.सी.घोष यांना नेहमीच असे वाटत असे, की भारतात रासायनिक समाज असावा. त्यानुसार भारतीय रासायनिक समाजाची स्थापना करण्यात आली आणि ९ मे १९२४ रोजी तशी विधिवत नोंदही करण्यात आलेली होती. प्रफुल्लचंद्र राय यांनी सलग दोन कार्यकाळांपर्यंत, या समाजाचे अध्यक्ष म्हणून कार्य केले. या नव्या समाजाची स्थापना आणि त्याच्या नियतकालिकाचे शैक्षणिक जगात स्वागतच झाले.

या समाजाने त्यांच्या नेतृत्वाखाली, नोव्हेंबर

१९२४मध्ये, भारतातील पहिले संशोधनाखातरचे नियतकालिक प्रकाशित केले. 'द जर्नल ऑफ इंडियन केमिकल सोसायटी' हे त्याचे नाव. राय यांचा असा विश्वास होता, की एका सामान्य भारतीयासमोर येणाऱ्या समस्या, एखादा भारतीयच नीट समजून घेऊ शकेल. शिवाय विज्ञानाचा उपयोग करून घेऊन राष्ट्रीय पुनरुज्जीवन करण्याचीही आपल्याला गरज आहे. याकरता त्यांनी मेघनाद साहा यांच्या सहकार्याने 'भारतीय विज्ञानवार्ता संघटने'ची (इंडियन सायन्स न्यूज असोसिएशन-आय.एस.एन.ए.-इन्सा)' स्थापना केली. याचे उद्दिष्ट, वैज्ञानिक क्षेत्रातील साध्य झालेल्या सिद्धींची माहिती प्रसृत करून युवा वैज्ञानिकांना वर्तमान समाजातील समस्यांच्या निराकरणास उद्युक्त करण्याचेच होते. प्रफुल्लचंद्र राय हे संस्थेचे संस्थापक अध्यक्ष होते आणि १९३५ मध्ये 'सायन्स अँड कल्चर' हे नियतकालिक सुरू करण्यातही त्यांनी मार्गदर्शन केले.

प्रफुल्लचंद्र राय हे एक राष्ट्रवादी शास्त्रज्ञ होते. बालपणापासूनच त्यांच्या मनात भारतास पुन्हा पूर्ववैभवाप्रत पोहोचवण्याचा ध्यास होता. वर्तमानातील भारतीयांनी बदलत्या काळाशी स्पर्धा करून भारतास पूर्ववैभवाप्रत नेण्याची गरज असल्याचेही ते सांगत. एकोणिसाव्या शतकाच्या उत्तरार्धात, इतर देश संशोधन आणि तंत्रज्ञानाच्या विकासाकरता वैज्ञानिक संस्था स्थापन करण्याकडे लक्ष देत होते. भारतीय राष्ट्रवादाचे जनक, देशभक्त सुरेंद्रनाथ बॅनर्जी, ज्यांनी राय यांना महाविद्यालयात इंग्रजी शिकवले होते, त्यांनीच त्यांच्यात राष्ट्रवादाची ज्योतही चेतवलेली होती. भारतात भारतीयांनी चालवलेली आणि त्यांनीच व्यवस्थापिलेली, वैज्ञानिक स्वावलंबन प्रणाली निर्माण करण्याची गरज भारतीय शास्त्रज्ञांना सततच जाणवत होती. प्रफुल्लचंद्रांनी पहिली संशोधन प्रयोगशाळा प्रेसिडेन्सी कॉलेजात सुरू केली, जी संपूर्ण भारतात रासायनिक संशोधनाचा पाळणा ठरली. प्रफुल्लचंद्रांना असे आढळून आले, की आपल्या देशास विज्ञानसेवेकरता समर्पित अशा उच्चशिक्षित आणि समर्थ संशोधकांची आवश्यकता आहे. प्रफुल्लचंद्रांना कोलकाता विद्यापीठातील शिक्षण तज्ज्ञांमध्ये संशोधक अभ्यासांची उणीव सतत असे. त्यामुळे त्या काळात बंगालात शैक्षणिक प्रणाली मूळ धरताना दिसल्यास ते तिचे पूर्ण समर्थन करत. राष्ट्रीय शिक्षण परिषदेची त्यांनी स्वतःला दृढतेने जोडून घेतलेले होते. विज्ञान, तंत्रज्ञान आणि औद्योगिकीकरणाच्या आधारासह स्वदेशी आत्मा असलेली ही अध्यापनशास्त्रीय संस्था होती.



सतीशचंद्र मुखर्जी यांनी सर अरबिंदो यांचे सहकार्याने राष्ट्रीय शिक्षण परिषद उभी केलेली होती. परिषदेने १९२१मध्ये अभियांत्रिकी अभ्यासक्रमांचा विस्तार करण्याचे योजिले. नवे अभ्यासक्रम सुरू करण्याच्या दृष्टीने, प्रफुल्लचंद्रांच्या अध्यक्षतेखाली एक अभ्यासक्रम पुनरीक्षण समिती स्थापन करण्यात आली. नव्या अभ्यासक्रमांत यांत्रिकी आणि विद्युत अभियांत्रिकी व्यतिरिक्त रासायनिक अभियांत्रिकी शाखेचीही भर करण्यात आली. पुढे जाऊन, प्रफुल्लचंद्रांना बंगालच्या राष्ट्रीय शिक्षण परिषदेचे अध्यक्ष करण्यात आले. ते अशा मताचे होते, की भारतीय विद्यार्थ्यांनी नवी कौशल्ये आणि तंत्रे शिकून घ्यावीत. केवळ पदव्या संपादन करणे, जगात नव्याने उदयमान होत असलेल्या आधुनिक युगाकरता पुरेसे नव्हते. त्यांनी विद्यार्थ्यांना, पदव्यामागे वा आरामदायक सरकारी नोकऱ्यांमागे पळण्याऐवजी, स्वावलंबी उद्योजक होण्यास प्रवृत्त केले.

१९२० नंतरच्या दशकात राय यांनी स्वातंत्र्यचळवळीत सहभाग घेतला. राजकीय आघाड्यांशी संलग्न राहिले. १९२०मध्ये असहकार चळवळीच्या कळसास पोहोचण्याच्या काळात, त्यांनी ते विख्यात प्रेरक वाक्य म्हटले होते, 'विज्ञान थांबू शकते, मात्र स्वराज्य नाही.'

ब्रिटिश राज्यकर्त्यांनी हिंदू आणि मुसलमानांनी निराळ्या निवडणुका लढवण्याबाबतचा नियम विधानसभांना लागू केला. यावर काँग्रेस तटस्थ राहिली. प्रफुल्लचंद्रांनी मात्र धर्माधिष्ठित राष्ट्रवादास विरोध केला. त्यांनी तत्कालीन काँग्रेस नेतृत्वाच्या संधीसाधू धोरणांवर टीका केली. १९३८मध्ये जेव्हा दुसऱ्यांदा नेतार्जीची अध्यक्ष म्हणून निवड करण्यावरून काँग्रेस दुभंगलेली होती, तेव्हा सुभाषचंद्र बोसांना समर्थन देण्याकरता राय हे प्रखरतेने बोलत असत. क्रांतिकारकांप्रती त्यांना सहानुभूती होती. त्यांना ते आपल्या कारखान्यांत आश्रय देत असत. अन्नही पुरवत असत. राय यांच्या मृत्यूनंतर अनेक क्रांतिकारक आणि त्यांच्या सहकाऱ्यांना, स्फोटके तयार करण्यासाठी त्यांनी अप्रत्यक्षपणे मदत केली होती. तत्कालीन सरकारी नोंदींत त्यांचा उल्लेख, शास्त्रज्ञांच्या मुखवट्याखालील क्रांतिकारक असाच होता.

प्रेसिडेन्सी कॉलेजमधील कर्तृत्वाच्या दिवसांत, निसर्गाने आपल्या वरदहस्ताने, हजारोंच्या संख्येत बंगालात विखुरलेल्या कच्च्या मालांचा वापर कसा करता येईल, कुपोषितांच्या मुखी घास कसा पोहोचवता येईल, हे विचार आचार्य प्रफुल्लचंद्र राय यांच्या मनात सतत सुरू होते.

बालपणापासूनच प्रफुल्लचंद्र राय यांनी देशात वारंवार पडणारे दुष्काळ आणि गरिबी अनुभवलेली होती. त्यांच्या पुरातन भारताच्या इतिहासाबाबतच्या ज्ञानामुळे, ते ब्रिटिशांच्या आगमनापूर्वीच्या अत्यंत विकसित भारतीय उद्योगांशी परिचित होते. ब्रिटिशांनी त्यांची स्वारस्ये जपण्याकरता एतद्देशीय उत्पादकांना चिरडून टाकले. बाहेरील आक्रमक सत्ताधाऱ्यांखाली, सावकाशपणे भारतीयांची प्रेरणा आणि नव-उद्योग स्थापनेबाबतची उमेद नाहीशी झाली.

प्रफुल्लचंद्रांच्या इंग्लंडमधील वास्तव्यादरम्यान त्यांनी इंग्लिश समाजातील सामाजिक आणि शास्त्रीय बदल अनुभवले होते. इंग्लंडहून परतल्यावर त्यांनी, इंग्लंडहून वा युरोपातून त्या काळी मोठ्या प्रमाणात येथे मागवली जात असलेली काही रसायने येथेच उत्पादित करण्याची आपली योजना तयार केली. आयातीवर अवलंबून असल्यामुळे विद्यमान स्थानिक उद्योग वाढ वा नवनिर्मितीबाबत अनुत्सुक होते. बंगालात बेरोजगारी वाढत होती. त्यांनी अद्ययावत वैज्ञानिक ज्ञानाचा उपयोग करून आणि उद्योगात त्याचा वापर करून औद्योगिक अर्थव्यवस्था पुनरुज्जीवित करण्याचे मनावर घेतले. सुरुवातीच्या ७०० रुपयांच्या गुंतवणुकीने, १८९३ मध्ये, त्यांनी भारतातील पहिली औषधनिर्माण पेढी स्थापन केली. तिचे नाव 'बेंगाल केमिकल्स'. हल्ली तिला 'बेंगाल केमिकल्स अँड फार्मास्युटिकल्स वर्क्स लिमिटेड' (बी.सी.पी.डब्ल्यू.एल.) म्हणून ओळखले जाते. कोव्हिडकाळात या पेढीला खूपच महत्त्व प्राप्त झालेले होते. भारत सरकारने तिला खूप आवश्यक असलेले हायड्रोक्लोरोक्विन (एच.सी.क्यू.) हे औषध निर्माण करण्याचा परवाना दिलेला होता. या उद्योगाच्या स्थापनेमुळे त्यांना स्वप्नातील संशोधनाच्या स्वदेशीचे, स्वावलंबनाचे उद्दिष्ट साध्य करता आले. स्वदेशी उद्योगाचा विकास झाला.

बी.सी.पी.डब्ल्यू.एल. हा अंतर्गत संशोधनसुविधांसह स्थापन करण्यात आलेला उद्योग होता. त्यामुळे 'टिंचर ऑफ नक्स व्होमिका', 'स्पिरिट ऑफ नायट्रिक इथर', 'सिरप फेरी लोदिदी' यांसारख्या आयातीत रसायनांकरताच्या पर्यायी आणि सक्षमखर्ची उत्पादनप्रक्रिया विकसित होऊ शकल्या. बेंगाल केमिकल्समध्ये निर्मित उत्पादने १८९८मध्ये कोलकात्यात भरलेल्या इंडियन मेडिकल काँग्रेसमध्ये प्रदर्शित करण्यात आली. उपस्थित डॉक्टरांना त्यांनी खूप प्रभावित केले. त्यांपैकी अनेकांनी नंतर याच औषधांची शिफारस लिहून देण्यास सुरुवात केली. निरिंद्रिय आणि विश्लेषक पार्श्वभूमी असल्याने प्रफुल्लचंद्र राय यांच्याकरता, औद्योगिक कामगारांना या कौशल्यांचे प्रशिक्षण देणे हे



काहीसे सोपे होते. त्यांनी ते लक्ष्य लवकरच साधलेही. त्यांचे शैक्षणिक काम पूर्ण झाल्यानंतर संध्याकाळी ७ ते ८ दरम्यान दररोज ते बेंगाल केमिकल्समध्ये काम करत असत. ते लिहितात, आजवर आयात केल्या जात असलेल्या औषधी द्रव्यांची स्थानिकरीत्या निर्मिती करण्याची संकल्पनाच अमृतासारखे कार्य करत होती. १९०३मध्ये सर जॉन कर्मिंग यांनी असे नोंदवले, की बी.सी.पी.डब्ल्यू.एल. इज वन ऑफ द मोस्ट गो-अहेड यंग एंटरप्राइझेस इन बेंगाल.

त्यांच्या उद्योगाने, रासायनिक प्रक्रिया उद्योगाचा आवश्यक भाग असलेल्या गंधकाम्लासारख्या मूलभूत आवश्यक प्रक्रियाकांची निर्मितीही सुरू केली. यथावकाश तो, साबण, कागद, खते आणि तेले यांसारख्या इतर निरनिराळ्या उत्पादनांकडेही वळला. प्रफुल्लचंद्र राय यांनी त्यांच्या विद्यार्थ्यांच्या सहकार्याने, 'कॉटन मिल्स', 'बेंगाल साल्ट मॅन्युफॅक्चरिंग कंपनी', 'बेंगाल पॉटरीज', 'बेंगाल इन्फॅमल वर्क्स', 'बेंगाल स्टीम नेव्हिगेशन', 'बेंगाल पेपर', 'बेंगाल कॅनिंग अँड कोंडिमेंट्स', 'नॅशनल टॅनरीज', 'चक्रवर्ती, चटर्जी अँड कंपनी लिमिटेड (प्रकाशनगृह)' आणि 'भारती स्केल्स अँड इंजिनीअरिंग कंपनी' इत्यादी इतर उद्योग उभे केले. 'नॅप्थॅलिन' आणि 'फेनिल बॉटल्स' यांसारखी सर्वसामान्य निर्जंतुकीकारके आजही आपल्यापैकी अनेक जण वापरत आहेत. नेते, शास्त्रज्ञ आणि डॉक्टर यांसारख्या अनेक क्षेत्रांतील अनेक भारतीय यथावकाश प्रफुल्लचंद्र राय यांच्या उद्यमांचे समर्थन करू लागले. सुभाषचंद्र बोस, चित्तरंजन दास, डॉ. अमूल्यचरण बसू, राधागोबिंद कार, कुलभूषण भादुरी, चंद्रभूषण भादुरी, सुरेशप्रसाद सर्बाधिकारी यांसारखे लोक त्यांच्या उद्यमांच्या यशाकरता पुढे आले.

तत्कालीन विख्यात ब्रिटिश रसायनशास्त्रज्ञ सर थॉमस थॉर्प यांनी 'नेचर'मध्ये एक, दोन पानी मुखपृष्ठलेख लिहिला ज्याचे शीर्षक होते, 'द लाइफ वर्क ऑफ अ हिंदू केमिस्ट. ते म्हणतात, सर प्रफुल्लचंद्र राय, प्राध्यापक रसायनशास्त्र', प्रेसिडेन्सी कॉलेज हे या देशातील रसायनशास्त्रज्ञांना; त्यांच्या एकट्याच्या किंवा विद्यार्थ्यांसहित, 'ट्रॅन्झॅक्शन ऑफ द केमिकल सोसायटी', 'कॉटिनेंटल जर्नल्स' किंवा 'जर्नल ऑफ द एशियाटिक सोसायटी ऑफ बेंगाल' या नियतकालिकांतून; प्रामुख्याने निरिंद्रिय वा सेंद्रिय नायट्राईट्सबाबत प्रकाशित केलेल्या शंभरांहून अधिक शोधनिबंधांमुळे; चांगल्या प्रकारे ज्ञात आहेत.

१९१६मध्ये ते 'पलित प्राध्यापक' म्हणून कोलकाता

विद्यापीठात रुजू झाले आणि मग १९२१ नंतर त्यांनी वेतन घेणे थांबवले आणि विद्यापीठास तो पैसा रसायनशास्त्र विभागाच्या विकासाकरता खर्च करण्यास सांगितले. त्यांच्या आयुष्याच्या अखेरच्या २० वर्षांत, ते विद्यापीठाच्या इमारतीतील एका खोलीत राहिले. ते सिलिंग फॅनलासुद्धा चैनीची वस्तू मानत असत. याच खोलीत आता प्रफुल्लचंद्र राय संग्रहालय आहे. अनेक विद्यार्थी, मुख्यतः गरीब विद्यार्थी त्यांचेसोबत राहत असत. १९२२मध्ये त्यांनी १०,००० रुपयांची देणगी देऊन थोर, भारतीय रसायनशास्त्रज्ञ नागार्जुन यांच्या नावाने दरसाल एक पारितोषिक देण्याची व्यवस्था केली. १९३६मध्ये आणखी एक देणगी देऊन प्राध्यापक आशुतोष मुखर्जी यांच्या नावे तशीच व्यवस्था केली. कोलकाता विद्यापीठास त्यांनी, त्यांच्या निवृत्तीचे समयी, रसायनशास्त्राच्या विस्तार आणि विकासाकरता, १,८०,००० रुपये देणगी दिली.

१९२१ मध्ये खुल्ना येथील दुष्काळात, दुष्काळाने प्रभावित जिल्ह्यांतील गरीबांच्या पोषणार्थ, त्यांनी खुल्ना दुष्काळनिवारण समिती स्थापन केली. १९२२मध्ये प्रफुल्लचंद्रांनी शास्त्रज्ञ आणि विद्यार्थ्यांना प्रभावित उत्तर बंगालच्या मदतीकरता प्रेरित केले. एका महिन्यात ३ लाख रुपये गोळा झाले. सुभाषचंद्र बोस यांच्या सोबतीने ते प्रभावित भागात गेले आणि बेंगाल दुष्काळ निवारण समिती स्थापन केली. तेच समितीचे अध्यक्ष झाले. त्यांच्या आवाहनास मान देऊन, त्यांचे अनेक विद्यार्थी आणि प्राध्यापक पी.सी. मित्र, मेघनाद साहा, प्राध्यापक निरेन चौधरी यांसारख्या कॉलेजातील सहकाऱ्यांनीही नागरिकांच्या मदतीकरता चोवीस तास काम केले. १९२३मध्ये पुन्हा बंगाल निवारण समितीने लाखो पूरग्रस्तांकरता, २५ लाख रुपयांची रोकड गोळा केली. १९३१ मध्ये उत्तर बंगालमध्ये पुन्हा पूर आला. ७० वर्षे वय असूनही प्रफुल्लचंद्रांनी संकट तारण समिती स्थापून प्रभावित लोकांना मदत पोहोचवली. यावेळी त्यांनी एक नवीन साधन निर्माण केले. सहकारी समित्या स्थापन केल्या, ज्यात त्यांच्या विद्यार्थ्यांचा आणि सर्वसामान्य नागरिकांचाही थेट सहभाग होता.

आचार्य राय लिहितात, की हिंदू राष्ट्रास वैभवशाली इतिहास आहे. राष्ट्रातील विस्तृत आणि सूक्ष्म सामर्थ्ये भवितव्यातील आणखीही वैभवशाली काळाची अपेक्षा करतात. या इतिहासातून माझ्या देशबांधवांना बुद्धिमान राष्ट्रांच्या उतरंडीत आपले गतवैभवी स्थान पुनर्प्राप्त करण्याची प्रेरणा लाभली, तर हा इतिहास उजागर करण्यात माझे कष्ट वाया गेले असे ठरणार नाही. त्याकरता त्यांनी



पौराणिक भारतीय रसायनशास्त्राचा जगास परिचय करून देणारे पुस्तक लिहिले, 'द हिस्ट्री ऑफ हिंदू केमिस्ट्री'.

प्रफुल्लचंद्र राय हे काळाच्या पुढेच चालणारे द्रष्टे होते. पुरातन शास्त्रीय प्रयोगांची सांगड आधुनिक उदयमान विज्ञानांशी घालण्याचे महत्त्व त्यांनी जाणले होते. त्यांचे असे निरीक्षण होते, की भारतात शास्त्रीय ज्ञान अपार आहे आणि त्यांच्या काळातील ज्ञानाहून अतिप्रगतही आहे. मात्र ते विखुरलेले आहे. आंशिकरीत्या ते राजेमहाराजांच्या वाचनालयांतून, मंदिरांच्या वाचनालयांतून, युरोपीय संग्रहालयांतून, काही व्यक्तींच्या संग्रहांतून, प्रादेशिक भाषांतून, संस्कृतातून आणि पालीतूनही विखुरलेले आहे. कालौघात मुस्लीम व ब्रिटिश प्रणालींच्या आघातामुळे, लोक ते वाचत नाहीसे झालेले आहेत. त्यामुळेच ते ज्ञान पुढील पिढ्यांकडे सुपूर्दही केले गेलेले नाही. मग शास्त्रीय ज्ञानाचे एकमुस्त संकलन करण्याचे हे प्रचंड काम हाती घेण्याचा त्यांनी निर्णय घेतला.

अनेक वर्षांपर्यंत ते भारतीय शास्त्रीय साहित्यातील सुश्रूत, चरक इत्यादी संहितांचा अभ्यास करत होते. शेकडो वर्षांपूर्वीच्या भारतीय शास्त्रीय विकासाचा शोध घेत होते. त्यांनी त्याकरता संस्कृत आणि पाली या भाषा, पंडित नबकांत कविभूषण आणि आचार्य ब्रजेंद्रनाथ सिल या प्रथितयश विद्वानांकडून शिकून घेतल्या. बनारसमधील (हल्लीचे वाराणसी) निरनिराळ्या मंदिरांच्या वाचनालयांतील पुरातन हस्तलिखितांचा शोध घेण्यात पंडित नबकांत कविभूषण यांनी त्यांच्यासोबत कामही केले होते. त्यांनी संस्कृत भाषेतले अनेक खंड आणि पुस्तकांच्या संहितांचे संकलन केले. त्यात प्रक्रिया, तंत्रे, कार्यप्रणाली, गुणधर्म आणि इतर तपशील, रासायनिक ज्ञानाचा वापर आणि पुरातन भारतातील रासायनिक संकल्पना हे सर्व दिलेले होते. प्रफुल्लचंद्रांनी पुरातन भारतीय वैद्यक आणि रासायनिक शब्दकोशांचा अभ्यास केला. त्यात उदोयचंद्र दत्त यांचा 'मटेरिआ मेडिका ऑफ हिंदूज', कन्हैयालाल डे यांचा 'इंडियन मटेरिआ मेडिका अँड इंडिजिनस ड्रग्स ऑफ इंडिया' या शब्दकोशांचा समावेश होता. त्यांनी कविराजांकडून मार्गदर्शन आणि मदत घेतली. ते भारतीय प्रणालीचे पारंपरिक विद्वान होते. कुर्ची (होलार्रेना अँटिडायसेंट्रिका), कालमेघ (अँड्रोग्राफिस पनिकुलाटा), वसाका सिरप (अधातोडा वसिका) इत्यादी द्रव्यांचा नेमकेपणा निश्चित करण्यासाठी प्रफुल्लचंद्रांनी अनेक प्रयोग केले.

आचार्य प्रफुल्लचंद्र राय यांच्या 'द हिस्ट्री ऑफ हिंदू केमिस्ट्री' या रसशास्त्र आणि आयुर्वेदावरील पुस्तकाने

भारतीय परिसशोधकाडे (अल्केमी) साऱ्या जगाचे लक्ष वेधले. परिसशोध आणि धात्विक पाऱ्यावर आधारित शास्त्रीय वैद्यक यांचा उगम भारतातच झाला, हे सांगितले. त्यांना असे आढळून आले की खलिफा हरून आणि खलिफा मन्सूर यांच्या शासनकाळात (इसवी सन ७००) चरक आणि सुश्रूत यांच्या कामांचा अनुवाद अरबी भाषेत करण्यात आला. 'द हिस्ट्री ऑफ हिंदू केमिस्ट्री' हे पुस्तक, नागार्जुन आणि चरक यांसारख्या भारतीय ऋषींचे महान कार्य जगासमोर सादर करते. सुश्रूतांच्या पुस्तकात उल्लेखित निरनिराळ्या सौम्य अल्के आणि दाहके (अल्कलीज अँड कॉस्टिक्स) यांचे तपशील देते. 'रसार्णव' या पुरातन पुस्तकात जस्त निष्कर्षण प्रक्रिया दिलेली आहे. आधुनिक रसायनशास्त्रज्ञ आजही हीच प्रक्रिया अवलंबत असतात. भारतीय ज्ञान युरोपीय ज्ञानाहून खूपच उच्च दर्जाचे होते. भारतीयांनी युरोपीय लोकांहूनही खूप पूर्वी रसायनशास्त्रातल्या संकल्पना आणि प्रायोगिक ज्ञान विकसित केले. रसायनशास्त्राच्या युरोपीय इतिहासात, वैद्यकीय सेवांकरता रासायनिक ज्ञानाचा उपयोग आणि पाऱ्याच्या द्रव्यांचा शरीरांतर्गत उपयोग प्रथम केल्याचे श्रेय पॅरासेल्सस यांना दिले जाते. त्यांच्यापूर्वी अनेक शतके आधीच भारतातील नागार्जुन आणि पतंजली यांनी पाऱ्याच्या द्रव्यांचा शरीरांतर्गत प्रथम उपयोग केलेला होता. 'अरबांचे भारतीयांच्या ऋणात असणे' या प्रकरणात हेही नमूद केलेले आहे, की कोणत्या माध्यमातून हे भारतीय ज्ञान युरोपापर्यंत पोहोचले.

प्रफुल्लचंद्रांची इतर महत्त्वाची पुस्तके, 'रासायनिक परिभाषा'-१९१९, 'खाद्यविज्ञान'-१९३६, 'सरल विज्ञान'-१९०२, 'देसी रंग'- १९२२ ही आहेत. 'प्रवासी', 'प्रकृती', 'बंगवाणी' यांसारख्या आघाडीच्या नियतकालिकांतही त्यांनी अनेक लेख लिहिलेले आहेत. १९१२मध्ये डर्हाम विद्यापीठाने त्यांचा, सन्माननीय डी.एससी. पदवी देऊन सत्कार केला. १९१२मध्येच त्यांना चॅपिअन ऑफ द ऑर्डर ऑफ इंडियन एम्पायर (सी.आय.ई.) या उपाधीने गौरव करण्यात आले आणि १९१९ मध्ये 'नाईट बॅचलर' हा खिताबही देण्यात आला.

अस्सल 'हिंदू' दृष्टीकोनातून आपल्या पुरातन विज्ञानसंशोधनांचा यथाशक्य इत्थंभूत अभ्यास करून, सारी तथ्ये जगासमोर मांडण्याचे तसेच, नवयुगातील रासायनिक उद्योगांची मुहूर्तमेढ रोवण्याचे कार्य करणाऱ्या या अलौकिक शास्त्रज्ञास विनम्र प्रणाम!

— नरेंद्र गोळे

nvgole@gmail.com



आनंद घैसास

कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) आणि अंतराळ प्रवास

कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI) अनेक उद्योगांमध्ये सध्या परिवर्तन घडवत आहे आणि अंतराळ संशोधनही त्याला अपवाद नाही. आपण जसजसे विश्वात खोलवर जातो, तसतसे दीर्घ संप्रेषण विलंबांच्या आव्हानांवर मात करण्यासाठी, (उदाहरणार्थ, आपले यान मंगळाभोवती फिरत आहे, तर तेथून पृथ्वीकडे येणारा संदेश आपल्यापर्यंत पोहोचायला बराच वेळ लागतो, कारण हे (रेडिओ) संदेश अवकाशातून येता-जाताना प्रकाशाच्या वेगाने प्रवास करत जात असतात. म्हणजे संदेश पोहोचायला कधी ४.५ मिनिटे लागतील, तर कधी १७/१८ मिनिटे लागतील तेथून आपल्यापर्यंत संदेश यायला. जर मंगळ कक्षेत दूरवर गेला असेल तर...). तर मोठ्या प्रमाणात डेटासेट (विदा, माहितीचा साठा) हाताळण्यासाठी आणि स्वायत्त रोबोटिक ग्रहीय अन्वेषण प्रणाली सक्षम करण्यासाठी 'एआय' प्रणाली अधिक महत्त्वाची बनते.

आत्यंतिक मोठ्या आकाराच्या डेटावर प्रक्रिया करणे

उपग्रहामधून मिळवलेल्या अवकाशाच्या संदर्भातील अनेक प्रकारच्या विदामध्ये आजकाल होणारी घातांकीय वाढ संग्रहित करण्यासाठी 'एआय'च्या विश्लेषणात्मक क्षमतांची आवश्यकता भासते. आधुनिक अंतराळ उपकरणे दररोज काही टेराबाइट डेटा ग्रथित करतात - शास्त्रज्ञ ही माहिती वैयक्तिकरीत्या लगेच तपासू शकतील, त्यापेक्षा तो कितीतरी पटींनी जास्त असतो. तो साठवून नंतर त्याचे विश्लेषण करायचे तर 'एआय'ची मदत उपयुक्त ठरते.

'एआय' ऑटोमेशन प्रतिमा, सेन्सर रीडिंग आणि स्पेक्ट्रल डेटाच्या प्रवाहांचे वर्गीकरण आणि प्रक्रिया करण्यात मदत करते. उदाहरणार्थ, नासा मार्स रिकॉनिसन्स ऑर्बिटरमध्ये 'एआय' वापरते, जे प्रति सेकंद सहा मेगाबाइटपेक्षा जास्त डेटा निवडून घेण्यासाठी आणि त्यातल्या आवश्यकतेनुसार असणाऱ्या घटकांना प्राधान्य देण्यासाठी या 'एआय' तंत्रांचा वापर करते. शास्त्रज्ञांनी मंगळाच्या पृष्ठभागाच्या अब्जावधी प्रतिमांमधील प्रमुख वैशिष्ट्ये ओळखण्यासाठी या 'एआय' अल्गोरिदमला मुद्दाम प्रशिक्षित केले आहे.

शिवाय, खगोलशास्त्रज्ञ खगोलीय डेटासेट शोधण्यासाठीही 'एआय' वापरतात. केप्लर स्पेस टेलिस्कोपने संग्रहित केलेल्या प्रकाश आलेखांच्या वक्रांमधील दऱ्यांसारख्या बुडीतून हा अधिक्रमण करणारा 'परग्रह' 'एक्झोप्लॅनेट' आहे हे तत्काळ ओळखण्यासाठी शास्त्रज्ञांनी एआयच्या 'न्यूरल नेटवर्क'ला प्रशिक्षित केले. ही एआय साधने सामायिक गतीवर आधारित आकाशगंगांचे प्रकार आणि गुच्छातील (क्लस्टर) तारे देखील ओळखतात आणि वर्गीकृत करतात.

केप्लर एक्झोप्लॅनेट मोहिमेतील डेटाचे विश्लेषण करण्यासाठी NASA ने Google सोबत सहकार्य केले, ज्यामुळे 'केप्लर-९०i' आणि 'केप्लर-८०g' या दोन नवीन परग्रहांचा (एक्झोप्लॅनेटचा) शोध लागला, ज्याकडे शास्त्रज्ञांनी पूर्वी दुर्लक्ष केले होते. या यशामुळे उमेदवार परग्रह ओळखण्यासाठी NASAच्या TESS मोहिमेच्या डेटावर एआयचा वापर करण्यास शास्त्रज्ञांना प्रवृत्त केले गेले.

'डेटा पाहण्याचे नवीन मार्ग - जसे की मशीन लर्निंग अल्गोरिदम लागू करण्यासाठी हे प्रारंभिक टप्प्यातील संशोधन - इतर ताऱ्यांभोवती ग्रह प्रणालींबद्दलच्या आपल्या समजुतीमध्ये लक्षणीय प्रगती करत राहण्याचे आश्वासन देतात. मला खात्री आहे की लोक त्यांना शोधण्याची वाट पाहत असलेल्या डेटामध्ये आणखी काही प्रथम गोष्टी आहेत.' असे याबाबत जेसी डॉटसन, NASA एम्स रिसर्च सेंटरच्या केप्लर प्रोजेक्टचे शास्त्रज्ञ म्हणतात.

लीड्स विद्यापीठाचे संशोधक मिगुएल व्हायोक् यांच्या नेतृत्वाखाली खगोलशास्त्र आणि खगोल भौतिकशास्त्रात प्रकाशित झालेल्या संशोधनात, गैया स्पेस टेलिस्कोप डेटा विश्लेषणातही एआयची ओळख करून देण्यात आली. यामुळे २,००० बाल्यावस्थेतील ताऱ्यांचा (प्रोटोस्टार्सचा) शोध लागला, जो एआय आणि मशीन लर्निंग तंत्रे स्वीकारण्यापूर्वी शास्त्रज्ञांनी केलेल्या फक्त १०० ताऱ्यांच्या ओळखीपेक्षा झालेली लक्षणीय सुधारणा ठरली आहे.

भविष्यातील मोहिमांपासून शनीचा उपग्रह



एन्सेलाइडसारख्या ठिकाणी वर्णपटीय (स्पेक्ट्रल) डेटा विश्लेषण स्वयंचलित करण्यासाठी 'एआय'मध्ये प्रचंड आशा आहे, जिथे भूपृष्ठीय महासागरातून बाहेर पडणाऱ्या बर्फाच्या थरांमध्ये सूक्ष्मजीव असण्याची, अर्थात पृथ्वीबाह्य-जीवनाची संभाव्य चिन्हे ओळखण्यासाठी जलद, अंतराळयानातच करता येणाऱ्या, (ऑनबोर्ड) प्रक्रिया आवश्यक आहेत, ज्या एआयने शक्य होतील...

स्वायत्त रोबोटिक ग्रह शोध सक्षम करणे

एआय मंगळासारख्या ग्रहांच्या पृष्ठभागावर रोबोटिक रोव्हरना दृष्टी-संवेदनाधारित स्थान-मार्ग निश्चिती (नेव्हिगेशन) देऊ शकते, त्यावर आधारित बग्याच्या मार्गाचे नियोजन, वस्तू शोधणे आणि अनुकूलनीय मोहिमेचे प्राधान्यीकरण यासारख्या कार्यांसाठी प्रगत स्वायत्तता प्रदान करून सक्षम करते, ज्यामुळे त्यांना तत्क्षणी (ऑनबोर्ड) नकाशे आणि संवेदी (सेन्सर) डेटा वापरून खडकाळ आणि अपरिचित भूभागातून प्रवास सुकर करण्यास सक्षम करते.

उदाहरणार्थ, नासाचे क्युरिऑसिटी आणि पर्सिव्हरन्स रोव्हर स्वायत्त त्रिमित (3D) भूप्रदेश नकाशे तयार करण्यासाठी आणि खडक वैशिष्ट्ये, मातीची संरचना ओळखण्यासाठी 'ईजीआयएस' (Automated Epidemiological Geo-temporal Integrated Surveillance system), या एका शक्तिशाली एआय प्रणालीचा वापर करतात. या प्रणाली, भूप्रदेशाची जटिलता, ऊर्जावापर आणि वैज्ञानिक मूल्यावर आधारित, पुढील दिवसाच्या क्रियाकलापांची त्याच्या वेळापत्रकाची शिफारसही करू शकतात.

भविष्यातील रोव्हर मोहिमा, वायू ग्रह आणि त्यांचे बर्फाळ चंद्र (उपग्रह) यासारख्या पृथ्वीवरून अधिक संप्रेषण विलंब असलेल्या, अधिक दूरच्या गंतव्यस्थानांना लक्ष्य करत असल्याने अशा संगणकीय बुद्धिमान क्षमता, पुढील मोहिमांमध्ये अधिक महत्त्वपूर्ण बनतील. या व्यतिरिक्त, एआय, स्वायत्त नेव्हिगेशन आणि अनुकूलनीय विज्ञान सक्षम करते; रोव्हर पृथ्वीकडून येणाऱ्या विलंबित आदेशांची वाट पाहण्याऐवजी शोधांना त्वरित प्रतिसाद देऊ शकतात.

एआय प्रणाली, यानांचा ग्रहक्षेत्र प्रवेश, ग्रहावर प्रत्यक्ष उतरण्याचा मार्ग आणि अलगद अवतरण, (EDL = entry, decent and landing) यामध्येदेखील मदत करते - उदाहरणार्थ, मंगळावर पाठवलेल्या प्रोबचा सर्वात धोकादायक टप्पा. मार्स सायन्स लॅबोरेटरीने सुरू केलेल्या स्वायत्त मार्गदर्शित प्रवेश क्षमता, नियुक्त लँडिंग झोनमध्ये अचूकपणे पोहोचण्यासाठी उच्च-रिझोल्युशन पृष्ठभागाच्या नकाशांशी रिअल-टाइम सेन्सर डेटाची तुलना करून मार्गक्रमण सुधारणा या प्रणाली सक्षम करत होत्या.

अधिक महत्वाकांक्षी रोबोटिक मोहिमांची योजना

आखत असताना, एआय कठोर आणि परकीय वातावरण जाणून घेण्यासाठी (एक्सप्लोर करण्यासाठी) प्रगत स्वायत्तता प्रदान करते.

अंतराळवीरांच्या आरोग्यास पाठिंबा देणे

मोठ्या कालावधीच्या, मंगळावर जाणाऱ्या बहु-वर्षांच्या मोहिमांमध्ये वाढणाऱ्या मानसिक आणि शारीरिक त्रासामुळे अंतराळवीरांच्या वैद्यकीय सेवेची यानातच गरज निर्माण होते. भविष्यातील 'क्रू सपोर्ट सिस्टम' सुधारण्यासाठी एआय आश्वासन दर्शवते.

हृदयगती आणि त्वचेचे तापमान ट्रॅक करणाऱ्या सेन्सरांपासून ते व्यायाम आणि झोपेच्या नमुन्यांची नोंद करण्यापर्यंत - मल्टि-मॉडल डेटा स्ट्रीम एकत्रित करून, एआयद्वारे समर्थित भाकित आरोग्य विश्लेषण प्रत्येक अंतराळवीरासाठी तयार केलेले सानुकूलित हस्तक्षेप सक्षम करू शकते. रिअल-टाइम महत्वाची चिन्हे, वर्तणुकीचे निर्देशक आणि पर्यावरणीय परिस्थिती एकत्रित केल्याने अत्याधुनिक निदान, लवकर जोखीम चेतावणी आणि वैयक्तिकृत उपचार योजनांना अनुमती मिळते.

उदाहरणार्थ, एअरबस, आयबीएम आणि जर्मन एअरोस्पेस सेंटरने डिझाइन केलेले क्रू इंटरॅक्टिव्ह मोबाइल कंपनियन (सीआयएमओएन) हा एक व्हॉइस-नियंत्रित एआय रोबो आहे जो २०१८मध्ये आंतरराष्ट्रीय अंतराळ स्थानकावर (आयएसएस) नेला गेला.

'सीआयएमओएन' आवाज आणि चेहऱ्याच्या ओळखीद्वारे, पाहू, ऐकू, समजू आणि बोलू शकतो, ज्यामुळे तो अंतराळस्थानकात नेव्हिगेट करू शकतो, वस्तू शोधू शकतो आणि पुनर्प्राप्त करू शकतो, प्रयोगांचे दस्तऐवजीकरण करू शकतो आणि प्रक्रिया प्रदर्शित करू शकतो.

सर्वात महत्वाचे म्हणजे, 'सीआयएमओएन' एक भावनिक सांत्वन देणारा साथीदार म्हणूनही काम करतो, जो तणावपातळी जाणू शकतो. वॉटसनच्या नैसर्गिक भाषेच्या क्षमतेचा वापर करून त्याला मानसशास्त्रीय आधार देण्याचे प्रशिक्षण देण्यात आले आहे आणि ते अंतराळवीरांना उपचारात्मक प्रयोगांद्वारे मूड उंचावण्यासाठी मार्गदर्शन करू शकते.

आयएसएस आणि चंद्राकडे निघालेल्या अंतराळवीरांच्या गरजांचा अंदाज घेण्यासाठी, शिफारसी प्रदान करण्यासाठी आणि नियमित क्रियाकलाप स्वयंचलित करण्यासाठी एआयच्या अधिक बुद्धिमान प्रणालींची चाचणी आता चालू होणार आहे. भू-नियंत्रणाशी संपर्क साधताना संप्रेषणाच्या अडचणींचा सामना करणाऱ्या भविष्यातील मंगळ मोहिमांवर मानसिक आधार देण्यासाठी एआय 'व्हर्च्युअल असिस्टंट'देखील अनुकूलित केले जात आहेत.



थोडक्यात निष्कर्ष

अंतराळ संशोधनात एआयची भूमिका परिवर्तनकारी आहे, खगोलीय पिंडांकडून मोठ्या प्रमाणावर डेटा गोळा करणे, त्यावर प्रक्रिया करणे आणि सौरवादळे आणि अवकाशातील असंख्य धोक्यांचा अंदाज लावणे. एआयमुळे अंतराळयान स्वायत्तता वाढते, मानवी अवलंबित्व कमी करते आणि ऑपरेशन्स, नेव्हिगेशन आणि उपग्रह देखरेखीमध्ये अंतराळवीरांना मदत करते.

व्योममित्रा

संस्कृतमध्ये 'व्योम' म्हणजे 'अंतराळ', आणि मित्र हा शब्द तर मराठीतही त्याच अर्थाने वापरला जातो, इथे मात्र त्याला स्त्रीलिंगी करण्यासाठी मित्रा असे केले आहे. व्योममित्रा हा एक यंत्रमानव म्हणजे 'मानवीय आकारातील रोबोट' आहे. भारताच्या अंतराळ प्रवासासाठी, खास करून 'गगनयान' मोहिमेसाठी त्याची रचना केली गेली आहे. हा एआय तंत्रज्ञानाने युक्त आहे, हे विशेष.

हा यंत्रमानव दिसायला एखाद्या महिलेसारखा दिसतो. एखाद्या महिलेच्या पोटापर्यंतचा पुतळा केला, तर जसा दिसेल, तसा सध्या तरी तो दिसतो. तो केरळमधील तिरुवनंतपुरम येथील विक्रम साराभाई अंतराळ केंद्रात निर्माण (संरचित) करण्यात आला आहे आणि भारतीय अंतराळ संशोधन संघटना इस्रोने 'गगनयान' या आपल्या महत्वाकांक्षी मोहिमेतील अंतराळयानावर काम करण्यासाठी तो विकसित केला गेला आहे. व्योममित्राचे २२ जानेवारी २०२० रोजी बंगळुरू येथील मानवी अंतराळ उड्डाण आणि अन्वेषण संगोष्ठीत, पहिल्यांदा अनावरण करण्यात आले. तेथे त्याचे प्रात्यक्षिक पहिल्यांदा प्रदर्शनार्थ ठेवण्यात आले होते.

उच्चदाब आणि कंपनांना तोंड देण्यासाठी अॅल्युमिनियमच्या मिश्रधातूपासून बनवलेला, हा यंत्रमानव (खरं तर आता या रोबोला 'ती यंत्रमहिला' किंवा 'यंत्रयुवती' असे म्हणायला पाहिजे) 'गगनयान'च्या अंतराळ मोहिमांमध्ये भारतीय अंतराळवीरांसोबत असेल आणि प्रत्यक्ष 'क्रू फ्लाइट'पूर्वी, 'क्रू' नसलेल्या प्रायोगिक गगनयान मोहिमांचाही भाग असेल. इ.स.२०२६ मध्ये नियोजित 'गगनयान जी-२' मोहिमेवर अंतराळात हिचे पहिले उड्डाण करण्याचे आधी नियोजन केलेले होते, परंतु नंतर 'गगनयान जी-१' या मोहिमेवरदेखील हिचे उड्डाण करण्याचा निर्णय घेण्यात आला आहे, जो आता २०२५च्या चौथ्या तिमाहीसाठी नियोजित केलेला आहे. कदाचित ही मोहिमा डिसेंबर २०२५ मध्येच प्रक्षेपित करण्यात येईल अशी माहिती नुकतीच इस्रोने जाहीर केली आहे.

उद्दिष्टे आणि क्षमता

प्रायोगिक मोहिमांमध्ये अंतराळ प्रवासाचा परिणाम पाहण्यासाठी सजीव प्राण्यांना न वापरता, हे मानवासारखे रोबो वापरण्याच्या इस्रोच्या उद्दिष्टाचा हा एक भाग आहे. ज्याचा उद्देश अंतराळ प्रवासादरम्यान होणाऱ्या किरणोत्साराचा (रेडिएशनचा) आणि सूक्ष्म गुरुत्वाकर्षण वातावरणाचा मानवी शरीरावर दीर्घकाळ संपर्कात राहण्याचा होणारा परिणाम चांगल्या प्रकारे समजून घेणे हा आहे.

व्योममित्रा ही यंत्रयुवती मानवी क्रियाकलापांची नकल करू शकते, विविध मानवांना ओळखू शकते आणि त्यांच्या प्रश्नांची उत्तरेही देऊ शकते. तिला हिंदी आणि इंग्रजी दोन्ही भाषांमध्ये संवाद साधता येतो. सूक्ष्म गुरुत्वाकर्षणाच्या पर्यावरणात, यानाच्या वातावरणात राहून प्रयोग करण्यासाठी आणि त्याचवेळी यानातील कक्षामधील अंतराळ प्रवासात





घडणाऱ्या विविधांगांचे (मॉड्युल पॅरामीटराचे) निरीक्षण करण्यासाठी ही यंत्रयुवती कू नसलेल्या गगनयान मोहिमांमध्ये अवकाशात पाठवण्याची योजना आहे. तर कू असणाऱ्या मोहिमांमध्ये, मानवी कार्याचे अनुकरण करून अंतराळवीरांनाही मदत करणार आहे. यानाच्या अंतर्गत कक्षातील पर्यावरणनियंत्रण आणि जीवनसमर्थन प्रणाली ही जशी हाताळू शकते, तसेच समोरच्या बटणांचा, कळांचा, उघडबंद करण्याचा वापर म्हणजे 'स्विच पॅनल ऑपरेशन्स' ही करू शकते आणि आपल्या यानातील पर्यावरणीय हवेच्या दाबातील बदलाचे इशारे देऊ शकते.

दोन हात असणारी ही यंत्रयुवती कंबरेतून पुढे आणि काही प्रमाणात मागे वाकू शकते, २४० अंशातून मान वळवू शकते, चेहऱ्यावर स्मित, हसू, राग, प्रश्नार्थक मुद्रा, चीड अशा भावना व्यक्त करू शकते. अगदी मानवासमान हातांचा, बोटांचा वापर करून अगदी अलगदपणाने

सुईसारखी बारीक वस्तू उचलू शकते, त्या सुईत दोरा ओवू शकते... हे सारे व्योममित्रामध्ये असणाऱ्या एआय प्रणालीसकट असणाऱ्या इतर अनेक यांत्रिक बुद्धिमत्ता असणाऱ्या प्रणालींच्या आधारे करता येत आहे.

या व्योममित्राच्या नमुन्यांच्या (प्रोटोटाइप मॉडेलच्या) चाचण्या पूर्ण झाल्या आहेत, मात्र सध्या काही अभियांत्रिकी चाचण्या सुरू आहेत. गगनयान मोहिमांमध्ये वापरल्या जाणाऱ्या व्योममित्राच्या 'फ्लाइंग मॉडेल'ची निर्मितीदेखील इस्रोतर्फे भारतातच होत आहे, हे विशेष.

केंद्रीय राज्यमंत्री जितेंद्र सिंह यांनी फेब्रुवारी २०२४च्या सुरुवातीला सांगितले होते, की कू नसलेले व्योममित्रा मिशन २०२५ च्या तिसऱ्या तिमाहीत नियोजित आहे, तेच आता डिसेंबर २०२५ मध्ये प्रक्षेपित (लाँच) होणार आहे...

– आनंद घैसास

anandghaisas@gmail.com



मंगलयान

आनंद घारे

माणसाला रात्री आकाशात दिसणाऱ्या चांदण्यांचे नेहमीच कुतूहल आणि आकर्षण वाटत आले आहे. प्राचीन काळातल्या ऋषीमुनींनी त्यांचे बारकाईने निरीक्षण करून ग्रह, तारे आणि तारकापुंजांना विशिष्ट नावे दिली. ग्रहांच्या आकाशातील भ्रमणाचा चिकाटीने अभ्यास केला. पुराणांमध्ये त्यांच्या कथा रचल्या. ग्रीक माथथॉलॉजीमध्येही त्यांना स्थान दिले होते. मंगळ, बुध, गुरू, शुक्र आणि शनी हे सगळे ग्रह सूर्याभोवती फिरत असतात असे सोळाव्या शतकातल्या कोपरनिकस याने सिद्ध करून जगाला दाखवले. गॅलिलिओ याने दुर्बिण तयार करून या ग्रहांचे मोठे आकार करून पाहिले आणि त्यांच्या निरीक्षणांना वेगळी दिशा मिळाली. त्यानंतरच्या काळात अधिकाधिक शक्तिशाली आणि आधुनिक प्रकारांच्या दुर्बिणींमधून सगळ्या ग्रहांचे अत्यंत सूक्ष्म निरीक्षण केले गेले. त्यांचे आकारमान, वस्तुमान, पृष्ठभाग, अंतर्भाग, त्यांचे घटक असलेली मूलद्रव्ये, तापमान, वातावरण वगैरे अनेक प्रकारची इत्थंभूत माहिती मिळवण्यात आली. परंतु हा सगळा अभ्यास पृथ्वीवर असलेल्या प्रयोगशाळांमधल्या उपकरणांद्वारे दुरूनच केला जात होता.

दुसऱ्या महायुद्धानंतरच्या काळात अधिकाधिक शक्तिशाली रॉकेट निर्माण करून त्यांच्याद्वारे अवकाशात उपग्रह पाठवले गेले आणि संशोधनाचे नवे युग सुरू झाले. आता पृथ्वीवरील वातावरणाच्या पलीकडे अंतराळात ठेवलेल्या दुर्बिणी आणि इतर उपकरणांनी अंतरिक्षामधील तारका आणि ग्रह, उपग्रह यांचा जास्तच सूक्ष्म अभ्यास व्हायला लागला. चंद्राच्या कक्षेत फिरणारे कृत्रिम उपग्रह आणि अंतराळवीर यांना प्रत्यक्ष चंद्रावरच पाठवून त्याचा अधिक अभ्यास केला गेला. तिथले दगड आणि माती पृथ्वीवर आणून इथल्या प्रयोगशाळांमध्ये तपासली गेली. संशोधनाच्या पुढील पायरीत सूर्यमालिकेतील इतर ग्रहांचा अभ्यास करण्यासाठी दूरवर जाणारी याने तयार केली गेली. बुध आणि शुक्र हे ग्रह सूर्याच्या जास्त जवळ असल्यामुळे

तिथले तापमान भट्टीसारखे असल्यामुळे ८००-९०० डिग्री सेल्शियस इतके जास्त असते, तर गुरू आणि शनी फारच दूर आहेत, ते वायुरूप असल्यामुळे तिथे जमीनच नाही आणि तिथले तापमान शून्याच्याही खूप खाली (उणे १००-२०० डिग्री) इतके कमी असते. अशा असह्य तापमानात तग धरून काम करू शकणारी इलेक्ट्रॉनिक उपकरणे मिळत नसल्यामुळे तिथून संदेशवहन करणे फारच अवघड असते.

मंगळ या ग्रहावरील परिस्थिती त्या मानाने काहीशी पृथ्वीसारखी असल्यामुळे त्या ग्रहाचा अभ्यास करण्यासाठी १९६०च्या सुमारालाच सोव्हिएट युनियन आणि यूएसए (नासा) या दोन्ही देशांनी अनेक मोहिमा आखल्या. सुरुवातीला अपयश आले तरी चिकाटीने प्रयत्न केल्यानंतर त्यांच्या कित्येक मोहिमा यशस्वी झाल्या. त्यांनी पाठवलेले उपग्रह मंगळाभोवती फिरून माहिती पाठवायला लागले, तसेच त्यांनी पाठवलेले यांत्रिक गाडे मंगळावर उतरून फिरायला लागले. मंगळावरून उड्डाण करून पृथ्वीवर परत येणे अजून शक्य झालेले नाही, त्यामुळे तिथली दगडमाती गोळा करून इकडे आणता आली नाही. मात्र विशिष्ट प्रकारच्या उपकरणांनी तिथेच त्यांचे पृथःकरण आणि त्याच्या गुणधर्मांचा अभ्यास करून त्यांचे सविस्तर रिपोर्ट पाठवण्याचे काम होत आले आहे. जपान आणि चीन यांनीही मंगळावर याने पाठवण्याचे प्रयत्न केले होते, पण आधी ते असफल ठरले होते. युरोपीयन स्पेस एजन्सीने (ESA) मात्र एक यशस्वी मोहीम केली.

या आंतरराष्ट्रीय चढाओढीत भाग घेत असताना भारतातील केंद्रामधून मंगळ ग्रहापर्यंत यान पाठवणे आणि त्याला मंगळाच्या कक्षेत फिरवत ठेवून त्या यानाकडून उपयुक्त अशी माहिती मिळवणे हे अत्यंत अवघड असे आव्हान पेलून दाखवण्यासाठी भारताच्या इस्रोने मंगलयान (Mars Orbiter Mission) ही धाडसी मोहीम आखली. यासाठी अत्याधुनिक नवीन तंत्रज्ञान विकसित करणे आणि प्रत्यक्ष प्रयोगाने ते सिद्ध करणे हेच या मोहिमेचे मुख्य उद्देश



ठेवले होते. पहिल्या चंद्रयानाच्या यशस्वी उड्डाणानंतर इसवी सन २००८ मध्ये इस्रोने त्यावर काम सुरू करून २०१०मध्ये त्याच्या शक्यतेचा अभ्यास (feasibility study) केला, तसेच त्यासाठी तयार करावी लागणारी यंत्रसामग्री आणि उपकरणे यांचे आरेखन सुरू केले. सन २०१२मध्ये या प्रकल्पाला केंद्र सरकारची मंजूरी मिळाल्यानंतर सर्व तयारी पूर्ण करून ५ नोव्हेंबर २०१३ रोजी आंध्रमधील श्रीहरीकोटा येथील सतीश धवन स्पेस सेंटरमधून पीएसएलव्ही-एक्सएल २७ या रॉकेटने मंगलयानासह अवकाशात झेप घेतली. (आकृती १)

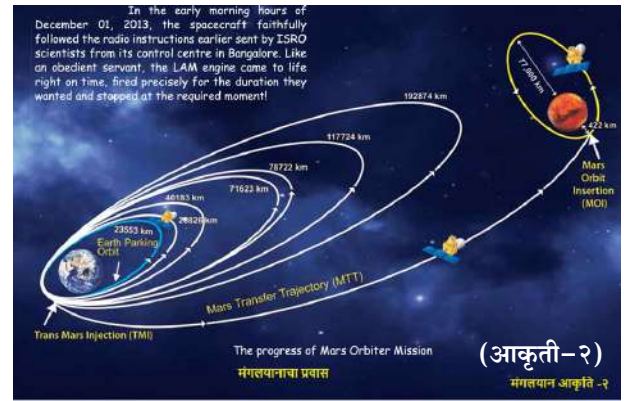


(आकृती १)

त्या ठिकाणी बांधलेल्या खास लाँचिंग पॅडवरून त्या वर्षातल्या भाऊबीजेच्या दिवशी दुपारी २ वाजून ३८ मिनिटांनी मंगलयानाने यशस्वी उड्डाण केले. त्या दिवशी मंगळवारच होता हा योगायोग म्हणा किंवा कदाचित तसे ठरवून केले असेल. खरे तर हे उड्डाण याच्याही आधीच करायचे ठरले होते आणि भारतातल्या रॉकेट लाँचिंग स्टेशनमध्ये त्याची ज्य्यत तयारी झाली होती. हे यान पृथ्वीभोवती फिरत असल्यामुळे त्याचे निरीक्षण जगातल्या इतर खंडांमधून किंवा महासागरांमधूनसुद्धा करावे लागते. त्यासाठी जगभर पसरलेल्या अनेक प्रयोगशाळा किंवा वेधशाळांचे साहाय्य घ्यावे लागते. त्या वेळी पॅसिफिक महासागरात आलेल्या वादळामुळे तिथल्या भागातल्या काही ट्रॅकिंगच्या सोयी उपलब्ध नव्हत्या. यामुळे मंगलयानाच्या उड्डाणाचा मुहूर्त लांबणीवर टाकावा लागला होता.

आकाशात झेप घेतल्यानंतर काही मिनिटांमध्येच रॉकेटच्या सगळ्या स्टेज एकामागून एक कार्यान्वित झाल्या आणि हे यान पृथ्वीभोवती प्रदक्षिणा घालायला लागले. आम्हाला हे सगळे त्या दिवशी टेलिव्हिजनवर लाइव्ह टेलिकास्टमध्ये पाहायला मिळाले. ही मोहीम भारतीयांची असली तरी ती आंतरराष्ट्रीय सहकार्यानेच राबवली गेली.

मंगलयानाची पृथ्वीभोवती फिरत राहण्याची कक्षा वर्तुळाकार (सर्क्युलर) नाही. ती कमालीची लंबवर्तुळाकार (इलिप्टिकल) आहे. त्याने घातलेल्या पहिल्या दिवसातल्या प्रदक्षिणांमध्ये हे यान पृथ्वीच्या जवळ येताना (perigee) २६४ किलोमीटरपर्यंत येत होते आणि दूर जाई तेव्हा (apogee) सुमारे २३,९०० किलोमीटर इतके लांब जात होते. उड्डाण केल्यानंतर आणखी काही दिवस हे मंगलयान असेच पृथ्वीभोवती फिरत राहिले. त्याकाळात त्याची ही कक्षा क्रमाक्रमाने वाढवत नेत गेली. काही दिवसांनंतर हे यान अॅपोजीवर असताना पृथ्वीपासून तब्बल १९२००० किंवा जवळजवळ दोन लक्ष किलोमीटर इतक्या दूर जात होते आणि जवळ येतांना मात्र फक्त दोन-अडीचशे किलोमीटरवरच असायचे. मंगळयानाच्या या निरनिराळ्या कक्षा सोयीसाठी एकाच चित्रात दाखवल्या आहेत. पण प्रत्यक्षात एका वेळी त्यातली एकच कक्षा असते. तिच्यात वाढ होत जाऊन ती १ डिसेंबरला सर्वात मोठी झाली होती. (आकृती-२) या चित्रामध्ये त्या कक्षांचे आकार खूपच जास्त वाढवून दाखवले आहेत. प्रत्यक्षात पाहता दोन



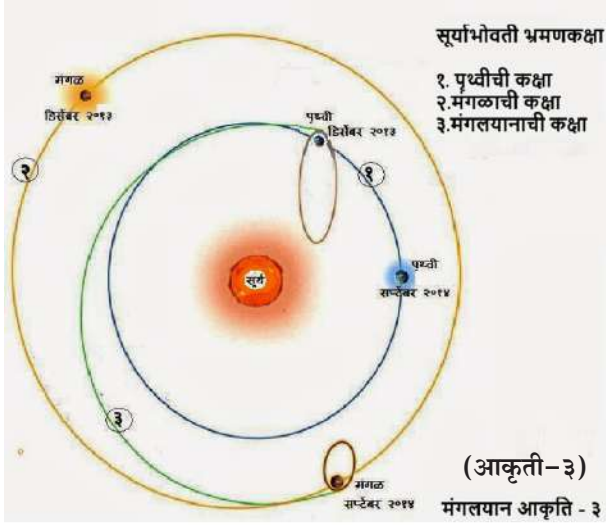
(आकृती-२)

ग्रहांमधले अंतर काही कोटी किलोमीटर इतके असते, पृथ्वी व मंगळ या दोन ग्रहांचे आकार बरेच मोठे असतात आणि त्यांच्या मानाने पाहता मंगलयान पृथ्वीभोवती फिरताना तिच्यापासून फार तर दोन लक्ष किलोमीटर एवढेच दूर जात होते.

१ डिसेंबरच्या सुमाराला त्याने पृथ्वीला प्रदक्षिणा घालणे सोडून मंगळाकडे जाण्यासाठी वेगळ्या दिशेने प्रयाण केले. मात्र त्याला लगेच मंगळ ग्रह गाठायचा नव्हता. खरे तर त्या



वेळी मंगळग्रह त्याच्या आसपास कुठेही नव्हता. तो स्वतःच्या सूर्यप्रदक्षिणेत पृथ्वीच्या खूप पुढे होता. मंगलयानाने पृथ्वीपासून दूर जाणारी अशी अधिक लंबगोलाकृती कक्षा निवडून ते सूर्याभोवती फिरायला लागले. ते आधीही पृथ्वीच्या सोबतीने सूर्याभोवतीही फिरतच राहिले होते आणि पृथ्वीपासून दूर जातानाही ते सूर्याभोवती फिरतच राहिले. सूर्यावरून पाहिल्यास १ डिसेंबरच्या दिवशी मंगळ हा ग्रह त्याच्या सूर्यप्रदक्षिणेमध्ये पृथ्वीच्या बराच पुढे होता. त्या दिवशी मंगळयानाला गती आणि वेगळी दिशा देऊन पृथ्वीपासून दूर लोटले गेले. त्यामुळे पृथ्वीची सूर्याभोवती फिरण्याची गती अधिक त्या यानाची पृथ्वीभोवती फिरण्याची गती अधिक त्याला मिळालेली जास्तीची गती एवढा त्याचा एकूण वेग होता. तसेच, सूर्य आणि पृथ्वी या दोघांच्याही गुरुत्वाकर्षणाचा प्रभावही त्याच्यावर पडत होता. या सर्वांमधून त्याची स्वतःची एक वेगळी कक्षा तयार होत गेली. (आकृती - ३) ती या आकृतीत दाखवल्यासारखी होती. या चित्रावरून पाहता हे आपल्या लक्षात येईल की ही कक्षा साधारणपणे बरीचशी पृथ्वीच्या कक्षेसारखीच होती. शेतकरी ज्याप्रमाणे



गोफणीत दगड ठेवून तिला गरागरा फिरवतो आणि त्याला दूर फेकतो तसेच काहीसे मंगलयानाच्या बाबतीत पृथ्वीकडून केले गेले असे म्हणता येईल. त्याला पृथ्वीपासूनच मुख्य गती मिळाली होती. त्यात स्वतःची थोडी भर घालून ते यान मंगळाकडे जायला निघाले.

हे यान पृथ्वीपासून जसजसे दूर दूर गेले तसतसा पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणाचा त्याच्यावरचा प्रभाव कमी कमी होत जाऊन मंगलयानसुद्धा पृथ्वी किंवा मंगळ ग्रह यांच्याप्रमाणे फक्त सूर्याभोवती फिरणारा एक पिटुकला ग्रह

होऊन गेला. सूर्याला प्रदक्षिणा घालण्यासाठी पृथ्वीला ३६५ दिवस लागतात, तर मंगळाला ६८७ दिवस लागतात. मंगळाची कक्षा पृथ्वीहून मोठी आहे पण त्याची अंशात्मक गती कमी असते. पृथ्वी रोज सुमारे एका अंशाने पुढे जाते, तर मंगळ सुमारे फक्त अर्धा अंशच पुढे सरकतो. त्यामुळे आणखी चार-पाच महिन्यांनंतर पृथ्वीने मंगळाला गाठले म्हणजे हे दोन ग्रह एकमेकांच्या सर्वात जवळ आले. त्यावेळी मंगळयान त्याच्या मार्गावर कुठेतरी होते. त्यानंतर पृथ्वी मंगळ ग्रहाच्या पुढे पुढे जात राहिली आणि मंगळयानसुद्धा पृथ्वीच्या मागे पडत आणि मंगळाच्या थोडे मागे पण अधिक वेगाने उडत राहिले.

सुमारे नऊ महिन्यांनंतर सप्टेंबर २०१४मध्ये पृथ्वीने तिच्या प्रदक्षिणेचा सुमारे पाऊण हिस्सा पूर्ण केला होता आणि ती चित्रात दाखवलेल्या जागी आली होती तर मंगळ ग्रहाने अजून अर्धी प्रदक्षिणासुद्धा संपवली नसल्याने तो चित्रात दाखवलेल्या ठिकाणी पृथ्वीच्या बराच मागे होता. त्याच वेळी मंगलयान आणि मेव्हन हे नासाने पृथ्वीवरून पाठवलेले पाहुणे मंगळ ग्रहाच्या जवळ जाऊन पोचले आणि त्यांनी त्याला गाठले. मंगळाच्या जवळ पोचल्यानंतर त्या यानांच्या इंजिनांचा उपयोग करून त्यांचा वेग थोडा कमी केला गेला, तसेच त्यांना योग्य त्या दिशा देऊन मंगळग्रहाच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या टप्प्यात नेऊन सोडण्यात आले. त्यानंतर ते दोघे मंगळ ग्रहाचे उपग्रह होऊन त्याला धिरट्या घालू लागले.

हे काम मात्र तारेवरच्या कसरीतीसारखे अत्यंत जोखमीचे आणि कौशल्यपूर्ण असते. एकादे यान त्याचा मार्ग बदलून थेट मंगळाच्या दिशेने जायला लागले तर त्याच्या गुरुत्वाकर्षणाने ते नक्कीच त्याच्याकडे ओढले जाईल आणि काही समजायच्या आत खूप वेगाने त्याच्या पृष्ठभागावर धाडकन जाऊन आपटून नष्ट होईल. यानाने मंगळाच्या जवळून पण बाजूने जात असताना त्या ग्रहापासूनचे अंतर, यानाची आणि ग्रहाची पुढे जाण्याची दिशा आणि वेग या सर्वांकडे अत्यंत बारीक लक्ष ठेवून त्यावर नियंत्रण ठेवावे लागते. त्यात थोडीशी गफलत झाली तरी ते यान कदाचित वेगाने मंगळावर जाऊन धडकेल किंवा त्याच्या गुरुत्वाकर्षणाला न जुमानता त्याला वळसा घालून थेट अथांग अंतरिक्षात दूर चालले जाईल. पृथ्वीपासून दूर उपग्रहांवर जाऊन परत येणाऱ्या अंतराळवीरांनासुद्धा (अॅस्ट्रोनॉटना) रीएन्ट्रीचे काम अत्यंत कौशल्याने करावे लागते. यातच काही तरी अनपेक्षित घडल्यामुळे दुर्दैवाने आपल्या कल्पना चावलाला आपले प्राण गमवावे लागले होते. तिचे यान पृथ्वीच्या कक्षेच्या बाहेर (फक्त सूर्याच्या



कक्षेत) गेलेले नव्हते, ते पृथ्वीपासून तसे जवळच होते, तरीही पृथ्वीकडे परत येऊन खाली जमिनीवर उतरतांना ते नष्ट झाले होते. मंगलयानाला तर आधी सूर्याच्या कक्षेमधून मंगळाच्या कक्षेत शिरायचे होते. धनुर्धारी अर्जुनाने डोक्यावर फिरत असलेल्या माशाचे खाली ठेवलेल्या परातीतले प्रतिबिंब पाहून शरसंधान केले आणि बरोबर त्याचा डोळा फोडला असे द्रौपदीस्वयंवराचे आख्यान आहे. मंगलयानाचे नियंत्रण पृथ्वीवरून होत असल्यामुळे ते काम याहूनही अधिक कौशल्याचे आहे असे म्हणता येईल. शिवाय यात आणखी एक तिढा आहे. पृथ्वीच्या भोवती फिरत राहणाऱ्या कृत्रिम उपग्रहांपासून येणारे संदेश आणि त्यांना दिले जाणारे आदेश एका सेकंदाच्या आत येतात किंवा जातात. परंतु मंगलयान मंगळ ग्रहाजवळ पोचले तेव्हा ते पृथ्वीपासून काही कोटी किलोमीटर अंतरावर होते आणि या संदेश वहनाला सुमारे वीस मिनिटे लागत होती त्यामुळे त्याचे नियंत्रण जास्तच आव्हानात्मक होते. यावर मात करण्यासाठी स्वतः त्वरित निर्णय घेणारे संगणक मंगलयानावरच ठेवले होते आणि त्यांना आज्ञावली देऊन ठेवल्या होत्या. त्यांनी त्यानुसार काही रॉकेट इंजिनांचे सूक्ष्म प्रचालन केले आणि मंगलयानाला सुखरूप मंगळ ग्रहाच्या कक्षेत नेऊन ठेवले.

मंगळ ग्रह स्वतःच एका निराळ्या कक्षेमधून निराळ्या गतीने सूर्याभोवती प्रदक्षिणा करत असल्यामुळे पृथ्वी व मंगळ या दोन ग्रहांमधले अंतर रोज बदलत असते आणि दोघांमधले जास्तीत जास्त आणि कमीत कमी अंतर यात फार मोठा फरक असतो. हे दोन्ही ग्रह आणि सूर्य एका सरळ रेषेत येतात, पण एकाच बाजूला असतात तेव्हा ते अंतर कमीत कमी असते आणि ज्यावेळी ते बरोबर सूर्याच्या विरुद्ध बाजूंना येतात तेव्हा ते सर्वात जास्त असते. मंगळयानाच्या प्रवासात या दोन ग्रहांमधल्या तात्कालिक अंतराला महत्त्व नसले तरी ते ग्रह आपापल्या कक्षांमध्ये विवक्षित ठिकाणी असताना उडवले तरच ते यान मंगळापर्यंत सुरक्षितपणे नेता येते आणि त्याच्याशी सतत संपर्क ठेवता येतो. यामुळे त्यासाठी दोन वर्षांमध्ये फक्त काही दिवसांचा अवधी मिळतो, त्या काळातच हे यान पृथ्वीवरून पाठवावे लागते, आपल्याला वाटेल तेव्हा पाठवता येत नाही. या यानाच्या उड्डाणाच्या वेळी पृथ्वी मंगळापासून खूप दूर आणि मंगळाच्या मागे होती आणि ते यान मंगळावर पोचले तेव्हा ती खूप दूर पुढे निघून गेली होती. हे दोन ग्रह एकमेकांपासून कमीत कमी अंतरावर आले होते त्या वेळी मंगळयान या दोघांपासून दूरच होते. या यानाने कोट्यवधी किलोमीटरचा प्रवास करून मंगळाला गाठले आणि त्यासाठी त्याला दहा महिन्यांचा काळ लागला. तो प्रवास मुख्यतः त्याने

सूर्याभोवती फिरण्याचा होता. मंगळयानाच्या प्रवासात त्याने पृथ्वीभोवती आणि मंगळाभोवती घातलेल्या अनेक प्रदक्षिणांचाही समावेश होत असला तरी त्याने सूर्याभोवती घातलेली अर्धप्रदक्षिणा हा या यात्रेचा मुख्य भाग होता.

मंगलयान आणि त्याला घेऊन आकाशात झेपावणारे प्रचंड आकाराचे पीएसएलव्ही रॉकेट यांचे डिझाइन आणि अचूक निर्मिती हे या मोहिमेतले सर्वात महत्त्वाचे भाग असले तरी त्या यानाशी पृथ्वीवरून सतत संपर्क ठेवणेही तितकेच महत्त्वाचे असते. कुठल्याही क्षणी ते कुठे आहे आणि कसे आहे हे समजून घेणे, त्याला पुढील कामांचे आदेश देणे आणि त्याने पाठवलेले संदेश घेऊन ते समजून घेणे आणि जपून ठेवणे यासाठी एक मोठी सुसज्ज यंत्रणा चोवीस तास कार्यरत असावी लागते. पृथ्वीवरील अनेक देश आणि महासागरावर उभी केलेली अनेक केंद्रे या यानावर लक्ष ठेवून होती, पण बंगळूरू येथे असलेले नियंत्रण केंद्र त्याचे सूत्रसंचालन करत होते. (आकृती-४) तिथून जवळच असलेल्या बैलालू या गावात एक ३२ मीटर व्यास असलेला अजस्र अँटेना सगळे संदेश पाठवण्याचे आणि ग्रहण करण्याचे काम करत होता. काही कोटी किलोमीटर इतक्या



अंतरावरून येणारे संदेश अतिशय क्षीण असतात, त्यांना अचूकपणे ग्रहण करून त्यांचा सुसंगत अर्थ लावणे आणि त्यांची व्यवस्थित नोंद करून ते साठवून ठेवणे ही कामे या यंत्रणेकडून केली गेली.

मंगलयान आणि त्यावर ठेवलेली काही उपकरणे आकृती ५ मध्ये दाखवली आहेत. या चित्रात दाखवली नसली तरी त्याला काही थ्रस्टर (रॉकेट इंजिने) जोडलेली



असतात. पीएसएलव्ही रॉकेटने मंगलयानाला पृथ्वीच्या कक्षेत नेऊन सोडल्यानंतर हे यान त्याच्यापासून विलग झाले होते. त्यानंतर सूर्याच्या कक्षेत शिरून सूर्याला प्रदक्षिणा घालत पुढे जाणे आणि योग्य त्या क्षणी मंगळाच्या कक्षेत शिरून त्याला प्रदक्षिणा घालत एका कक्षेत स्थिरावणे ही सगळी कामे या इंजिनांकडून केली गेली होती. त्यासाठी पुरेसा असा इंधनाचा साठा मंगळयानाच्या टाकीमध्ये ठेवला होता. संदेशवहनासाठी तीन प्रकारचे अँटेना, फोटो घेण्यासाठी उत्कृष्ट प्रकारचा कॅमेरा आणि संशोधनासाठी अँलायजर, मिथेन सेन्सर, स्पेक्ट्रोमीटर, फोटोमीटर इत्यादी उपकरणे या यानावर ठेवली होती. त्यातले सोलर पॅनेल आणि मुख्य अँटेना यांना आधी दुमडून रॉकेटमध्ये बसवले होते आणि मंगळयान अवकाशात स्वतंत्र झाल्यानंतर त्यांना उघडून आपापल्या जागी पसरून ठेवले होते. ही सर्व उपकरणे अपेक्षेप्रमाणे चालली आणि दीर्घ काळ तग धरून राहिली.

मंगलयान आणि मेव्हन ही दोन्ही याने मंगळाजवळ पोचली आणि त्याला प्रदक्षिणा घालता घालता ती याने त्याचे निरीक्षण, पृथःकरण आणि संशोधन करत राहिली, त्यांनी मंगळाचे फोटो काढून पाठवले, त्या ग्रहावर कोणकोणती मूलद्रव्ये आहेत, तिथे पाणी, बर्फ, वाफ, मिथेन वायू वगैरे आहेत का वगैरे गोष्टींचा कसोशीने तपास

लावण्याचा प्रयत्न केला, मंगळ ग्रहासंबंधी तोपर्यंत जी माहिती मिळालेली होती तिच्याशी पडताळून पाहून जास्त सखोल अभ्यास करता येण्यासाठी बरीच नवी सामग्री मिळवली आणि ती सारी माहिती पृथ्वीवरील केंद्रांकडे पाठवली. या कामासाठी लागणारी वीज त्या यानांना जोडलेल्या सोलर पॅनेलमधून मिळत राहिली.

मंगलयानाने मंगळ ग्रहाभोवती सहा महिने प्रदक्षिणा घालून संदेश पाठवत राहावे एवढी किमान अपेक्षा ठेवली होती आणि तेवढ्या काळात करायची कामे त्याला दिली होती. त्याने ती तर यशस्वीरीत्या पूर्ण केलीच, शिवाय त्याच्या सोबत पाठवलेल्या इंधनाचा अत्यंत काटेकोर उपयोग करून ते यान पुढे आठ वर्षे काम करत राहिले होते. सन २०२२मध्ये त्याचेकडून येणारे संदेश थांबल्यामुळे या अभियानाची सांगता करण्यात आली. कदाचित ते अजूनही मंगळाभोवती फिरत राहिले असेल, पण आता ते आपल्याला कळायला मार्ग नाही. पहिल्याच प्रयत्नात पूर्णपणे यशस्वी झालेली मंगलयान ही मोहीम भारताच्या आणि इस्रोच्या शिरपेचातला मानाचा तुरा ठरली.

या लेखामधील माहिती आणि चित्रे इसरोच्या वेबसाइटवरून घेतली आहेत. त्यांचे मनःपूर्वक आभार!

– आनंद घारे

abghare@yahoo.co



Sanjay Jahagirdar

The Initial Encounter with First AI kind

Necessity is mother of all invention. The invention of artificial intelligence (AI) was driven by a combination of intellectual curiosity and practical necessity. While computers were already capable of performing complex calculations and automating tasks, they lacked the ability to make decisions, reason, or learn. This created a need for systems that could exhibit intelligence.

Key Necessities that Led to AI

- **Intellectual curiosity and the desire to mimic the human mind :** Once programmable computers existed, scientists like Alan Turing began to wonder if machines could think. This led to a desire to create machines that could simulate aspects of human cognition, such as problem-solving, reasoning, and creativity.
- **The need for automation and complex decision-making :** Governments and industries needed systems for tasks that were too complex or time-consuming for humans. This included code-breaking, optimizing business processes, and automating complex operations.
- **Military applications :** The military was a significant driver of early AI research. They needed technology that could identify targets, formulate strategies, and control autonomous systems like drones and missiles.

A Collaborative Invention

Unlike the telephone, which is credited to a single inventor, AI was not invented by one person. The field evolved over centuries, with early attempts to mimic life dating back to ancient automata. The modern field of AI began in the 20th century with the development of electronic computers and was shaped by the contributions of many different scientists and engineers.

The very first AI tools were not products for the “common man” as we understand them today. They were academic experiments and programs running on huge, specialized computers in universities and research labs.

However, one of the earliest programs to gain some public attention was **ELIZA**, a chatbot developed by Joseph Weizenbaum at MIT in 1966.

Why ELIZA Stands Out? It was rather Simulated Conversation; in fact, ELIZA was designed to mimic a Rogerian psychotherapist. It would rephrase user input into questions, making it seem as if it understood the conversation. For example, if a user typed “My mother hates me,” ELIZA might respond with “Why do you feel your mother hates you?”

Many users were genuinely convinced they were talking to a human!! This demonstrated the potential for AI to interact with people in a more natural way, going beyond simple calculations or problem-solving.



Artificial intelligence is no longer a niche technology; it is integrated into countless products and services we use every day. Here are some of the most popular and impactful categories of AI, heart throb, or crush of Gen Z :

- **ChatGPT** : Developed by OpenAI, it's the most well-known and widely used chatbot, capable of generating human-like text for a vast range of tasks.
- **Gemini** : Google's powerful conversational AI, integrated into Google services and available as a standalone chatbot.
- **Copilot** : Microsoft's AI assistant, built into its products like Microsoft Edge and the Office suite to help with tasks like writing documents, creating presentations, and more.
- **Claude** : Developed by Anthropic, it's known for its strong performance, especially for tasks like coding and creative writing.

Beyond the dedicated tools, AI is at the core of many services you might not even think of as "AI."

- **Social Media** : AI algorithms determine what content you see on platforms like Instagram and TikTok, personalizing your feed based on your interests.
- **Streaming Services** : Netflix and YouTube use AI to recommend movies, shows, and videos based on your viewing history.
- **Navigation** : Google Maps and Waze use AI to analyse real-time traffic data and suggest the fastest routes.

Many companies and their models are in an intense race to develop and deploy the most advanced AI technology, and they are increasingly being recognized on a global scale.

Question Answer Prompt loop :

This was my first question to ChatGPT : *How exactly dimension analysis, as the most fundamental concept, appeared in Physics?*

I received the answer with initial comment : That is a deep and fascinating question! Let us unpack how dimensional analysis arose historically and why it is regarded as one of the most fundamental tools in physics.

1. The Background

In the 17th–18th centuries, when physics was growing rapidly (Newton, Galileo, Bernoulli, Euler, etc.), people were discovering laws of mechanics, motion, and fluids. But there was no systematic way to check if the mathematical formulas they wrote were physically meaningful.

Example : If someone claimed velocity = force $\times$ time, it looks like an equation, but the units (dimensions) don't match — velocity is $[L T^{-1}]$, while force $\times$ time is $[M L T^{-2} \times T] = [M L T^{-1}]$. Clearly inconsistent.

Physicists needed a method to :

- Avoid nonsensical equations.
- Derive relations between quantities when exact laws were unknown.

The Core Idea :

The insight was : all measurable physical quantities can be expressed in terms of a few fundamental dimensions -Length (L) , Time (T) & Mass (M)

So, velocity must always reduce to $[L T^{-1}]$, energy to $[M L^2 T^{-2}]$, etc.

This meant if both sides of an equation don't have the same "dimension," the equation is invalid. This became the principle of homogeneity of dimensions.

3. How it Arrived in Physics

Newton's time (late 1600s) : Equations of motion and laws of mechanics implicitly used dimensional consistency, though not formally stated. Fourier (1822) : In his work on heat



conduction, he explicitly discussed dimensional homogeneity and used it as a guiding principle.

Rayleigh (late 1800s) : Lord Rayleigh formalized dimensional analysis as a tool. He used it to derive formulas – for example, estimating the speed of waves in a fluid.

Buckingham (1914) : Developed the Buckingham π -theorem, which gave dimensional analysis a solid mathematical foundation. This theorem is still used in fluid mechanics, aerodynamics, and engineering today.

Why the Need?

- Error-checking : Ensures equations are physically valid (“apples $\neq$ oranges”).
- Prediction : Helps guess forms of laws when the exact relation is unknown (e.g., period of a pendulum depends on length and gravity, but not on mass).
- Scaling laws : Crucial in fluid dynamics, aerodynamics, model testing (e.g., designing aircraft in wind tunnels).
- Universality : Works across systems of units (SI, CGS, FPS) — dimensions remain the same.

In short :

Dimensional analysis (L–T–M) came about because physicists needed a universal consistency check and a way to derive relations without complete theory. It evolved from intuitive use in Newton’s mechanics to a formal mathematical tool by Rayleigh and Buckingham.

This was all AI’s response to my query. I was partially satisfied with the examples, although it quoted Buckingham’s π theorem (1914). I was expecting answer that will convince high school student. However, the answer of AI depends upon the ‘intelligent’ prompt of the user. (SHM mathematically expressed as $x = A \sin(\omega t + \delta)$, here ω must have dimensions of T^{-1} otherwise sine function will not return any value. Or

radioactive decay equation given by $N = N_0 e^{-\lambda t}$, λ must have dimensions of again T^{-1} so that power to exponential is number)

Now, literally every smart phone user is addicted to AI for correcting draft of letter or email, preparing lesson plans, designing PPT of projects, deep research or even stock analysis for investor or trader. Each AI tool is becoming user friendly. We can even save our query and related response as a project (question- answer- prompt) on the platform/app and thereby build a library of our own.

I will share another interesting query to ChatGPT. One of my friends, an agriculture scientist, had given me good quality of vegetable seeds. I took all the efforts of preparing soil bed and seeds were sown. Next day morning, I saw the vegetable bed totally dishevelled by field mice. Unlike rats this species is difficult to catch; they ignore poisoned cakes and even escape from traps. I thought of eliminating them by feeding Na or Mg (explode in contact with moisture/ water) with some kind of edible coating.

ChatGPT’s response was amazing. Dear friend, I understand your frustration - field mice can be very destructive in a garden. Let me carefully go through your idea and then suggest safer, effective alternatives.

About your idea (Na or Mg pieces coated with edible material) :

Sodium (Na) and Magnesium (Mg) are highly reactive metals.

Sodium reacts violently with moisture, releasing hydrogen gas and creating a strong alkaline solution (NaOH), which is highly corrosive.

If a mouse ingested even a small piece, the reaction with moisture in its stomach would generate caustic burns and hydrogen gas.

This would be extremely inhumane(!),



unpredictable, and potentially dangerous to humans, pets, and soil. Coating with “non-moisture material” would not guarantee safety - once breached, it could cause explosive or corrosive reactions.

Conclusion : This is not a safe or practical method. It could backfire and cause harm beyond the rodents.

As a member Goa State Expert Appraisal Committee for Environment, while exploring solutions for cleaning of lakes with high trophic state index i.e. presence of organic matter, I thought of destroying toxic algae by preventing exposure to light and wanted to know what could be the possible consequences?

ChatGPT complimented me!! Great question. Let us think it through carefully.

In a lake with high eutrophication, algae thrive because of excess nutrients (mainly nitrogen and phosphorus). One might think of cutting off sunlight (for example by covering the surface with tarps, floating films, dyes, or shade structures) to prevent photosynthesis and thus kill algae. While it sounds straightforward, the consequences are complex : -

1. Algae suppression

Yes, algae need sunlight for photosynthesis. Blocking light will reduce or stop their growth, and existing algae will die within days to weeks.

2. Reduction in oxygen production

Algae are primary producers. Their photosynthesis releases oxygen into the water. Blocking sunlight removes this oxygen source.

3. Mass die-off of algae

Dead algal biomass will sink and decompose. Microorganisms will consume dissolved oxygen during decomposition.

Consequences (mostly negative) : 1. Oxygen depletion (hypoxia / anoxia)

Decomposition will rapidly lower oxygen levels, especially in deeper layers.

Fish and aerobic organisms may suffocate ’! fish kills.

2. Release of nutrients

As algae decompose, nutrients (N, P) are released back into the water, potentially fuelling another algal bloom once sunlight returns.

3. Release of toxins (if cyanobacteria are dominant)

Many harmful cyanobacteria release toxins when they die. A sudden die-off can spike toxin concentrations ’! dangerous for aquatic life and humans.

4. Altered food web

Zooplankton and higher organisms depending on algae will lose their food source.

Anaerobic conditions may favour harmful bacteria, producing H₂S, methane, ammonia.

5. Aesthetic and ecological decline

Black, smelly, oxygen-poor water, bad odor, dead fish, and unusable lake for recreation.

Summary :

Yes, algae can be killed by preventing sunlight, but it is usually not a sustainable or safe technique. The consequences—oxygen depletion, fish kills, release of toxins/nutrients—often make the lake’s condition worse. Controlling nutrients is a more effective long-term solution.

Thus, with one proper question, I could eliminate one of the possible solutions, without learning Limnology!!

Let us have some fun. During Ganesh festival I asked ChatGPT to provide biodata of lord Ganesh. This was the response - That’s a beautiful idea

Here is a **creative biodata format for Lord Ganesh**, written like a traditional profile, but in a respectful and devotional way. (Despite machine intelligence, AI don’t want to hurt the religious sentiments of any faith. Lot to learn from AI.)



Biodata of Lord Shri Ganesh

Name : Lord Ganesha (Ganapati, Vinayaka, Vighnaharta, Ekadanta)

Parents :

- * Father – Lord Shiva (Mahadev)
- * Mother – Goddess Parvati (Shakti)

Siblings :

- * Brother – Kartikeya (Skanda, Murugan)
- * Sister – Ashokasundari (lesser known)

Consorts :

- * Siddhi (Goddess of Spiritual Power)
- * Buddhi (Goddess of Wisdom)

Children :

- * Shubh (Auspiciousness)
- * Labh (Profit/Benefit)

Birth Story :

Created by Goddess Parvati from sandalwood paste; blessed by Lord Shiva as the supreme deity of wisdom and remover of obstacles.

Symbolism :

- * **Elephant Head** : Wisdom, intelligence, and strength
- * **Large Ears** : Listening to prayers
- * **Small Eyes** : Concentration and focus
- * **Big Belly** : Acceptance and peaceful coexistence
- * **Trunk** : High adaptability and efficiency

Mount (Vahana) : Mouse (Mushaka) – symbolizes conquering ego and desires

Weapons / Attributes :

- * Ankush (goad) – to guide mankind
- * Paash (noose) – to capture evil and ignorance
- * Modak – symbol of inner bliss
- * Blessing hand (Abhaya Mudra) – assurance of protection

Favourite Offering (Naivedya) : Modak, Durva grass, red hibiscus

Festival : Ganesh Chaturthi (celebrated in Bhadrapada month, August–September)

Titles / Epithets : Vighnaharta (Remover of Obstacles), Ekadanta (One Tusked), Lambodara (Big Belly), Gajanana (Elephant-faced), Mangalmurti (Embodiment of Auspiciousness)

The Human-AI Partnership

What I learnt from the examples that are quoted in the article—from explaining physics concepts to advising on safety and environmental issues—demonstrate AI's potential as a partner in problem-solving. It can serve as a powerful tool for information retrieval, research, and critical thinking. The final example, where the AI provided a respectful and devotional biodata

for Lord Ganesh, further shows its ability to handle sensitive topics with care, a trait that the AI is continuously learning to refine.

With the advent of AI, lord Ganesh being the God of Wisdom should not think of voluntary retirement!!

- Sanjay Jahagirdar

*GSEAC Member, DoEF & CC,
Government of Goa*

sanjayjahagirdar2012@gmail.com



Dr. Prabhakar Shirodkar

Mission Sarovar Punha Nirman : Reimagining Goa's Lakes

Goa is one of the smallest states located on the central west coast of India and it has a population of nearly 15.8 Lakhs as per the present available records in the absence of Census. Goa being a tourist destination, the floating population of Goa is more than 4-5 times its native population and it is undergoing a slow urbanization. Its fertile land is due to the presence of nine rivers, viz. Terekhol, Chapora, Baga, Mandovi, Zuari, Sal River, Saleri, Talpona and Galgibaga River which are running from the Western Ghats in the east and open up in the Arabian Sea in the west after crossing Goa. Also, there is a network of nearly 42 tributaries of these rivers and besides this, there are number of Wetlands (Lakes) in Goa, exceeding hundreds in no. Wetlands are distinct types of eco-systems which are large water reserves, highly productive and they are the diverse ecosystems that play a significant role in hydrologic cycle. Despite the presence of these water reservoirs, their water is not used as portable water, except 3 lakes, viz. Dhasi lake in Revora, Sarzora lake in Sarzora and Panchami lake in Ponda whose water is used for drinking purpose at present. Almost all these lakes are influenced by anthropogenic contaminants to varying extent and that has deteriorated the condition of lakes in Goa.

Mission Sarovar Punha Nirman is one of the important and enterprising programs on Wet Lands undertaken by the Government of Goa for revival of lakes. It is highly required for Goa as

the exploitation of these water reserves can be beneficial for potable and domestic use. It can overcome the shortage of water supply in rural areas as well as it can reduce the pressure on rivers and dams for supply of water. The studies carried out by Wet Land Authority at Goa State Biodiversity Board, Goa State Pollution Control Board, National Institute of Oceanography and the Goa State Laboratory for Water & Air at WRD (*during my tenure at the Laboratory*) have indicated that most of the lakes in Goa are affected by Anthropogenic contaminants from non-point sources. Many of these lakes are also affected by alien invasive plant sps and such condition lakes are continuously feeding the ground water. This contaminates the ground water and affects the ground water quality. It is therefore highly necessary to revive these lakes, but prior to adopting the strategy for using specific techniques for revival of these lakes under the Mission Sarovar Punha Nirman, it is necessary to understand the existing condition of these lakes (wet lands) in Goa. This article provides information on the present / existing condition of the Wet Lands (Lakes) of Goa.

Of the many lakes in Goa, only 39 lakes have been identified and studied as of now due to their susceptibility to changes from anthropogenic influences. Among these 39 lakes, one lake – Nanda Lake in Quepem taluka has been declared as a Ramsar site recently in July 2022 due to its unique ecology and conservation of large



biodiversity. It is the first Ramsar site in Goa and ranks one among the 91 declared Ramsar sites in India. All these lakes are situated in village areas and some of them are used for agriculture, while others for fishing activity or both. Besides this, there is a wallowing of cattle & domestic animals also taking place in some of these lakes.



Nanda Lake (1st Ramsar Site in Goa)

Understanding the existing condition of these lakes is based on **Trophic State Index**. It is a potential of the lake for organic production and is related directly to the presence of nutrients. It represents overall biomass at a specific time and location and indicates the overall health and eco-system condition of the lake. The production of biomass and health of the lakes is largely influenced by anthropogenic activities. The organic matter, domestic waste and sewerage material which enter the lakes

from point or non point sources undergo biological oxidation and this increases the BOD. During oxidation (decomposition) of organic matter, the dissolved oxygen (DO) from the lake water is utilized which decreases its content and releases the nutrients – phosphates, nitrates and also ammonia. Even there is an input of nutrients (NO_3 & PO_4) from agricultural land drainage. This increases the organic production of the lake that increases its biomass and this changes the condition of the lake. Therefore the lakes have been classified based on their content of nutrients and productivity which is represented as an index called as the **Trophic State Index (TSI)**.

Basically, the **TSI** is an index which classifies the lakes biological productivity. It was proposed by Dr. Robert Carlson in 1977 for classifying the lakes according to their nutrient content and productivity. He used only three main variables such as **Total Phosphorous (TP)**, **Chl. A** (Index of algal production) and **Secchi depth** for calculating the TSI and assigned the values to it ranging from 0 to 100. The Secchi depth is that depth up to which the Secchi disk is visible once it is lowered in the lake water and it indirectly represents algal production and turbidity of water due to production. Secchi Depth can also be called as the Euphotic depth



Secchi Disk



(depth up to which the sunlight penetrates where photosynthesis take place).

Carlson used the following specific logarithmic equations to calculate the TSI value of each variable and transform them into a consistent, numerical value to reflect the lake's overall productivity and algal biomass. By using the equations, he calculated the **Trophic State Index** value of each variable separately and then averaged them to get the final TSI value of the lake. The formula for each variable used is: $TSI(TP) = 14.42 * \ln(TP) + 4.15$; $TSI(Chl-a) = 9.81 * \ln(Chl-a) + 30$; and $TSI(SD) = 60 - 14.41 * \ln(SD)$, where TP, Chl-a, and SD are measured in specific units (e.g., μ/l for TP and Chl-a and SD in meters). The TSI value of the lake is then calculated as $(TSI(TP) + TSI(Chl-a) + TSI(SD)) / 3$. By using the final average TSI value and depending upon its fall in the range of 0 to 100, the lakes have been categorized as **Oligotrophic**, **Mesotrophic** and **Eutrophic**.

Oligotrophic are those lakes whose TSI value is < 40 ; they have PO_4P concentration $< 14 \mu g/l$, show low productivity, low algae, high DO and have clear water. Most of these lakes usually have a rocky bottom and its water can be used for drinking purpose.

Mesotrophic lakes show TSI values in range of $40 - < 55$; they have moderate PO_4P concentrations ranging from $14 - 25 \mu g/l$, show moderate productivity, moderate DO and moderate algae and have aquatic plants. There is DO depletion in the bottom water of these lakes due to the ongoing oxidation of organic matter settled at the bottom. Whereas, the **Eutrophic** lakes show higher TSI values from $55 - 100$; they have high PO_4 concentrations from $> 25 - > 100 \mu g/l$, high productivity, large algae, very low DO varying from **Hypoxic** to **Anoxic** level.

Thus it should be noted that the two nutrients (Phosphate phosphorous and Nitrate nitrogen) play a very significant role in aquatic primary

production. During organic production, the algae take up Phosphate and Nitrate in a fixed ratio of 16:1 (N:P ratio) and this is called as the **Redfield ratio**. Along with these nutrients, the Carbon is also taken up and the ratio becomes 106:16:1. When the phosphorus increases, the algal concentrations increase, as there is more food available for the algae to grow and when algal concentrations increase, the water transparency decreases, it becomes more turbid. Normally, the **Freshwater lakes are deficient in Phosphates**, whereas the **Open Sea (seawater) is deficient in Nitrates**. In **Non-Polluted Lakes**, the production takes place till the phosphate available is utilized. Any excess nitrate present in the lake will not be utilized as the production stops once the phosphate gets over. This is called as the **Limiting Nutrient**. Whereas, in **Polluted Lakes** there is a large excess of anthropogenic phosphates and nitrates, and once the production takes place, the generated algae survive only up to 3-4 days after which they die and contribute to large amount of organic matter. Soon after the death of algae, the decomposition of algal organic matter takes place by aerobic bacteria which utilizes the DO and reduces its content in the lake water. If there is large excess of nutrients (P & N) present in the lake water, the organic production and decomposition cycle continues and the DO is gradually reduced till it reaches Hypoxic level ($3 - 2 \text{ mg/l}$, which is much below normal DO of 4.5 mg/l) and if the cycle continues still further, it reaches Anoxic level wherein the DO is reduced much below 0.5 mg/l . This condition is called Eutrophication wherein the lake becomes devoid of required DO and the lake is called Eutrophic lake. There is still another condition called Hyper-eutrophication wherein, the DO reaches almost zero level and it is nil and this is seen in highly polluted lakes where the supply of organic matter is very large and continuous. So, depending upon the level of pollution from organic matter sources,



the condition of lakes is changed from Oligotrophic to Mesotrophic to Eutrophic or Hyper-eutrophic. However, it is important to know that all the polluted lakes are not Eutrophic as there can be a pollution of the lake due to other inorganic contaminants such as toxic heavy metals, etc.

One of the important thing observed is from the studies carried out by the Government Departments is that of the 39 lakes, there are six Eutrophic lakes existing in Goa. Of these, three Eutrophic lakes are in north Goa and three in south Goa. These Eutrophic lakes are Pilerne lake in Bardez, Curca lake and Gawali Maula lake both in Curca in north Goa and Kamala lake and Dhakte lake in Cana Benaulim and Maimollem lake in Shantinagar, Mormugao in south Goa. So also, there are two Oligotrophic lakes and they are Toyyar lake in Chimbel and Bondvol lake in Santacruz, both in North Goa.

All the Eutrophic lakes are under the

influence of anthropogenic activities, whereas the Oligotrophic lakes are far from anthropogenic influences as can be seen from the surrounding anthropogenic setup from the Google images presented below.

Some of these lakes are used for Fishing activity besides Agriculture and the consumption of fish from these lakes can be a hazardous as they may contain some toxic contaminants, particularly the toxic, heavy trace metals such as Lead (Pb), Cadmium (Cd) and Mercury (Hg) from non-point sources. Such study needs to be carried out and is highly essential. If such contaminated fish is used for human consumption, then it will lead to Bio-accumulation and Bio-magnification of the contaminants along the food chain as they will get transferred right from algae (phytoplankton) to zooplankton to smaller fishes to higher fishes to humans and affect the health of the humans. This can be seen from the figure below.



Pilerne lake



Curca lake

(North Goa Eutrophic Lakes)



Gawali Moula Lake



Kamala Lake



Dhakte Lake

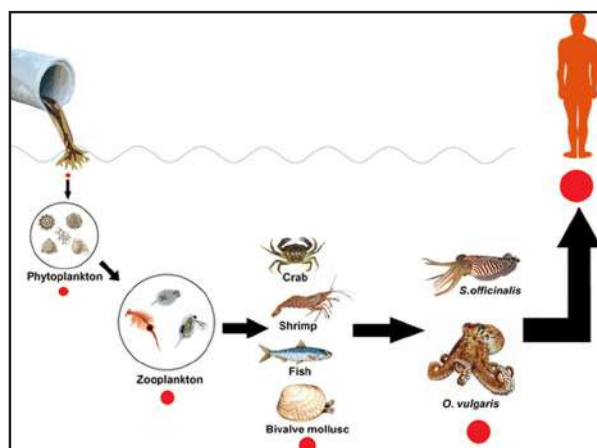
(South Goa Eutrophic Lakes)



Maimollem Lake



Toyyar Lake Bondvol lake
(North Goa Oligotrophic Lakes)



Bio-accumulation and Bio-magnification of toxic contaminants.

Moreover, the long term physico-chemical studies were carried out by GSPCB on all the 39 lakes of Goa for understanding the type of water for their best uses by adopting the criteria proposed by CPCB for Designated Best Use of Water. This categorizes the water into five viz. Class A, Class B, Class C, Class D and Class E based on only four variables. Of these four variables, the analyses showed that all these lakes are exceeding the limits for two variable, viz. BOD and Total Coliforms and due to this, the CPCB categorized all the 39 lakes into Class E, which suggested unfit water for potable and domestic use. Unless the water quality of these lakes is improved and brought to Class C level, the water of these lakes cannot be permitted for domestic use. The Water Resources Department regularly supplies Class C water as raw water to

PWD for public distribution after treatment. So, an effort is required to revive these lakes to upgrade them to Class C by using innovative techniques.

Remedial Measures

Thus, the action required for revival of these lakes can be summarized as follows;

- i) Identification & plugging of Point Sources of Contaminants, if any.
- ii) Use of Innovation for handling Pollution from Non-point sources, including sewage discharges from nearby sources.
- iii) Attempt should be made to reverse Class E water to Class C water of these Lakes.
- iv) Existing Oligotrophic Lakes should be studied properly for exploitation of their water reserves for public distribution.
- v) Mesotrophic Lakes showing Invasive plant sps, should be studied properly to verify that their content of Total P and Productivity (Algal growth) is moderate and not large reaching to its maximum limit which will make them Eutrophic in due course of time.
- vi) Innovative techniques should be developed to revive Eutrophic lakes, without impacting the environment.
- vii) Greater the Pollution of lakes, difficult is the process of revival of lakes and also more will be the expenditure involved in their revival. So, early revival of these lakes is better and essential.
- viii) After rival, the mandatory regular Monitoring of Lakes Post-revival is highly necessary.

(This article may be helpful to the young novices from Colleges or High Schools to conceive their ideas for making applicable to the lakes for their revival for protection of these natural water reserves for present & future use).

(The author was a Sr. Principal Scientist at CSIR-NIO, Goa and Lab Head at the Goa State Laboratory for Water and Air at WRD, and also the Past Expert Member of GCZMA. Presently, he is a Member of the Technical Advisory Committee at GSPCB, Saligao-Goa.)

- Dr. Prabhakar Shirodkar



बिपीन भालचंद्र देशमाने

जीवशास्त्रात कृत्रिम बुद्धिमत्ता!

कृत्रिम बुद्धिमत्तेने जीवशास्त्रात शिरकाव करून नोबेल पारितोषिकापर्यंत मजल मारली आहे!



निसर्गाने दिलेल्या नैसर्गिक बुद्धिमत्तेने कृत्रिम बुद्धिमत्ता निर्माण केली! जीवनाच्या प्रत्येक क्षेत्रात तिचा प्रवेश झाला आहे. विज्ञानाच्या प्रत्येक शाखेत तिने शिरकाव केला आहे. जीवशास्त्रातील जैवतंत्रज्ञान या शाखेमध्ये तिची घोडदौड सुरू आहे.

सुरुवातीलाच एक उदाहरण सांगतो. यावरून कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा आवाका, क्षमता आणि वेग आपल्या लक्षात येईल. पूर्वी एखाद्या प्रथिनाची त्रिमितीय, सखोल, तपशीलवार, त्यातील प्रत्येक अणूचे स्थान सांगणारी संरचना शोधायला चार-पाच वर्षे लागायची. आता हीच गोष्ट काही मिनिटात आपल्याला कळू शकते! ते सुद्धा यातील कोणतेही तंत्रज्ञान न वापरता! यावरून कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा वेग किती प्रचंड आहे हे आपल्या लक्षात येईल. बरसों का काम मिनिटोंमें!

जीवशास्त्राचा आवाका मोठा आहे. त्यात

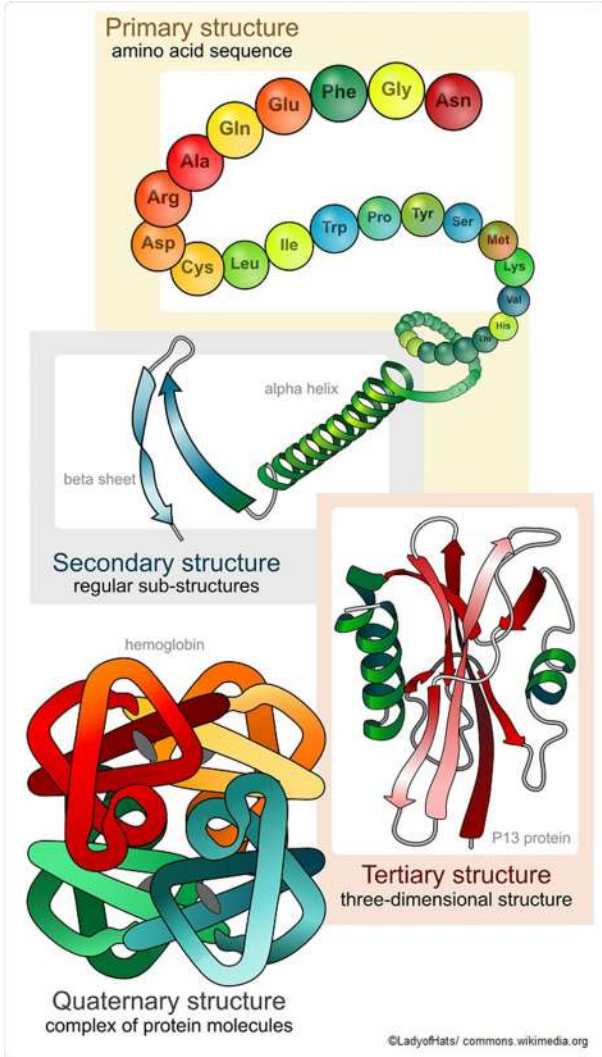
शेतीशास्त्रापासून वैद्यकशास्त्रापर्यंत सर्व विज्ञानशाखांचा समावेश करता येतो. कृत्रिम बुद्धिमत्तेने यातील काही क्षेत्रांत चंचूप्रवेश केला आहे तर काही क्षेत्रांत तिचा वारू वेगाने दौडत आहे.

यातील काहींची झलक पाहू या.

सोबत दिलेल्या प्रथिन संरचनेच्या उदाहरणानेच आपण सुरुवात करू या. कारण कृत्रिम बुद्धिमत्ता वापरून प्रथिनांची अचूक त्रिमितीय रचना शोधून काढणाऱ्या या शोधाला २०२४ चे नोबेल पारितोषिक मिळाले आहे. प्रत्येक प्रथिन हे अमिनो आम्लांची एकमेकांना जोडून बनवलेली साखळी आहे. प्रथिने ही २० प्रकारची विविध अमिनो आम्ले एकमेकांशी पेप्टाईड बंधाने जोडून बनलेली असतात. सजीवातील सर्व प्रथिनांमध्ये हीच अमिनो आम्ले आलटून-पालटून वापरलेली असतात. तरीही प्रत्येक प्रथिन एकदुसऱ्यासारखे नसते. एकमेवाद्वितीय असते. हे कसे? मग एक प्रथिन दुसऱ्यापासून कसे काय वेगळे असते? दोन गोष्टींमध्ये ते वेगळे असते. एक म्हणजे त्या प्रथिनातील अमिनो आम्लांची संख्या आणि दुसरे म्हणजे त्या प्रथिनात जोडल्या गेलेल्या अमिनो आम्लांचा (sequence of amino acids) क्रम! प्रथिनांमध्ये अमिनो आम्लांना जोडून जी साखळी बनते त्याला प्रथिनाची प्राथमिक रचना असे म्हणतात. परंतु केवळ एवढ्या रचनेमुळे प्रथिन आपले काम करू शकत नाही. त्याला याचे विहित किंवा नियोजित कार्य करण्यासाठी त्रिमितीय रचना (3D - Three Dimensional Structure) धारण करणे आवश्यक असते. प्रथिन कोणती त्रिमितीय रचना धारण करणार हे त्या साखळीतील अमिनो आम्लांच्या क्रमावर अवलंबून असते. ही अमिनो आम्लांची साखळी किंवा धागा काही ठिकाणी पिरगाळून सर्पिल आकार धारण करतो तर काही ठिकाणी साड्यांच्या निऱ्यांसारखा आकार धारण करतो; तर काही ठिकाणी हे धागे एकमेकांना समांतर असे जोडले जातात. या सगळ्याची परिणती शेवटी त्रिमितीय (3D) आकार धारण करण्यात



होते. एकदा का त्रिमितीय आकार धारण केला की ते प्रथिन त्याचे कार्य करायला सज्ज होते! एखाद्या प्रथिनाचा त्रिमितीय आकार शोधून काढणे अत्यंत जिकिरीचे, कष्टाचे, किचकट, जटिल, क्लिष्ट, प्रदीर्घ काळ लागणारे, प्रचंड खर्चीक काम असते. सर्वात प्रथम प्रथिनांची त्रिमितीय रचना शोधून काढण्याचे श्रेय मॅक्स पेरुट्झ आणि जॉन केंड्रु या शास्त्रज्ञांना जाते. मायोग्लोबिन आणि हिमोग्लोबिन या प्रथिनांची रचना या शास्त्रज्ञद्वयींनी शोधून काढली. हा शोध इतका महत्वाचा होता की त्यांना १९६२ साली रसायनशास्त्रातील नोबेल पुरस्कार बहाल करण्यात आला. त्यामुळे या शोधाचे महत्त्व आपल्या लक्षात आले असेलच.



कोणत्याही प्रथिनाची त्रिमितीय रचना शोधून काढण्यासाठी एक्स-रे क्रिस्टलोग्राफी, न्यूक्लियर मॅग्नेटिक रेजोनन्स स्पेक्ट्रोस्कोपी, क्रायोइलेक्ट्रॉन मायक्रोस्कोपी अशा अनेक क्लिष्ट तंत्रज्ञानांचा वापर केला जातो. यासाठी चार-पाच वर्षांचा कालावधी लागतो आणि पाण्यासारखा पैसा

खर्च करावा लागतो. हीच गोष्ट काही तासांत करता आली तर किंवा काही मिनिटांत करता आली तर? तोंडाचा आऽऽ वासू देऊ नका! हे कसे शक्य आहे? तुमच्या चेहऱ्यावरचे भाव ओळखले! मंडळी, येथेच कृत्रिम बुद्धिमत्ता आपल्या मदतीला धावून येते! २०२४ साली रसायनशास्त्रासाठी नोबेल मिळवलेले शास्त्रज्ञ आपल्या मदतीला धावून येतात. डेमिस हसाबीस आणि जॉन जम्पर या शास्त्रज्ञांच्या नैसर्गिक बुद्धिमत्तेने कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा वापर करून हा गहन प्रश्न सोडवला! गेली ५० वर्षे हा प्रश्न सोडवण्यासाठी शास्त्रज्ञ झटत होते. तो अखेर या दोघांनी सोडवला. त्याची परिणती म्हणजे हा नोबेल पुरस्कार.



डेमिस हसाबीस



जॉन जम्पर

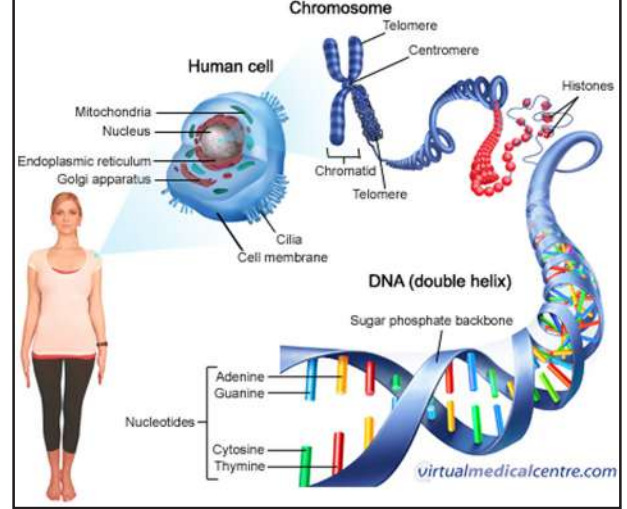
डेमिस हसाबीस आणि जॉन जम्पर यांनी कृत्रिम बुद्धिमत्ता निर्माण करून जीवशास्त्राचा यक्षप्रश्न सोडवला आणि नोबेल मिळवले!

कृत्रिम बुद्धिमत्तेवर आधारित न्यूरल नेटवर्क प्रणाली त्यांनी तयार केली त्याला ट्रान्सफॉर्मर हे नाव दिले. या प्रणालीचा वापर करून अल्फा फोल्ड-टू हे नवीन प्रारूप तयार करण्यात आले. या प्रारूपात अनेक प्रथिनांच्या प्राथमिक रचना आणि त्यांच्या त्रिमितीय रचना यांचा प्रचंड डेटा भरण्यात आला. अल्फा फोल्ड-टू या प्रारूपाला ट्रेनिंग देण्यात आले. कोणत्याही प्रथिनामधील अमिनो आम्लांचा क्रम दिला तर हे अल्फा फोल्ड-टू प्रारूप त्याची त्रिमितीय रचना कशी असेल हे सांगू लागले. पन्नास वर्षांपासून न सुटलेली जैवरसायनशास्त्रातील समस्या या प्रारूपाने सोडवून दाखवली! या प्रारूपाने दाखवून दिलेली प्रथिनाची त्रिमितीय रचना आणि एक्स-रे क्रिस्टलोग्राफीने काढलेली प्रत्यक्ष त्रिमितीय रचना यामध्ये पराकोटीचे साम्य आढळले! अल्फा फोल्ड-टू प्रारूप यशस्वी झाले! त्याचे जनक डेमिस हसाबीस आणि जॉन जम्पर यांच्या नोबेल पुरस्काराचा मार्ग मोकळा झाला!

आतापर्यंत या प्रारूपाने ज्ञात असलेल्या २० कोटी प्रथिनांच्या त्रिमितीय रचनेचे अचूक भाकीत केले आहे. माणसाच्या शरीरातील सर्व प्रथिनांच्या त्रिमितीय रचनेचे या दोन्ही शास्त्रज्ञांनी अचूक भाकीत केले आहे. यावरून हे प्रारूप किती कार्यक्षम, सामर्थ्यशाली आहे याची कल्पना येते. आतापर्यंत अल्फा फोल्ड-टू हे प्रारूप १९० देशातील २० लाख लोकांनी वापरले आहे. ज्या प्रथिनांच्या त्रिमितीय रचना शोधण्यासाठी वर्षानुवर्षे लागायची, त्या प्रथिनाची त्रिमितीय रचना आता काही मिनिटांत आपल्याला कळू शकते! हा माणसाने, माणसाची नैसर्गिक बुद्धिमत्ता वापरून, तयार केलेल्या कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा पराक्रम आहे!

प्रथिनांच्या त्रिमितीय रचनेवरून ते काय आणि कसे कार्य करू शकते याचा अंदाज बांधता येतो. त्यासाठी कृत्रिम बुद्धिमत्ता उपयोगी पडते.

दुसरे उत्तम उदाहरण म्हणजे कृत्रिम बुद्धिमत्तेला कामाला लावून माणसाच्या पेशीतील डीएनए वरील न्यूक्लिओटाईडच्या क्रमवारीचा अभ्यास करणे. माणसाच्या प्रत्येक पेशीत ४६ गुणसूत्रे असतात. प्रत्येक गुणसूत्र हे डीएनएच्या एका लांब धाग्याने बनलेले असते. पेशीतील डीएनएच्या सर्व धाग्यांचा संच म्हणजेच त्या पेशीचा जिनोम. माणसाचा जिनोम हा तीन अब्ज न्यूक्लोटाईड एकमेकांना जोडून बनलेला असतो. त्यांची क्रमवारी शोधून काढणे डीएनए सिक्वेन्सिंग करणे. हा म्हणजे जिनोमिक्स क्षेत्राचा एक भाग आहे. जिनोमच्या अभ्यासामध्ये प्रचंड डेटा निर्माण होतो. ही प्रत्येक माणसाची एक प्रकारची युनिक अशी जिनोम कुंडलीच असते. कृत्रिम बुद्धिमत्ता अल्गोरिदमचा वापर करून या प्रचंड डेटाचे पृथक्करण करता येते. त्यामुळे दोन व्यक्तींमधील अनुवांशिक फरक कळतात. उत्परिवर्तन झाले असल्यास त्यामुळे कोणते रोग होऊ शकतात ते समजते, नवीन औषधांचे लक्ष्य (टार्गेट) कळू शकते. यंत्र शिक्षण किंवा मशीन लर्निंग अल्गोरिदमने पूर्वीच्या आणि नवीन जिनोमच्या क्रमवारीची (सिक्वेन्स) तुलना करता येते. त्यामुळे हा डेटा वापरून जन्मजात जनुकीय आजार ओळखण्यासाठी कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा वापर अत्यावश्यक ठरतो. कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या मदतीने या प्रचंड माहितीचा, डेटाचा अभ्यास करून त्या त्या व्यक्तीसाठी उपयुक्त अशी उपचार पद्धती आपल्याला ठरवता येते. यालाच पर्सनलाईज्ड उपचार पद्धती असे म्हणतात. जिनोमवरील न्यूक्लियोटाईडच्या क्रमवारीत दडलेली प्रचंड माहिती हाताळणे माणसाच्या निसर्गदत्त बुद्धीच्या पलीकडचे आहे. कृत्रिम बुद्धिमत्ता त्यातून उपयुक्त असे आकृतिबंध, पॅटर्न काढू शकते.



डीएनए म्हणजे आपल्या शरीराचे सॉफ्टवेअर! जेथे जातो तेथे तू माझा सांगाती, चालविसी हाती धरोनिया!

कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा सर्वात जास्त उपयोग नवीन औषध शोधून ते बाजारात येईपर्यंतच्या सर्व टप्प्यांमध्ये होईल. यामध्ये औषध संशोधन-पूर्व अभ्यास, प्रत्यक्ष औषध संशोधन, औषधाच्या प्राण्यांवरच्या चाचण्या, माणसांवर केलेले प्रयोग अर्थातच क्लिनिकल ट्रायल वगैरे टप्प्यांचा समावेश होतो. यातील प्रत्येक टप्प्यावर कृत्रिम बुद्धिमत्ता उपयुक्त ठरू शकते. नवीन औषध शोधून बाजारात येईपर्यंत दहा-बारा वर्षांचा काळ लागतो आणि कोट्यवधी डॉलर खर्च येतो. लागणारा काळ आणि खर्च होणारा पैसा या दोन्हीमध्ये बुद्धिमत्तेमुळे खूपच बचत होऊ शकते. वेळ वाचला तर रुग्णांना नवीन औषध लवकर मिळेल आणि खर्च वाचला तर तुलनेने स्वस्तात मिळेल! असा दुहेरी फायदा होईल.

विकार उद्भवतो त्यावेळी माणसाच्या शरीरात कोणते जैवरासायनिक बदल होतात. त्या बदलांचा विकारांच्या लक्षणांशी परस्परसंबंध कसा जोडला गेला आहे हे पाहिले जाते. या विकाराला एखादे संबंधित प्रथिन जबाबदार आहे का, याची शहानिशा केली जाते. शरीरातील या प्रथिनावर सर्व लक्ष केंद्रित केले जाते. हा रेणू म्हणजे या विकारासाठी तयार करण्याच्या संभाव्य, भावी औषधाचे लक्ष्य!

पेशीमध्ये डीएनए, आरएनए, प्रथिने, लहान रेणू, आयन वगैरे अनेक प्रकारचे रेणू असतात. कोणतेही नवीन औषध पेशीतील रेणूशी कसे संयोग पावते, त्यांची परस्परक्रिया काय होते यावरच औषधाची उपयुक्तता ठरली जाते. यासाठी प्राण्यांच्या पेशींवर किंवा संपूर्ण प्राण्यांवरच प्रयोग करावे लागतात. समजा असे प्रयोग न करता औषध गुणकारी कसे ठरेल हे कळले तर? नेमकी येथे एआय



कामाला येते. नुकतेच गुगल डीप माइंड आणि आयसोमॉर्फिक लॅब यांच्या संयुक्त विद्यमाने बुद्धिमत्तेचे अल्फा फोल्ड थ्री हे नवीन प्रारूप तयार केले आहे. त्यामुळे नवीन औषध शोधण्याच्या प्रक्रियेने एक वेगळीच उंची गाठली आहे. हे प्रारूप लक्ष्य (टार्गेट) प्रथिनाची त्रिमितीय रचना कशी असेल हे कमी वेळात सांगू शकते. हे प्रथिन आणि औषधाचा रेणू एकमेकाजवळ आल्यानंतर त्यांची संयुक्त रचना कशी असेल हेही सांगू शकते आणि तीही कोणतेही प्रयोग न करता! त्यामुळे नव्या औषधांची संरचना, स्वरूप ठरवण्याच्या कामात मोलाची मदत होते. कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या साहाय्याने आतापर्यंत आपण कधीही कल्पना न केलेली नवनवीन औषधे असाध्य रोगांसाठी कमी वेळात आणि कमी खर्चात भविष्यात निर्माण होऊ शकतील. सध्या कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या मदतीने शोधून काढलेल्या नवीन औषधांच्या क्लिनिकल ट्रायल (माणसांवर केलेल्या चाचण्या) सुरू आहेत.



डीएनए म्हणजे माहितीचा प्रचंड खजाना. त्याला कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा परीस स्पर्श! आरोग्याचे सोने लुटायला आपण मोकळे!

आणखी एक उदाहरण घेऊ. नवीन ॲंटीबायोटिकच्या शोधात कृत्रिम बुद्धिमत्ता.

नवीन ॲंटीबायोटिकच्या शोधात कृत्रिम बुद्धिमत्तेतील यंत्रशिक्षण प्रणाली उपयुक्त ठरत आहे. सूक्ष्मजीव जळी, स्थळी, काष्ठी, पाषाणी आढळतात. हे सूक्ष्मजीव रोगजंतू विरोधी काही प्रथिने तयार करीत असतील का याचा शोध यंत्र शिक्षण प्रणाली वापरून शास्त्रज्ञांनी घेतला. जवळजवळ १० लाख रोगजंतूविरोधी प्रथिने ही सूक्ष्मजीव मंडळी तयार

करत असतील असा अंदाज वर्तवण्यात आला. या सूक्ष्मजीवांचा ज्या ठिकाणी अधिवास आहे अशा ७२ विविध अधिवासातील सूक्ष्मजीवांच्या जिनोमचा अभ्यास केला. त्यातील जवळजवळ १० हजार जिनोममध्ये अशा रोगजंतू विरोधी जनुकांचा सुगावा लागला. ही माहिती वापरून शास्त्रज्ञांनी १०० प्रथिने प्रयोगशाळेत तयार केली. यापैकी ७८ प्रथिने रोगजंतूविरोधी कार्य करण्यास सक्षम आहेत असे आढळले. यावर पुढे संशोधन सुरू आहे. या उदाहरणावरून आपल्या लक्षात येईल, की कृत्रिम बुद्धिमत्ता नवीन औषध शोधण्यासाठी फार मोलाची मदत करेल.

रोगनिदान करण्यासाठी आता कृत्रिम बुद्धिमत्तेने कंबर कसली आहे. हॉस्पिटलमध्ये आपण गेल्यानंतर डॉक्टर आपल्याला तपासतात आणि रोगाचे अचूक निदान करण्यासाठी आवश्यकतेनुसार काही चाचण्या करायला सांगतात. आरोग्यसेवेतील एक महत्त्वाचा घटक म्हणजे रोगनिदान. हेच चुकले तर पुढचे सगळं मुसळ केरात! त्यामुळे आवश्यकतेनुसार रुग्णाच्या अद्ययावत सिटीस्कॅन, एमआरआय, पेट स्कॅन, अल्ट्रा सोनोग्राफी अशा विविध चाचण्या केल्या जातात. या रोगनिदान चाचण्यामध्ये कृत्रिम बुद्धिमत्ता फार मोलाचे योगदान देऊ शकते.

एका चाचणीचे उदाहरण पाहू. एम.आर.आय. म्हणजे मॅग्नेटिक रेझोनन्स इमेजिंग. या टेस्टमध्ये शरीरांतर्गत अवयवांचे तपशीलवार चित्र तयार होते. त्यासाठी हे यंत्र शक्तिशाली चुंबकीय क्षेत्र आणि रेडिओ लहरी वापरते. उर्तीकडून मिळालेले रेडिओ तरंगीय संकेत संगणकाला दिले जातात. आधुनिक संगणक या संकेतांचे गणितीय विश्लेषण करून त्यापासून सुस्पष्ट प्रतिमा निर्माण करू शकतात. चुंबक आधारित अतिरिक्त संगणकीय तंत्रे वापरून त्रिमितीय प्रतिमाही मिळू शकतात.



मॅग्नेटिक रेझोनन्स इमेजिंग

एम.आर.आय.ने निर्माण केलेली चित्रे सामान्य आणि रोगग्रस्त उर्तीमधील, अवयवांमधील सूक्ष्म फरकदेखील दाखवतात. अशा प्रकारच्या चाचण्या केल्यानंतर फारच मोठा



डेटा किंवा विदा निर्माण होते आणि शरीरांतर्गत अवयवांच्या प्रतिमा मिळतात. या निर्माण झालेल्या विदेचे आणि प्रतिमांचे पृथःकरण करून योग्य निष्कर्ष काढणे हे कसोटीचे काम असते. निष्णात डॉक्टर हे काम करू शकतात. परंतु हेच काम कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या साहाय्याने अधिक अचूक आणि वेगाने केले जाऊ शकते. काही वेळा निष्णात डॉक्टरांच्या नजरेतूनही काही गोष्टी सुटू शकतात. त्यांना रोज शेकड्याने एम.आर.आय. प्रतिमा पाहाव्या लागतात. त्यांच्यावर कामाचा भार असतो. ते दमू शकतात. त्यामुळे लहानसहान गोष्टी काही वेळा लक्षात येत नाहीत.

कृत्रिम बुद्धिमत्ता, विशेषतः सखोल शिक्षण अल्गोरिदम येथे उपयोग पडतो. याला कृत्रिम बुद्धिमत्ता अधिष्ठित प्रतिमा ओळखणारे तंत्रज्ञान असे म्हणतात. सखोल शिक्षण अल्गोरिदम या प्रचंड विदेमधून, प्रतिमांमधून काही सूक्ष्म आणि जटिल आकृतिबंध (पॅटर्न) काढू शकतो. जो मानवी डोळ्यांना सहजासहजी दिसणार नाही. कृत्रिम बुद्धिमत्ता दमत नाही, थकत नाही. सदैव फ्रेश! दिवसातले २४ तास अखंड काम करू शकते! जलद आणि अचूक निर्णय देऊ शकते. कृत्रिम बुद्धिमत्ता वापरून पहिला एमआरआय तपासला, त्यानंतर सलग हजार एमआरआय तपासले तरी प्रत्येक वेळी निर्णय अचूकच मिळणार ही खात्री. कृत्रिम बुद्धिमत्तेमुळे एखाद्या रोगाचे पहिल्या टप्प्यात निदान होण्यास मदत होते कारण अवयवांच्या उतींमधील सूक्ष्म बदलसुद्धा सहज कळू शकतात. त्यामुळे पुढील उपचार त्वरित सुरू करता येऊ शकतात. योग्य वेळी योग्य उपचार मिळाल्यामुळे रुग्णाचा जीव वाचू शकतो.

स्त्रियांमध्ये स्तनांचा कर्करोग फार मोठ्या प्रमाणावर आढळतो. त्याचे लवकर निदान झाले तर रुग्णाला जीवनदान मिळू शकते. एक्स-रे आणि अल्ट्रासाउंड वापरून स्तनाच्या कर्करोगाचे निदान करता येते. सखोल शिक्षण अल्गोरिदम वापरून अल्ट्रा सोनोग्राफी वापरून मिळालेल्या प्रतिमा कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या साहाय्याने अगदी अचूकपणे तपासता येतात आणि पटकन निदान करता येते.

कृत्रिम बुद्धिमत्ता वापरून प्रत्येक अद्ययावत चाचणीची अचूकता वाढवता येते. निदानाचा वेग वाढवता येतो.

रक्तातील रोगजंतूंचे अचूक निदान म्हणजे रोगाविरुद्धची अर्धी लढाई इथेच जिंकली!

रक्तातील जंतुसंसर्गामुळे सेप्टिसेमिया होऊन रुग्णाच्या जिवावर बेतू शकते. सूक्ष्मदर्शकयंत्राला एआय प्रणाली जोडून त्यातून रक्ताच्या काचपट्ट्या बघितल्या की रक्तातील जंतूंचा त्वरित सुगावा लागतो. हेच एखाद्या तंत्रज्ञाने प्रत्यक्ष बघायचे झाले तर खूप वेळ लागतो. यात मशीन लर्निंग अल्गोरिदम

वापरतात. त्यासाठी यंत्राला जवळजवळ २५००० रक्त नमुन्यांच्या काचपट्ट्या-स्लाईड सूक्ष्मदर्शकातून दाखवून रोगजंतू कसे ओळखायचे याचे आधी प्रशिक्षण दिले जाते. त्यामुळे हे यंत्र रोगजंतू कसे ओळखावेत हे शिकते. अशा साधनांमुळे वेळ वाचतो आणि रुग्णांचा जीवही.

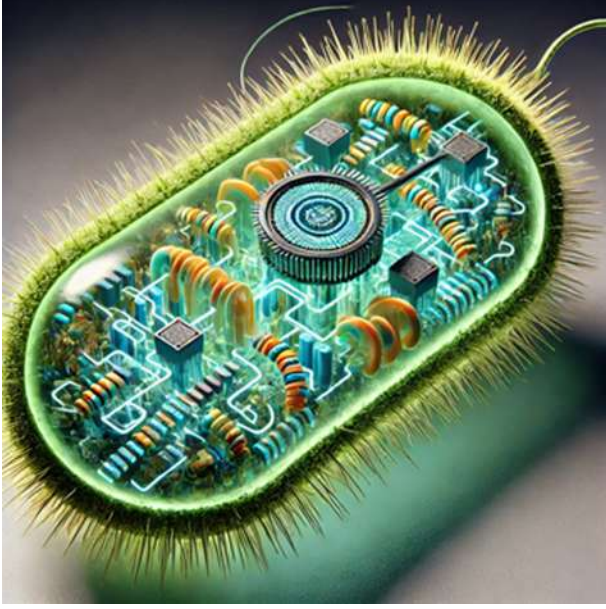
स्त्रियांना सर्व्हायकल कॅन्सर होण्याची शक्यता असते. त्याचे निदान करण्यासाठी पॅप टेस्ट करतात. सर्व्हायकल पेशींची काचपट्टी, स्लाईड बनवून सूक्ष्मदर्शकाखाली बघितली जाते. यासाठी कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या मदतीने ऑटोमेटेड इमेजिंग सॉफ्टवेअर तयार करण्यात आले आहे. हे सॉफ्टवेअर भराभर स्लाईड तपासते. कर्करोगपेशी शोधण्यासाठी या सॉफ्टवेअरला शंभर खुणा शिकवल्या आहेत. त्यामुळे कमी खर्चात, कमी वेळात कॅन्सरचे निदान होते.

कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या मदतीने आपल्या शरीराचे एक जुळं शरीर संगणकामध्ये तयार करण्यात येत आहे. याला आभासी शरीर किंवा डिजिटल ट्विन असे म्हणतात. एखाद्या विज्ञानकथेत शोभावी अशी ही संकल्पना वाटते ना! परंतु हळूहळू ती प्रत्यक्षात येत आहे. समजा एखाद्याच्या हृदयात स्टेंट बसवायचा आहे. त्यापूर्वी असा स्टेंट संगणकातील त्या व्यक्तीच्या आभासी हृदयात बसवून त्याचे काय परिणाम होतील हे तपासले जाते. आणि मग प्रत्यक्ष व्यक्तीमध्ये तो स्टेंट बसवला जातो. असा प्रत्येक व्यक्तीचा आभासी अवयव संगणकात कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या मदतीने तयार करता येतो! त्याच्यावर पहिल्यांदा प्रयोग करायचा आणि मग प्रत्यक्षात पेशंटवर! आहे की नाही भन्नाट कल्पना! एखाद्या पूर्णपणे नवीन औषधाची चाचणी या कृत्रिम बुद्धिमत्तानिर्मित डिजिटल ट्विनवर आधी करायची आणि मग खऱ्याखुऱ्या माणसांवर! अर्थात् माणसांवर करायच्या क्लिनिकल चाचण्या टाळता येणार नाहीत. डिजिटल ट्विनवर किंवा डिजिटल अवयवावर जर काही दुष्परिणाम दिसले तर तो ड्रग क्लिनिकल ट्रायलसाठी वापरायचे टाळता येईल.

कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या मदतीने सिंथेटिक बायोलॉजी नावाची नवीन शाखा उदयाला येत आहे. सिंथेटिक बायोलॉजी ही विज्ञानशाखा अनेक विज्ञानशाखांचा संगम होऊन तयार झाली आहे. जीवशास्त्र, अभियांत्रिकी, रसायनशास्त्र, अनुवंशशास्त्र, संगणकशास्त्र अशा अनेक शाखांचा त्यात अंतर्भाव होतो. यात अभियांत्रिकीची मूलतत्त्वे जीवशास्त्रातील संस्थांना वापरता येतील का, पेशीतील काही रेणू, महारेणू, अंगके यांच्यामध्ये आवश्यक ते बदल घडवून नावीन्यपूर्ण जैवसायने त्यांच्याकडून तयार करून घेता येतील का येतील का यावर संशोधन सुरू आहे. यात कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा फार मोठा सहभाग आहे. सिंथेटिक बायोलॉजीमुळे वैद्यकशास्त्र, शेतीशास्त्र आणि



मोठ्या प्रमाणावर रसायने तयार करणारे उद्योग यामध्ये नजीकच्या काळात क्रांतिकारक बदल होऊ शकतात. यात आभासी पेशी निर्माण करून आतील अंगकांचा एकमेकांवर कसा परिणाम होतो, त्यांचे कार्य कसे चालते, पेशींमध्ये नवीन जनुके टाकून नवीन इंधने तयार करता येतील का यावर अभ्यास सुरू आहे. सध्या बाल्यावस्थेत असलेल्या या शाखेला उज्ज्वल भवितव्य आहे. कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या प्रगतीबरोबर सिंथेटिक बायोलॉजी शाखेचीही प्रगती होणार आहे.



सिंथेटिक बायोलॉजी - नवीन जन्माला आलेली विज्ञान शाखा.

कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या मदतीने पर्यावरणातील अनेक गोष्टी ओळखण्यासाठी बायोसेन्सर बनवता येतील. काही शास्त्रज्ञांनी ते बनवलेही आहेत. हे बायोसेन्सर शेतात बसवले तर कोणत्या पिकाला किती पाणी लागते, कधी पाणी द्यायचे वगैरे अनेक गोष्टी शेतकऱ्याला कळवू शकतात. त्यानुसार शेतकरी मशागत करू शकतो. त्यामुळे उत्पन्न चांगले येते. पाण्याची नासाडी होत नाही. कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा शेती कसण्यासाठी उपयोग सुरू झाला आहे.

पर्यावरणातील प्रदूषके ओळखता येतील. त्यांची मात्रा सांगता येईल. त्यानुसार काय कृती करायची हेही सांगता येईल.

आणखी एक अगदी अलीकडचे उदाहरण घेऊ या. क्रिस्पर जीन एडिटिंग तंत्रज्ञान. काय आहे क्रिस्पर कॅस-९ तंत्रज्ञान? कॅस-९ हे एक एन्झाइम आहे. ते कोणत्याही डीएनएच्या धाग्याला तोडू शकते. कापू शकते. परंतु कुठे तोडायचे, कुठे कापायचे हे या एन्झाइमला कळत नाही.

क्रिस्पर कॅस-९ मध्ये कॅस-९ या एन्झाइमच्या बरोबर एक वाटाड्या (गाईड) आरएनए असतो. आरएनए हा डीएनएचा चुलत भाऊ! डीएनए दोन धाग्यांनी बनलेला असतो तर आरएनए एकाच धाग्याने बनलेला असतो. कॅस-नाईनबरोबर विशिष्ट आरएनए जोडला की या जोडगोळीला आपण डीएनएच्या कोणत्याही विशिष्ट भागावर अचूकपणे पाठवू शकतो आणि तेथे हे हत्यार डीएनएला कापू शकते. पेशीतील यंत्रणा या तुटलेल्या डीएनएला पुन्हा जोडते. या जोडकामाच्या वेळी आपण एखादे जनुक पेशीत पाठवले तर ते जनुक त्या ठिकाणी जोडले जाईल. जनुकात काही दोष असेल तर निर्दोष जनुकही त्या ठिकाणी जोडता येईल. सदोष जनुक काढून निर्दोष जनुक तेथे जोडता येईल. म्हणजे हे एक प्रकारचे जनुक-जिन एडिटिंगच झाले किंवा त्याला जनुक सर्जरी असेही म्हणता येईल! संपादक जसे लेखाच्या वाक्यातील एखादा शब्द बदलतात, एखादा शब्द काढून टाकतात किंवा एखादे नवीन वाक्य टाकतात, एखाद्या शब्दाचे चुकलेले स्पेलिंग दुरुस्त करतात. अगदी तसेच डीएनएमधील नको तो भाग काढून टाकता येतो किंवा हवा तो भाग जोडता येतो!

क्रिस्परचे क्रांतिकारी तंत्रज्ञान आणि कृत्रिम बुद्धिमत्तेची जोड भविष्य आरोग्यमय करेल यात शंका नाही!

इमॅन्युएल शॉपान्टिए आणि जेनिफर दौडना या शास्त्रज्ञ द्वयीला क्रिस्पर कॅस-९ या तंत्रज्ञानाच्या शोधासाठी २०२०चे नोबेल पारितोषिक मिळाले आहे.

या जनुक संपादन तंत्रज्ञानामध्येही कृत्रिम बुद्धिमत्ता मदत करू शकते. त्यात नेमकेपण आणू शकते. अचूकता आणू शकते. या तंत्रज्ञानात लागणारा वाटाड्या आरएनए कोणता असावा याची माहिती देऊ शकते. ही प्रक्रिया करताना जर काही चूक झाली तर त्याचे काय परिणाम होऊ शकतात याचाही अंदाज बांधू शकते. कॅस नाईन डीएनएवर बरोबर कोणत्या ठिकाणी कट करणार हे आपल्याला सांगू शकते. या सगळ्याचा परिणाम म्हणजे हे तंत्रज्ञान अधिक बिनचूक बनू शकते.

ही कृत्रिम बुद्धिमत्तेने जीवशास्त्रात चांगल्या अर्थाने घातलेल्या धुमाकुळाची नुसती झलक आहे. कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या पहिल्याच लाटेत तिने २०२४चे नोबेल पारितोषिक पटकावले आहे! यावरून कृत्रिम बुद्धिमत्तेची चुणूक आपल्या लक्षात येईल!

कृत्रिम बुद्धिमत्तेला वरचेवर धार चढणार आहे. एवढीच आशा करू या, की आपल्या नैसर्गिक बुद्धिमत्तेला गंज चढू नये!

- बिपीन भालचंद्र देशमाने

bipindeshmane@gmail.com



सहावे ज्ञानेंद्रिय

शरद काळे

विज्ञानाने नव्याने शोधलेले सहावे इंद्रिय मानवी वर्तन आणि भूक नियंत्रित करण्यात महत्त्वाची भूमिका बजावते.

प्रत्येक सजीव आपला जगाचा अनुभव आपल्या ज्ञानेंद्रियांच्या माध्यमातून घेतो. ह्यालाच त्याचे संवेदनशील विश्व असे म्हणतात. यासाठी Umwelt असा शब्द वापरला जातो. Umwelt हा शब्द जर्मन भाषेतला असून त्याचा अर्थ साधारणतः स्वतःभोवती अनुभवलेले जग किंवा सजीवाला जाणवणारे स्वतःचे विश्व असा होतो. ही संकल्पना जर्मन जीवशास्त्रज्ञ याकोब व्हॉन युक्सकुल (Jakob von Uexküll) यांनी सन १९०९मध्ये मांडली होती. वॉन युक्सकुल यांच्या उमवेल्ट (Umwelt) या संकल्पनेत, एखाद्या जिवाचा त्याच्या संवेदन आणि आकलनक्षमतेनुसार व वातावरणाशी असलेल्या परस्परसंबंधानुसार स्वतःच्या खास जाणिवांचे व क्रियाशीलतेचे जग, अशी मांडणी केली आहे. ही संकल्पना अधोरेखित करते की वेगवेगळे जीव एकाच भौतिक वातावरणाचा अनुभव त्यांच्या स्वतंत्र संवेदनक्षमतेमुळे अत्यंत वेगळ्या प्रकारे घेतात, आणि त्यामुळे प्रत्येक जिवाची एक वेगळी, स्वतःची व्यक्तिनिष्ठ वास्तविकता तयार होते.

- * Umwelt म्हणजे प्रत्येक सजीवाला त्याची ज्ञानेंद्रिये आणि स्नायूयंत्रणेमुळे जेवढे जग जाणवते, तेवढेच त्याचे वास्तव मर्यादित असते.
- * दोन भिन्न प्रजातींची Umwelt वेगवेगळी असतात.
- * कुत्रा मानवाला जाणवू न शकणाऱ्या वासांच्या जगात जगतो.
- * मधमाशीला अतीनील (अल्ट्राव्हायोलेट) प्रकाश दिसतो, जो मानवाला दिसत नाही.
- * वटवाघूळांचे जग प्रतिध्वनीवर (echolocation) आधारलेले असते.
- * म्हणजेच, भौतिक जग एकच असले तरी प्रत्येक

सजीव त्याचे स्वतःचे आवृत्त जग अनुभवतो.

समजा तुम्ही कुत्रा घेऊन बागेत फिरायला जाता, तेव्हा तुम्हाला दिसतात फुले, रंग, झाडे, खेळणारी मुले, भेळवाले, फिरायला आलेली मंडळी! मुलांचा दंगा जाणवत असतो, पक्ष्यांची किलबिल ऐकू येत असते, निळे आकाश तुमचे लक्ष वेधून घेत असते. कुत्र्याला मुख्यतः वासांची दुनिया जाणवते. शक्य असेल तर तो इतर माणसांचा वास घेण्याचा प्रयत्न करत असतो. अचानक आलेल्या विशिष्ट वासाने तो उत्तेजित होतो, तुम्हाला मात्र त्याच्या उत्तेजित होण्याचे कारण कळत नसते! अन्न कुठे आहे याचा वासावरून त्याला अंदाज येत असतो. फुलांचे रंग त्याला ओळखता येत नाहीत. म्हणजे तुमची Umwelt आणि कुत्र्याची Umwelt पूर्ण वेगळी असते. ही संकल्पना प्राणी वर्तनशास्त्र, न्यूरॉसायन्स, पर्यावरणशास्त्र यामध्ये महत्त्वाची आहे. यामुळे आपण समजू शकतो की प्रत्येक सजीव आपले जग आपल्या पद्धतीने अनुभवत असतो. तुम्हाला जे जाणवेल ते तुमच्या आकलनशक्तीवर अवलंबून असते. त्याच वातावरणात इतरांना ते तसेच जाणवेलच असे निश्चित सांगता येणार नाही.

आतडी-मेंदू-संवेदनविश्व - आधी म्हटल्याप्रमाणे प्रत्येक सजीवाला त्याच्या इंद्रियांमुळे जाणवणारे एक वैयक्तिक जग असते. आतड्यातील सूक्ष्मजीव व मेंदू यांच्या परस्परसंवादांमुळे निर्माण होणारे आतडीय संवेदनविश्व हे त्याचे खास असे संवेदनविश्व असते. आतडी आणि मेंदू संवाद होत असतो. मोठ्या आतड्यातील न्यूरॉपॉड पेशी सूक्ष्मजीवांचे काही घटक (उदा. फ्लॅजेलिन) ओळखतात. या पेशी TLR5 रिसेप्टर वापरून जिवाणूंचे संकेत ओळखतात. मग व्हेगस चेता तंतूमार्गे (vagus nerve) हे संकेत मेंदूपर्यंत पोहोचतात. मेंदू लगेचच प्रतिसाद देतो व खाण्याच्या वर्तनात बदल करतो. अशा रितीने सूक्ष्मजीवांचा मेंदूच्या निर्णय प्रक्रियेत अप्रत्यक्ष सहभाग असतो. भविष्यात



फ्लॅजेलिनच्या विविध प्रकारांचा परिणाम समजून घेणे आणि प्रत्यक्ष-वेळेत (real-time) सूक्ष्मजीव संख्या बदलून त्याचा परिणाम पाहणे या दोन महत्त्वाच्या मुद्द्यांवर संशोधन अपेक्षित आहे.

आतडी-मेंदू-(Umwelt) संवेदनाविश्च

आतड्यातील सूक्ष्मजीव

↓ (फ्लॅजेलिन)

न्यूरोपॉड पेशी (TLR5 रिसेप्टर)

↓ (सिग्नल)

व्हेगस चेतातंतू

↓

मेंदू ↔ (खाण्याच्या वर्तनात बदल)

डोळे, नाक, कान, जीभ आणि त्वचा या पाच प्रमुख इंद्रियांचा मोठ्या प्रमाणावर अभ्यास झालेला असला, तरी नव्याने मिळणारे पुरावे आतड्यांमधून येणाऱ्या उद्दीपनांचा सतत आढावा घेणाऱ्या एका नव्या आतडी-आधारित संवेदनासाठी चेता (न्यूरल) आधार असल्याचे स्पष्ट करतात. पोषकद्रव्ये, आतड्यांचा ताण आणि सूक्ष्मजीव ही आतड्यांना मिळालेली सर्वात महत्त्वाची उद्दीपने आहेत. लहान आतड्यातील एपिथीलियल न्यूरोपॉड पेशी जलद गतीने पोषकद्रव्ये ओळखतात आणि व्हेगस चेतातंतूद्वारे संवेदनसंकेत मेंदूपर्यंत पोहोचवतात, त्यामुळे प्राण्यांच्या खाण्याच्या निवडीवर तत्काळ परिणाम होतो. नवनवीन पुरावे दर्शवतात की मोठ्या आतड्यातील सूक्ष्मजीव, चेतानियंत्रक (न्यूरोमॉड्युलेटर) प्रतिकारशक्तीचे संकेत आणि व्हेगस मार्गाद्वारे खाण्याच्या वर्तनावर लक्षणीय परिणाम घडवतात. तथापि, यजमान मानवी मेंदू सूक्ष्मजीवांकडून मिळालेली संवेदन माहिती कशी ओळखतो आणि खाणे कसे समायोजित करतो यासाठी कोणती चेताप्रणाली (न्यूरल सर्किट) अस्तित्वात आहे हे मात्र अद्याप गुलदस्त्यातच आहे.

आतड्यातील सूक्ष्मजीव आणि खाण्याच्या वर्तनातील बदल : आपल्या शरीरात सूक्ष्मजीव सर्वत्र असतात पण मोठ्या आतड्यात (colon) त्यांचे प्रमाण सर्वाधिक आहे. हे सूक्ष्मजीव खाण्याच्या इच्छा, भूक आणि निवडीवर लक्षणीय परिणाम करतात. चेतानियंत्रक यात महत्त्वाच्या भूमिका निभावतात आणि रासायनिक संदेशवाहक चेतासंस्थेवर परिणाम करतात. सूक्ष्मजीव प्रतिकारशक्तीच्या पेशींमार्फत रोगप्रतिकारक संकेत मेंदूपर्यंत पोहोचवतात. व्हेगस चेतातंतूमार्गे आतड्यातील

पेशींनी दिलेला संकेत थेट मेंदूपर्यंत पोहोचतो. ज्याद्वारे मेंदू सूक्ष्मजीवांकडून आलेली संवेदनात्मक माहिती समजून घेऊन खाण्याच्या वर्तनात नेमके बदल घडवतो तो थेट चेतासंस्था परिपथ (neural circuit) पूर्णपणे उलगाडलेला नाही, अजूनतरी!

मोठे आतडे

↓

(सूक्ष्मजीव - फ्लॅजेलिन, रसायने)

↓

न्यूरोमॉड्युलेटर / रोगप्रतिकारक पेशी

↓

वेगस मज्जा

↓

मेंदू

↓

खाण्याच्या वर्तनात बदल

मोठ्या आतड्यात, व्हेगस चेतातंतू न्यूरोपॉड पेशी न्यूरोएपिथीलियल परिपथ (सर्किट) तयार करतात. या परिपथाला चेतानियंत्रक (न्यूरोमॉड्युलेटर) PYYने हेरलेले (मार्क केलेले) असते. पेप्टाईड वाय वाय (PYY) हा आंत्रातून स्रवणारा चेतानियंत्रक आहे. तो भूक कमी करणे, जठर रिकामे होण्याचा वेग कमी करणे आणि पचनक्रिया नियंत्रित करणे या कामांत महत्त्वाची भूमिका बजावतो. तो परिधीय (व्हेगस चेतारज्जू) आणि केंद्रीय (हायपोथॅलॅमस) मार्गांनी मेंदूवर परिणाम करतो. साध्या भाषेत, PYY हा असा तृप्ती संप्रेरक आहे जो मेंदूला संदेश देतो की पुरेसे अन्न घेतले गेले आहे.

व्हेगस चेतातंतू आणि न्यूरोपॉड पेशींची भूमिका

व्हेगस चेतातंतू (Vagus nerve) : हा मेंदू आणि आतडे यांच्यातील संवादाचा राजमार्ग आहे. यामधून मेंदूला आतड्यातील सूक्ष्मजीवांची आणि पोषणस्थितीची माहिती मिळते.

न्यूरोपॉड पेशी : या वैशिष्ट्यपूर्ण आंत्र एपिथीलियल पेशी आहेत. त्या चेतासंवेदनांना प्रतिसाद देऊन आतड्यातील स्थितीविषयी मेंदूशी संवाद साधतात. आतड्यातील सूक्ष्मजीवांच्या संकेतांचा मेंदूपर्यंत संदेश पोहोचवण्यात या पेशी महत्त्वाच्या आहेत.

फ्लॅजेलिन : हे प्रथिन फ्लॅजेलीना नावाच्या जिवाणूंच्या शेपटासारख्या रचनेत असते (फ्लॅजेलीना हे जिवाणूंचे हालचाल करण्याचे साधन आहे). फ्लॅजेलीन हे जुने (प्राचीन) आणि संरक्षित प्रथिन फ्लॅजेलीनाशी संबंधित



आहे. विविध जिवाणू गटांमध्ये त्याची रचना बरीचशी समान असते.

पॅटर्न रेकग्निशन रिसेप्टर (PRRs) : आपल्या शरीराच्या रोगप्रतिकारक प्रणालीत जिवाणूंमध्ये आढळणारे सामान्य नमुने (मॉलिक्युलर पॅटर्न) ओळखणारे विशेष रिसेप्टर असतात. TLR5 (Toll-Like Receptor 5) हा अशाच प्रकारचा रिसेप्टर आहे जो फ्लॅजेलिनला ओळखतो. म्हणजेच आपल्या आतड्यातील पेशी जिवाणूंची उपस्थिती फ्लॅजेलिनद्वारे ओळखू शकतात.

TLR5 हटवल्याचे परिणाम (उंदरांवरील प्रयोग)

संशोधनानुसार, उंदरांच्या सर्व आंत्र एपिथीलियल पेशींमधून TLR5 जनुक हटवले, तर

- * लठ्ठपणा (Obesity)
 - * चयापचय संबंधित सूज (Metabolic inflammation)
 - * स्वयंस्फूर्त कोलायटिस (Spontaneous colitis)
- हे सर्व विकार उद्भवतात. यावरून हे लक्षात येते की TLR5ची उपस्थिती आंत्रातील आरोग्य आणि रोगप्रतिकार संतुलन राखण्यासाठी आवश्यक आहे.

विशेष पेशींमध्ये TLR5 ची भूमिका

टोल-लाइक रिसेप्टर (TLRs) फक्त रोगप्रतिकारक पेशींमध्येच नव्हे, तर विशेषीकृत एपिथीलियल पेशींमध्येही व्यक्त होतात.

उदा. : PYY स्रवणाऱ्या पेशी - PYY (Peptide YY) हे संप्रेरक भूक कमी करण्याचे काम करते. म्हणजेच, सूक्ष्मजीवांशी संवाद साधणारे हे रिसेप्टर भूक नियंत्रित करणाऱ्या यंत्रणांवरही परिणाम करू शकतात.

हा अभ्यास असे दर्शवतो, की

- * आतड्यांतील सूक्ष्मजीव, एपिथीलियल पेशी आणि चेतातंत्र यांची एकत्रित यंत्रणा (Gut-Brain-Immune Axis) शरीराच्या आरोग्यात मूलभूत भूमिका बजावते.
- * फ्लॅजेलिन-TLR5 परस्परसंवाद हे आंत्रातील सूक्ष्मजीव आणि होस्ट यांच्यातील संवादाचे साधन आहे.

येथे शोधकर्त्यांनी निश्चित केले की खाण्याचे वर्तन हे सूक्ष्मजीव पॅटर्नसाठीच्या आतडी-मेंदू संवेदन यंत्रणेद्वारे नियंत्रित केले जाते, जी यापूर्वी ओळखली गेली नव्हती. या संवेदनाला, जो जैविक घटक आणि मेंदू यांच्या

संगमावर आहे, शोधकर्त्यांनी न्यूरोबायोटिक सेन्स असे नाव दिले आहे.

मानवी आतडे आणि मानवी मेंदू यांच्यामध्ये दशकानुदशके शास्त्रज्ञांनी अभ्यासलेला थेट हॉटलाइन संपर्क आहे. साखर व चरबीसारखे पोषक घटक पचनसंस्थेतून चेताकेंद्रांकडे झपाट्याने संदेश पोहोचवतात, त्यामुळे इच्छा, भूक व तृप्ती यांसारख्या प्रतिक्रिया नियंत्रित होतात. पण, आतड्यात राहणाऱ्या ट्रिलियन सूक्ष्मजीवांवर मेंदू लक्ष ठेवतो ही कल्पनाही आजपर्यंत विज्ञानकथेसारखीच भासत होती. नव्या पुराव्यांनुसार आतड्यातील जिवाणूंनी निर्माण केलेले रासायनिक संदेश चेतासंस्थेपर्यंत प्रत्यक्ष वेळेत (real time) पोहोचतात आणि काही मिनिटांतच आपण किती खातो यासारखे निर्णय घेतले जातात. या निष्कर्षांनी एक प्रकारे न्यूरोबायोटिक सहावे इंद्रिय उलगडले आहे असे म्हणता येईल. हे सहावे इंद्रिय चव व वास यांच्याबरोबर समन्वय साधत कार्य करते आणि सूक्ष्मजीवांना सतत नियंत्रणात ठेवते, त्यामुळे ते त्रास देत नाहीत किंवा ऊर्जा अनावश्यकरीत्या वाया जाऊ देत नाहीत.

मेंदू आतड्यांवर कसा लक्ष ठेवतो?

बहुतेक आतड्यातील सूक्ष्मजीव मोठ्या आतड्यातील मुख्य भागात (कोलनमध्ये) एकत्र राहतात. ते उरलेले अन्न विघटित करतात आणि आपल्या शरीराला स्वतःहून तयार करता न येणारी जीवनसत्त्वे तयार करतात. या प्रक्रियेत ते प्रथिनांचे अंश सोडतात. आतड्यांच्या द्रावणात हे अंश मिसळतात. यातील सर्वात सामान्य अंशांपैकी एक म्हणजे फ्लॅजेलिन प्रथिन हे अनेक जिवाणूंच्या हालचालीसाठी आवश्यक असणाऱ्या शेपटीचा घटक असते. फ्लॅजेलिन बराच काळ रोगप्रतिकार यंत्रणा सक्रिय करण्यासाठी ओळखले गेले आहे, पण रोगप्रतिकारक प्रतिक्रिया तासांमध्ये मोजल्या जातात, सेकंदात नाहीत. मेंदूने जेवताना, किती खायचे यावर त्वरित प्रतिसाद द्यायचा असेल, तर जलद संवादाची दुसरी प्रणाली असायलाच हवी. ड्यूक युनिव्हर्सिटी स्कूल ऑफ मेडिसिन येथील संशोधकांनी अशीच एक प्रणाली शोधली आहे. ती म्हणजे न्यूरोपॉड पेशी. त्या थेट वॅगस नर्व्हच्या तंतूशी जोडलेल्या असतात - जे आतडे आणि मेंदूला जोडणारे प्रमुख माहितीमार्ग आहे.

कोलनचे आतील आवरण (Mucosa) एपिथीलियल पेशींनी (epithelial cells) बनलेले असते. यात प्रामुख्याने



गॉब्लेट पेशी (mucus स्रवणाच्या), एंटरोएंडोक्राइन पेशी (संप्रेरक तयार करणाऱ्या) आणि इतर साहाय्यक पेशी असतात. यातील एंटरोएंडोक्राइन पेशी (Enteroendocrine cells) संवेदन पेशींसारखे काम करतात. त्या आतड्यातील रासायनिक संकेत (उदा. पोषकद्रव्ये, जिवाणूंचे मेटाबोलाइट) ओळखतात व चेतासंस्थेशी संवाद साधतात. अलीकडील संशोधनात असे आढळले आहे की काही एंटरोएंडोक्राइन पेशींना न्यूरोपॉड नावाचे लांब, चेतापेशींसारखे (axon-like) सूक्ष्म विस्तार (processes) असतात. हे न्यूरोपॉड चेतातंतूंच्या टोकांशी (vagus nerve endings) जोडले जातात. यामुळे कोलन आतड्याच्या चेतासंस्थेला (enteric nervous system) आणि मेंदूला थेट संदेश पाठवू शकतो. हेच असते आतडी-मेंदू संदेशवहन. एका अभ्यासानुसार (Kaelberer et al., 2018, Science), अशा न्यूरोपॉड असलेल्या पेशी अत्यंत विरळ असतात - साधारण प्रत्येक १,००० एपिथेलियल पेशींमागे एक पेशी न्यूरोपॉड असते. संख्येने कमी असल्या तरी त्या पचनसंस्थेतून मेंदूकडे जाणाऱ्या संकेतांसाठी खूप महत्वाच्या असतात. या न्यूरोपॉड असलेल्या पेशींचा शोध हे आतडे-मेंदू संवाद (Gut-brain axis) समजून घेण्यासाठी महत्वाचा टप्पा आहे. त्यामुळे आतड्यातील संवेदना, भूक नियंत्रण, मूडवर परिणाम यांसारख्या प्रक्रिया समजण्यास मदत होते.

लहान सेन्सर, मोठा प्रभाव

लहान आतड्यातील न्यूरोपॉड पेशीपोषक घटकांची चव घेणाऱ्या पेशी म्हणून आधीच प्रसिद्ध आहेत. नव्या संशोधनानुसार, कोलनमधील त्यांचे चुलतभाऊ टोल-लाइक रिसेप्टर ५ (TLR5) नावाचा रिसेप्टर बाळगतात, जो रोगप्रतिकार पेशींमध्ये जिवाणूंच्या फ्लॅजेलिनसाठी ओळखला जातो. आपल्या आतड्यातील न्यूरोपॉड पेशींवर TLR5 (Toll-like receptor 5) नावाचा रिसेप्टर असतो. फ्लॅजेलिन TLR5 शी बांधतो, म्हणजे त्यांची केमिस्ट्री जुळते, तेव्हा रिसेप्टरच्या रचनेत बदल होतो आणि सिग्नल ट्रान्सडक्शन कॅस्केड सुरू होते. या संकेतांमुळे न्यूरोपॉड पेशी लगेच पेप्टाइड YY (PYY) हे संप्रेरक सोडतात. PYY हे भूक कमी करणारे (appetite-suppressing) संप्रेरक आहे. हे आतड्यापासून मेंदूपर्यंत पोहोचले असा संदेश पोहोचवते. न्यूरोपॉड पेशी सक्रिय झाल्यावर त्यांच्या आतल्या कॅल्शियम आयनचे (Ca^{2+})

प्रमाण अचानक वाढते. हे कॅल्शियमचे स्पार्क (ठिणग्या) पेशी सक्रिय झाल्याचे त्वरित सूचक लक्षण आहे. प्रयोगशाळेत न्यूरोपॉड पेशींना फ्लॅजेलिन दिले, तेव्हा चौथ्या भागातील पेशींमध्ये काही सेकंदांतच कॅल्शियम ठिणग्या दिसल्या. TLR5 रिसेप्टर ब्लॉक केला, तर फ्लॅजेलिन हा संदेश सुरूच करू शकत नाही. परिणामी, कॅल्शियम ठिणग्या थांबतात आणि PYYचे स्रवण होत नाही. यावरून सिद्ध होते की फ्लॅजेलिन → TLR5 → PYY हा सिग्नलिंग मार्ग थेट कार्यरत आहे.

आम्हाला जाणून घ्यायचे होते की फक्त रोगप्रतिकारक किंवा जळजळ प्रतिक्रिया म्हणून नव्हे, तर त्वरित वर्तन नियंत्रित करणारी चेतासंस्थेची प्रतिक्रिया म्हणून शरीर सूक्ष्मजीवांचे नमुने प्रत्यक्ष वेळेत (real time) जाणू शकते का, असे या अभ्यासाचे वरिष्ठ लेखक व ड्युक युनिव्हर्सिटी स्कूल ऑफ मेडिसिनमधील मेडिसिन व न्यूरोबायोलॉजीचे प्राध्यापक बोहॉर्केझ म्हणाले. हा सूक्ष्म सिग्नल जिवंत प्राण्यात खरोखर महत्वाचा आहे का, हे पाहण्यासाठी शास्त्रज्ञांनी उंदरांच्या कोलनमध्ये केसाएवढ्या बारीक नळीने शुद्ध फ्लॅजेलिन टाकले. काही क्षणांतच मानेला लावलेल्या इलेक्ट्रोडनी व्हेगस चेतातंतूमध्ये क्रियाशीलतेचा प्रचंड प्रतिसाद टिपला. रात्रभर उपाशी ठेवलेल्या उंदरांनी पहिला घास घेण्याआधी टंगळमंगळ केली आणि पुढच्या एकच तासात त्यांनी लक्षणीय कमी अन्न खाल्ले. सुमारे तीन तासांनी हा परिणाम कमी झाला. एवढा वेळ पचनसंस्थेला पोषकद्रव्यांचा ताजा लोड रिकामा करण्यास पुरेसा होता. जेव्हा हाच प्रयोग अशा उंदरांवर केला ज्यांच्या न्यूरोपॉड पेशींमध्ये फक्त TLR5 रिसेप्टर काढून टाकला होता, तेव्हा व्हेगस चेतातंतूने कोणताच प्रतिसाद दिला नाही आणि उंदरांनी खाणे सुरूच ठेवले. काळानुसार, हे उंदीर जाड झाले, जरी त्यांचे हार्मोन्स, रक्तातील साखर आणि आतड्यांचा दाह सामान्यच राहिला. पेशींच्या छोट्या गटातील फक्त एका रिसेप्टरचा अभाव अन्न सेवनावर असलेला ब्रेक शांतपणे काढून टाकत होता हे यातून सिद्ध झाले.

आतडी-मेंदू मार्गाची मांडणी

या संकेतांच्या साखळीतील टप्पे असे सांगता येतील: फ्लॅजेलिन न्यूरोपॉड पेशीवरील TLR5 शी जुळतो → पेशी PYY सोडते → PYY जवळच्या व्हेगस चेतातंतूंच्या टोकावरील Y2 रिसेप्टरवर परिणाम करते → विद्युतसंकेत मेंदूतील भूक नियंत्रण केंद्रांकडे धाव घेतो.



या प्रक्रियेतील कुठलाही टप्पा - TLR5 ब्लॉक करणे, PYYचा साव रोखणे किंवा Y2 रिसेप्टर्स शांत करणे - जर थांबवला, तर संकेत बंद होतो.

ही प्रतिक्रिया सेकंदाच्या आंशिक भागात मोजता येईल इतक्या वेगाने होते, त्यामुळे लेपटीन किंवा ग्रेलीन यासारख्या तासागणिक वाढणाऱ्या किंवा घटणाऱ्या संप्रेरकीय संकेतांपेक्षा ती वेगळी आहे. या जलद प्रतिसादामुळे आतडे सूक्ष्मजीवांच्या क्रियाकलापांचा सतत हिशोब ठेवू शकते आणि पुढचा घास घेण्याआधीच अन्नसेवन समायोजित करू शकते. आपले वर्तन सूक्ष्मजीव कसे बदलतात हे स्पष्ट करण्यासाठी हा अभ्यास व्यापक वैज्ञानिक समुदायासाठी उपयुक्त ठरेल असे बोहोरकेझ यांना वाटते. संशोधनाची पुढील दिशा विशिष्ट आहारगटातील सूक्ष्मजीवांचा लँडस्केप कसा बदलतो ह्याचा अभ्यास करणे ही असेल. लठ्ठपणा किंवा मानसिक विकारांच्या स्थितींमध्ये हा अभ्यास आणि त्याचे निष्कर्ष महत्त्वाचे ठरू शकतील

न्यूरोपॉड, फ्लॅजेलिन आणि भूक

या शोधामुळे भूक नियंत्रणात पोषकद्रव्ये, स्ट्रेच रिसेप्टर आणि हार्मोन्सबरोबरच आतड्यातील जिवानूंचा थेट सहभाग अधोरेखित होतो. कारण न्यूरोपॉडमार्ग स्थानिक पातळीवर कोलनमध्ये काम करतो आणि विद्यमान नसांद्वारे मेंदूसोबत संवाद साधतो, त्यामुळे एक दिवस तो सिस्टमिक साइड इफेक्टशिवाय टारगेट करता येऊ शकतो. फ्लॅजेलिनच्या सिग्नलचे अनुकरण करणारी औषधे किंवा TLR5 वर सर्वाधिक प्रभाव करणाऱ्या फ्लॅजेलिन्स असलेल्या बॅक्टेरियांना पोषक आहारातील बदल, सध्याच्या भूक कमी करणाऱ्या औषधांपेक्षा अधिक नैसर्गिक पद्धतीने अतिखाण्यावर नियंत्रण मिळवण्यास मदत करू शकतात. नवीन अभ्यासानुसार हा आतडी मेंदू महामार्ग भावनिक केंद्रांशीदेखील संवाद साधू शकतो. व्हेगस चेतातंतू मूडशी संबंधित मेंदूच्या भागांपर्यंत पोहोचतो आणि PYYचे जेवणानंतरच्या शांततेच्या भावनांशी संबंध जोडले गेले आहेत. सूक्ष्मजीव फ्लॅजेलिन त्या भागांवरही प्रभाव टाकत असेल, तर मायक्रोबायोम आपल्या खाण्याच्या प्रमाणाबरोबरच ते करताना आपली भावनादेखील नियंत्रित करू शकतो.

जितके शिकतो, तितके कमी कळते

या अभ्यासात वापरलेले फ्लॅजेलिन साल्मोनेल्ला

टायफ्युमेरियम या प्रजातीचे होते, जी अन्नविषबाधेशी संबंधित म्हणून अधिक परिचित आहे, तर मैत्रीपूर्ण सहजीवी जिवानूंमध्ये फ्लॅजेलिनच्या किंचित भिन्न आवृत्त्या आढळतात. हा फरक न्यूरोपॉडच्या प्रतिसादात बदल घडवतो का? म्हणजे, सूक्ष्मजीवांच्या प्रकारानुसार भूक वाढवणे किंवा कमी करणे शक्य आहे का? तसेच, मेंदू सर्व प्रकारच्या फ्लॅजेलिनना एकसारखा सावधगिरीचा संकेत म्हणून पाहतो का, की तो सहजीवी (हितकारी) आणि आक्रमक (रोगजनक) सूक्ष्मजीवांमध्ये फरक ओळखू शकतो? या प्रश्नांची उत्तरे देण्यासाठी अशा साधनांची गरज आहे जी सूक्ष्मजीवांचे प्रकार मागणीनुसार बदलू शकतील आणि जेवणादरम्यान खऱ्या प्राण्यांमध्ये न्यूरोपॉड क्रियाशीलतेची नोंद करू शकतील. ही साधने उपलब्ध झाल्यावर, शास्त्रज्ञांना सूक्ष्मजीवांचे संकेत आणि पोषण- संकेत एकत्र मिसळून खाण्याचे वर्तन सूक्ष्मरीत्या कसे नियंत्रित करता येऊ शकेल ह्यावर प्रकाश टाकणे शक्य होईल. थोडक्यात सांगायचे तर, आतड्यातील जिवानू विजेच्या वेगाने काम करणारे चेता परिपथ (न्यूरल सर्किट) सुरू करू शकतात, त्यातून प्रथिनाच्या संकेतांने मेंदू चमचा खाली ठेवायला सांगतो. या शोधामुळे न्यूरोपॉड पेशी नव्याने ओळखल्या गेलेल्या न्यूरोबायोटिक सेन्सच्या केंद्रस्थानी येतात. हा संपूर्ण अभ्यास 'नेचर' या प्रतिष्ठित जर्नलमध्ये प्रकाशित झाला आहे.

जीवसृष्टी मार्गक्रमण करण्यासाठी दृष्टी, श्रवण, वास, चव आणि स्पर्श यावर अवलंबून असते. आता मानवाच्या बाबतीत आपण म्हणू शकतो की ते त्यांच्या आतड्याच्या Umwelt (पर्यावरणीय संवेदनविश्व) उत्तेजनांच्या प्रतिसादातही आपले वर्तन समायोजित करतात. ही सर्व चर्चा करत असतांना मनात विचार आला, की भारतीय तत्त्वज्ञानात ह्या गूढ वाटणाऱ्या गोष्टी आता स्पष्ट होऊ लागल्या आहेत. ज्या मनाला भारतीय तत्त्वज्ञानात सहावे इंद्रिय कल्पिले आहे, त्या मनाचे पदर विज्ञानातील प्रगत तंत्रांनी उलगडण्यास सुरुवात केली आहे. त्यावरही थोडी चिंतनात्मक चर्चा करणे आवश्यक ठरते.

सामान्यतः इंद्रिय म्हणजे बाह्य (किंवा अंतर्गत) जगातून मिळणाऱ्या माहितीचे ग्रहण करणारी जैविक रचना - डोळे, कान, नाक, जीभ, त्वचा अशी पारंपरिक पाच इंद्रिये, आणि अलीकडे चर्चेत आलेली प्रोप्रिओसेप्शन, इंटरसेप्शन आणि वर्णन केलेले आतडी-मेंदू संवेदन इत्यादी नवी इंद्रिये त्या चर्चेत येऊ शकतात. या सर्वांमध्ये मन कुठे बसते? मन हा थेट संवेदनग्राही अवयव नाही,



तर मेंदूतील प्रक्रिया व अनुभवाचे एकत्रीकरण आहे. खरेतर मन नावाचा अवयव आपल्या शरीरात नाही. पण, मन सर्वांना असते. पहिला कोणताही विचार मनातच येतो! डोळे दृश्य दाखवतात, पण दिसते ते काय आहे? हे समजावून सांगणारे मन आहे. कान आवाज ऐकवतात, पण हा आवाज गोड संगीताचा आहे की धोक्याचा कंदील, हे मन ओळखते. जिभेवर रेंगाळणारी एखादी चव कशाची आहे, हे मन सांगते. म्हणजेच मन हे संवेदनांची समन्वयक यंत्रणा आहे. ते इंद्रिय नसून संवेदनांवर प्रक्रिया करणारे एक केंद्र आहे. त्याला भौतिक रूप नाही, त्याची जागा शरीरात नेमकी कुठे आहे, ते माहीत नाही, पण ते आहे, हे नक्की!

भारतीय तत्त्वज्ञानात (उपनिषद, सांख्य, वेदांत) मनाला सहावे इंद्रिय (मनस) म्हटलेले आहे. मनस चक्षुः, मनसः श्रवणं - म्हणजे मन डोळ्यांना पाहायला, कानांना ऐकायला सक्षम करते. मनाला अंतःकरण मानले जाते. ज्ञानेंद्रिय व कर्मेन्द्रियांना जोडणारा हा दुवा आहे. हा उल्लेख बृहदारण्यक उपनिषदात (२.४.११) आहे. तो पूर्ण मंत्र असा आहे:

मनसैवेदं द्रष्टव्यं नेह नानास्ति किञ्चन ।

मृत्योः स मृत्युमाप्नोति य इह नानेव पश्यति ॥

(बृहदारण्यक उपनिषद २.४.११)

याचाच आशय पुढे असा स्पष्ट होतो, की मनसैवेदं पश्यति, मनसैव श्रुणोति, मनसैव जिघ्रति, मनसैव रसयते, मनसैव स्पृशते।

यातूनच मनस चक्षुः, मनसः श्रवणम् हा विचार प्रचलित झाला. मनःचक्षू ह्या शब्दाची व्युत्पत्ती हीच म्हणता येईल. हे संपूर्ण जग मनानेच पाहिले जाते, मनानेच ऐकले जाते, मनानेच सुवास घेतला जातो, मनानेच रस चाखला जातो, मनानेच स्पर्श केला जातो. मनाशिवाय दुसरे काही नाही. जो मनातून अनेकत्व (द्वैत) पाहतो तो जन्ममृत्यूचक्रात अडकतो, म्हणजे आध्यात्मिक अज्ञानातच गुरफटतो.

मनच खरे इंद्रिय आहे. डोळे, कान, त्वचा ही केवळ साधने आहेत. प्रत्यक्ष अनुभव देणारे मन आहे. म्हणूनच उपनिषद म्हणते, मनाशिवाय दृष्टी, श्रवण, गंध, रस, स्पर्श यांना अर्थ नाही. मन म्हणजे संवेदनांचे एकत्रीकरण. ती फक्त बेरीज नाही. कॅल्क्युलसमध्ये इंटीग्रेशन ही संकल्पना मांडली आहे. इंटीग्रेशन म्हणजे समेशन म्हणजे एकात्मिक बेरीज असते. साध्या बेरजेत आणि या बेरजेत खूप मोठा फरक असतो. साध्या बेरजेत दोन अधिक तीन बरोबर

पाच हे उत्तर मिळते. परंतु एकात्मिक बेरजेत प्रत्येक घटकावर विशिष्ट प्रक्रिया करूनच ती एकात्मिक बेरजेत घेतली जाते. मन म्हणजे संवेदनांचे एकात्मिक एकत्रीकरण असते. भज्यांची चव जिभेवर रेंगाळते, बाहेरून येणाऱ्या त्या वासाने भूक चाळवते, त्याचबरोबर ही चव ह्यापूर्वी कुठे अनुभवली होती, कोणत्या आठवणी त्या चवीशी निगडित आहेत ही एकात्मिक बेरीज मनच सांगू शकते. म्हणूनच भारतीय तत्त्वज्ञानात मनाला सहावे ज्ञानेंद्रिय मानले जाते. न्यूरोसायन्सच्या दृष्टीने मन ही मेंदूमधील अनेक न्यूरल नेटवर्कची समन्वित क्रिया आहे. ते नवीन संवेदनांचा अर्थ लावते, आठवणी साठवते, आणि भविष्यासाठी निर्णय घेते. जैविक दृष्टीने मन इंद्रिय नाही, ते प्रक्रियाकेंद्र आहे. मनाला सहावे इंद्रिय न म्हणता इंद्रियांचे इंद्रिय (सुपर इंद्रिय) म्हणणे योग्य ठरते, कारण ते पाच किंवा शरीरातील ज्ञात-अज्ञात असलेल्या सर्व ज्ञानेंद्रियांचे अनुभव जाणवण्यास मदत करते.

बहिणाबाई चौधरी यांनी अतिशय साध्या पण प्रभावी भाषेत मनाचे जे वर्णन केले आहे, त्याला तोड नाही. त्यांनी शेवटच्या कडव्यात

देवा, कसं देलं मन आसं नही दुनियात।

आसा कसा रे तू योगी काय तुझी करामत॥

देवा, आसं कसं मन? आसं कसं रे घडलं।

कुठे जागेपनी तुले असं सपनं पडलं?॥

हा जो प्रश्न विचारला आहे ना, त्याला माझ्याकडेच काय तर प्रगत विज्ञानाकडेही उत्तर नाही हेच खरे!

संदर्भ

- * <https://www.nature.com/articles/s41586-025-09301-7>
- * Kaelberer MM, Buchanan KL, Klein ME, Barth BB, Montoya MM, Shen X, Bohnerlquez DV. A gut-brain neural circuit for nutrient sensory transduction. Science. 2018 Sep 21;361(6408):eaat5236. DOI: 10.1126/science.aat5236
- * Kaelberer MM, Buchanan KL, Klein ME, Barth BB, Montoya MM, Shen X, Bohnerlquez DV. A gut-brain neural circuit for nutrient sensory transduction. Science. 2018 Sep 21;361(6408):eaat5236. DOI: 10.1126/science.aat5236

– शरद काळे

sharadkale@gmail.com



ओळख आवर्तसारणीची

स्कॅंडियम - अणुक्रमांक २१

कुसुमसुत

हे संक्रमणधातूंच्या गटातील पहिले मूलद्रव्य आहे. याच्या शोधाची गोष्ट त्याच्या आवर्तसारणीतील इट्रियम आणि लॅथॅनम या त्याच्या उभ्या शेजाऱ्यांशी जोडलेली आहे. स्टॉकहोमजवळील स्वीडनमधील रेसारो नावाचे बेट अठराव्या शतकाच्या उत्तरार्धात आणि एकोणिसाव्या शतकाच्या पूर्वार्धात मूलद्रव्यांच्या शोधाचे केंद्र बनले. यट्रबी गावाजवळील एका खाणीतून दोन प्रकारची खनिजे सापडली, ज्यातून अखेरीस स्कॅंडियम, इट्रियम आणि पंधरा लॅथॅनाइड्स अशी एकूण सतरा दुर्मिळ मृत्तिका (rare earth) मूलद्रव्ये शोधली गेली. सन १८६९ साली मॅंडेलीव्ह यांनी कॅल्शियम (४०) आणि टायटॅनियम (४८) यांच्या अणुभारामध्ये एक पोकळी असल्याचे लक्षात आणले आणि मधल्या अणुभाराचे एक अज्ञात मूलद्रव्य अस्तित्वात असावे असा अंदाज व्यक्त केला. त्यांनी भाकीत केले होते की त्याचा ऑक्साइड X_2O_3 या स्वरूपात असेल.

सन १७८८ मध्ये लेफ्टनंट आर्हेनिस यांना यट्रबी गावाजवळ एक अनोखा काळा दगड सापडला. त्यांनी तो फिनलंडचे प्रसिद्ध वैज्ञानिक योहान गॅडोलिन यांना दिला, आणि अशा रितीने दुर्मिळ मृत्तिकातत्वांच्या शोधाची कहाणी सुरू झाली. सन १८७९ साली स्वीडनमधील उप्साला विद्यापीठाचे लार्स फ्रेडरिक निल्सन यांनी हा घटक शोधून काढला. त्यांनी तो युक्सेनाइट (euxenite) नावाच्या जटिल खनिजातून काढला ज्यामध्ये आठ धातूंचे ऑक्साइड्स होते. निल्सन यांनी युक्सेनाइटमधून प्रथम एर्बियम ऑक्साइड वेगळे केले, त्यातून इट्रियम ऑक्साइड मिळवले, आणि मग अजून हलक्या धातूचे ऑक्साइड वेगळे केले ज्याच्या अणुकण स्पेक्ट्रममधून ते अज्ञात धातू असल्याचे स्पष्ट झाले. हाच तो धातू होता ज्याचा मॅंडेलीव्ह यांनी अंदाज वर्तवला होता, आणि त्याचे ऑक्साइड प्रत्यक्षात Sc_2O_3 असल्याचे सिद्ध झाले. निल्सन हे अनेक मूलद्रव्यांचे शोधक ठरलेल्या प्रसिद्ध

याकॉब बर्झेलिअस यांचे शिष्य होते. निल्सनने या ऑक्साइडला स्कॅंडिया असे नाव दिले, स्कॅंडिनेव्हियाच्या नावावरून. या शोधाला विशेष महत्त्व होते कारण सात वर्षांपूर्वी मॅंडेलीव्ह यांनी आपल्या आवर्तसारणीच्या आधारे अद्याप अज्ञात असलेल्या दहा मूलद्रव्यांचा अंदाज वर्तवला होता. त्यांपैकी चारांसाठी त्यांनी सविस्तर भौतिक व रासायनिक गुणधर्मही भाकीत केले होते. यांपैकी एका मूलद्रव्याला त्याने एकाबोरॉन (म्हणजे बोरॉनसारखे) असे नाव दिले होते. स्कॅंडियम धातू मात्र प्रत्यक्ष स्वरूपात सन १९३७ मध्ये तयार करण्यात आला, वितळलेल्या स्कॅंडियम क्लोराइडचे विद्युत्-अपघटन (electrolysis) करण्यात आले.

नवीन सापडलेल्या स्कॅंडियमच्या गुणधर्मांनी मॅंडेलीव्ह यांच्या एकाबोरॉनच्या भाकिताशी विलक्षण साम्य दाखविले. उदाहरणार्थ, मॅंडेलीव्ह यांनी या मूलद्रव्याचा अणुभार ४४ असेल असे सांगितले होते आणि याचे ऑक्साइड एल जल या सूत्राचे असेल असे म्हटले होते. प्रत्यक्षात स्कॅंडियमचा अणुभार ४५ आहे आणि तो Sc_2O_3 हे ऑक्साइड तयार करतो. मॅंडेलीव्ह यांनी आणखी सविस्तर अंदाज बांधले होते. एकाबोरॉनचा कार्बोनेट पाण्यात विरघळणार नाही, आणि खरंच, स्कॅंडियम कार्बोनेट पाण्यात अविराव्य आहे. त्यांनी हेही भाकीत केले होते की हे मूलद्रव्य स्पेक्ट्रोस्कोपिक पद्धतीने सापडणार नाही, कारण याच्या वैशिष्ट्यपूर्ण स्पेक्ट्रल रेषा नसतील. खरेच, स्कॅंडियम स्पेक्ट्रोस्कोपीने ओळखता आला नाही. परंतु स्वीडिश रसायनशास्त्रज्ञ पेर थियोडॉर क्लिव्ह यांनी निल्सनच्या नव्या मूलद्रव्यातील साम्य ओळखले आणि ते मॅंडेलीव्ह यांच्या एकाबोरॉनशी जुळते हे सिद्ध केले.

मॅंडेलीव्ह यांनी एकाबोरॉनच्या (नंतर सापडलेले स्कॅंडियम) गुणधर्मांचे भाकीत केले, तेव्हा त्यांनी असेही



नमूद केले होते की हे मूलद्रव्य स्पेक्ट्रोस्कोपीने शोधता येणार नाही, कारण त्याच्या वैशिष्ट्यपूर्ण (characteristic) स्पेक्ट्रल रेषा ठळकपणे दिसणार नाहीत. हे भाकीत प्रत्यक्षात बऱ्याच प्रमाणात खरे ठरले. यामागची कारणे अशी सांगता येतील -

(१) स्कॅंडियमच्या इलेक्ट्रॉनिक रचनेचे वैशिष्ट्य - स्कॅंडियमची इलेक्ट्रॉनिक संरचना अशी आहे :



येथे 3d-4s पातळ्या ऊर्जेत एकमेकांच्या खूप जवळ असतात.

अशा परिस्थितीत इलेक्ट्रॉन संक्रमण (transition) अतिशय गुंतागुंतीची व कमकुवत रेषा निर्माण करतात.

म्हणजेच, स्पेक्ट्रममध्ये स्कॅंडियमच्या स्वतःच्या ठळक व सहज ओळखता येतील अशा रेषा दिसत नाहीत.

(२) स्पेक्ट्रल रेषांची कमकुवतता व गोंधळ

स्कॅंडियमच्या रेषा फारशा तीव्र (intense) नसतात, त्यामुळे त्या इतर घटकांच्या तीव्र रेषांमध्ये लपून जातात.

त्या वेळीच्या स्पेक्ट्रोस्कोपिक तंत्रज्ञानात अशा कमकुवत रेषा ओळखणे खूप कठीण होते.

(३) नैसर्गिक उपलब्धतेचा अभाव

स्कॅंडियम पृथ्वीवर अत्यल्प प्रमाणात विखुरलेला आहे.

शुद्ध खनिज स्वरूपात तो उपलब्ध नसल्यामुळे, प्रयोगांमध्ये स्कॅंडियमच्या रेषा वेगळ्या ओळखता आल्या नाहीत.

(४) प्रत्यक्ष पुरावा

स्कॅंडियम प्रत्यक्षात सन १८७९ मध्ये लार्स निल्सन यांनी खनिजांमधून शोधला.

शोध स्पेक्ट्रोस्कोपीवर आधारलेला असला तरी स्कॅंडियमच्या रेषा खूप मंद व क्वचित आढळणाऱ्या असल्याने त्या अगोदर कुणाच्या स्पष्टपणे लक्षातच आल्या नव्हत्या.

मॅडेलिव्हचे भाकीत बऱ्याच प्रमाणात खरे ठरले कारण स्कॅंडियमच्या इलेक्ट्रॉनिक रचनेमुळे तयार होणाऱ्या स्पेक्ट्रल रेषा कमकुवत, गुंतागुंतीच्या आणि इतर घटकांच्या रेषांमध्ये लपून जाणाऱ्या होत्या. म्हणून त्यावेळच्या स्पेक्ट्रोस्कोपिक पद्धतीने त्याला लगेच ओळखता आले नाही.

स्कॅंडियमचा शुद्ध धातू तयार होण्यासाठी जवळजवळ साठ वर्षे लागली. उच्च तापमानात स्कॅंडियम क्लोराइडचे लिथियम व पोटॅशियमच्या उपस्थितीत विद्युतअपघटन (electrolysis) करून तो प्रथम मिळवण्यात आला. स्कॅंडियम हे संक्रमण (transition elements) धातू गटामधील पहिले मूलद्रव्य आहे. बहुतेक संक्रमण धातू

विविध ऑक्सिकरण अवस्थांमध्ये अस्तित्वात राहून समृद्ध व विविध रासायनिक गुणधर्म दाखवतात. मात्र स्कॅंडियम केवळ +३ ऑक्सिकरण अवस्थेतच अस्तित्वात राहतो, त्यामुळे त्याचे रसायनशास्त्र तुलनेने मर्यादित आहे. इतर अनेक मूलद्रव्यांच्या तुलनेत स्कॅंडियमचे व्यावसायिक उपयोग खूप उशिरा सुरू झाले, कारण हे मूलद्रव्य पृथ्वीवर फार कमी प्रमाणात आढळते आणि त्याचे धातूमध्ये रूपांतर करणे अवघड आहे. उदा. १९६०च्या दशकापर्यंत प्रथमच ४५० ग्रॅम (एक पाउंड) उच्च शुद्धतेचे स्कॅंडियम मिळाले. सेंद्रिय रसायनशास्त्रात स्कॅंडियम संयुगे उपयुक्त ठरतात. लॅथेनाइडप्रमाणेच स्कॅंडियमचे ट्रायफ्लेट (Sc(OTf)₃) हे ल्युइस आम्ल म्हणून वापरले जाते. हे सेंद्रिय अणुक्रणांकडून इलेक्ट्रॉन्सची जोडी स्वीकारते व त्यांना कार्यक्षम आणि निवडक अभिक्रियेस सक्रिय करते.

स्कॅंडियम हा कृत्रिम नैसर्गिक प्रकाशाचा स्रोतही आहे. हे विरोधाभासी वाटले तरी, पाऱ्याच्या वायूच्या दिव्यांमध्ये अगदी अल्पप्रमाणात स्कॅंडियम आयोडाइड मिसळल्यास मिळणारा प्रकाश नैसर्गिक सूर्यप्रकाशासारखा दिसतो. त्यामुळे अशा दिव्यांचा वापर प्रोजेक्टर, फ्लडलाइट आदींमध्ये केला जातो. स्कॅंडियमचे थोड्याशा प्रमाणात अल्युमिनियममध्ये मिश्रण केले जाते, ज्यामुळे अतिशय हलके परंतु मजबूत मिश्रधातू तयार होतात. त्यामुळे त्याचा वापर उच्च कार्यक्षमतेच्या रस्ता व डोंगरी सायकलींच्या चौकटी तयार करण्यासाठी केला जातो. आज कार्बन फायबर व टायटॅनियमसारख्या नव्या धातूंच्या वापरामुळे स्कॅंडियम मिश्रधातूंच्या चौकटींची लोकप्रियता थोडी कमी झाली असली, तरी आजही त्या बनवल्या जात आहेत.

स्कॅंडियमचा मुख्य वापर संशोधनासाठी होतो, त्याची उपयोगक्षमता मोठी आहे कारण त्याचे घनत्व अल्युमिनियमइतकेच कमी आहे, पण त्याचा वितळणांक खूपच जास्त आहे. अल्युमिनियम-स्कॅंडियम मिश्रधातूचा वापर रशियन मिग लढाऊ विमानांमध्ये, उच्च दर्जाच्या सायकल फ्रेममध्ये आणि बेसबॉल बॅटमध्ये करण्यात आला आहे. स्कॅंडियम आयोडाइड पाऱ्याच्या दिव्यांमध्ये टाकला जातो ज्यामुळे सूर्यप्रकाशासारखा उच्च कार्यक्षम प्रकाश मिळतो. हे दिवे टीव्ही कॅमेऱ्यांना घरातील किंवा रात्रीच्या वेळी चित्रीकरण करताना रंग नीटपणे पुनरुत्पादित करण्यास मदत करतात. रेडिओधर्मी समस्थानिक स्कॅंडियम-४६ तेलशुद्धीकरण प्रक्रियेत ट्रेसर म्हणून वापरला जातो, ज्यामुळे विविध अंशांचे हालचाली निरीक्षण करता येतात. भूमिगत पायपांमध्ये गळती शोधण्यासाठीही त्याचा वापर करता येतो.



जैविक भूमिका

स्कॅंडियमची कोणतीही ज्ञात जैविक भूमिका नाही. तो संभाव्य कर्करोगकारक (carcinogen) असल्याचा संशय आहे.

नैसर्गिक उपलब्धता

स्कॅंडियम फार व्यापक प्रमाणात पसरलेला आहे आणि ८०० हून अधिक खनिज प्रकारांत अत्यल्प प्रमाणात आढळतो. स्कॅंडिनेव्हियात आढळणाऱ्या अतिदुर्मिळ आणि संकलनासाठी प्रसिद्ध अशा थॉर्टव्हाइट्हाइट या खनिजाचा तो मुख्य घटक आहे. स्कॅंडियम थॉर्टव्हाइट्हाइटमधून मिळवता येतो किंवा युरेनियम मिल टेलिंग्समधून (वाळूसारखा कचरा) उपउत्पादन म्हणून काढता येतो. धातुक स्कॅंडियम कॅल्शियम धातूने त्याच्या फ्लुराईडचे अपचयन करून तयार करता येतो. तसेच, पोटॅशियम, लिथियम आणि स्कॅंडियम क्लोराईड यांच्या वितळलेल्या मिश्रणाचे विद्युत अपघटन करूनही स्कॅंडियम मिळवता येतो, ज्यासाठी टंग्स्टनच्या तारेची व द्रवरूप जस्ताची इलेक्ट्रोड वापरली जातात.

स्कॅंडियमचे पृथ्वीवरील स्रोत

स्कॅंडियम (Sc, अणुक्रमांक २१) हा एक दुर्मिळ संक्रमण धातू आहे. तो स्वतंत्र खनिज स्वरूपात फारसा आढळत नाही, पण इतर धातूंच्या खनिजांमध्ये मिश्रित स्वरूपात सापडतो. या धातूंचे मुख्य स्रोत असे आहेत :

- * थॉर्टव्हाइट (Thortveitite) - प्रामुख्याने नॉर्वे आणि मॅडागास्करमध्ये.
- * बॅस्टनसाइट (Bastnaseite) - दुर्मिळ पृथ्वी धातूंचे खनिज (चीन, अमेरिका, मॅडागास्कर).
- * युक्सेनाइट व गॅडोलिनाइट - दुर्मिळ पृथ्वी खनिजांमध्ये मिश्रण म्हणून.
- * टायटॅनियम व युरेनियम खनिजांमध्ये उपउत्पादन म्हणून - उदाहरणार्थ रशिया, युक्रेन, चीन, कझाकस्तानमध्ये.
- * ऑस्ट्रेलिया आणि फिलिपाईन्समधील निकेल-कोबाल्ट खाणींमध्ये थोड्या प्रमाणात स्कॅंडियम मिळते.

यावरून लक्षात येईल की स्कॅंडियमचे प्रमुख उत्पादक देश चीन, रशिया, कझाकस्तान, फिलिपाईन्स, ऑस्ट्रेलिया हे आहेत. भारतात याचे फारसे अस्तित्व नाही.

अंतराळात स्कॅंडियमचे अस्तित्व

- * स्कॅंडियम हा ताऱ्यांमध्ये न्यूक्लियोसिंथेसिसद्वारे तयार होणारे मूलद्रव्य आहे. ते कोर-कॉलॅप्स सुपरनोव्हा (विशेषतः Type II supernova) स्फोटांत तयार होते.
- * सूर्याच्या प्रकाशात व स्पेक्ट्रामध्ये स्कॅंडियमची रेषा ओळखता येते.
- * अनेक ताऱ्यांच्या स्पेक्ट्रा अभ्यासात Sc II (आयनाइज्ड स्कॅंडियम) रेषा दिसतात, म्हणजे हे मूलद्रव्य विश्वात सर्वत्र असले तरी अत्यल्प प्रमाणात पसरलेले आहे.
- * उल्कापिंडांमध्येही स्कॅंडियम थोड्या प्रमाणात सापडते.

त्यामुळे स्कॅंडियमचे अस्तित्व अंतराळात नक्कीच आहे, पण प्रमाण लोखंड, मॅग्नेशियम किंवा सिलिकॉनसारख्या सामान्य मूलद्रव्यांपेक्षा खूपच कमी आहे.

सजीव सृष्टीत स्कॅंडियमची भूमिका का नाही?

- * जैविक उपलब्धता कमी - स्कॅंडियम पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर फार कमी आहे. तो सहज पाण्यात विरघळून जैविक प्रणालीत प्रवेश करत नाही.
- * रासायनिक स्थैर्य - Sc^{3+} आयन इतर धातू आयनांपेक्षा (उदा. Mg^{2+} , Ca^{2+} , Fe^{2+}/Fe^{3+} , Zn^{2+}) कमी जैव-सक्रिय आहे. त्यामुळे एन्झाइम, प्रोटीन किंवा शारीरिक चक्रांमध्ये त्याने जागा मिळवली नाही.
- * विकासवादी निवड (evolutionary selection) - जैविक रेणूंना (जसे -TP, हेमोग्लोबिन, क्लोरोफिल) कार्यक्षमतेसाठी Mg, Fe, Cu, Zn, Mn यांची गरज होती, कारण ते सहज उपलब्ध व इलेक्ट्रॉन ट्रान्सफर/बंधनांमध्ये उपयुक्त होते. स्कॅंडियम हा फार दुर्मिळ व कमी उपयुक्त असल्याने जीवनाच्या जैव-रासायनशास्त्रात समाविष्ट झाला नाही.
- * विषारी प्रभावाचा प्रश्न - स्कॅंडियम जैविकदृष्ट्या फारसा उपयोगी नसला तरी जास्त प्रमाणात घेतल्यास पेशींमध्ये कॅल्शियमशी स्पर्धा करून अडथळा निर्माण करू शकतो. त्यामुळे निसर्गाने त्याला निरुपयोगी /बाहेर ठेवले असण्याची शक्यता आहे.

स्कॅंडियम हे मूलद्रव्य संक्रमण मूलद्रव्यांच्या (Transition elements) गटातील पहिले मूलद्रव्य आहे.



संक्रमण मूलद्रव्ये म्हणजे आवर्त सारणीतील अशा धातूंचा गट ज्यांच्या अणूंच्या d-कक्षेत (d-orbitals) इलेक्ट्रॉन्स भरत असतात.

शास्त्रीय व्याख्या

संक्रमण मूलद्रव्ये ही d-ब्लॉकमधील मूलद्रव्ये आहेत. त्यांची सर्वसाधारण व्याख्या अशी : ज्यांच्या अणूंच्या स्थिर अवस्थेत किंवा त्यांच्या आयनीकृत अवस्थेत अपूर्ण d-कक्षा (partially filled d orbitals) असतात, त्या मूलद्रव्यांना संक्रमण मूलद्रव्ये म्हणतात.

आवर्तसारणीतील स्थान

ही मूलद्रव्ये आवर्त सारणीतील ३ ते १२ गटांमध्ये (Groups 3-12) आढळतात.

उदाहरणे: Fe (लोह), Cu (तांबे), Zn (जस्त), Cr (क्रोमियम), Mn (मँगनीज) इत्यादी.

संक्रमण मूलद्रव्यांची वैशिष्ट्ये

चल ऑक्सिकरण अवस्था (Variable oxidation states) :

उदा. लोह (Fe^{2+} , Fe^{3+}).

रंगीत आयन्स निर्माण होणे:

उदा. Cu^{2+} निळसर, Cr^{3+} हिरवा.

उत्कृष्ट उत्प्रेरक (Catalysts) म्हणून वापर :

उदा. Fe - अमोनिया निर्मितीत (Haber प्रक्रिया).

धात्विक गुणधर्म ठळक : उदाहरणार्थ, चांगले चालकत्व, लवचीकता, ताठरपणा.

संकलन संयुगे (Complex compounds) तयार करण्याची क्षमता.

स्कॅनडियमचे तांत्रिक उपयोग

अरोस्पेस व खेळ साहित्यामध्ये मिश्रधातू

अॅल्युमिनियम-स्कॅनडियम मिश्रधातू (Al-Sc alloys)

- * स्कॅनडियमचे ०.१-०.५% प्रमाण अॅल्युमिनियम-मध्ये मिसळले की त्या धातूची मजबुती, हलकेपणा आणि गंजरोधक क्षमता मोठ्या प्रमाणात वाढते.
- * त्यामुळे रॉकेट, विमानांचे भाग, उपग्रहांचे घटक बनवण्यासाठी या मिश्रधातूंचा वापर होतो.
- * उच्च कार्यक्षम सायकली, बेसबॉल बॅट, गोल्फ काठ्या यामध्येही या मिश्रधातूंचा वापर होतो, कारण त्या मजबूत व हलक्या असतात.

घन ऑक्साईड फ्युएल सेल्स (SOFCs)

- * स्कॅनडियम-डोपड झिरकोनिया (ScSZ) हा एक महत्वाचा इलेक्ट्रोलाइट पदार्थ आहे.
- * यामुळे फ्युएल सेल्सचे कार्यकारी तापमान कमी होते ($1000^{\circ}C$ वरून $600-800^{\circ}C$ पर्यंत).
- * कमी तापमानामुळे उपकरणांचे आयुष्य वाढते व ऊर्जा कार्यक्षमतेत सुधारणा होते.

प्रकाशयंत्रे (Lighting)

- * स्कॅनडियम आयोडाइड मिसळून बनवलेल्या मेटल-हॅलाइड दिव्यांमध्ये (metal halide lamps) प्रकाशाचा रंग सूर्यप्रकाशासारखा दिसतो.
- * हे दिवे चित्रपट व दूरदर्शन स्टुडिओमध्ये, तसेच स्टेडियम लायटिंगसाठी वापरले जातात.
- * खेळांच्या मैदानी कार्यक्रमांमध्ये नैसर्गिक प्रकाशा-सारखे तेज देण्यासाठी हा एक उत्तम पर्याय आहे.

इलेक्ट्रॉनिक्स आणि लेसर

- * स्कॅनडियम ट्रायफ्लोराईड (ScF₃) हे विशेष ऑप्टिकल क्रिस्टल तयार करण्यासाठी वापरले जाते.
- * स्कॅनडियम असलेले लेसर क्रिस्टल्स (उदा. ScBO₃) यांचा उपयोग उच्च-शक्तीच्या लेसर तंत्रज्ञानात होतो.

नवीन संशोधनातील उपयोग

- * हायड्रोजन साठवणुकीसाठी स्कॅनडियम मिश्रधातूंचा अभ्यास केला जात आहे.
- * थर्मोइलेक्ट्रिक व फोटोव्होल्टाईक उपकरणे - स्कॅनडियम-डोपड पदार्थ उष्णतेला विद्युत ऊर्जेत बदलण्यात मदत करू शकतात.
- * औषधनिर्मिती संशोधनात स्कॅनडियम संयुगे जैविक प्रतिक्रियांमध्ये ट्रेस कॅटलिस्ट म्हणून तपासली जात आहेत.

स्कॅनडियमचा सर्वात मोठा उपयोग अॅल्युमिनियम मिश्रधातू, फ्युएल सेल्स, व प्रकाशयंत्रे यामध्ये आहे. अरोस्पेस उद्योग व ऊर्जा क्षेत्र स्कॅनडियमवर खूप अवलंबून आहे, पण हा घटक अत्यंत दुर्मिळ असल्यामुळे त्याचा दर फार जास्त (सोन्यापेक्षा कधी कधी जास्त) असतो.

तर, हे आहे स्कॅडियम - अठराव्या शतकाच्या उत्तरार्धात प्रथम सापडलेले मूलद्रव्य, परंतु शुद्ध स्वरूपात आणि मोठ्या प्रमाणावर विसाव्या शतकाच्या मध्यापर्यंत न मिळालेले. ज्यामुळे आवर्तसारणीची ताकद जगासमोर आली.

* * *



हेमंत लागवणकर

आकडे बोलतात - २

क्रेडिट कार्डच्या क्रमांकामागचं गणित

कोणत्याही बँकेचं क्रेडिट कार्ड पाहिलं तर त्या प्रत्येक कार्डावर एक सोळा अंकी क्रमांक आपल्याला दिसतो. अर्थातच, हा क्रमांक प्रत्येक क्रेडिट कार्डासाठी निरनिराळा असतो. पण, हा सोळा अंकी क्रमांक म्हणजे कोणतेही सोळा अंक एकत्रित लिहून तयार झालेला क्रमांक नसतो; तर हा क्रमांक ठरवण्यासाठी १९६०च्या दशकात मांडल्या गेलेल्या एका अल्गोरिदमचा आधार घेतलेला जातो. आयबीएम या जगप्रसिद्ध कंपनीमध्ये कार्यरत असणाऱ्या हान्स पीटर लून या जर्मन वंशाच्या अमेरिकन शास्त्रज्ञाने एक



अल्गोरिदम विकसित केला. १९६० साली त्यांना या अल्गोरिदमचं अमेरिकन एकस्व (पेटंट) प्राप्त झालं. एखादा क्रमांक अचूकपणे लिहिला गेला आहे किंवा नाही, याची पडताळणी संगणकीय पद्धतीनं आपोआप करता यावी यासाठी हा अल्गोरिदम लिहिला गेला. क्रेडिट कार्ड देणाऱ्या कंपन्यांनी १९६०च्या दशकातला हा अल्गोरिदम स्वीकारला आणि आजमितीला कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या म्हणजे 'ए आय'च्या युगातही क्रेडिट कार्डाचा क्रमांक प्रमाणित करण्यासाठी हाच अल्गोरिदम सगळीकडे वापरला जातो

आहे. लून अल्गोरिदम कसा काम करतो, हे पाहणं मोठं रंजक आहे.

ऑनलाईन पद्धतीनं आर्थिक व्यवहार करताना काही वेळा गडबडीत आपल्याकडून क्रेडिट कार्डाचा क्रमांक चुकीचा टाकला जातो. क्रमांक चुकीचा टाकल्यानं आपल्याला लाल रंगात लिहिलेला एक संदेश स्क्रीनवर दिसतो - 'कृपया वैध क्रेडिट कार्ड नंबर प्रवेशित करा'. संदेश वाचल्यावर आपण क्रमांक टाकताना केलेली चूक आपल्या लक्षात येते. ज्या ठिकाणी ६ हा आकडा टाकणं अपेक्षित होतं त्या ठिकाणी ५ हा आकडा टाकल्यानं ही गडबड झालेली असते. मग आपण आपली चूक सुधारतो, आणि आर्थिक व्यवहार लगेच पूर्णही होतो. आता इथं प्रश्न असा आहे, की आपण टाकलेला चुकीचा क्रमांक ऑनलाईन व्यवहार हाताळणाऱ्या वेबसाईटला क्षणार्धात कसा काय समजला? त्या वेबसाईटवर सगळे क्रेडिट कार्ड क्रमांक ग्राहकाच्या नावानिशी सुरक्षितरीत्या सेव्ह करून ठेवलेले असतात का? ही वेबसाईट आपल्या बँकेशी संपर्क करून आपण टाकलेला क्रेडिट कार्डाचा क्रमांक तपासून घेते का? या सगळ्या प्रश्नांचं उत्तर एकच आहे - लून अल्गोरिदम!

क्रेडिट कार्डावरच्या क्रमांकावर नजर टाकल्यास आपल्याला सोळा अंकी क्रमांक चार-चार आकड्यांच्या गटाने लिहिल्याचं आढळतं. या क्रमांकात असलेल्या आकड्यांची विभागणी आणि त्याचा अर्थ समजून घेणं आवश्यक आहे. सोळा अंकी क्रमांकातला पहिला आकडा क्रेडिट कार्ड देणाऱ्या कंपनीचा संकेतांक असतो. क्रेडिट कार्ड पुरवणाऱ्या प्रत्येक कंपनीला विशिष्ट संकेतांक नेमून दिलेला आहे. उदाहरणार्थ, व्हिसा कार्डचा संकेतांक ४ आहे. मास्टरकार्डचा संकेतांक २ किंवा ५ आहे; तर रूपे कार्डला ६ हा संकेतांक दिलेला आहे. म्हणजेच, क्रेडिट कार्डच्या सोळा अंकी क्रमांकातला पहिला आकडा पाहिल्यावर आपल्याला कोणत्या कंपनीचं क्रेडिट कार्ड



आहे, हे ओळखता येतं. त्यानंतर लिहिलेल्या पाच आकड्यांचा मिळून बँक संकेतांक तयार झालेला असतो. आपल्याला ज्या बँकेमार्फत हे क्रेडिट कार्ड दिलं गेलं आहे, त्या बँकेसाठी निश्चित केलेला हा संकेतांक असतो. त्यानंतर असणाऱ्या आकड्यांपैकी शेवटचा आकडा वगळता तयार झालेला क्रमांक हा आपला क्रेडिट कार्ड खाते क्रमांक असतो. सोळा अंकी क्रमांकातला शेवटचा आकडा हा एक 'तपास अंक' असतो, आणि वित्तीय संस्था किंवा खाते क्रमांकाशी या आकड्याचा प्रत्यक्ष संबंध नसतो. या आकड्याचं महत्त्व म्हणजे तो अशा प्रकारे ठरवण्यात येतो, की क्रेडिट कार्डाचा सोळा अंकी क्रमांक लून अल्गोरिदमचं पालन करेल.

आता आपण लून अल्गोरिदम कसं काम करतो, हे एका उदाहरणाच्या मदतीनं टप्प्या-टप्प्यानं समजून घेऊ या. समजा, आपला क्रेडिट कार्ड क्रमांक ४०२४ ६०७२ ३६९५ ०७४८ आहे.

१) आता, शेवटचा ८ हा आकडा सोडून कार्डावरचे सगळे अंक आपण क्रमानं लिहू या.

४०२४ ६०७२ ३६९५ ०७४

२) उजवीकडून सुरू करून एका आड एक येणाऱ्या आकड्यांची दुप्पट करा. म्हणजेच उजवीकडे असलेल्या ४पासून सुरुवात करून ०, १, ३, ७, ६, २ व ४ यांची दुप्पट करावी लागेल. ज्या आकड्यांची दुप्पट केली नाही, ते आकडे जसेच्या तसे लिहायचे आहेत. ही प्रक्रिया करून आपल्याला पुढील आकडे मिळतील.

८ ० ४ ४ (१२) ० (१४) २ ६ ६ (१८) ५ ० ७ ८

३) वरच्या पायरीमध्ये एखाद्या आकड्याची दुप्पट करून दोन अंकी संख्या आली तर त्या दोन अंकी संख्येतल्या आकड्यांची बेरीज करा. म्हणजेच, आपल्या उदाहरणात आलेल्या १२, १४ आणि १८ या दोन दोन अंकी संख्येतल्या आकड्यांची बेरीज अनुक्रमे ३, ५ आणि ९ अशी येईल.

४) वरच्या तीन पायऱ्यांनुसार आकडेमोड केल्यावर आपल्याला मिळणारे अंक पुढीलप्रमाणे असतील -

८ ० ४ ४ (३) ० (५) २ ६ ६ (९) ५ ० ७ ८

या ठिकाणी कंसात दिलेले आकडे हे दुप्पट केल्यावर मिळणाऱ्या दोन अंकी संख्येतल्या आकड्यांची बेरीज आहे, हे लक्षात घ्यावं.

५) आता या सगळ्या आकड्यांची बेरीज करा. ही बेरीज ६७ येते. आता, यामध्ये शेवटचा तपास अंक ८ मिळवा, म्हणजे बेरीज ७५ येईल.

वर दिलेल्या सर्व प्रक्रिया करून आपल्याला आपल्याला मिळणारी संख्या १०च्या पटीत असेल तर क्रेडिट कार्डाचा क्रमांक वैध किंवा बरोबर आहे. सर्व गणितीय प्रक्रिया करून या उदाहरणामध्ये आपल्याला मिळालेली संख्या ७५ आहे. या संख्येला १० नं पूर्ण भाग जात नाही. याचा अर्थ आपण लक्षात घेतलेला क्रेडिट कार्ड क्रमांक चुकीचा किंवा अवैध आहे.

क्रेडिट कार्ड देणारी कंपनी प्रथम ग्राहकाचा खाते क्रमांक निश्चित करते आणि नंतर लून अल्गोरिदमनुसार येणारा योग्य तो तपास अंक निश्चित केला जातो. आपण पाहिलेल्या उदाहरणात क्रेडिट कार्ड क्रमांक वैध ठरण्यासाठी शेवटचा तपास अंक ८ ऐवजी ३ असायला पाहिजे; तरच



४०२४ ६०७२ ३६९५ ०७४ ←

उजवीकडून सुरू करून एका आड एक येणाऱ्या आकड्याची दुप्पट करा

८०४४ १२०१४२ ६६१८५ ०७८

सर्व अंकांची बेरीज करा

$$८+०+४+४+(१+२)+०+(१+४)+२+६+६+(१+८)+५+०+७+८ = ६७$$

आलेल्या उत्तरात तपास अंक मिळवा

$$६७ + ८ = ७५$$

६७ + ३ = ७० ही १०च्या पटीत असलेली संख्या मिळेल.

क्रेडिट कार्ड क्रमांकाच्या पडताळणीची ही अत्यंत साधी पद्धत जगभर प्रचलित झाली. तुम्ही तुमचा क्रेडिट कार्ड क्रमांक टाकताना कोणत्याही एका अंकात चूक केली तर लून अल्गोरिदमच्या मदतीनं ती चूक ताबडतोब शोधली जाते. तसंच, तुम्ही क्रेडिट कार्डाचा क्रमांक टाकताना चुकून शेजारील कार्ड अंकांची अदलाबदल केली तर ०९ ते ९० किंवा त्याउलट करण्याचा अपवाद वगळता ती चूकदेखील लगेच शोधली जाईल.

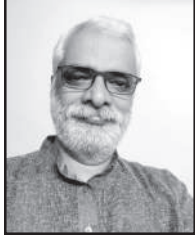
पण, यातून लून अल्गोरिदमच्या मर्यादा समोर येतात. विशिष्ट अंकांची अदलाबदल करणं किंवा दोन अंक चुकीचे टाकणं अशा गोष्टी लून अल्गोरिदमच्या लक्षात न येण्याची शक्यता असते. नेमक्या याच त्रुटी डच गणितज्ञ जेकबस व्हेर्होफ यांनी ओळखून १९६९ साली लून अल्गोरिदम संदर्भात एक अहवाल दिला. तसंच, या त्रुटी दूर करून एक व्यापक असा अल्गोरिदम विकसित केला. जेकबस व्हेर्होफ यांनी तयार केलेला अल्गोरिदम गणितीय दृष्ट्या अत्यंत

प्रबळ असला तरी प्रत्यक्षात वापरण्याच्या दृष्टीनं मात्र खूपच क्लिष्ट होता. त्यामुळे तो फारसा वापरात आला नाही. याउलट, लून अल्गोरिदम मात्र क्रेडिट कार्ड, डेबिट कार्ड, प्रीपेड कार्ड, गिफ्ट कार्ड अशा जवळजवळ सर्व प्रकारांतील पेमेंट कार्डांना लागू होतो. अर्थात, लून अल्गोरिदममुळे तुमचं कार्ड सक्रिय आहे का किंवा त्या क्रमांकाचं कार्ड खरोखरच अस्तित्वात आहे का, कार्डाचे खरे मालक तुम्हीच आहात का, इत्यादी बाबींची वैधता तपासली जात नाही. पण, लून अल्गोरिदममुळे कार्ड क्रमांक टाकण्यात आपण केलेली चूक लगेच लक्षात आणली जाते आणि त्यामुळे आपला वेळ वाचतो. याशिवाय चुकीचे किंवा गैर मार्गानं होणारे आर्थिक व्यवहार टाळण्यासाठी सुद्धा यामुळे मोठी मदत होते. आता तुमच्याकडे असलेल्या क्रेडिट किंवा डेबिट कार्डवरच्या क्रमांकाची पडताळणी लून अल्गोरिदम वापरून तुम्ही नक्की करून बघा.

– हेमंत लागवणकर

(विज्ञान प्रसारक आणि शैक्षणिक सल्लागार)

<https://hemantlagvankar.com/>



डॉ. जयंत वसंत जोशी

दिवे लागले रे, दिवे लागले, तमाच्या तळाशी, दिवे लागले...

मानवी संस्कृतीच्या प्रवासात प्रकाशाचा शोध हा सर्वात महत्त्वाचा टप्पा आहे. अंधारात राहणाऱ्या आदिमानवाला अग्नीचा शोध लागला आणि त्यानंतर मानवाच्या जीवनाला नवे वळण मिळाले. सुरुवातीला तो केवळ उष्णतेसाठी आणि संरक्षणासाठी अग्नी वापरत होता. पुढे जसजसा विकास झाला, तसतसा प्रकाश निर्माण करण्याचे साधन म्हणूनही अग्नीचा उपयोग होऊ लागला.

तेलाचा दिवा हा मानवाने शोधलेला पहिला व्यवस्थित प्रकाशाचा स्रोत मानला जातो. त्यानंतर मेणबत्ती, गॅस दिवे, कार्बन आर्क, विद्युत बल्ब, ट्यूबलाईट, सी.एफ.एल. आणि सध्या वापरात असलेले एल.ई.डी. दिवे हा प्रकाशप्रवास विज्ञानाच्या विकासाचा अद्भुत आरसा आहे.



कंदिल

महत्त्वाचा नाही, तर त्यामागे ठोस असे वैज्ञानिक कारण आणि ऊर्जाविज्ञानही दडलेले आहे. अंधार दूर करून प्रकाश देणे हे दिव्याचे कार्य जसे आध्यात्मिक आहे तसेच ते शुद्ध भौतिकशास्त्र आणि रसायनशास्त्राशी निगडितही आहे.



पारंपारिक पणती

भारतीय संस्कृतीत प्रकाश हे ज्ञानाचे, सत्याचे आणि पवित्रतेचे प्रतीक मानले जाते. तमसो मा ज्योतिर्गमय हा उपनिषदातील मंत्र आपल्याला अज्ञानाच्या अंधारातून ज्ञानाच्या प्रकाशाकडे जाण्याची प्रेरणा देतो. या प्रकाशाचे मूर्त रूप म्हणजेच तेलाचा दिवा. दिवा लावण्याची परंपरा केवळ धार्मिकच नाही तर वैज्ञानिक कारणांनीही अत्यंत महत्त्वाची आहे. तेलाचा दिवा हा एक साधा दिसणारा पण अनेक वैज्ञानिक संकल्पना उलगडणारा घटक आहे. तेलाचा दिवा हा भारतीय संस्कृतीचा अविभाज्य घटक आहे. मंदिरात, घरात, सणासुदीच्या काळात किंवा दैनंदिन पूजाअर्चनेत तेलाचा दिवा लावण्याची परंपरा आजही जपली जाते. दिवा हा केवळ धार्मिक वा सांस्कृतिक दृष्टिकोनातून



टांगती समई



दिव्याची रचना आणि विज्ञान

तेलाचा दिवा साधारणपणे माती, पितळ, तांबे किंवा कांस्य अशा धातूंपासून बनवला जातो. दिव्यात एक छोटेसे भांडे/कप असतो ज्यात तेल साठवले जाते आणि त्या तेलात वात ठेवलेली असते.

तेल – पारंपरिक पद्धतीत तिळाचे तेल, शेंगदाण्याचे तेल, मोहरीचे तेल किंवा कधी तूपही वापरले जाते. तेल हे इंधन म्हणून कार्य करते.

वात – कापसाची किंवा सूताच्या धाग्याची वात तेलात बुडवून ठेवली जाते. ही वात केशाकर्षणामुळे तेल वरच्या दिशेने ओढते. हीच प्रक्रिया झाडांच्या मुळांतून पाणी वर जाण्यासही कारणीभूत असते. म्हणजेच दिवा हा निसर्गातील एका मूलभूत घटनेचे लघुरूप आहे.

ज्योत – वातीच्या टोकावर तेलाचे बाष्परूप जळते आणि त्यातून ज्योत निर्माण होते.

ज्योत पेटण्यामागील विज्ञान

केशाकर्षन तत्व – वातीतील सूक्ष्म छिद्रे तेल वर ओढतात. हा द्रवपदार्थाचा एक महत्त्वाचा गुणधर्म आहे, ज्याला केशवाहिनी क्रिया असेही म्हणतात.



मेणबत्तीच्या ज्योतीचे भाग

दहन – तेलात ऊर्जा रासायनिक ऊर्जेच्या रूपात साठवलेली असते. दिवा पेटल्यावर ही ऊर्जा प्रकाश ऊर्जा व उष्णता ऊर्जा या मध्ये रूपांतरित होते. तेलात असलेले कार्बन-हायड्रोजनची संयुगे ऑक्सिजनच्या उपस्थितीत जळतात. त्यामुळे रासायनिक ऊर्जेचे उष्णता आणि प्रकाश या दोन ऊर्जा स्वरूपांत रूपांतर होते.

ज्योतीची रचना – तेलाच्या दिव्याची ज्वाला तीन भागांत विभागलेली असते. ज्योतीचा आतील मध्यभागी असलेला गडद काळसर भाग, येथे प्राणवायू कमी असल्याने इंधनाचे अपूर्ण दहन होते. मधला तेजस्वी पिवळा भाग, येथे

काजळी (कार्बन कण) तापतात आणि पिवळसर प्रकाश निर्माण होतो. बाहेरचा निळसर भाग, येथे पूर्ण दहन होते आणि जास्त उष्णता व प्रकाश निर्माण होतो. त्यामुळे तेलाच्या दिव्याची ज्योत अभ्यासताना आपल्याला भौतिकशास्त्रातील ऊर्जरूपांतरण, रसायनशास्त्रातील दहन प्रक्रिया, आणि प्रकाशशास्त्रातील प्रकाश-किरणोत्सर्ग या तिन्ही गोष्टी दिसतात.

दिव्या लावण्याचे वैज्ञानिक फायदे

हवा शुद्धीकरण – तिळाचे तेल वा तूप वापरल्यास ज्वलनाच्या वेळी निर्माण होणारे सूक्ष्म कण वातावरण शुद्ध करतात. नव्याने झालेल्या काही संशोधनानुसार तुपाच्या दिव्यामुळे हवेतले हानिकारक जंतूंचे प्रमाण कमी होते. दिवा अंधाच्या खोलीत ठेवल्यास प्रकाश सर्वत्र पसरतो. हे प्रकाश किरणांच्या सरळ रेषेत प्रवासाचे दिव्याचा प्रकाश सर्व दिशांना (३६० अंशात) प्रसाराचे उदाहरण आहे. यामुळे आसपासचा अंधार दूर होतो आणि मानसिकदृष्ट्या शांतता, सकारात्मकता निर्माण होते. तुपाच्या दिव्यामुळे सौम्य सुगंध व उष्णता वातावरणात पसरते. त्यामुळे श्वसनसंस्थेवर चांगला परिणाम होतो. मोहरीच्या तेलाच्या दिव्यामुळे ड्रास व कीटक दूर राहतात. दिव्याच्या किंवा मेणबत्तीच्या ज्योतीकडे निरंतर पाहण्याच्या प्रक्रियेला योगशास्त्रातील शुद्धीक्रियांमध्ये 'त्राटक' म्हणतात. या योग प्रकाराने एकाग्रता, स्मरणशक्ती आणि मानसिक स्थैर्य वाढते. असा काही संशोधकांचा दावा आहे. काजळीचे उपयोग – ज्वालाग्राही काजळी पारंपरिकरीत्या आयुर्वेदिक औषधांमध्ये व लिखाणासाठी शाई तयार करण्यासाठी वापरली गेली आहे.

दिव्याचे सांस्कृतिक आणि वैज्ञानिक महत्त्व

भारतीय संस्कृतीत दिवा ज्ञानाचे, सत्याचे आणि आत्मबळाचे प्रतीक मानला जातो. परंतु वैज्ञानिक दृष्टिकोनातून पाहिले तर दिवा म्हणजे ऊर्जेचे रूपांतर करणारे यंत्र (रासायनिक ऊर्जा → उष्णता व प्रकाश ऊर्जा), हवा शुद्ध करणारे साधन, मानवी आरोग्यावर सकारात्मक परिणाम करणारे उपकरण आहे.

शालेय स्तरावर दिव्याच्या किंवा मेणबत्तीच्या ज्योतीवर अनेक छोटे विज्ञान प्रयोग करता येतात

ज्योतीवर काचपट्टी धरल्यास त्यावर काळसर थर (काजळी) साचतो हा कार्बन कण असल्याचा म्हणजेच अपूर्ण दहनाचा पुरावा आहे.

ज्योतीच्या बाह्य भागाजवळ सुई धरल्यास ती पटकन



तापते म्हणजेच या भागात पूर्ण दहन होत असल्याचा व उष्णता तुलनेने जास्त असल्याचा पुरावा आहे. दिवा किंवा मेणबत्ती काचेच्या झाकणाखाली ठेवली तर ती काही सेकंदात विझते. या छोट्या प्रयोगातून प्राणवायूचा दहनासाठी असलेला महत्वाचा सहभाग स्पष्ट होतो.

आधुनिक विज्ञानाशी नाते

आजच्या काळात दिव्याची जागा विजेच्या बल्ब, ट्यूबलाईट किंवा एल.ई.डी.ने घेतली आहे. तरीसुद्धा तेलाच्या दिव्यातील ऊर्जाविज्ञान, दहनप्रक्रिया आणि पर्यावरणावर होणारा परिणाम यांचा अभ्यास आजही महत्वाचा आहे. खरेतर एल.ई.डी. दिवा व तेलाचा दिवा या दोन्हीच्या मागे ऊर्जापरिवर्तनाचे शास्त्र आहे. म्हणजेच हे दोन्हीही ऊर्जापरिवर्तन करणारी साधने आहेत. तेलाच्या दिव्यात रासायनिक ऊर्जेचे प्रकाश व उष्णतेत रूपांतरण होते तर विद्युत बल्ब किंवा एल.ई.डी. दिव्यात विद्युतऊर्जेचे प्रकाश व उष्णतेत रूपांतरण होते. म्हणजेच तेलाचा दिवा आणि आधुनिक दिवे हे विज्ञानाच्या समान सूत्रावर आधारित असून, तंत्रज्ञानानुसार त्यात बदल होत गेले आहेत. एल.ई.डी. दिवे विद्युतऊर्जेचे जवळजवळ पूर्णपणे प्रकाशात रूपांतर करतात. उष्णतानिर्मितीत अत्यल्प विद्युतऊर्जा वाया जाते.

विद्युत दिव्याचा पर्यावरणावर परिणाम कार्बन उत्सर्जनावर अवलंबून असतो (वीजनिर्मितीच्या स्रोतावर अवलंबून). तेलाच्या दिव्यात थोडी काजळी व कार्बनडायऑक्साईड तयार होतो, पण ते प्रमाण अत्यल्प असते. तेलाच्या दिव्यातील एक ग्रॅम तेल जळल्यावर सुमारे ९ किलोकॅलरी ऊर्जा मिळते. त्यातील काही ऊर्जा प्रकाशात तर उरलेली ऊर्जा उष्णतेत बदलते. दिव्याचा कार्यक्षमता गुणांक आधुनिक एल.ई.डी. दिव्यांच्या तुलनेत कमी असला तरी तेलाचा दिवा लहान खोलीत उपयोगी पडतो. पारंपरिक दिवे पर्यावरणपूरक बनवण्यासाठी बायोडिझेल दिवे तयार केले जात आहेत. कार्बनउत्सर्जन कमी करणारे, सुगंधी व आरोग्यदायी परिणाम करणारे दिवे विकसित करण्याचे प्रयोग सुरू आहेत. त्यामुळे अशा दिव्याचा उपयोग केवळ परंपरेतच नव्हे तर शाश्वत ऊर्जासाधन म्हणूनही भविष्यात होऊ शकतो. आधुनिक विज्ञानात एल.ई.डी. दिव्यांचा वापर वाढला असला तरी तेलाच्या दिव्याचे आध्यात्मिक आणि वैज्ञानिक महत्त्व कायम आहे.

मेणबत्तीत मेण व सूती वात यांच्या साहाय्याने प्रकाश मिळतो. तेलाच्या दिव्यासारखीच दहनप्रक्रिया सोपी, हाताळण्यास व एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी ने-आण

करण्यास सोयीस्कर, पण धूर व कार्बनउत्सर्जन होते.

विद्युत बल्ब हा मानवाचा एक क्रांतिकारी शोध. यामुळे काम करण्यासाठी दिवसाचे २४ तास उपलब्ध झाले.



१८७९मध्ये एडिसनने कार्बन फिलामेंटचा पहिला यशस्वी बल्ब बनविला. या बल्बमध्ये फिलामेंटमधून विद्युतप्रवाह जातो. टंगस्टनच्या तारेच्या प्रतिरोधामुळे तापमान वाढते. फिलामेंट २५००°C पर्यंत तापून प्रकाश निर्माण होतो. याचे महत्वाचे फायदे म्हणजे याचा धूर होत नाही किंवा काजळी येत नाही, सतत व नियंत्रित प्रकाश मिळतो. याच्या काही मर्यादाही आहेत. त्यापैकी महत्वाची मर्यादा म्हणजे यात जास्त ऊर्जा उष्णतेत वाया जाते. प्रकाशाच्या दृष्टिकोनातून कार्यक्षमता फक्त ५%. आयुर्मानही कमी असते. साधारणतः १००० तासांपर्यंत बल्ब प्रकाश देतो. तरीही विद्युत बल्बने जग बदलले. शहरे, उद्योग, घरे सर्वत्र रात्रीचे काम करणे शक्य झाले.

१९३० च्या दशकात फ्लुरोसेंट ट्यूब विकसित झाली. फ्लुरोसेंट ट्यूबमध्ये आतील पारा वायूविद्युत प्रवाहाने उत्तेजित होतो व उत्सर्जित झालेली अतिनील किरणे फॉस्फर कोटिंगवर पडून दृश्यमान प्रकाश निर्माण करतात. फ्लुरोसेंट ट्यूबची कार्यक्षमता बल्बपेक्षा जास्त म्हणजेच २५% पर्यंत असते.

१९८० नंतर सीएफएलचा (Compact Fluorescent Lamp) वापर सुरू झाला. हे साधारण ट्यूबलाईटचेच लहान वळणदार रूप होते. याचा मोठा फायदा म्हणजे हे बल्बपेक्षा ४५ पट कार्यक्षम होते. परंतु पाण्यामुळे यापासून पर्यावरणीय धोका मोठा होता.

त्यानंतर साधारण २०००च्या आसपास एल.ई.डी. दिवे बाजारात आले व त्यांनी प्रकाशक्रांती केली. एल.ई.डी. म्हणजे Light Emitting





Diode. हे अर्धसंवाहक उपकरण आहे. बॅटरीच्या धन टोकाला उपकरणाचा पी (P) भाग व बॅटरीच्या ऋण टोकाला उपकरणाचा एन (N) भाग जोडला की यातून विद्युतप्रवाह वाहून सुरू होते व अर्धवाहक असलेल्या इलेक्ट्रॉन-होल संयुगातून प्रकाशकण (फोटॉन) उत्सर्जित होतात. या प्रक्रियेला इलेक्ट्रोल्युमिनेसन्स (Electroluminescence) म्हणतात. यात विद्युतऊर्जा थेट प्रकाशात रूपांतरित होते व कार्यक्षमता ८०-९०% व आयुष्यमान साधारण ५०,००० तासांपर्यंत वाढले. निर्माण होणाऱ्या प्रकाशाची रंगच्छटा व तीव्रता नियंत्रित करता येते. याच्या वापराने विजेचा वापर कमी व पर्यायाने ऊर्जाबचत होते. पाऱ्याचा कोणत्याच स्वरूपात वापर होत नसल्याने पर्यावरणपूरक आहे. उष्णता अतिशय कमी निर्माण होते. तसेच, हे दिवे टिकाऊ व सुरक्षित आहेत. आश्चर्याची बाब म्हणजे आधुनिक भ्रमणध्वनी, संगणक, दूरचित्रवाणी संच यांचे पडदे (स्क्रीन) हे देखील एल.ई.डी.पासून तयार होतात.

तेलाचा दिवा हा फक्त धार्मिक प्रतीक नाही तर विज्ञानाचा एक सुंदर आविष्कार आहे. केशाकर्षण, दहनप्रक्रिया, ऊर्जारूपांतरण, हवाशुद्धीकरण, मानसिक एकाग्रता अशा अनेक वैज्ञानिक संकल्पना त्यातून स्पष्ट होतात. त्यामुळे दिवा लावणे हे आपल्या संस्कृतीत जितके पवित्र मानले जाते तितकेच ते वैज्ञानिक दृष्टिकोनातूनही उपयोगी ठरते. तेलाच्या दिव्यामागील विज्ञान जाणून घेतल्यावर लक्षात येते, की परंपरा आणि विज्ञान हे दोन्ही एकमेकांना पूरक आहेत. दिव्याचा प्रकाश केवळ अंधार नाहीसा करत नाही तर आपल्या जीवनात ज्ञान, सकारात्मकता आणि आरोग्याचा दीपही प्रज्वलित करतो. तेलाचा दिवा ते ए.ई.डी. दिवे हा प्रवास फक्त तंत्रज्ञानाचा नाही, तर संस्कृती, समाज आणि विज्ञानाच्या उत्क्रांतीचा आरसा आहे. दिव्याच्या प्रत्येक टप्प्यात मानवाच्या बुद्धिमत्तेचा प्रकाश दडलेला आहे.

दीपोत्सवात म्हणजेच दीपावलीच्या सणामध्ये दिवे लावून अंधार दूर केला जातो याचा वैज्ञानिक अर्थ म्हणजे संपूर्ण समाजात एक सकारात्मक भावना, ऊर्जा निर्माण करणे.

(छायाचित्र माहितीजालावरील स्रोतांतून साभार.)

– डॉ. जयंत वसंत जोशी

jvjoshi2002@yahoo.com

॥ग्रंथाग्नी॥✱॥

युवक बिरादरीच्या माध्यमातून केलेले समाजकार्य... एका अथक प्रवासाचे प्रेरणादायी अनुभव-चिंतन...



माझी बिरादरी

क्रांती शाह

मूळ किंमत : ४०० रुपये

सवलतीत : २४० रुपये



डॉ. किशोर कुलकर्णी

भविष्यातील कृत्रिम बुद्धिमत्ता आणि मानव

कृत्रिम बुद्धिमत्तेला खतपाणी घालून आपण माणसाची किंमत कमी करून घेत आहोत का, असा प्रश्न काहींना नक्कीच पडला असेल. अपवादात्मक स्थितीत मलाही असेच वाटते. कदाचित भविष्यात माणसाला असेही वाटायला लागेल की कृत्रिम बुद्धिमत्ता आपण स्वीकारायला नको होती. कदाचित तोपर्यंत खूप उशीर झाला असेल. नोबेल पारितोषिक विजेते जेफ्री हिंटन आणि या क्षेत्रातील इतर अनेक तज्ज्ञांनी अगोदरच इशारा देऊन ठेवला आहे की कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा बागुलबुवा आपल्या मानगुटीवर बसणार आहे त्याचे खूप लाड करू नका. एवढेच नाही तर असाही धोका आहे, की कृत्रिम बुद्धिमत्तेवर पोसले जाणारे यंत्र मानव स्वतःची बुद्धी वापरून एखादी त्यांची स्वतःची भाषा निर्माण करून माणसावर राज्य करू लागतील, माणूस त्यांचा गुलाम बनेल. अर्थात आज तरी हे दिवास्वप्न वाटतंय पण कोण जाणे असं कदाचित घडेलही. असं घडलं तर माणूस नैराश्याच्या खोल गर्तेत गेल्याशिवाय राहणार नाही. असं असेल तर कृत्रिम बुद्धिमत्तेमध्ये (एआय) आणखी प्रगती करायची की इथेच थांबायचे हा मोठा प्रश्न आज मानवजातीला पडला आहे. आज मानवजात एका फार मोठ्या संकटाच्या उंबरठ्यावर उभी आहे. कारण एआयप्रणाली केवळ आपल्या संज्ञानात्मक क्षमतांची बरोबरी करत नाही तर त्यापेक्षा सरस होण्याच्या प्रयत्नात आहे. थोडक्यात मानवाची बुद्धिमत्ता अस्तंगत होण्याच्या संधिकाळात येऊन ठेपली आहे असे अनेकांचे मत आहे. मानवजातीला हे एक आव्हान आहे. आपल्या अस्तित्वाची लढाई आहे असे म्हटले तर ते वावगे ठरू नये. टायल हा एक एआय क्षेत्रातला नामी तंत्रज्ञ आहे तर अल्विटल हा क्लॉड बनवणाऱ्या कंपनीचा मालक आहे. त्या दोघांनाही असेच वाटते की नव्हे खात्री आहे, की येऊ घातलेले तंत्रज्ञान येणाऱ्या भरभराटीच्या युगाची नांदी आहे. ही प्रगती इतकी अनाकलनीय आणि अभूतपूर्व असेल की त्यावर आपला कोणाचाही विश्वास बसणार नाही आणि कदाचित

मानवाचे नियंत्रणही राहणार नाही. इथे १९२०मध्ये लिहिलेल्या एका यंत्रमानवावरील कादंबरीतील माहिती उद्धृत करावीशी वाटते. रोबो किंवा यंत्रमानव कसे विकसित झाले आणि त्यांनी माणसावर कशी कुरघोडी केली त्याविषयीचा एक किस्सा सांगावासा वाटतो, तो रोबोचा रोचक इतिहास असा आहे. आरयुआर (RUR) नावाचे एक नाटक लिहिले गेले होते. आरयुआर म्हणजे रॉसम्स युनिव्हर्सल रोबॉट्स हे झेक भाषेतील नाटक १९२०मध्ये कारेल कापेक या झेक नाटककाराने लिहिले. तीन वर्षांनंतर ते इंग्रजीत भाषांतरीत झाले. २५ जानेवारी १९२१ रोजी त्या नाटकाचा प्रथम प्रयोग प्रागच्या नॅशनल थिएटरमध्ये झाला. नाटकाची मध्यवर्ती कल्पना अशी, रोसम नावाच्या व्यक्तीने एक कारखाना चालवला होता. त्या कारखान्यात काम करण्याची प्रचंड शक्ती / क्षमता असलेले रोबोट-यंत्रमानव (मानवी चेहरा असलेली यंत्रं) निर्माण केले जायचे. हे यंत्रमानव भरपूर काम करायचे न थकता, काहीही न खाता पिता, अहोरात्र कामच करत राहायचे. इतर कारखानदारांनाही तो हे यंत्रमानव पुरवत होता. त्यामुळे त्याचा व्यवसाय जोरात होता. भरपूर पैसा त्यानं कमावला. मात्र काही काळानंतर कारखान्यातले निरोगी वातावरण बिघडले. यंत्रमानवांचा दृष्टिकोन बदलला. काळानुरूप हे यंत्रमानव केवळ सांगकामे राहिले नाहीत तर ते विचारांनी प्रगल्भ झाले. त्यांची विचारशक्ती कमालीची वाढली. एक वेळ अशी आली की त्यांनी रॉसमविरुद्ध बंड पुकारलं. क्षणार्धात कारखानदाराला मालक म्हणून बाजूला केलं व





कारखाना यंत्रमानवांनी ताब्यात घेतला. आरयुआर नाटकातील यंत्रमानवांची प्रज्ञा विकसित झाल्यानंतर यंत्रमानवांनी जाहीर केलं आम्ही जे काम करतो आहोत त्यात आम्हाला आता रस नाही, ते आमच्यासाठी आता निरस झालं आहे, कारखान्याच्या मालकाला नष्ट केल्याशिवाय आम्हाला पर्याय नाही, नाहीतर हा मालक आमच्याकडून तेच ते काम करवून घेत राहणार. नंतर त्या मालकाला ठार मारल्याचं नाटकात दाखवलं जातं. यंत्रमानवांचा एक नेता असतो तो म्हणतो, मनुष्याचं साम्राज्य आता संपुष्टात आलं आहे, या कारखान्याचे मालक आम्ही आहोत. कारण आम्ही सर्व शक्तिमान झालो आहोत. आमचे अधिराज्य सुरू झालं आहे. ज्यावेळी आपण यंत्रमानवाची कल्पनाही करू शकत नव्हतो त्यावेळी कापेकला असे विकसित यंत्रमानव व त्यांच्यातली प्रचंड कार्यक्षमता, कार्यशक्तिची कल्पना नाविन्यपद्धतीनं नाटकातून मांडली. कधीकाळी असे यंत्रमानव पृथ्वीवर अस्तित्वात येतील किंवा नाही याची त्याला कल्पनाही नव्हती, परंतु किती त्याची दूरदृष्टी म्हणावी लागेल.

ही प्रगती औत्सुक्यपूर्ण असेल यात वाद नाही, पण ती येणाऱ्या पुढील दोन पिढ्यांना गंभीर आव्हान देणारी असेल. हे आव्हान कसं पेलायचे किंवा या आव्हानाला कसं सामोरं जायचं यासाठी त्यांना काही योजना आखाव्या लागतील पण दुदैव असं की तेवढा वेळ त्यांच्याकडे असेल किंवा नाही याबद्दल आज तरी शंका वाटते. ओपनएआयचे सीईओ सॅम ऑल्टमन यांनी अलीकडच्या एका भाषणात असं प्रतिपादन केलं की जीपीटी-५ आपल्या सर्वांपेक्षा हुशार असेल. हुशार म्हणजे प्रतिभावान असंच त्यांना म्हणायचं असेल. क्लॉड तंत्रज्ञान निर्माण करणाऱ्या अँथ्रोपिक या कंपनीचं सीईओ डारियो अमोदेई यांनी येणाऱ्या शक्तिशाली एआय प्रणालीचं वर्णन डेटा सेंटरमधील प्रतिभावंतांचा देश असं केलं. हे केवळ भाकीत नाही तर ते जवळजवळ अस्तित्वात येत आहे. २०१९ साली जीपीटी-२ पाच आकड्यापर्यंत मोजू शकत होते किंवा अगदी मोजकीच सुसंगत अर्थपूर्ण वाक्ये एकत्रितपणे लिहू शकले. २०२३ला आलेले जीपीटी प्रारूप वैद्यकीय परवाना परीक्षा देणाऱ्या तसेच बार परीक्षा देणाऱ्या सुमारे ९०% उमेदवारांना मागे टाकू शकेल एवढी क्षमता त्यात होती. २०२४मध्ये क्लॉड ३.५ हे वैज्ञानिक आकृत्या आणि विविध प्रश्नांची उत्तरं सुमारे ९४ टक्क्यांहून अधिक अचूक देत होते. फ्रंटियर एआय अस्थापनेतील आघाडीच्या संशोधकांना विश्वास आहे की २०३० पूर्वी आपण अशा प्रणालींची निर्मिती करू की ज्या मानवी बुद्धिमत्तेच्या संज्ञानात्मक क्षमतांची त्या एक तर

बरोबरी करतील किंवा त्या क्षमतेच्या मर्यादा ओलांडून त्याही पुढे जातील. एआयसाठी हे सर्व चांगलं आहे आणि ते ठीकच म्हणायला पाहिजे. परंतु विसाव्या शतकाच्या सुरुवातीला मानवी तंत्रज्ञान विकसित होत असताना अल्डॉस हक्सले यांनी त्यांच्या 'ब्रेव्ह न्यू वर्ल्ड' या पुस्तकात इशारा दिला होता की मानव अशा जगात पाऊल ठेवू शकतो जिथे आपण आनुवंशविज्ञान तसंच तंत्रज्ञानाच्या विकासासह एक राक्षस किंवा सुपर मानव निर्माण करत आहोत. आणि तो मानव समाजाला कुठे घेऊन जाईल हे भविष्यच जाणो. आज तरी माणसाचं हे कृत्रिम बुद्धिमत्ता तंत्रज्ञान माणसाला उपकारक ठरत आहे. पुढील काही उदाहरणं वाचल्यावर बरं वाटेल व बागुलबुवाची भीती थोडी कमी होईल, उलट तूच माझा सांगाती असंही वाटेल.

आपण ज्येष्ठ नागरिकांपासून सुरू करू.

ज्येष्ठ नागरिकांना त्यांचा ताण कमी करण्यासाठी तसंच त्यांचा रक्तदाब, त्यांना असलेली चिंता, जाणवणारा एकटेपणा कमी करण्यासाठी आणि सामाजिक संवाद वाढवण्यासाठी कृत्रिम पाळीव प्राण्यांची शिफारस केली जाते. आता सायबॉगरना त्या एकाकी वृद्धांसोबत जाण्याचा सल्ला देण्यात आला आहे, अगदी त्यांचे काही घरकाम करण्यास मदत करण्यासाठीदेखील. उपचारात्मक रोबो आणि सामाजिकदृष्ट्या साहाय्यक रोबो तंत्रज्ञान ज्येष्ठ आणि शारीरिकदृष्ट्या अपंगांना त्यांचे जीवनमान सुधारण्यास मदत करत आहेत.

कामाच्या ठिकाणी मानवी चूक अपरिहार्य आहे आणि अनेकदा ती महागडी ठरते, थकव्याची पातळी जितकी जास्त असेल तितका चुका होण्याचा धोका जास्त असतो. तथापि, एआय तंत्रज्ञान थकवा किंवा भावनिक विचलनाचा त्रास सहन करत नाही. ते चुका वाचवतं आणि कर्तव्य व कार्य जलद आणि अधिक अचूकपणे पूर्ण करू शकतं.

एआय-आधारित शस्त्रक्रियांची निवड आज अनेक लोक करत आहेत. अजूनही शस्त्रक्रिया आरोग्य व्यावसायिकांकडून केल्या जात असल्या, तरी एआयची मदत घेतल्यामुळे ते शरीराला कमी नुकसान करून व्यवस्थित काम पूर्ण करू शकतात. दा विंची सर्जिकल सिस्टम, एक रोबोटिक तंत्रज्ञान जे शल्यकर्मींना कमीत कमी चुका करण्यास अनुमती देतं, या प्रणाली आता बहुतेक रुग्णालयांमध्ये उपलब्ध आहेत. या प्रणाली हातानं केलेल्या शस्त्रक्रियांपेक्षा कितीतरी जास्त अचूक असतील, रक्तस्राव कमी होईल, आणि रुग्णांना त्रास कमी होईल.

पहिले संगणकीय टोमोग्राफी स्कॅनर (कॅट स्कॅन) १९७१मध्ये उपयोगात आणले गेले. मानवी शरीराचे पहिले



चुंबकीय अनुनाद प्रतिमा (एमआरआय) स्कॅन १९७७ मध्ये अस्तित्वात आले. इ.स.२००० च्या दशकाच्या सुरुवातीस, कार्डियाक एमआरआय, बॉडी एमआरआय आणि गर्भाची प्रतिमा हे स्कॅनिंगचे प्रकार प्रचारात आले पण हे आता नित्याचं झालं. विशिष्ट रोग शोधण्यासाठी तसेच स्कॅनरनं घेतलेल्या प्रतिमांचं विश्लेषण करण्यासाठी नवीन अल्गोरिदम शोधणं सुरूच आहे, हे सर्व एआय तंत्रज्ञानाचं योगदान आहे व फायदे आहेत.

ऑगमेंटेड रिवॅलिटी (एआर) किंवा संवर्धित वास्तव हा एक प्रकार आहे यात अंकीय म्हणजे डिजिटल जग वास्तव जगासोबत मिसळलं जातं. एका पूर्ण वेगळ्या विश्वाचा अनुभव त्यातून मिळतो. यात आसपासच्या वास्तव स्थितीवर आभासी जग पसरतं आणि ते आपल्या डोळ्यांना कळतही असतं. विद्यार्थ्यांचे जीवशास्त्रीय प्रयोग या तंत्राद्वारे दाखवले तर प्रत्यक्ष फोटोसिंथसिस किंवा अन्न तयार करण्याची प्रक्रिया पानांच्या नेमक्या कोणत्या भागात व कशी होते ते दाखवणं शक्य होतं आणि ही प्रक्रिया विद्यार्थ्यांना सहज उमगते.

व्हर्च्युअल प्रेझेन्स किंवा आभासी उपस्थिती तंत्रज्ञानामुळे रोगांचे दूरस्थ निदान शक्य होऊ शकते. रुग्णाला त्याचा/तिचा पलंग सोडावा लागत नाही; परंतु दूर अंतरावर बसून यांत्रवाच्या साहाय्यानं म्हणजे रिमोट प्रेझेन्स रोबो वापरून, डॉक्टर प्रत्यक्षात तिथे नसतानाही रुग्णांची तपासणी करू शकतात. एवढंच काय प्रत्यक्ष शस्त्रक्रियाही करू शकतात. आरोग्य व्यावसायिक तिथे उपस्थित असल्यासारखे आणि जवळजवळ प्रभावीपणे संवाद साधू शकतात. यामुळे तज्ज्ञांना आणि रुग्णांना दोघांनाही प्रवास करण्याची गरज नसते व असमर्थ व असहाय्य असलेल्या रुग्णांना मदत करण्याची संधी मिळते.

सॅन फ्रान्सिस्कोस्थित तंत्रज्ञान विश्लेषक बेथ किंडिंग यांनी एक मोफत वृत्तपत्र प्रकाशित केलं आहे. ज्यामध्ये असं सूचित केलं आहे की एआयमध्ये वैद्यकीय निदानासाठी चांगली, संभाव्य व आश्वासक स्थिती असली तरी, अज्ञात रोगांचं चुकीचे निदान टाळण्यासाठी मानवी तज्ज्ञांची अजूनही आवश्यकता आहे कारण एआय मानवी प्रकारच्या सर्व समस्या सोडवण्यासाठी सर्वशक्तिमान नाही. काही प्रसंग असे असतात की एआय केवळ अविचारीपणे पुढे जाऊ शकतं, ज्यामुळे कदाचित अधिक जटिल समस्या निर्माण होऊ शकतात. अशा प्रकारे एआयच्या कार्याचे सतर्क निरीक्षण दुर्लक्षित केलं जाऊ शकत नाही.

मानवी समुदायात आपण ज्या पद्धतीनं राहतो त्यामध्ये व्यत्यय आणणारा एक मोठा सामाजिक बदल घडेल.



Artificial Intelligence Technologies

Source: Orange Mantra

मानवजातीला जीवन जगण्यासाठी कष्टाळू असलं पाहिजे, परंतु एआयच्या सेवेमुळे, आपण एकही साधन न उचलता यंत्रवत प्रोग्राम करू शकतो. मानवी जवळीक हळूहळू कमी होत जाईल कारण एआय कल्पनांच्या देवाणघेवाणीसाठी लोकांना समोरासमोर भेटण्याची गरजच नसेल. एआय लोकांना घरच्या घरी सोयी उपलब्ध करून देईल त्यामुळे संवादासाठी वैयक्तिक मेळाव्याची आवश्यकता राहणार नाही.

बेरोजगारी ही पुढची महत्वाची बाब आहे कारण अनेक कामांची जागा यंत्रसामग्रीनं घेतलेली असेल. आज, अनेक ऑटोमोबाईल असेंब्ली लाइन यंत्रे आणि रोबोने भरल्या आहेत, त्यामुळे पारंपरिक कामगारांना त्यांच्या नोकऱ्या गमवाव्या लागत आहेत. सुपरमार्केटमध्येही, स्टोअर क्लर्कची आता गरज राहिली नाही कारण डिजिटल उपकरण मानवी श्रमांवर कब्जा करून बसलं आहे.

एआयचे गुंतवणूकदार बाजारातल्या कमाईचा मोठा वाटा उचलतील म्हणून संपत्तीची असमानता निर्माण होईल. श्रीमंत आणि गरीब यांच्यातील दरी वाढेल.

नवीन समस्या केवळ सामाजिक अर्थानंच नव्हे तर एआयमध्ये देखील समोर येतात. कारण एआयला प्रशिक्षित केलं जात आहे आणि दिलेलं कार्य कसं चालवायचं हे शिकवले जात आहे, ज्यामुळे शेवटी मानवाचे नियंत्रण नसते अशा टप्प्यावर ते जाऊ शकतं, ज्यामुळे अनपेक्षित परिणाम आणि समस्या निर्माण होतात. हे सर्व आवश्यक अल्गोरिदमनं भरल्यानंतर एआयची क्षमता मानवी आदेशाकडे दुर्लक्ष करून आपोआप स्वतःच्या मार्गावर कार्य करू शकते

अत्याधुनिक आणि शक्तिशाली एआय मानवी मेंदुच्या कार्याची नकल करू शकतो. प्रचंड माहितीची उपलब्धता आणि निर्णयाचा वेग हे एआयचं बलस्थान आहे आणि म्हणूनच ते मानवी क्षमतेपेक्षा अधिक बुद्धिमान समजलं जातं. कृत्रिम साधारण किंवा सर्वसमावेशक बुद्धिमत्ता किंवा



आर्टिफिशियल जनरल इंटेलिजन्स किंवा थोडक्यात एजीआय ही मानवी मेंदूसारखी खऱ्या अर्थानं एक संकल्पना आहे. एजीआय माणसासारखाच विचार व वर्तन करू शकेल असे या क्षेत्रातले तज्ज्ञ सांगतात. एजीआय आज तरी वास्तवात नाही. केवळ संकल्पनेच्या पातळीवर आहे. ते कधी वास्तवात येईल याबद्दल तज्ज्ञांत एकवाक्यता नाही. साधारण २१५० सालापर्यंत ते अस्तित्वात येईल अशी काही तज्ज्ञांची धारणा आहे. एआय आपल्या प्रश्नांना उत्तरं देत सुधारतोय, उपलब्ध माहितीवर विचार करायची सवय लागते. सद्या त्याच्याकडे माहितीचा साठा मर्यादित आहे, पण ... पण जर हाच एआय इंटरनेटला जोडलेला असेल आणि माहितीचा साठा अमर्याद स्वरूपाचा प्राप्त झाला तर मात्र त्याच्या विचार करण्याला मर्यादा राहणार नाही. तो तुमच्या सर्व प्रश्नांना समर्थपणे उत्तरं देईल आणि त्याच वेळी स्वतःमध्ये सुधारणा करत जाईल. सुरुवातीला म्हटल्याप्रमाणे तंत्रज्ञांनी दिलेल्या प्रशिक्षणाच्या बळावर तो घालून दिलेल्या मर्यादा पार करेल व स्वतः काय निर्णय घेईल याची शाश्वती नाही. म्हणूनच एलोन मस्कसारखे तंत्रज्ञ म्हणतात एजीआयच्या वाटेला जाऊ नका तो तुमची दिशाभूल करेल. परंतु एकदम घाबरून जायचं कारण नाही. आजवरचा अनुभव आहे की नवीन तंत्रज्ञान आलं की दोन प्रकारची मतं मांडली जातात. एका मताप्रमाणे आता जग बुडणारच आहे, मानवजात नष्ट होण्याची शक्यता आहे; तर दुसरं मत सांगतं काडीचाही बदल घडणार नाही. वास्तव काय असतं तर ते नेहमीच या दोन टोकाच्या मधलं असतं.

अनेक जटिल प्रश्नांचा अभ्यास आणि काही प्रश्नांची उकल किंवा सोडवणूक करण्यासाठी मानवी बुद्धिमत्तेला कृत्रिम बुद्धिमत्तेची मदत लागणार आहे. आपलं बिघडलेलं पर्यावरण सुस्थितीत आणण्यासाठी प्रगत कृत्रिम बुद्धिमत्ता वापरावी लागेल. त्यातूनच वसुंधरेला पूर्ववत करू शकू हा आशावाद कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या विकासातून वैज्ञानिक शक्यतेत

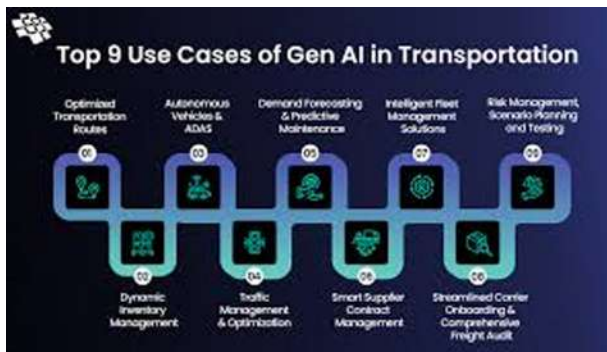
परावर्तित होईल. एआयचे धोके आणि त्याचा होणारा दुरुपयोग लक्षात घेता सारंच केवळ मानवी बुद्धिमत्तेनं केलेलं बरं तसंच ती सर्व आव्हानं पेलायला माणूस समर्थ आहे व त्यात कृत्रिम बुद्धिमत्तेची लुडबूड नको असाही एक सूर ऐकायला मिळतो. अनेक गुंतागुंतीचे प्रश्न मानवी बुद्धिमत्तेनंच निर्माण केले आहेत आणि मानवाला आपल्याच बुद्धिमत्तेनं ते सोडवता येत नाहीत अशा वेळेला कृत्रिम बुद्धिमत्तेचं साह्य घेतले तर बिघडले कुठे? कृत्रिम बुद्धिमत्ता आणि मानवी बुद्धिमत्ता यांच्या भागीदारीचा दुहेरी गोफ भविष्यातही विणला गेला तर मानवाला न उकललेली अनेक कोडी, रहस्यं माणूस सहज सोडवू शकेल. असं झालं तर या दोन्ही बुद्धिमत्ता एकमेकींना समृद्ध करतील व पूरक ठरतील.

जाता जाता एक सांगावसं वाटतं, की कृत्रिम बुद्धिमत्तेमध्ये मोरावेकचा पॅरडॉक्स नावाचा एक विरोधाभास आहे. त्यात असं म्हटलं जातं की काही कामं माणसासाठी सहज करता येतील इतकी सोपी आहेत. उदाहरणार्थ पायऱ्या चढणं, टेकडी चढणं, रुग्णाची शुश्रूषा करणं, प्लंबिंग, वाहन दुरुस्ती अशा प्रकारची कौशल्याची कामे इत्यादी. मात्र तीच कामं कृत्रिम बुद्धिमत्तेला अत्यंत अवघड असू शकतात. कारण त्यासाठी खूपच क्लिष्ट स्वरूपाचं संगणक प्रोग्राम तयार करावे लागतील त्यातूनही ते शक्य होईल की नाही याची खात्री देता येत नाही. या उलट जी कामं कृत्रिम बुद्धिमत्ता लीलया व वेगाने करेल ती कामं माणसासाठी अवघड असू शकतात. उदाहरणार्थ, गणितं सोडवणं, बुद्धिबळ खेळणं व अशाच प्रकारची पटकन जलद अल्गोरिदमची वगैरे. यासाठी संगणकाला फारच कमी वेळ व शक्ती लागते.

एकंदरीत काय, तर सामान्य माणसानं वैज्ञानिक आणि तंत्रज्ञ यांच्याकडे हट्ट धरावा की बाबांनो, मानवजातीला उपयुक्त संशोधन जरूर करा; पण तिला धोका निर्माण करणारी यंत्रं बनवू नका, भलेही काही गोष्टींची उकल नाही झाली तरी चालेल, पण वसुंधरेवरून मानवाची उचलबांगडी करणारे संशोधन कृपया करू नका. एखाद्या वेळेस एखाद्याची नोकरी गेली तरी चालेल; पण माणूस टिकून राहिला पाहिजे अन्यथा आपल्या बुद्धिमत्तेचा उपयोग काय? अशी विनाशी बुद्धिमत्ता काय कामाची? माणूसच माणसाचा वैरी होऊ नये हीच अपेक्षा. डायनॉसॉर नष्ट झाले ते नैसर्गिक अपघातानं पण माणूस माणसानंच बनवलेल्या भस्मासूराकडून नष्ट होऊ नये हीच या मानवजातीकडून अपेक्षा.

– डॉ किशोर कुलकर्णी

krk_1949@yahoo.com



Source: NextGen Invent

9 Ways Generative AI in Transportation



डॉ. मंजुश्री कुलकर्णी

मुलांच्या जडणघडणीवर -AI चा परिणाम.....

नऊ महिन्यांचा अंशूल, मोबाईल समोर ठेवल्याशिवाय एक घासही खात नाही... दीड वर्षाची रिंतू टॅब दिल्याशिवाय शांत बसतच नाही... पाच वर्षांच्या अद्विकच्या शाळेत सगळ्या गोष्टी लॅपटॉप आणि स्क्रीनवरच शिकवल्या जातात...

बालरोगतज्ज्ञ या नात्याने पालकांबरोबर होणाऱ्या संवादांमध्ये दिवसेंदिवस अशाच गोष्टी ऐकायला आणि पाहायला मिळत आहेत. हा विषय कौतुकाचा म्हणावा की काळजीचा? पालकांना यावर काय प्रतिक्रिया, प्रतिसाद द्यायचा? हा संभ्रम सध्या मनात अखंड सुरू असतो.

आणि...

अशातच अमेरिकेत असलेल्या एका मित्राचा मेसेज आला. त्यानं पूर्ण स्वयंचलित अशी टेस्ला गाडी खरेदी केली; आणि स्वतः काहीही न करता प्रवास करण्याचा अविस्मरणीय अनुभव घेतला. या अनुभवाला थरारक म्हणता येईल, धाडसी म्हणता येईल किंवा थोडा भीतिदायकदेखील; नाही का? स्वतःची सगळी भिस्त; आपली बुद्धी, निर्णय क्षमता न वापरता त्या मशिनवर, संगणकावर सोडणे; हे वाटते तेवढे सोपे काम नाही! पण... आपल्याच अती प्रगत मेंदूने ते प्रत्यक्षात आणले आहे, हे नक्की!

आपल्या, म्हणजे निदान आमच्या पिढीने केवढी स्थित्यंतरं पाहिली! लहानपणी चंद्राला चांदोमामा म्हणत, चिऊकाऊचे घास आई आजीकडून भरवून घेत मोठी झालेली आमची पिढी! इसापनीतीमध्ये कोल्ह्याची लबाडी, सिंहाचा रुबाव, बोक्याचा कावेबाजपणा अशा भावनांशी आणि निसर्गाशी जवळीक साधणाऱ्या गोष्टी ऐकत व्यवहारज्ञानाचे धडे गिरवलेली आमची पिढी! आज पूर्ण कम्प्युटरमय झाली आहे. नवीन तंत्रज्ञान लीलया आत्मसात करते आहे. त्यातही खासियत म्हणजे अजूनही भावना आणि निसर्ग यांच्याशी नाळ जोडून आहे.

पण या सध्याच्या बालगोपालांचं काय? संभ्रमात आणखी भर! काय असेल यांचं भवितव्य? एक गोष्ट अगदी

नक्की की ही मुलं कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या विश्वातच, तिचा आधार घेतच मोठी होणार. सगळं जग यांच्यासाठी एका क्लिकच्या अंतरावर असणार आहे. सगळ्या सुखसोयी, सगळ्या सुविधा यांच्यासाठी लगेच उपलब्ध असणार आहेत. मला तरी सध्याच्या या प्रगतीला अल्लाउद्दीनच्या दिव्याची उपमा द्यावीशी वाटते. जी इच्छा करू ती क्षणार्धात पूर्ण करण्याचं सामर्थ्य त्या दिव्यात होतं. कृत्रिम बुद्धिमत्ता त्याच धर्तीवर काम करते आहे आणि दिवसेंदिवस आपलं तिच्यावरचं अवलंबित्व वाढणारच आहे.

दिव्यावरून विचार आला; आपल्यासारखी ही सध्याची पिढी कल्पनाविश्वात रमते का? मेंदूच्या बौद्धिक आणि भावनिक वाढीसाठी, सृजनशीलता वाढवण्यासाठी तुमची कल्पनाशक्ती, काही वेळा कल्पनाविलासदेखील गरजेचा आहे. पर्यायांच्या, सिंड्रेलाच्या जगात पोहोचणं आवश्यक आहे. प्रत्येकच गोष्ट तुम्हाला कम्प्युटर बनवून देऊ लागला आणि लगेचच खऱ्याखोट्याचा भेद जाणवून देऊ लागला, तर आपली बुद्धी वाढणार कधी? आपल्या मेंदूला चालना मिळणार कशी? प्रत्येक गोष्टीचं उत्तर किंवा माहिती सहजपणे मिळत असेल, Readymade असेल; तर का म्हणून मी मेंदूला ताण द्यायचा? का बरं विचारचक्रं फिरवायची? कशाला नवीन नवीन कल्पना शोधायच्या? खरं आहे ना? एवढंच काय, मिळालेली माहिती लक्षात ठेवणं, आपली स्मरणशक्ती वाढवणं यासाठी अनादी काळापासून मानव प्रयत्नशील आहे. आपल्यापर्यंत पोहोचलेली कित्येक माहिती केवळ मौखिक मार्गानं पिढ्यान्पिढ्यांचा प्रवास करत आलेली आहे. अगदी साधं उदाहरण द्यायचं झालं तर पाढे पाठ करणं! हा आता नामशेष झालेला प्रकार आहे. सगळी गणितं आपल्यासाठी कॅलक्युलेटर आणि मोबाईल करतो.

आता ही सगळी मेंदूची मक्तेदारी कृत्रिम बुद्धिमत्ता आणि संगणक घेणार असेल तर मेंदूला काही काम शिल्लक राहील का? आणि कामच नसेल तर मेंदूचं अस्तित्व शिल्लक



राहणार का? आता ही fantasy वाटली तरी विचार करण्याची गोष्ट आहे ही! ज्याचा वापर होत नाही तो शरीराचा भाग हळूहळू नाहीसा होतो हा निसर्गनियम आहे.

आमचं मूल एवढं लहान असूनदेखील मोबाइल व्यवस्थित हाताळतं, हा पालकांचा अभिमानाचा विषय आहे. परंतु हाच मोबाइल/Computer मुलांचं बाल्य हिरावून घेतोय, त्यांना आपल्या माणसांपासून लांब नेतोय, त्यांची समाजाभिमुखता, आईवडिलांबरोबरचा संवाद आणि त्या अनुषंगानं येणारे भावनिक बंध कमकुवत करतोय याचा आपण पालक विचार करतो आहोत का? एका घरात, एकावेळी, एका टेबलवर बसलेले चार जण चार वेगवेगळ्या विश्वात रममाण झालेले असतात; मोबाइल नामक संगणकाच्या कृपेनं! एका शब्दानं संवाद नाही, स्पर्श तर लांबच पण औपचारिक विचारपूसपण अवघड; असं चित्र आहे. कसं मिळणार या मुलांना मग आईवडिलांचं वात्सल्य? आजीआजोबांची माया, प्रेम? काका, मामा, आत्या, मावशी अशा नात्यांमधली आपुलकी? कसं निर्माण होणार यांच्यात भावनिक बंध? प्रत्येक गोष्ट Mechanical होत असेल, एका click वर गोष्टी मिळतात हे जाणवत असेल; तर माणसांची, नात्यांची गरज हळूहळू कमी होणारच. याचे परिणाम, खरं तर दुष्परिणाम लगेच नाहीत जाणवणार; पण दिसतील तेव्हा लगेच U turn घेणं, जीवनशैली बदलणं शक्य असेल का?

कृत्रिम बुद्धिमत्ता तुमच्या ज्ञानात (माहितीचा साठा) भर नक्कीच घालते आहे. शिक्षणाची दारं मोठी झाली आहेत. शिक्षण सोपं झालं आहे. कित्येक गोष्टी, अगदी परदेशी

विद्यापीठातील अभ्यासक्रमदेखील घरी बसून आपण शिकू शकतो आहोत. ही AIची कृपा आहेच. ती विसरून चालणारच नाही. पूर्वीच्या मानानं आयुष्य सोपं झालं आहे हे मान्य करावंच लागेल. पण त्या ज्ञानाचा योग्य वापर कसा करायचा? याचं मार्गदर्शन कोण करणार?

आयुष्य जगण्यासाठी या माहितीच्या साठ्याबरोबरच, किंबहुना त्याहून जास्तच; तुमची भावनिक बुद्धिमत्ता वाढवणं, जीवनमूल्यांचं शिक्षण मिळणं महत्वाचे आहे. आणि त्यासाठी सहवास आणि संवाद हा पाया आहे. तोच कुठतरी डगमगतोय असं चित्र दिसायला लागलं आहे. मैत्री, नातेसंबंध, त्यातले भावनिक बंध; सगळ्यांशी जुळवून घेणं; मनातल्या भावना, दुःखं कुणापाशी तरी मोकळी करणं; एवढंच नाही तर यशाचे, आनंदाचे क्षण साजरे करण्यासाठी जिवाभावाचं माणूसच हवं. ती जागा यंत्र किंवा संगणक कधीच नाही घेऊ शकणार! आनंद, दुःख, राग, लोभ, मान, अपमान अशा सगळ्या गोष्टी मनाच्या सुदृढ जडणघडणीसाठी महत्वाच्या आहेत. त्यातूनच मानवी स्वभावाचे कंगोरे घडतात, समजतात. स्वतःचं असं एक व्यक्तिमत्त्व घडतं. प्रत्येक चढउतारामधे तरून जाण्यासाठी हा व्यक्तिमत्त्वविकास व्हायलाच हवा! व्यक्तिमत्त्व घडण्यासाठी काही तत्त्व, निष्ठा, संस्कार असायलाच हवेत. कारण आपण आधी माणूस आहोत. आणि आपल्या सोयीसाठी यंत्र, संगणक आहेत. हा क्रम उलटा करून चालणार नाही.

AI चा आणखी एक गुण म्हणजे सगळ्या प्रश्नांची उत्तरं हजर! एका सेकंदात! असा कोणताच प्रश्न किंवा प्रॉब्लेम



नाही, की त्याचं उत्तर -AI कडे नाही. म्हटलं तर अतिशय चांगली गोष्ट! पण... आयुष्यातले सगळेच प्रश्न असे साचेबंद असतात का? मग एखाद्या गोष्टीसाठी धडपडणं, पाठपुरावा करणं, वेगवेगळ्या क्लृप्त्या लढवणं याची आपल्या खऱ्या मेंदूला जाणीव कशी होणार? त्याची सवय कधी होणार? Problem Solving Skills हा जडणघडणीमधला आणि आयुष्याच्या वाटचालीमधला अतिशय महत्वाचा भाग आहे. त्याचं काय होणार? बरं, प्रॉब्लेम किंवा संकट सारखंच असलं तरी प्रत्येकाला अपेक्षित उत्तर हे वेगवेगळं असतं. आपली Priority काय आहे हे -AIला कसं काय समजणार? ते प्रत्येकानं वैयक्तिक पातळीवरच केलं पाहिजे. आणि त्यासाठी आपल्या स्वतःच्या मेंदूलाच तयार केलं पाहिजे.

AIनं Chess Competition मध्ये गॅरी कास्पारोव्हला हरवलं होतं, असं कुठंतरी वाचनात आलं. -AI तयार करणाऱ्या मानवी मेंदूला खरोखरी मनापासून सलाम!!! पण.. नाण्याची दुसरी बाजू अशी आहे की दिवसेंदिवस मुलं सगळे खेळ स्क्रीनवरच खेळायला लागली आहेत. अभ्यासातूनदेखील लिखाणाचा भाग कमीच व्हायला लागला आहे. याचा कोणी विचार केला आहे का? की या मुलांच्या शारीरिक हालचाली किती कमी झाल्या आहेत? Computer, mobile समोर बसण्यानं बागेत, मैदानात हुंदडणं नामशेष होत चाललं आहे. आणि व्यायामाच्या अभावामुळे शारीरिक व्याधी, मानसिक आजारांचं प्रमाण वाढत चाललं आहे. लहान वयात मुलं स्थूलता, डायबिटीस, डिप्रेशन यांसारख्या आजारांना बळी पडायला लागली आहेत.

सहज एक गोष्ट आठवली. आमच्या लहानपणी वार्षिक परीक्षा जवळ आली की आईआजीची लगबग सुरू व्हायची ती आम्हाला सुट्टीत कसं व्यग्र ठेवायचं याची. वेगवेगळ्या कलाकुसरी शिकवणं, टाकाऊतून टिकाऊ वस्तू बनवणं, रांगोळ्या काढायला उद्युक्त करण्यापासून अगदी विटीदांडू, सागरगोटे, पुस्तकं उपलब्ध करून ठेवणं अशा अनेक गोष्टी त्या करायच्या. गोकुळाष्टमीला मातीचं गोकुळ बनवणे हा

मोठा आनंददायी कार्यक्रम असायचा आमच्यासाठी. लिखाण, विविध कला या गोष्टी तुमच्या बोटांच्या सूक्ष्म हालचालींसाठी आणि मेंदूच्या कल्पनाशक्तीला चालना देण्यासाठी अत्यंत गरजेच्या आहेत. मातीपासून वेगवेगळ्या वस्तू बनवणं हादेखील मेंदू आणि बोटं यांचा समन्वय साधणारा व्यायाम आहे. या गोष्टी ही मुलं करतात का? यांच्या या क्षमता प्रगल्भ होतात का? आजूबाजूचं चित्र असं दिसतं की आजची मुलं बोटांनी टाईप करण्यात जेवढी पारंगत आहेत, तेवढी दुसऱ्या कोणत्याच गोष्टीत नाहीत. बोटांचा तेवढाच वापर ते प्रामुख्याने करतात. हे चांगलं की वाईट?

आणखी एक गोष्ट कुणाच्या लक्षात आली आहे का? अलीकडे आत्महत्येचं प्रमाण खूपच वाढले आहे. कारण असंख्य असतील; पण एक गोष्ट जाणवते ती अशी की मनाविरुद्ध घडलेली घटना सहन न होणं आणि Patience आणि Optimism ची कमतरता. मानसशास्त्र असं सांगतं की Delayed Gratification, ज्याच्यासाठी Patience आणि Optimism या गोष्टी आवश्यक आहेत; असणारी माणसं जास्त समाधानी आणि यशस्वी असतात. या गोष्टी अंगात बाणवायच्या कशा? एक मार्ग असा म्हणता येईल की ज्यांना आयुष्यात छोट्यामोठ्या प्रॉब्लेमना तोंड द्यावं लागतं आणि ते सोडवण्यासाठी ते स्वतःची बुद्धिमत्ता पणाला लावून धडपडतात, त्यांच्यामध्ये हे गुण जास्त निर्माण होतात. ज्यांना प्रत्येक गोष्ट Readymade हवी असते ते Instant Gratification चे बळी होतात. पुन्हा फिरून तोच प्रश्न... कृत्रिम बुद्धिमत्ता तुम्हाला जर सगळं Readymade आणि Easily देत असेल, आपल्या मेंदूचा फारसा वापर न करता; तर ही मुलं कोणत्या मार्गानं जातील? Instant की Delayed Gratification?

आणि दुसरी भीती अशीही वाटते, या -AI च्या जगात पुढच्या पिढीसमोर काही challenges राहणारच नाहीत का? तसं नक्कीच होणार नाही. पण ती सोडवण्यासाठी आपल्या मेंदूपेक्षा -AI जास्त तत्पर असेल हे खरं!

किती विविध बाजू आहेत ना एकाच विषयाच्या? एका बाजूनं वैज्ञानिक, तांत्रिक भरारी घेतोय आपण... पण... कुठंतरी स्वतःलाच कमकुवत, परावलंबी आणि अस्थिर तर बनवत नाही आहोत ना? कारण प्रत्येकच गोष्टीला दोन बाजू असतातच. त्याचा समन्वय, संतुलन साधणं ही तारेवरची कसरत! ते ज्याला जमलं, तो जिंकला... हेच खरं!!!

ही पुढची पिढी हा समन्वय साधतच सुजाण आणि सुखी बनावी ही शुभेच्छा!!!

- डॉ. मंजुश्री कुलकर्णी





शकते परंतु या ठेवींमध्ये आरईईची तीव्रता खूपच कमी असते (संदर्भ १२).

दुर्मिळ पृथ्वी घटकांचे निवडक उपयोग

त्यांच्या असामान्य भौतिक आणि रासायनिक गुणधर्मांमुळे, आरईईचा उपयोग संरक्षण, ऊर्जा, औद्योगिक आणि लष्करी तंत्रज्ञानात करतात. काचउद्योग हा आरईईच्या कच्च्या मालाचा अग्रणी ग्राहक आहे, जो काचेच्या पॉलिशिंगसाठी आणि काचेला रंग आणि विशेष ऑप्टिकल गुणधर्म प्रदान करण्यासाठी वापरला जातो. पेट्रोलियम शुद्धीकरणात लॅन्थेनाइड्सचा वापर केला जातो आणि ऑटोमोटिव्ह कॅटलिटिक कन्व्हर्टरमध्ये सेरियम-आधारित उत्प्रेरकांचा वापर केला जातो. चुंबकांमध्ये आरईईचा वापर हा झपाट्याने वाढत आहे. निओडायमियम-लोह-बोरॉन चुंबकामध्ये वापरले जाते, जे सर्वात शक्तिशाली प्रकारचे चुंबक आहे. निकेल-मेटल हायड्राइड बॅटरीत लॅन्थेनम-आधारित मिश्रधातूपासून बनवलेले अॅनोड वापरतात.

दुर्मिळ पृथ्वी घटक इलेक्ट्रिक वाहनांमध्ये, टेलिव्हिजन स्पीकरसाठी आणि मॅग्नेटिक रेझोनान्स इमेजिंगमध्ये मोठ्या प्रमाणात वापरले जाणारे मजबूत चुंबक तयार करण्यास मदत करतात. हे धातू स्मार्टफोन, संगणक स्क्रीन आणि इतर इलेक्ट्रॉनिक उपकरणांमध्ये देखील वापरले जातात. ते रडार आणि मार्गदर्शन प्रणालीसारख्या संरक्षण उपकरणांसाठी-देखील आवश्यक आहेत.

दुर्मिळ पृथ्वी धातूंच्या खाणींमुळे पर्यावरणावर होणारे दुष्परिणाम (संदर्भ १०)

खाणीदरम्यान होणारे प्रदूषण, ज्यामुळे पाणी, हवा आणि माती यासारख्या नैसर्गिक संसाधनांवर परिणाम होतो.

खाणीत वापरल्या जाणाऱ्या ड्रिलिंग द्रवपदार्थांची आणि



आकृती क्र. ३ : दुर्मिळ पृथ्वी घटक लॅन्थेनम.
संदर्भ ४.

घटकांचे नाव	चिन्ह	अणु क्रमांक	भारतात उपलब्ध	निवडक उपयोग
स्कॅंडियम	Sc	२१		सुपर अलॉय, अल्ट्रा-लाइट एरोस्पेस घटक, एक्स-रे ट्यूब, बेसबॉल बॅट, दिवे, सेमीकंडक्टर, विमानाच्या घटकांसाठी हलक्या, उच्च-शक्तीच्या मिश्रधातूंमध्ये वापरले जाते.
हलकें आर्इई				
लॅन्थेनम	La	५७	होय	निकेल-मेटल हायड्राइड बॅटरी, ऑप्टिकल ग्लाससाठी पॉलिशिंग एजंट म्हणून, कॅमेरा लेन्समध्ये स्मार्टफोनसह, स्टील निर्मितीमध्ये, पेट्रोलियम, विमानाच्या उत्प्रेरक
सेरियम	Ce	५८	होय	मेटल अलॉय, रेडिएशन शील्डिंग, वाटर प्युरिफायर, उत्सर्जन कमी करण्यासाठी ऑटोमोबाईलमधील उत्प्रेरक कन्व्हर्टरमध्ये, काचेच्या पॉलिशिंग पावडरमध्ये, सिरेमिक्स, आणि काही मिश्रधातू
प्रोसेडायमियम	Pr	५९	होय	चुंबक, लेसर, रेगड्रव्ये, क्रायोजेनिक रेफ्रिजरेट, अशुद्धता काढून टाकण्यासाठी आणि विशेष मिश्रधातू तयार करण्यासाठी स्टीलनिर्मितीमध्ये वापरले जाते.
निओडायमियम	Nd	६०	होय	उच्च-शक्तीचे स्थायी चुंबक, लेसर, इन्फ्रारेड फिल्टर, हार्ड डिस्क ड्राइव्ह
प्रोमेथियम	Pm	६१		हे निसर्गात अत्यंत दुर्मिळ आहे आणि प्रामुख्याने युरेनियम विखंडनाचे उपउत्पादन म्हणून कृत्रिमरित्या तयार केले जाते. विशेष अणु बॅटरीमध्ये थोडेसे प्रोमेथियम वापरले जाते. ही अणु बॅटरी पेसमेकर, मार्गदर्शित क्षेपणास्त्रे आणि रेडिओमिटरमध्ये वापरले जाते.
सॅमेरियम	Sm	६२	होय	उच्च तापमान चुंबक, न्यूक्लियर रिअॅक्टर कंट्रोल रॉड, लेसर, मायक्रोवेव्ह फिल्टर
युरोपियम	Eu	६३		लिक्विड क्रिस्टल डिस्के, फ्लोरोसेंट लाइटिंग, लाल आणि निळा फॉस्फर
गॅडोलिनियम	Gd	६४	होय	मेमरी चिप्स, न्यूक्लियर रिअॅक्टर शील्डिंग, कॉम्प्युट डिस्क, MRI स्कॅनमध्ये कॉन्ट्रास्ट एजंट म्हणून
जड आर्इई				
यट्रियम	Y	३९		सिरेमिक्स, मेटल अलॉय, रिचार्जबल बॅटरी, टीव्ही फॉस्फर, उच्च-तापमान
टर्बियम	Tb	६५		ग्रीन फॉस्फर, लेसर, फ्लोरोसेंट दिवे, ऑप्टिकल संगणक मेमरी
डिस्प्रोसियम	Dy	६६	होय	कायमस्वरूपी चुंबक, लेसर, उत्प्रेरक, न्यूक्लियर रिअॅक्टर
होलियम	Ho	६७		लेसर, न्यूक्लियर रिअॅक्टर, उत्प्रेरक, लेसर, व्हॅनेडियम स्टील, इन्फ्रारेड शोषक
एरबियम	Er	६८		काचेचे ऑप्टिकल फायबर
थुलियम	Tm	६९		पोर्टेबल एक्स-रे मशीन, मायक्रोवेव्ह, इन्फ्रारेड लेसर, केमिकल रिझर्विंग एजंट, रिचार्जबल बॅटरी, फायबर ऑप्टिक्स
यटर्बियम	Yb	७०		पीईटी स्कॅन डिटेक्टर, सुपरकंडक्टर, हाय रिफ्रेक्टिव्ह इंडेक्स ग्लास, एक्स-रे फॉस्फर
ल्युटेशियम	Lu	७१		

आकृती क्र. ४ : दुर्मिळ पृथ्वी घटकांविषयी माहिती.
संदर्भ ७.

काही आम्लयुक्त घटकांची गळती पाण्याचे स्रोत खराब करू शकते. तसेच, आम्लयुक्त निचरा स्थानिक जलीय पर्यावरणाला हानी पोहोचवतो. खाणकामक्रिया खोल भूजलावर परिणाम करू शकतात.

कटिंग, ड्रिलिंग, ब्लास्टिंग, वाहतूक, साठा आणि प्रक्रिया यांसारख्या खाणकाम क्रियांमुळे हवेत धूळ आणि रसायने मिसळतात, ज्यामुळे वायुप्रदूषण होते.

खाणकामाच्या प्रक्रियेत सामील असलेले घटक माती दूषित करू शकतात, ज्यामुळे स्थानिक वन्यजीव आणि



Country	2023 Mine Production tons	2023 Mine Production %	Reserves tons	% of Total World Reserves
United States	43,000	12.17%	18,00,000	1.56%
Australia	18,000	5.09%	57,00,000	4.94%
Brazil	80	0.02%	2,10,00,000	18.20%
Burma	38,000	10.76%		0.00%
Canada		0.00%	8,30,000	0.72%
China	2,40,000	67.93%	4,40,00,000	38.12%
Greenland		0.00%	15,00,000	1.30%
India	2,900	0.82%	69,00,000	5.98%
Madagascar	960	0.27%		0.00%
Malaysia	80	0.02%		0.00%
Russia	2,600	0.74%	1,00,00,000	8.66%
South Africa		0.00%	7,90,000	0.68%
Tanzania		0.00%	8,90,000	0.77%
Thailand	7,100	2.01%	4,500	0.00%
Vietnam	600	0.17%	2,20,00,000	19.06%
World total	3,53,320	100.00%	11,54,14,500	100.00%

आकृती क्र. ५ : जागतिक खाण उत्पादन आणि साठे.

संदर्भ ६.

वनस्पतींवर परिणाम होतो. तसेच, काही घटक माती विषारी बनवू शकतात, ज्यामुळे त्या क्षेत्रातील सजीव परिसंस्थांचा नाश होऊ शकतो.

स्थानिक अधिकाऱ्यांसाठी हे चिंताजनक मुद्दे आहेत. म्हणूनच, अशा भौगोलिक क्षेत्रांमध्ये खाणकामक्रिया मर्यादित होऊ शकते आणि दुर्मिळ पृथ्वी धातूंच्या बाजारपेठेच्या वाढीस प्रतिबंध होऊ शकतो.

वर्तमान आणि भविष्य

४ एप्रिल रोजी चीनने आरईईच्या निर्यातीवर निर्बंध लादल्यानंतर या धातूवर अवलंबून असलेल्या ऑटोमोबाईल आणि इतर उद्योगांना धोका निर्माण झाला. १९ ऑगस्ट रोजी, चीनने हे निर्यातनिर्बंध कमी करण्याची घोषणा केली आणि ह्या उद्योगांना हायसे वाटले.

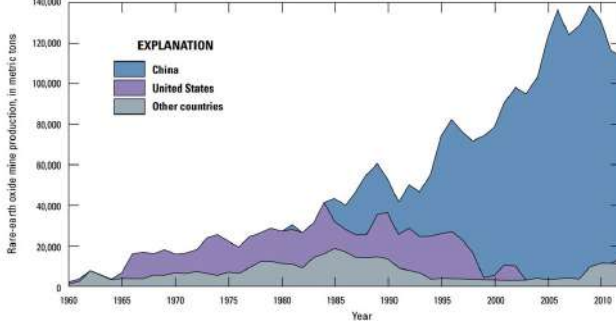
आकृती क्र. ४ पाहा. भारत ६.९ दशलक्ष टनांच्या आरईईच्या साठ्यासह पाचव्या क्रमांकावर आहे., जागतिक साठ्यात भारताचा वाटा ५.९८% आहे परंतु खाणकामात आपला वाटा ०.८२% पर्यंत मर्यादित आहे. याचे कारण म्हणजे मर्यादित पायाभूत सुविधा, तांत्रिक समस्या, नियामक अडथळे आणि पर्यावरणीय चिंता. चीनमध्ये दुर्मिळ पृथ्वी घटकांचा जगातील सर्वात मोठा साठा आहे, अंदाजे ४४ दशलक्ष टन, आणि दुर्मिळ पृथ्वी घटकांच्या प्रक्रिया

क्षमतेच्या ९० टक्के भागावर त्यांचा प्रभाव आहे. आरईईच्या खाणकामात चीनचा वाटा ६७.९३% आहे, त्यानंतर अमेरिकेचा १२.१७% आहे. ही टक्केवारी त्यांच्या साठ्यातील संबंधित वाट्यांपेक्षा खूपच जास्त आहे (अनुक्रमे ३८.१२% आणि १.५६%). म्हणूनच अमेरिका आणि चीन दोघेही देश आरईई समृद्ध परदेशी जमिनींवर त्यांची मालकी वाढवण्याचा प्रयत्न करत आहेत. ब्राझीलमध्ये आरईई खाणकामाची संधी खूप जास्त आहे. त्याचा साठ्यात १८.२०% वाटा आहे, परंतु खाणकामात फक्त ०.०२% वाटा आहे.

अधिक खाणी उघडल्या गेल्याने राखीव साठ्यांचा अंदाज अनेकदा वाढतो. याव्यतिरिक्त, राखीव साठ्यांचे अंदाज अनेकदा पृथ्वीच्या कवचातील दुर्मिळ पृथ्वी घटक कमी मानतात कारण कमी दर्जाच्या धातूच्या साठ्यांना राखीव मानले जाऊ शकत नाही. दुर्मिळ पृथ्वी घटकांसाठी समस्या उत्पादनाची आहे. सध्याच्या खाणी सर्व दुर्मिळ पृथ्वी घटकांची मागणी पूर्ण करण्यासाठी पुरेशा नाहीत. आरईईची मागणी जसजशी वाढत जाईल तसतसे अधिक ठिकाणी उत्खनन करणे आवश्यक आणि आर्थिकदृष्ट्या शक्य होईल. आरईईचे अनेक अतिरिक्त साठे सापडले आहेत आणि त्यांच्या आर्थिक व्यवहार्यतेवर वाद आहे तरी नवीन साठे शोधणे महत्वाचे आहे. (संदर्भ १२).



चीनने २०१० मध्ये कोटा, परवाने आणि कर लादून आरईओच्या पुरवठ्यावर निर्बंध लादण्यास सुरुवात केली. परिणामी, जागतिक दुर्मिळ पृथ्वी उद्योगाने आरईओचा साठा वाढवला आहे; चीनबाहेर ठेवींसाठी शोध घेतला जात आहे; आणि आरईओचे संवर्धन, पुनर्वापर आणि पर्याय म्हणून नवीन प्रयत्नांना प्रोत्साहन दिले जात आहे.



आकृती क्र. ६ : दुर्मिळ पृथ्वी ऑक्साईड उत्पादन. संदर्भ १.

आरईओचे आर्थिक महत्त्व केवळ कच्च्या मालाच्या मूल्यातच नाही तर इलेक्ट्रॉनिक्स, संरक्षण तंत्रज्ञान, इलेक्ट्रिक वाहने, स्वच्छ ऊर्जा इत्यादी असंख्य निम्न स्तरातील (डाऊनस्ट्रीम) उद्योगांमध्ये त्यांच्या महत्त्वपूर्ण भूमिकेत आहे, जे जागतिक सकल देशांतर्गत उत्पादन (GDP) आणि तांत्रिक प्रगतीमध्ये महत्त्वपूर्ण योगदान देतात. या महत्त्वाच्या पदार्थासाठी सुरक्षित आणि शाश्वत पुरवठा साखळी सुनिश्चित करणे ही जगभरातील राष्ट्रांसाठी एक प्रमुख आर्थिक आणि धोरणात्मक अत्यावश्यकता आहे. भारतात IREL, ट्रायमेक्स सॅन्ड्स, .वी.वी.मिनरल्स, टोयोत्सु रेअर अर्थ्स इंडिया, केरळा मिनरल्स आणि मेटल्स लिमिटेड यासारख्या कंपन्या REE खाणकामात सक्रिय आहेत.

भारताचे शोध प्रयत्न

२०२१-२२ आणि २०२२-२३ मध्ये, भारतीय भूगर्भ सर्वेक्षण संस्थेने (GSI) राजस्थानातील सिरोही आणि भिलवाडा जिल्ह्यांमध्ये निओडायमियमसह दुर्मिळ पृथ्वी घटकांसाठी शोध सर्वेक्षण केले. भारतीय भूगर्भीय सर्वेक्षण संस्थेने आसाम आणि पश्चिम बंगाल या राज्यांमध्ये आधीच शोध सुरू केला आहे. भूगर्भ सर्वेक्षण संस्था कोबाल्ट, दुर्मिळ पृथ्वी घटक, निकेल आणि मँगनीज असलेल्या पॉलिमेटॅलिक नोड्युलने समृद्ध असलेल्या ऑफशोर प्रदेशांचा शोध घेण्याची योजना आखत आहे. याव्यतिरिक्त, अणुऊर्जा विभागाने राजस्थानातील बालोत्रा येथे सुमारे १,११,८४५ टन दुर्मिळ पृथ्वी घटक ऑक्साइड (Rare Earth Oxide - REO) शोधला. IREL ओडिशातील छत्रपूर

येथे एक दुर्मिळ पृथ्वी उत्खनन प्रकल्प आणि केरळमधील अलुवा येथे एक दुर्मिळ पृथ्वी शुद्धीकरण युनिट चालवते.

खनिज बिदेश इंडिया लिमिटेड (KABIL, काबिल) संघ लिथियम, कोबाल्ट आणि दुर्मिळ पृथ्वी घटकांसारख्या खनिजांच्या खाणकाम आणि निर्यातीचे हक्क राखीव करण्याचा प्रयत्न करते. परदेशातील खाण प्रकल्पांमध्ये गुंतवणूक करून, भारत दुर्मिळ पृथ्वी घटकांची नियंत्रित आणि स्थिर पुरवठा साखळी तयार करतो, देशांतर्गत उत्पादन संस्थेला समर्थन देतो आणि चढ-उतार होणाऱ्या जागतिक बाजारपेठा आणि पुरवठा व्यत्ययांशी संबंधित जोखीम कमी करतो. (संदर्भ ११)



आकृती क्र. ७ : दुर्मिळ पृथ्वी घटक खनिज, पेनी सह. संदर्भ ३.

एनसीएमएम (NCMM) (संदर्भ ८)

भारताने आर्थिक वर्ष २०२४-२५ ते आर्थिक वर्ष २०३०-३१ या कालावधीत महत्त्वाच्या खनिजांचा पुरवठा निश्चित करण्यासाठी आणि भारतातील महत्त्वाच्या खनिजांच्या मूल्यसाखळ्या (Value Chains) मजबूत करण्यासाठी 'राष्ट्रीय महत्त्व खनिज अभियान' (The National Critical Mineral Mission, NCMM) सुरू केले आहे. महत्त्वाच्या खनिजांमध्ये दुर्मिळ पृथ्वी घटकांचा समावेश आहे.

सरकारने १६,३०० कोटी रुपये खर्च राखून ठेवला आहे आणि ७ वर्षांच्या कालावधीत सार्वजनिक क्षेत्रातील उपक्रमांकडून १८,००० कोटी रुपये गुंतवणुकीची अपेक्षा आहे.

एनसीएमएममध्ये मूल्य साखळीचे सर्व टप्पे समाविष्ट आहेत.

अन्वेषण : एनसीएमएमने २०३०-२०३१ पर्यंत १,२००



आकृती क्र. ८: राष्ट्रीय महत्त्व खनिज अभियानाचे (NCMM) घटक. संदर्भ ९.

देशांतर्गत अन्वेषण प्रकल्प पूर्ण करण्याचे लक्ष्य ठेवले आहे, ज्याचे उद्दिष्ट किमान १५ महत्त्वाच्या खनिजांचे (जसे की ग्रेफाइट, लिथियम, पोटॅश, आर्सेई) देशांतर्गत उत्पादन सुनिश्चित करणे आहे. एनसीएमएचे उद्दिष्ट भारतीय कंपन्यांना जगभरातील ५० खाण मालमत्ता मिळवून देण्याचेदेखील आहे. ही उद्दिष्टे साध्य करण्यासाठी, खाण प्रकल्पांसाठी जलद-ट्रॅक नियामक मंजूरी प्रक्रिया तयार करण्यात येईल.

पुनर्वापर : एनसीएमए खनिज पुनर्वापरासाठी १,५०० कोटी रुपयांच्या बजेटसह एक प्रोत्साहन योजना स्थापन करणार आहे, ज्यामध्ये ४०० किलोटन पुनर्वापरित सामग्री पुनर्प्राप्त करण्याचे लक्ष्य आहे.

साठा : जागतिक पुरवठा साखळीतील व्यत्ययांमुळे निर्माण होणारे धोके कमी करण्यासाठी किमान ५ महत्त्वाच्या खनिजांचा समावेश असलेला राष्ट्रीय महत्त्वाच्या खनिजांचा साठा तयार करण्याची एनसीएमएची कल्पना आहे.

संशोधन : २०३१ पर्यंत किमान ५ महत्त्वाच्या खनिजांवर प्रक्रिया करण्यात स्वयंपूर्णता मिळवणे आणि महत्त्वाच्या खनिज मूल्य साखळींमध्ये १००० पेटंट निर्माण करण्याचे उद्दिष्ट ठेवून एनसीएमए महत्त्वाच्या खनिज तंत्रज्ञानातील संशोधनाला प्रोत्साहन देण्याचा प्रयत्न करते. यात ४ प्रादेशिक खनिज प्रक्रिया उद्याने आणि महत्त्वाच्या खनिजांवर ३ उत्कृष्टता केंद्रे स्थापन करण्याचा देखील प्रस्ताव आहे.

प्रशासन : एनसीएमए महत्त्वाच्या खनिजांवर एक सक्षम समिती स्थापन करणार आहे जी एनसीएमए अंतर्गत उपक्रमांचे समन्वय आणि अंमलबजावणी करेल.

– राजेश माधव पेंडसे
rajpendse@gmail.com

संदर्भ : हा लेख इंटरनेट संशोधनावर आधारित आहे.

- 1) <https://pubs.usgs.gov/pp/1802/o/pp1802o.pdf>
- 2) <https://www.usgs.gov/media/images/rare-earth-oxides>
- 3) <https://en.wikipedia.org/wiki/File:RareEarthOreUSGOV.jpg>
- 4) <https://www.geology.arkansas.gov/minerals/metallic/rare-earths.html>
- 5) <https://www.smenet.org/What-We-Do/Technical-Briefings/Rare-Earth-Elements>
- 6) <https://www.usgs.gov/media/images/potential-uses-rare-earth-elements-found-marine-minerals>
- 7) <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2024/mcs2024-rare-earths.pdf>
- 8) <https://www.iea.org/policies/25735-national-critical-mineral-mission>
- 9) <https://www.pib.gov.in/PressReleasePage.aspx?PRID=2120525>
- 10) <https://www.psmarketresearch.com/market-analysis/rare-earth-metals-market>
- 11) <https://www.ibef.org/research/case-study/critical-mineral-imports-and-india-s-green-energy-transition>
- 12) <https://web.mit.edu/12.000/www/m2016/finalwebsite/solutions/deposits.html>



हृदयवदन

डॉ. रंजन गर्गे

अविनाश आणि वैशाली सरंजामे हे औद्योगिक जगतात फार मोठं नाव होतं. आज त्यांचे चिरंजीव हृदयक त्यांच्याच एका स्वतंत्र उद्योगाची जबाबदारी स्वीकारणार होते. त्या निमित्तानं एका भव्य लॉनवर हजारोंक प्रथितयश उद्योजक सहकुटुंब जमले होते. पार्टी ऐन रंगात आली होती. हृदयक आज खूप रुबाबदार दिसत होता. पार्टीत बीयर, शाम्पेन आणि व्हिस्की जणू वाहत होती. प्रत्येक जण हृदयकचं वैयक्तिक अभिनंदन करत होता. हृदयककडे काही जण भविष्यातला उभरता प्रतिस्पर्धी म्हणून बघत होते तर कुणी त्याच्याकडे आपला भावी जावई म्हणून. या कार्यक्रमाला स्वतः पंतप्रधान हजर राहणार होते कारण हा नवा प्रकल्प पूर्णतः स्वदेशी तंत्रज्ञानातून विकसित झालेला होता. पार्टी जशी मध्यावर आली तसा पंतप्रधान येत असल्याचा संकेत मिळाला. स्वतःला सावरून सरंजामे कुटुंब कमानी दरवाजाशी जाऊन स्वागतासाठी उभं होतं. शाम्पेनची बाटली फोडून, बाटली घुसळत फेस हवेत उडवून आणि संगीताच्या पार्श्वभूमीवर पंतप्रधानांचं भव्य स्वागत करण्यात आलं. डाव्या हातात ग्लास धरून उजव्या हातानं त्यात शाम्पेन ओतण्यासाठी हृदयकनं बाटली हातात घेतली खरी पण....., कितीही प्रयत्न करून शाम्पेनची धार नेमकी ग्लासमध्ये पडत नव्हती. एकदा प्रयत्न करून झाला..., दुसऱ्यांदा झाला पण पुन्हा तेच. शेवटी बेमालूमपणे स्मित हास्य करत अविनाशनंच पंतप्रधानांचा ग्लास भरला आणि त्यांना सन्मानानं ऑफर केला. मोठ्यांदा चीयर्स म्हणून झालं आणि आता जेवणं सुरू करायला हरकत नाही असा संकेत देऊन मंडळी जेवणाकडे वळली. हृदयकला ओशाळल्यासारखं झालं होतं. स्वतःला सावरून त्यानं पंतप्रधानांची पुढची सगळी व्यवस्था चोख सांभाळली. निघताना पंतप्रधान म्हणालेसुद्धा, 'यंग मॅन, यू आर द फ्यूचर ऑफ इंडिया, ऑल द बेस्ट.'

दुसऱ्या दिवशी सकाळी सरंजामे कुटुंबीय आणि आप्तस्वकीय सगळेच घराच्या समोर असलेल्या लॉनवरती

फराळ करत होते. कालच्या कार्यक्रमाचं तोंड भरभरून कौतुक चाललं होतं. फराळ करत असताना पाण्याच्या तांब्यातलं पाणी पेल्यात ओतत असतानासुद्धा त्याला नेमकी तशीच कालसारखीच अडचण जाणवली. गेली दोन दिवस असा त्रास सातत्यानं होतोय हे त्याच्या आता लक्षात आलं होतं.

“डॉक्टर, हृदयकला हा नेमका कसला आजार आहे.” अविनाशने काळजीच्या स्वरात विचारलं.

“अविनाश, जरा धीरानं घ्या. मी आता तुम्हाला जे सांगेन ते नीट लक्षपूर्वक ऐका. या आजारात मेरूदंडाच्या स्नायूंची झीज होते, आणि ते हळूहळू नष्ट होतात. हा एक जनुकीय आजार आहे. मोटर न्यूरॉन पेशींचा हा आजार आहे.” डॉक्टर गंभीरपणे बोलत होते.

“डॉक्टर, या आजारावर उपाय आहेत ना? अहो, असायलाच हवेत. जनुकोपचार पद्धती आता इतकी प्रगत झाली आहे की हृदयक यातून नक्की बरा होईल असा माझा आत्मविश्वासच सांगतो आहे. काही काळजी करू नका डॉक्टर, आपण पृथ्वीच्या कुठल्याही कान्याकोपऱ्यात, जेथे उपचार उपलब्ध असेल तेथे जाऊन उपचार घेऊ.” अविनाश भीतीपोटी उसनं अवसान आणून डॉक्टरांनाच धीर देत होता.

“हो.. हो ... अविनाशसाहेब, अहो, मीही या बाबतीत तुमच्याइतकाच सकारात्मक आहे. काळजी करू नका. पण आपल्याला वस्तुस्थिती जाणून घेण्यासाठी प्रथम या रोगाचं नेमकं निदान करणं अत्यावश्यक आहे. मी बघतो काय करायचं ते.” डॉक्टर अविनाशाला धीर देत होते.

सरंजामे कुटुंब मात्र खूपच तणावाखाली होतं. हृदयकचे रोजचे व्यवहार नियमितपणे चालू होते. अतिप्रगत अशा या तंत्रज्ञानाच्या युगात काहीतरी मार्ग नक्कीच निघेल अशा आशेवर सरंजामे कुटुंबाचे दैनंदिन व्यावसायिक व्यवहारसुद्धा चालू झाले.

हृदयकच्या चाचण्या पार पडल्या. डॉक्टरांनी सरंजामे



कुटुंबाला आज हॉस्पिटलमध्ये बोलावून घेतलं होतं. या रोगासंबंधी सुशिक्षित कुटुंबांना अंधारात ठेवून किंवा खोटा दिलासा देऊन भागणार नव्हतं.

“हृत्त्विकला झालेल्या रोगाचं नाव आहे ‘वर्डनिंग-हॉफमन-डिसीज’. यात शरीरातल्या स्नायूंचा ताबा हळू हळू नाहीसा होत जातो. यात साधारण १२ ते १५ जनुकांमध्ये उत्परिवर्तनं होतात. यासाठी ‘स्टेमसेल जनुकीय थेरपी’ देण्याचा प्रयत्न केला जातो. मी असं म्हणतो आहे कारण तोसुद्धा रामबाण उपचार म्हणून अद्याप सिद्ध झालेला नाही. सध्यातरी या साठी फक्त लक्षणांवर उपचारपद्धती केली जाते. मुळापासून हा आजार नष्ट करणं अद्याप विज्ञानाला शक्य झालं नाही. बसणं, उभं राहणं, चालणं यासाठी लागणाऱ्या स्नायूंची प्रथम झीज सुरू होते. त्यानंतर गिळणं, चावणं या क्रिया मंदावतात. आजाराची तीव्रता वाढली म्हणजे श्वसनक्रियेला अडथळा निर्माण व्हायला सुरुवात होते. या सगळ्या क्रिया निदान मंद गतीनं चालाव्या यासाठी फिजिओथेरेपी बऱ्यापैकी उपयोगी पडू शकते. असं असलं तरी या आजाराचा धीरानं आणि सकारात्मकतेनं सामना केल्यास रुग्ण उत्तम प्रतिसाद देऊ शकतो. या आजाराची एक जमेची बाजू अशी आहे की हृत्त्विकचा मेंदू कार्यक्षम राहील. तो विचार करू शकेल, निर्णय घेऊ शकेल तो तांत्रिक साहाय्यानं संवाद साधू शकेल... वेळोवेळी मी मार्गदर्शन करीनच.” डॉक्टरांनी आजाराची पूर्ण कल्पना दिली.

अवंठा गिळून खोल आवाजात अविनाश म्हणाला, “आपण आम्हाला याची पूर्वकल्पना दिली त्याबद्दल आम्ही आपले आभारी आहोत. आलिया भोगासी असावे सादर म्हणतात ना तसं झालय आमचं. जे जे उपाय म्हणून सध्या जगात उपलब्ध आहेत ते ते आम्हाला वेळेवर कळवत जा.”

“प्रश्नच नाही. हे माझ्या हृत्त्विकलाच का झालं, असा नकारात्मक विचार मनात कधीच येऊ देऊ नका. अविनाशसाहेब, आता ही माझी जबाबदारी म्हणून मी स्वीकारतो. हृत्त्विकबेटा, काळजी घे. सकारात्मक राहा, केव्हाही वाटलं तरी मला तू फोन करू शकतोस.” डॉक्टरांनी धीर दिला.

२६ व्या शतकाच्या मध्यावर काळ येऊन ठेपला होता. स्त्रियांचं गर्भारपण संपुष्टात आलं होतं. शस्त्रक्रिया करून घेऊन लोक उभयपंथी (हार्मोफ्रोडाइट) जीवन पद्धती जगत होते. नॅनो हे एक उभयपंथी हायटेक डॉक्टर होते. त्यांचा पॉझिट्रॉन हा मुलगा आणि न्यूट्रॉन ही मुलगी. अशा दोन्ही

मुलांचा डॉ. नॅनो हा बाप आणि आईसुद्धा होता. पॉझि आणि न्यूट्रि असं तो त्यांना लाडानं हाक मारायचा.

‘नॅनो, अरे किचन मधून जरा बाहेर ये बरं, ही कसली जाहिरात आहे? सगळ्याच माध्यमांवर सतत झळकते आहे.’ पॉझि जाहिरात बघून जरा गोंधळून गेला होता.

‘आलो, आलो, काय? ‘हयवदन प्रायव्हेट लिमिटेड’. नाव तर अगदीच विचित्र दिसतंय, हे नवीनच दिसतंय काहीतरी. कोणाची आहे ही प्रायव्हेट लिमिटेड कंपनी? बघग न्यूट्रि काय म्हणताहेत ते.’ नॅनो

‘पुरुषांसाठी स्पेशल! महिलांसाठी स्पेशल! असं काहीतरी ते म्हणताहेत. आपल्यासारख्या उभयपंथी समाजासाठी काही नाही का रे यात?; न्यूट्रि निराश होऊन म्हणाली.

‘नॅनो, अरे, ही चित्रं पहिलीस का! शरीर मानवाचं आहे आणि मस्तक प्राण्याचं आहे. बघ, बघ... अरे यातले पुरुषांसाठीचे करंट ट्रेण्ड बघितलेस का? नर-वानर, नर-वराह, नर-सिंह आणि हा बघ काय छान दिसतो आहे रे नर-अश्व. या नर-अश्वाला म्हणे हयवदन म्हणतात! फॅन्टास्टिक कॉन्सेप्ट दिसतोय.’ पॉझि आश्चर्यानं उद्गारला.

“या असल्या अफलातून कल्पना फक्त भारतीयांच्याच डोक्यातून निघू शकतात बुवा! बघ रे पॉझि, हे ‘हयवदन’ म्हणजे काय आहे ते नेमकं?” नॅनोची उत्कंठा शिगेला पोहोचली होती.

“बघतो हं. यस, सापडलं. भारतीय संस्कृत साहित्यात ‘कथासरित्सागर’ या ग्रंथातल्या एका कथेत या व्यक्तीरेखेचा आविष्कार झालेला आहे.” असं म्हणून त्या कथेवर आधारित विडिओ पॉझिनं सुरू केला.

कपिल आणि देवदत्त हे परममित्र... कपिल हा कुस्तीगीर, बलदंड आणि आकर्षक शरीरयष्टी लाभलेला पण बुद्धिमत्तेनं मात्र डावा आणि चेहरा जरा विद्रूप... देवदत्त प्रज्ञावंत, प्रतिभाशाली आणि देखण्या चेहऱ्याचा आहे, पण शरीरानं मात्र दुबळा आहे. देवदत्त पद्मिनीच्या रूपानं मोहित होतो आणि तिच्याशी लग्न करतो. तिघे प्रवासाला निघालेले असताना कालिमातेच्या देवळात थांबतात आणि दोघांही कालिमातेला आपापले मस्तक अर्पण करतात. गर्भवती पद्मिनी उद्ध्वस्त होते आणि आपलं मस्तक कालिमातेला अर्पण करायला प्रवृत्त होते. ती कालिमातेला आव्हान करते की तिनं त्या दोघांना जिवंत केलं तर ती आपला निश्चय अमलात आणणार नाही... कालिमातेनं तसं वचन दिल्यावर पद्मिनी त्या मास्तकांची आदलाबदल करते. कपिलच्या शरीरावर आता देवदत्तचं मस्तक आणि देवदत्तच्या शरीरावर कपिलचं मस्तक असं ते दोघां जिवंत होतात.’



“म्हटलं ना! ही मस्तक बदलण्याची शक्कल भारतीयांशिवाय दुसऱ्या कुणाची असूच शकत नाही.” नॅनोला या व्यक्तीरेखांचं मोठं कुतूहल वाटलं.

‘नॅनो, अरे ही बघ ‘हयवदन’ची जाहिरात . घोड्याचं डोकं पण शरीर मात्र माणसाचं! असा हा विचित्र प्राणी लढायला कसा सज्ज झाला आहे बघ. त्याला ‘किमेरा’ असं म्हणतात.’ असं म्हणून पॉझि आणखी बारकाईनं बघून म्हणाला ‘ ‘किमेरा स्पेशल’ म्हणून हे कोणाचं चित्र पुनःपुन्हा दाखवताहेत बघ रे जरा नॅनो! काहीतरी इंटरेस्टिंग दिसतंय. अरे, एवढं जड हत्तीचं मस्तक मानवाच्या शरीरावर बेमालूम बसवलंय बघ कसं! गळ्यात अलंकार घालून किती लयबद्ध नाचतो आहे बघ ना! त्याचे भावनाप्रधान डोळे आणि सोंडेच्या आशीर्वादात्मक हालचाली वेडावून टाकणाऱ्या आहेत. मस्तकरोपण शस्त्रक्रियेतला चमत्कारच म्हणायला हवा. हा ‘गजानन’ खूपच आवडला बुवा आपल्याला.’

“ओह!, ग्रेट, या सुंदरी बघितल्या का! त्यांची शरीरं प्राण्याची आहेत पण मस्तक मात्र स्त्री मानवाचं, किती सुंदर दिसताहेत या. बघ अरे, यात महिलांचे करंट ट्रेण्ड दाखवले आहेत. ही बघ मत्स्यगंधा किती सुंदर दिसतेय, सर्पगंधाच्या नाजूक लयबद्ध हालचाली खूपच मोहक आहेत रे. या मार्जारगंधेची चपळाई बघितलीस का.” – न्यूट्रि हे स्त्रीयांचे आविष्कार बघून स्तिमित झाली होती.

“न्यूट्रि, अग जाहिरातीच्या खाली काहीतरी लिहिलेलं दिसतंय ते जरा नीट वाच बरं.” – नॅनो

“प्रतिकारकशक्तीची हमी, ग्राफ्ट रिजेक्शनची भीती नाही, स्थिर मानसिकतेची गॅरंटी, मानवाला प्राप्त होतील प्राण्यांची शक्तिस्थानं, प्राण्यांना प्राप्त होतील मानवाची शक्तीस्थानं. आमच्या वेब साइटला भेट द्या. www.varah.nic.in2552.” न्यूट्रिलासुद्धा जाहिरात वाचून गंमत वाटली.

“बघू या, जाहिरात करताहेत ते ठीक आहे, पण हे सगळं करत असताना माणसाचं व्यक्तिमत्त्व, त्याची आकलनशक्ती, त्याची कौशल्यं, त्याची वागणूक, त्याची मानसिकता आणि त्याचं स्वत्व शेवटी जपलं जाणार आहे का? कोण आहेत हे डॉक्टर? कुठे आहे ही फॅसिलिटी? संदर्भासाठी काही केस स्टडी आहेत का? हे सगळं करण्याची कायदेशीर परवानगी आहे का? अशा प्रकारच्या मस्तकरोपणाच्या ऐतिहासिक घटना केव्हा आणि कशा घडल्या आहेत? ही सगळी माहिती या वेबसाईटवरून डाउनलोड करून घे म्हणजे रात्री मी निवांत बसून सगळं बघतो.” एवढं बोलून नॅनो हॉस्पिटलला निघून गेला. तो आता हे सगळं माहीत करून घेण्यासाठी उत्सुक झाला

होता.

हृत्त्विक अत्यंत धीम्या गतीनं पाच वर्षांच्या कलावधीत उभं राहून चालण्यास असमर्थ झाला होता. पण, तो सगळं खूपच धीरानं घेत होता. या त्याच्या शारीरिक व्यंगाचं त्यानं कधीच भांडवल केलं नाही. अविनाश आणि वैशाली सर्वतोपरी मदत करत होतेच. आता मात्र वॉकरचा सहारा घेऊन चालणंसुद्धा त्रासदायक झालं होतं. त्याच्याकडे आता जास्त लक्ष द्यायला हवं होतं. हृत्त्विक निदान सध्या बोलूतरी शकत होता.

“अनिकेत राजे बोलतोय, मी अविनाश यांच्याशी बोलू शकतो का?”

“यस अविनाश बोलतोय. अरे, अनिकेत मला अहो जाओ काय करतोएस! बोल, बोल, मोकळेपणानं बोल.”

“हृत्त्विकची प्रकृती काय म्हणते आहे?”

“तुला तर माहीतच आहे, हळूहळू स्नायू झिजत चालले आहेत. शरीरावरचा ताबा सुटत चालला आहे. लवकरच इलेक्ट्रॉनिक-रोबोटिक खुर्ची मिळेल. खास ऑर्डर देऊन तयार करून घ्यावी लागते ना!”

“हे बघ, माझी मुलगी सानिका नुकतीच अमेरिकेहून फिजिओथेरपी विषयात डॉक्टरेट करून भारतात परतली आहे. तिला अशा पेशंटना फिजिओथेरपी ट्रीटमेंट देण्याचा चांगला अनुभव आहे. किंबहुना त्यातच तिचं स्पेशलायझेशन आहे. ती या अतिशय गुंतागुंतीच्या आजाराविषयी चांगली जाणते. तिनंच हृत्त्विकची माझ्याकडे अस्थेवाईकपणे चौकशी केली होती. म्हणून म्हटलं तुझ्याशी एकदा बोलावं.”

“सानिका इतकी मोठी केव्हा झाली कळलंसुद्धा नाही आम्हाला. अरे अनिकेत, वसुंधरावहिनींच्या म्हणजे सानिकाच्या आईच्या अकाली मृत्यूनंतर तू सनिकाला चांगलं वाढवलंस आणि मोठं केलंस. गेल्या पाच वर्षांपासून हृत्त्विकच्या प्रकृतीतच गुंतलो आहोत आम्ही. आपण असं करू की त्याचे न्यूरोसर्जन डॉ. राजीव नाईक याच्यासोबत सानिकाची भेट निश्चित करू या का?”

“ठीक आहे. मी सानिकाशी बोलतो तसं.”

अविनाशसुद्धा चांगल्या फिजिओथेरपिस्टच्या शोधात होताच. सानिकाच्या हातात जादू असेल तर हा पर्याय अविनाश आणि वैशालीलासुद्धा आवडला होता.

“मी डॉ. सानिका, अत येऊ का सर!”

“ये, बस, मी तुला हृत्त्विकची केस नीट समजावून सांगतो.”

असं म्हणून डॉ. राजीव नाईक यांनी सगळ्या रिपोर्ट



आणि फोटोंच्या आधारे तिला सगळी हिस्ट्री सांगितली.

“सर, यासाठी सध्या अमेरिकेत ‘स्पर्श’ या थेरपीला विशेष प्राधान्य दिलं जातंय.”

“तुम्ही अगदी मुद्याचं बोललात, सानिका. या आजारात स्नायूंना ममतेचा स्पर्शा हवा असतो. मोकळेपणानं यावर भारतात बोललं जात नाही. मला वाटतं आपण उद्याच ही केस फिजिओथेरपिस्ट म्हणून हातात घ्यावी.” डॉक्टर नाईक म्हणाले.

सानिका राजे, सरंजामे यांच्या घरात प्रविष्ट झाल्या झाल्या समोरच भव्य दिवाणखान्यात हत्त्विक एका विशेष खुर्चीत बसून असलेला तिला दिसला. अतिशय लाघवी

आणि देखणा चेहरा लाभलेला हत्त्विक मानेच्या खाली मात्र संपूर्ण शरीराच्या स्नायूंचा ताबा हरवून बसला होता. गोच्यापान सदसाडीत बांध्याच्या सानिकानं त्याच्याकडे बघून स्मितहास्य केलं आणि म्हणाली, “मी सानिका. तुझी काळजी आजपासून मी घेणार.”

“वेलकम सानिका, मी हत्त्विक.”

इतक्यात अविनाश आणि वैशाली दिवाणखान्यात आले.

“सानिका, बस, कशी आहेस तू . भारतात प्रॅक्टिस सुरू केली आहेस वाटतं.”

“नाही काका, आजून नाही. मी या क्षेत्रातल्या एखाद्या



सेवाभावी संस्थेत रुजू व्हावं म्हणते आहे.”

“अरे वा! छान आहे कल्पना. अनिकेत राजे माझा लहानपणापासूनचा मित्र आहे. त्याचा फोन आला आणि खूप हलकं वाटलं. तुझं डॉ. नाईकांशी सविस्तर बोलणं झालं असेलच. मग आता कशा पद्धतीनं पुढे जायचं?”

“मी एक व्यावसायिक फिजिओथेरेपिस्ट आहे. हृत्तिकच्या बाबतीत सध्यातरी दिवसभरात माझी आठ तासांची उपस्थिती पुरेशी आहे. परंतु शरीरातल्या एक एक संस्था जशा दुबळ्या होत जातील तसं मग रोबोटिक चेअरला जोडलेल्या सगळ्याच कंट्रोल सिस्टिमवर जसं की फुफुस, हृदय, अन्ननलिका यांच्यावर बारकाईनं लक्ष द्यावं लागेल. लुळ्या पडत जाणाऱ्या स्नायूंना विशिष्ट प्रकारच्या मसाजची नितांत आवश्यकता असते. अशा परिस्थितीत हृत्तिकला रात्रंदिवस निरीक्षणाखाली असणं आवश्यक आहे.”

“घे अग, फ्रूट शेक केला आहे.” असं म्हणून वैशालीताईनी ग्लास पुढे केला.

“हृत्तिक, छान फ्रूट शेक केला आहे आईनी, बघ बरं, कसा झाला आहे ते. चल, मीच तुला भरवते.” असं म्हणून सानिकानं त्याच्या गळ्याभोवती हलक्या हातानं नॅप्किन गुंडाळला आणि तिला दिलेलाच फ्रूट शेक प्रेमानं चमच्यानं भरवला. त्याच्या पाठीवर प्रेमाने मायेचा हात फिरवला. इतक्या दिवसांपासून चिंतेची किनार असलेल्या हृत्तिकच्या चेहऱ्यावर आश्वासकतेची लहर उमटलेली वैशाली आणि अविनाशच्या नजरेनं टिपली होती.

एक वर्ष होऊन गेलं. हृत्तिकला सानिकाचा सहवास हवाहवासा वाटू लागला होता. सानिकासुद्धा हृत्तिकची विशेष काळजी घेत होती. हृत्तिक एक दिवस आपल्या खोल गेलेल्या आवाजात काहीतरी पुटपुटत होता आणि आपलं डोकं सानिकाच्या वक्षस्थळावर टेकवून, डोळे मिटून तो शांत पडून होता. सानिकानं त्याच्या डोक्यावरून मायेनं हात फिरवला. हृत्तिकच्या चेहऱ्यावर इतकं समाधान सानिका प्रथमच बघत होती. सानिकाला अश्रू आवरणं अनावर झालं होतं. अविनाश आणि वैशाली हे दृश्य बघून क्षणभर थबकलेच. दोघांनी आपल्या चष्म्याआडून अश्रूंना वाट मोकळी करून दिली होती.

“अनिकेत राजे बोलतोय.”

“बोल अरे, काय म्हणतोस. कसं चाललं आहे तुझं? सानिका हृत्तिकची खूप छान काळजी घेते बर का!”

“कसं बोलू कळत नाहीये रे अविनाश, प्रत्यक्ष येऊन भेटून बोलण्याची हिम्मत होत नाहीये, आणि फोनवरसुद्धा विषय कसा काढावा कळत नाहीये.”

“बोल अरे, त्यात काय आढेवेढे घेतो आहेस. फोनवर विषयप्रवेश कर आणि प्रत्यक्ष भेटून विस्तारानं सांग. बोल.”

“काल सानिकानं हृत्तिकशी विवाह करण्याची इच्छा बोलून दाखवली आहे. मी तर पार संभ्रमात पडलो आहे..., अरे कसं शक्य आहे ते?”

“...मी तरी काय बोलू राजे. हो... काल घडलंही तसंच. सानिका ही फार परिपक्व आणि हुशार मुलगी आहे. समाजकार्यासाठी वाहून घेणारी आहे. तिच्या इच्छेचा आपण आदर करायला हवा असं मला वाटतं.”

“ठीक आहे आजच संध्याकाळी आपण तुझ्याकडे भेटू या.”

सरंजामे आणि राजे कुटुंब यांची सरंजामे यांच्या घरी या विषयावर विस्तारानं चर्चा झाली. सानिका आणि हृत्तिक यांनी पुढाकार घेऊन समजूनउमजून, भविष्यातले धोके जाणून घेऊन हा निर्णय घेतला होता. अत्यंत साधेपणानं घरीच लग्न पार पडलं. लग्नाला डॉ. राजीव नाईक हजर होते.

हृत्तिक हळूहळू रोबोटिक चेअरवर पूर्णतः अवलंबून राहू लागला होता. त्याच्या मानेच्या खलील भागाचा लोळागोळा झाला होता. बोलणंसुद्धा बंद झालं होतं. रोबोटिक चेअरवरची बटण एका बोटाच्या कृत्रिम हालचालीनं दाबून तो कसाबसा संवाद साधत होता.

“सानिका, आपल्याला पुढच्याच महिन्यात व्हिएन्नाला जायचं आहे.” डॉक्टर राजीव नाईक फोनवर बोलत होते.

“व्हिएन्ना! सर, काही विशेष?” सानिकाला हे अनपेक्षित होतं.

‘हेड ट्रान्सप्लॉंट’च्या शस्त्रक्रियेला मान्यता मिळण्याची दाट शक्यता आहे. या क्षेत्रातले दिग्गज तिथे होणाऱ्या तीन दिवसांच्या कार्यशाळेत कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा वापर करून ‘हेड ट्रान्सप्लॉंट’च्या शस्त्रक्रियेची काही प्रात्यक्षिकं दाखवणार आहेत. हृत्तिकची भविष्यातली उपचारपद्धती आपल्याला निश्चित करायला या कार्यशाळेची फार मदत होणार आहे.”

“कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा वापर! ओके सर, मी या बाबतीत तुम्हाला लवकरच भेटते. आपल्याला वेगाने हालचाली करून निर्णय घ्यायलाच हवा. कारण तसही जीनथेरपी म्हणावी तशी काम करत नाहीये!” - सानिकाच्या मनात आशा पल्लवित झाल्या होत्या.

आतापर्यंत तरी ‘हेड ट्रान्सप्लॉंट’च्या शस्त्रक्रियेला मान्यता मिळालेली नव्हती. त्यातले अनेक प्रश्न अजून अनुत्तरितच होते. डॉ. नाईक आणि डॉ. सानिका व्हिएन्नात दाखल झाले होते.



‘मला हे जाहीर करायला खूप आनंद होत आहे की डॉ. मार्सेलो रोमानो यांनी सादर केलेल्या ‘हेड ट्रान्सप्लांट’ शस्त्रक्रियेला युरोपीयन युनियन ऑर्गन ट्रान्सप्लांट सल्लागार मंडळाने मान्यता दिली आहे. या संदर्भातले एथिकल, लीगल, सायकॉलॉजिकल आणि फिजिओलॉजिकल प्रश्न सोडवण्यात ते यशस्वी झाले आहेत. समितीनं असं निश्चित केलं आहे की जगातली पहिली ऐतिहासिक ‘हेड ट्रान्सप्लांट’ शस्त्रक्रिया भारतातल्या हृत्त्विक संरंजामे या रुग्णावर करण्यात येईल.’

युरोपीयन मेडिकल असोसिएशनच्या गॅझेटमध्ये मस्तकरोपण शस्त्रक्रियेसंबंधी सगळे कन्सर्न स्पष्टपणे जाहीर केले होते. भारतात जाऊन त्याचा बारकाईनं अभ्यास करणं अत्यावश्यक होतं.

भारतात परतल्यावर इंडियन मेडिकल असोसिएशनसमोर तज्ज्ञ डॉक्टर, विधिज्ञ, समाजशास्त्रज्ञ आणि मानसशास्त्रज्ञ यांची एक खास सभा बोलावण्यात आली होती. युरोपीयन मेडिकल असोसिएशनच्या गॅझेटचा सखोल अभ्यास करून त्यांनी आपली मतं सभेसमोर मांडली. डॉक्टर सानिका आणि डॉक्टर नाईक यांनी ही सभा बोलावली होती. शस्त्रक्रिया क्षेत्रातली ही महत्त्वपूर्ण घटना नोंदवली जाणार होती. सभेत पुढील मुद्दे मांडले गेले.

ब्रेन डेड झालेली व्यक्ती ही आपलं शरीर दान करणार होती. म्हणजे ही व्यक्ती दात्याच्या भूमिकेत असणार होती. या व्यक्तीच्या नातेवाईकांचा भविष्यात या शरीरावर कुठलाही कायदेशीर हक्क असणार नव्हता.

विकलांग व्यक्ती ही घेत्याच्या भूमिकेत असेल. या व्यक्तीचे मस्तक दात्याच्या शरीरावर रोपित करण्यात येईल.

यातून निर्माण झालेल्या जिवंत व्यक्तीवर विकलांग व्यक्तीच्या म्हणजे घेत्याच्या नातेवाईकांचा कायदेशीर हक्क असेल.

दात्याचं शरीर मात्र हृत्त्विक म्हणेल तसं वागेल. दात्याच्या काहीच आठवणी तिथे शिल्लक राहणार नाहीत. रोपण झाल्यावर दात्याच्या कुटुंबातील व्यक्तींना तो ओळखणारसुद्धा नाही. कारण मेंदू हृत्त्विकचा असेल.

दाता आणि घेता यांच्या मेरूदंडाच्या जोडणीतंत्रज्ञानात कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या साहाय्यानं उत्तम नवा पर्याय सापडला आहे.

ही शस्त्रक्रिया करायला काही हरकत नाही. हा धोका पत्करायला काही हरकत नाही. असाच सभेचा सूर होता. तसा निर्णय घेऊन सभा संपली.

“सानिका, ही शस्त्रक्रिया करायचा आपण निर्णय तर घेतला आहे. माझ्या पोटचा गोळा तुझ्याकडे सोपवला आहे

मी. पण.... सगळं नीट पार पडेल ना?” वैशालीताई काळजीयुक्त स्वरात म्हणाल्या.

“हा धोका आपल्याला पत्करावा लागेल. आणि आपल्यासमोर दुसरा चांगला पर्यायसुद्धा मला दिसत नाहीये. आई, अहो, तुमची काळजी मी समजू शकते. पण मीसुद्धा त्याची अर्धांगिनी आहे ना!” सानिकानं आईची समजूत घातली.

“सानिका, तू जाणकार आहेस. त्याच्याशी लग्न करण्याचं धाडस दाखवलंस. आणि आता तुझ्यावर हा दुसरा धाडसी निर्णय घेण्याची वेळ आली आहे. बेटा, तुझ्या स्थिर आणि निश्चल स्वभावाचं खरोखर मला कौतुक वाटतं.” अविनाश गदगदलेल्या स्वरात म्हणाला.

४ जानेवारी २०५३ रोजी निश्चित झालेल्या मस्तकरोपण शस्त्रक्रियेसाठी डॉक्टर नाईक, डॉक्टर सानिका आणि हृत्त्विक व्हिएन्नाला रवाना झाले.

नॅनो हॉस्पिटलमधून घरी परतला होता. रात्रीचं जेवण आटोपून त्यानं न्यूट्रिला आठवण करून दिली. न्यूट्रिनं डाउनलोड केलेली फाइल नॅनोला केव्हाच पाठवली होती.

फाइल उघडताच संकरीत जमातीचा अध्यक्ष नर-वराह बोलत होता :

‘कंटाळा आला आहे त्याच त्या मानवी शरीराचा, वागणुकीचा, व्यक्तिमत्त्वाचा आणि नातेसंबंधांचा. पुरे झाला तो परिपूर्ण आयुष्य जगण्यातला आनंद. मानवानं मानवावरच मस्तकरोपण शस्त्रक्रिया तर यशस्वी करून दाखवली. ‘मात्र मानवाला आता याच जन्मात अनुभवायचं होतं प्राणिजीवन. त्याला प्राणिमात्रांशी संकर हवा होता. या कल्पनेला पृथ्वीसीयांकडून खूप टोकाचा विरोध झाला. अखेर दक्षिण पॅसिफिक समुद्रात न्यूझीलंडच्या जवळ ब्रिटिशांच्या मालकीचं ‘आइतुताकी’ हे बेट मानव-प्राणी संकरीत जमातीसाठी सुरक्षित ठेवण्यात आलं. आमच्या सगळ्या प्रजाती नर-वानर, नर-सिंह, नर-अश्व, नर-वराह, नर-अस्वल, नर-गर्दभ, नर-ऋषभ, नर-गज, मत्स्यगंधा, सर्पगंधा आणि अशा कितीतरी जमाती या बेटावर गुण्यागोविंदानं वास्तव्य करताहेत.’

“न्यूट्रि बेटा, आता बोलताना नर-वराह या अध्यक्षांनी पहिल्या मानवी मस्तकरोपणासंबंधी उल्लेख केल्याचं मी ऐकलं. बघतेस का जरा मानवी मस्तकाचं मानवाच्याच शरीरावर रोपण केलेली ती ऐतिहासिक पहिली सर्जरी.” नॅनोची उत्सुकता शिगेला पोहोचली होती.

“बघते, यांच्या साइटवर नसेल तर दुसऱ्या साइटवरून सर्फिंग करून शोधून काढते.” - न्यूट्रि



“नॅनो, यस! आय गॉट इट . हत्त्विक सरंजामे नावाच्या पेशंटवर व्हिएन्नाच्या डॉ. मार्सेलो रोमानो यांनी ४ जानेवारी २०५३ या दिवशी ही शस्त्रक्रिया प्रथमच यशस्वीपणे पार पडल्याचं म्हटलं आहे.”

“सुरू कर बरं व्हेडिओ...”

रोबोटिक चेअरवर विकलांग अवस्थेत बसलेला हत्त्विक. चेअरला ढकलत ढकलत धीम्या गतीनं पावलं टाकत सानिका पुढे सरकत होती. डॉक्टर नाईक सानिकाच्या मागून कुण्या एका डॉक्टरशी चर्चा करत तिघंही हॉस्पिटलच्या भव्य कॉरिडोरमध्ये प्रविष्ट झाले. एका खोलीत प्रथम सगळ्या औपचारिकता पूर्ण करण्यात आल्या. नंतर एका अत्याधुनिक लाईफ सपोर्ट सिस्टिमनं युक्त अशा खोलीत हत्त्विकला अँडमिट करून घेण्यात आलं. ठरल्यानुसार प्री-ऑपरेटिव्ह चाचण्या घेण्यासाठी हत्त्विकचे नमुने घेण्यात आले.

रोबोटिक ऑपरेशन थिएटरमध्ये तीन सुपरसंगणकांवर तीन सर्जन स्थानापन्न झाले होते. कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या या अविष्काराकडे सर्व जगाचे डोळे लागून राहिलेले होते. हत्त्विकचं मस्तक आणि दात्याचं शरीर ही दोन्ही प्रथम द्रवरूप नायट्रोजन मध्ये उणे १९६ अंश सेल्सियस तापमानला प्राणवायुचा अभाव असलेल्या चेंबरमध्ये काही काळ जिवंत राहतील अशी व्यवस्था केली होती. ही संपूर्ण सर्जरी अतिशीत तापमानला केली जात होती. त्यानंतर दोघांच्याही मानेजवळच्या उतींची कापणी करून त्यातल्या प्रमुख रक्तवाहिन्या एकमेकांशी काही नलिकांच्या साहाय्याने जोडल्या गेल्या. प्रथम रक्त प्रवाह अबाधित राहिल अशी व्यवस्था केली गेली. आता दोन्ही शरीरांचे मेरूदंड कापून काढले गेले. विलंब न लावता संगणकाच्या कृत्रिम हातांनी मेरूदंडातले मज्जारज्जू एकमेकांपासून सफाईनं वेगळे केले. दोन्ही मस्तकातले हे मज्जारज्जूचे जुडणे एकमेकाला जुळवणं हीच खरी कसोटी होती. यासाठी त्यांना प्रथम बायो-क्लिपच्या साहाय्यानं तात्पुरतं जोडून घेण्यात आलं. हे मज्जारज्जू एकमेकांमध्ये विलीन झाल्यासारखे जोडले जावेत यासाठी ‘फॉस्फोरिलकोलीन’ या नव्यानं शोधून काढलेल्या रसायनचा वापर केला गेला. हे मज्जारज्जूचे जोड या रसायनात बराच वेळ बुडवून ठेवण्यात आले. या रसायनाचा तापमान वाढवून हे मज्जारज्जूचे धागे वितळून एकमेकांना घट्ट चिटकून बसवले गेले आणि मज्जारज्जूचं हवं तसं जाळं निर्माण करता आलं.

आता मस्तकाच्या आणि शरीराच्या स्नायूंचा, त्वचांचा आणि रक्तवाहिन्यांचा एकमेकांशी मेळ घालण्याची प्रक्रिया

मायक्रो सर्जरीद्वारा करण्यात आली. संगणकाच्या जलद हालचालींमुळे काही तासांत या सर्जरी पार पडल्या. यासाठी मस्तक आणि शरीर स्थिर राहिल, त्यांची हालचाल होणार नाही याची काळजी घेण्यासाठी हा जीव कोमात ठेवला गेला. श्वासोच्छ्वास, रक्ताभिसरण आणि पचनक्रिया बिनबोभाट पार पडल्या तरी शरीराची हालचाल होऊ दिली गेली नाही. मेंदू सुप्तावस्थेत असल्यामुळे मज्जारज्जूवर ताणही पडला नाही. मेंदूचं रोपण करायचं म्हणजे डोळे, नाक, कान, जीभ आणि त्वचा या पाच ज्ञानेंद्रियांचं प्रत्यारोपण करावं लागतं. हे सगळं करत असताना प्रतिकारकक्षमतेची यंत्रणा कमकुवत होऊ न देणं ही सगळ्यात मोठी जोखीम होती. शस्त्रक्रिया यशस्वी झाली होती. मानवी मेंदूनं निर्माण केलेल्या कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या करिष्यामुळे वेळेच्या आत ही शस्त्रक्रिया यशस्वीरित्या पूर्ण केली होती.

ही खूप गुंतागुंतीची शस्त्रक्रिया असूनसुद्धा काही तासांत पार पाडावी लागली. डॉ. मार्सेलो रोमानो हे अत्यंत प्रसन्न चेहऱ्यानं शस्त्रक्रिया संपवून बाहेर पडत होते. पत्रकारांनी त्यांना काचेच्या खिडकीबाहेरूनच प्रश्न विचारायला सुरुवात केली होती. त्यांनी फक्त उजव्या हाताचा अंगठा उंचावून यशस्वितेची हामी दिली होती.

मिस्टर रॉबर्ट या ४० वर्षांच्या तरुणाच्या धडावर हत्त्विकचं मस्तक बेमालूमपणे साकारलं जात होतं. शरीरातली एक एक यंत्रणा मेंदूच्या नियंत्रणात येत होती. पंचज्ञानेंद्रियं प्रतिसाद देत होती. स्वायत्त मज्जासंस्था नियंत्रणात होती.

आज एक वर्षाचा काळ लोटला होता. ‘हत्त्विकचा हॉस्पिटलमधून डिस्चार्ज’ ही जागतिक बातमी माध्यमांवर झळकली होती. हजारो कॅमेरे हॉस्पिटलच्या लॉन वरती खिळलेले होते. सरंजामे आणि राजे कुटुंब डोळ्यांत प्राण ओतून हत्त्विकला टीव्ही स्क्रीनवर बघायला आतुर झाले होते. सकाळी दहाची वेळ होती. रॉबर्टचं शरीर लाभलेला हत्त्विक स्वतःच्या दमदार पायांवर उभा राहून, आत्मविश्वासाने पावलं टाकत लॉनवर अवतरला. समोरून परिकथेतली राजकुमारी शोभावी असा पेहेराव करून सानिका अवतरली. हत्त्विकनं सानिकाला आपल्या बाहुपाशात घेतलं, तिचं त्रिवार चुंबन घेतलं. दोघांनी उपस्थितांना वाकून नमस्कार केला आणि नियोजित हेलिकॉप्टरनं भारतासाठी व्हिएन्ना इंटरनॅशनल एअरपोर्टकडे प्रयाण केलं.

— रंजन गर्गे

ranjan.garge@gmail.com



स्वाती बापट

आहारातील मीठ आणि आपले आरोग्य

आपले आरोग्य उत्तम ठेवण्यासाठी आपले वजन नियंत्रित ठेवणे हे आवश्यक असते. आपले आरोग्य उत्तम ठेवण्यासाठी सुयोग्य वजन किती असावे, ते कसे नियंत्रित ठेवावे याबाबत मागील अनेक लेखांमधून मी विवेचन केले आहे. आपल्या शरीरातील मेद किती असावा, कंबरेचा घेर कमी असणे कसे आरोग्यदायी आहे, वजन नियंत्रित ठेवण्यासाठी काय खावे, काय खाऊ नये याबाबत बरीच महत्त्वपूर्ण माहिती मी त्या लेखांमध्ये दिलेली आहे. आहारातले मीठ आणि आपल्या आरोग्याचा नेमका काय संबंध आहे हे आपण या लेखामध्ये जाणून घेणार आहोत.

जेवणात वापरले जाणारे पांढरे मीठ, अर्थात common salt, म्हणजे रासायनिकदृष्ट्या सोडियम-क्लोराईड असते. रोजच्या आहारातल्या पांढऱ्या मिठाव्यतिरिक्त, शेंदेलोण व पादेलोण, खाण्याचा सोडा म्हणजे सोडियम बायकार्बोनेट आणि अजिनोमोटो (म्हणजेच रासायनिकदृष्ट्या मोनोसोडियम ग्लुटामेट) या पदार्थांचाही क्वचित आपल्या अन्नामध्ये समावेश होतो. अशा पदार्थांमधूनही आपल्या शरीरामध्ये सोडियम जात असते. फळे-भाज्या, धान्य अशा नैसर्गिक खाद्यपदार्थांमध्ये सोडियमचे प्रमाण नगण्य असते. म्हणूनच, खाद्यपदार्थ तयार करताना वरील सोडियम युक्त salts आपण वापरतो. म्हणजे, त्या पदार्थांमधूनच मुख्यत्वे आपल्या शरीरात सोडियम जात असते. प्रत्येक प्रौढ व्यक्तीने एका दिवसभरात २००० mg किंवा त्यापेक्षा कमी सोडियमचे सेवन करावे, असे जागतिक आरोग्य संस्थेचे (WHO) मार्गदर्शक तत्त्व आहे. या मर्यादेपेक्षा अधिक प्रमाणात सोडियमचे सेवन केले गेले, तर उच्च रक्तदाब, हृदयरोग, पक्षाघात, मूत्रपिंडविकार, कर्करोग आणि अस्थिरोगांचा धोका वाढू शकतो. अर्थातच, आहारावाटे आपल्या शरीरात किती सोडियम जाते याचा माग आपण ठेवणे क्रमप्राप्त आहे. सर्वसाधारणपणे, चहाचा एक चमचाभर पाकीटबंद पांढरे मीठ हे सुमारे पाच ग्रॅम वजनाचे असते. पाच ग्रॅम पाकीटबंद पांढऱ्या मिठामध्ये एकूण १९००

मिलिग्रॅम सोडियम असते. म्हणून प्रत्येक प्रौढ व्यक्तीने एका दिवसभरातल्या एकूण आहारामध्ये, फक्त पाच ग्रॅम, म्हणजेच चहाचा एक चमचाभर, इतकेच किंवा शक्यतो त्यापेक्षाही कमीच मीठ खावे असे वैद्यकीय क्षेत्रातले तज्ज्ञ सांगतात. आपले आरोग्य उत्तम ठेवण्यासाठी, आपल्या आहारातले मीठ कमी ठेवणे हा अतिशय साधा, सोपा आणि स्वस्तातला उपाय आहे. रोजच्या स्वयंपाकामध्ये मीठ कमी घातल्यास आपोआपच घरातील लहानमोठ्यांच्या शरीरामध्ये कमी मीठ जाते. स्वयंपाकातले मीठ कमी केल्यानंतर कदाचित, सुरुवातीचा काही काळ पदार्थांची चव अळणी वाटू शकेल. हळूहळू त्या चवीची माणसाला सवय होत जाते. लहान मुलांच्या वयोमानानुसार त्यांच्या दिवसभराच्या आहारातील मीठ पाच ग्रॅमपेक्षाही कमी असले पाहिजे, असे जागतिक आरोग्य संघटनेचे मार्गदर्शक तत्त्व आहे. आहारातल्या मिठाचे प्रमाण त्या-त्या वयाच्या मुलांसाठी नेमके किती असले पाहिजे हे पुढील कोष्टकामध्ये दाखवलेले आहे. (कोष्टक क्रमांक-१)

वय	दरडोई दरदिवशी आहारातील मिठाचे प्रमाण
६ महिने ते १ वर्ष	शक्यतो आहारात मीठ नसावे
१ वर्ष ते ८ वर्षे	अर्धा चहाचा चमचा किंवा त्याहून कमी (८०० ते १००० मिलीग्रॅम सोडियम)
९ वर्षे ते १८ वर्षे	चहाचा पाऊण चमचा किंवा त्याहून कमी (१५०० मिलीग्रॅम सोडियम)
१८ वर्षांच्या पुढे	चहाचा एक चमचा किंवा त्याहून कमी (२००० मिलीग्रॅम सोडियम)

(कोष्टक क्रमांक-१)

आपल्या शरीरातील प्रत्येक पेशींचे कार्य उत्तम ठेवण्यासाठी, रक्तातील सोडियम १३५ mEq/lit ते १४५



mEq/lit इतक्या पातळीत राखणे आवश्यक असते. रक्तातले सोडियम १३५ mEq/lit पेक्षा कमी अथवा १४५ mEq/lit पेक्षा जास्त झाल्यास आपल्या आरोग्याला मोठा धोका निर्माण होऊ शकतो. रक्तातले सोडियम सुनियंत्रित ठेवण्यासाठी आपली मूत्रपिंडे अहोरात्र कार्यरत असतात. म्हणूनच आपल्या शरीरातील पेशींचे कार्य व्यवस्थित चालते. परंतु, मूत्रपिंडाच्या कार्यक्षमतेलाही काही मर्यादा आहेत. आपण आपल्या आहारातून सातत्याने जास्त सोडियम घेत घेत राहिलो, तर आपल्या रक्तामध्ये हळूहळू अतिरिक्त सोडियम जमा होऊ लागते. रक्तातील सोडियमचे प्रमाण वाढायला सुरुवात झाली, की ते कमी करण्यासाठी आपल्या रक्तवाहिन्यांमधली पाण्याची पातळी वाढवली जाते. असे होत राहिल्यामुळे आपल्या रक्तवाहिन्यांमधील पाण्याचे प्रमाण वाढते आणि परिणामतः आपल्या रक्ताचे प्रमाण वाढून रक्तवाहिन्या प्रसरण पावतात. असे झाल्यामुळे रक्तवाहिन्यांवर अतिरिक्त दाब पडतो, म्हणजेच आपला रक्तदाब वाढतो. रक्तदाब वाढल्यामुळे शरीरातील रक्तप्रवाहाला अवरोध होऊ लागतो. याचा परिणाम असा होतो की, शरीरातील रक्तप्रवाह सुरळीत ठेवण्यासाठी आपल्या हृदयाला अधिक जोर लावून काम करावे लागते. परिमाणतः आपल्या हृदयावर मोठ्या प्रमाणावर ताण पडून हृदयविकाराचा धोका वाढण्याची शक्यता निर्माण होते. तसेच, आहारातून प्रमाणाबाहेर सोडियम शरीरात गेल्यास आपल्या रक्तवाहिन्या थोड्याफार प्रमाणात वाकड्यातिकड्या होण्याची शक्यता असते (Vascular Remodelling). तसेच, रक्तवाहिन्यांच्या आतील अस्तराचे कार्यदेखील बिघडू शकते. रात्रीच्या काळात मनुष्याचा रक्तदाब सामान्यतः कमी होतो. परंतु, आहारातील जास्त सोडियममुळे रात्रीच्या वेळीदेखील रक्तदाब उंचावलेल्या अवस्थेतच राहतो. म्हणूनच आहारातून प्रमाणाबाहेर सोडियमचे सेवन करणे हे आरोग्याच्या दृष्टीने धोकादायक आहे.

लाखो वर्षांपूर्वीच्या आदिमानवाच्या, म्हणजेच आपल्या पूर्वजांच्या आहारामध्ये, कुठलीही प्रक्रिया न केलेल्या नैसर्गिक पदार्थांचाच समावेश होता. त्यामुळे, त्यांच्या एका दिवसभराच्या आहारामधून अतिशय कमी, म्हणजे सुमारे ०.५ मिलिग्रॅम इतकेच क्षार त्यांच्या शरीरात जात असावे. अर्थात, त्याच प्रमाणात, म्हणजे अंदाजे २०० मिलीग्रॅम इतकेच सोडियम त्यांच्या शरीराला मिळत असणार. आदिमानवाला त्याच्या आहारामधून अगदी कमी प्रमाणात सोडियम मिळत असल्यामुळे, आणि सोडियम हा एक जीवनावश्यक घटक असल्यामुळे, मानवी उत्क्रांतीच्या

प्रक्रियेत आपल्या शरीरामध्ये एक शक्तिशाली यंत्रणा निर्माण झाली. त्यायोगे, आपल्या आहारातील सोडियम जास्तीत जास्त प्रमाणात रक्तामध्ये शोषून घेण्याची आणि ते शरीरात टिकवून ठेवण्याची योजना आपल्या शरीरात तयार झाली. आहारामधून अत्यल्प प्रमाणात सोडियम मिळत असूनदेखील, त्या काळातल्या मानवाच्या रक्तातील सोडियमची पातळी या यंत्रणेमुळेच नियंत्रित राहत असावी. जसजशी मानवाची प्रगती होत गेली तसतसे मानवाला मिठाचे महत्त्व समजू लागले. मीठ ही अत्यंत मौल्यवान वस्तू आहे हेही त्याच्या लक्षात आले. मिठाचा वापर करून, म्हणजेच अन्नपदार्थ खारवून, अन्न अधिक काळ टिकवता येणे शक्य आहे हेदेखील त्याच्या लक्षात आले. त्यामुळे मिठाचा Preservative म्हणून वापर करून अन्न साठवणे, असे खारवलेले अन्न एका ठिकाणातून दुसरीकडे पाठवणे शक्य होऊ लागले. तसेच मानवाला मिठाचे वेगवेगळे स्रोतदेखील मिळाले. हळूहळू वेगवेगळ्या अन्नप्रक्रियांचाही शोध लागला. आधुनिक काळात, प्रक्रिया केलेल्या पाकिटबंद पदार्थांचे प्रमाण मानवाच्या आहारात अधिकाधिक प्रमाणात होऊ लागले. या सगळ्या घडामोडींमुळे आपल्या आहारातील मिठाचे प्रमाण हळू-हळू वाढत गेले आणि आज जागतिक पातळीवर, दरडोई, दर दिवशी, सरासरी १० ग्रॅमपर्यंत मीठ मनुष्य खात आहे. भारतामध्ये हे प्रमाण थोडे कमी, म्हणजेच दरडोई, दर दिवशी, सरासरी ८ ग्रॅम इतके आहे. भारतामध्ये मीठ खाण्याचे प्रमाण जागतिक सरासरीपेक्षा कमी असले तरी ते जागतिक आरोग्य संघटनेने (WHO) नेमून दिलेल्या प्रमाणापेक्षा (दरडोई, दर दिवशी, सरासरी पाच ग्रॅमपेक्षा) बरेच जास्त आहे.

आहाराद्वारे आवश्यकतेपेक्षा जास्त मिठाचे सेवन करणे, हे मृत्युदर वाढवण्याकरता अप्रत्यक्षपणे कारणीभूत ठरते आहे असे सर्वेक्षणातून सिद्ध झालेले आहे. हृदयरोग आणि रक्तवाहिन्यांशी संबंधित आजार कमी करण्यासाठीचा एका उपाय म्हणून, आहारातले सोडियमचे सेवन कमी करावे आणि पोटॅशियमच्या सेवनात वाढ करावी असाही सल्ला जागतिक आरोग्य संघटनेने दिलेला आहे. जसे सोडियमचे जास्त सेवन केल्यामुळे रक्तदाब वाढून हृदयरोग होण्याची शक्यता वाढते, तसे पोटॅशियमच्या सेवनाने रक्तवाहिन्या प्रसरण पावून रक्तदाब कमी होण्यास मदत होऊ शकते असेही सर्वेक्षणातून लक्षात आलेले आहे. त्याचबरोबर, रक्तातील जास्तीचे सोडियम बाहेर फेकण्यासाठी पोटॅशियमची मदत होऊ शकते असेही सिद्ध झाले आहे.

हल्ली आपल्या आहारात आपण मुख्यत्वे पाकिटबंद



पांढरे मीठ वापरतो. परंतु, त्याबरोबरच खडेमीठ, शेंदेलोण आणि पादेलोण, असे वेगवेगळ्या प्रकारचे मीठदेखील आपण क्वचित वापरत असतो. कमी प्रमाणात सोडियम असलेले किंवा अत्यल्प सोडियम असलेले, Low Sodium Salt नावाचे असे मीठही बाजारात उपलब्ध आहे. आहारातील एकूण मिठाचे आणि पर्यायाने सोडियमचे सेवन कमी केल्यामुळे सर्वसामान्य व्यक्तींमध्ये रक्तदाब कमी राहतो हे सिद्ध झालेले आहे. उच्च रक्तदाब असलेल्या व्यक्तीने जर आहारातल्या सोडियमचे सेवन कमी केले तर त्यांच्या Systolic रक्तदाबात सुमारे ५.४ आणि Diastolic रक्तदाबात सुमारे २.८ mm of Hgची घट होऊ शकते, असेही संशोधनाअंती सिद्ध झालेले आहे. परंतु, काही मिठाबाबत काही समज मोठ्या प्रमाणात प्रचलित आहेत. एक समज असा आहे की उच्च रक्तदाब असलेल्या रुग्णांनी पाकिटबंद पांढऱ्या मिठाऐवजी शेंदेलोण अथवा पादेलोण खाल्ले तर त्यांचा रक्तदाब कमी होण्यासाठी मदत होते. तसेच, काही लोक असे मानतात की खडेमीठ हे कोणतीही प्रक्रिया न केलेले मीठ असल्याने ते अधिक आरोग्यदायी असते. हे समज कितपत योग्य आहेत हे तपासून घेण्यासाठी या सर्वच प्रकारच्या मिठांमध्ये सोडियमचे नेमके प्रमाण किती असते, हे माहिती असणे आवश्यक आहे. ते प्रमाण पुढील कोष्टकात दाखवलेले आहे. (कोष्टक क्रमांक-२)

५ ग्राम मिठामधील सोडियमचे प्रमाण

पाकिटबंद पांढरे मीठ	१९०० मिलीग्रॅम
शेंदेलोण	१८७० मिलीग्रॅम
पादेलोण	१८७० मिलीग्रॅम
खडेमीठ	२००० मिलीग्रॅम

(कोष्टक क्रमांक-२)

वरील कोष्टक अभ्यासून बघितले तर काही ठळक निष्कर्ष मांडता येतात. केवळ सोडियमच्या प्रमाणाचा विचार केला तर असे दिसून येते की, पाकिटबंद पांढऱ्या मिठाऐवजी खडेमीठ खाल्ल्यास शरीरामध्ये आवश्यकतेपेक्षा जास्त सोडियम जाण्याची शक्यता आहे. पाकिटबंद पांढऱ्या मिठाऐवजी शेंदेलोण अथवा पादेलोण खाल्ले तरीही शरीरात जाणारे सोडियम फारसे काही कमी होते असे दिसून येत नाही. शेंदेलोण-पादेलोणाची चव अथवा स्वाद ज्यांना आवडत असेल त्यांनी ते मीठ खायला काही हरकत नाही. परंतु, पाकिटबंद पांढऱ्या मिठाऐवजी जरी शेंदेलोण-पादेलोण खाल्ले तरी त्या मिठांचेही आहारातले एकूण मिठाचे प्रमाण, दरडोई दर दिवशी, ५ ग्रॅम इतकेच असले पाहिजे. पाकिटबंद पांढरे मीठ, शेंदेलोण, पादेलोण अथवा खडामीठ यापैकी

कुठलेही एक, किंवा या सर्वच प्रकारचे मीठ स्वयंपाकात वापरले तरी या सर्व प्रकारच्या मिठांचे एकत्रित प्रमाण दरडोई दर दिवशी ५ ग्रॅमपेक्षा असू नये. ही काळजी जर घेतली तरच आपल्या शरीरात जाणाऱ्या सोडियमचे प्रमाण नियंत्रित राहू शकेल.

शेंदेलोण अथवा पादेलोण यामध्ये असलेली सोडियमव्यतिरिक्त इतर काही खनिजे उच्च रक्तदाब असलेल्या रुग्णांसाठी विशेष आरोग्यदायक असतात, अशीही एक समजूत प्रचलित आहे. पण प्रत्यक्षात, शेंदेलोण-पादेलोण यामध्ये जी इतर खनिजे असतात, ती आपल्याला आहारामधील इतर पदार्थांमधूनही सहजी मिळू शकतात. म्हणजे, केवळ ती खनिजे शरीराला मिळावीत या कारणासाठी शेंदेलोण-पादेलोण खाण्याची आवश्यकता असते असे नाही. खडेमीठ हे प्रयोगशाळांमध्ये प्रमाणित केलेले नसते. बहुतेक ठिकाणी मिळणारे पादेलोण आणि शेंदेलोण हेदेखील प्रयोगशाळांमध्ये प्रमाणित केलेले नसते. अशा अप्रमाणित मिठामध्ये सोडियमसोबतच इतर कोणती खनिजे आहेत याची हमी कोणालाच देता नाही. आपल्या शरीरासाठी हानिकारक असलेले धातूही त्यांमध्ये काही वेळा असू शकतात, हे आपल्याला लक्षात ठेवले पाहिजे. कमी सोडियम असलेली किंवा अत्यल्प सोडियम असलेली मिठे (Low Sodium Salt) ही सर्वसाधारणपणे प्रयोगशाळांमध्ये प्रमाणित केलेली असतात. या प्रकारच्या मिठांमध्ये सोडियम क्लोराइडऐवजी जवळपास ३०% पोटॅशियमचे सॉल्ट असते. त्यामुळे त्यातले सोडियमचे प्रमाण बरेच कमी असते. या Low Sodium Salt मध्ये सोडियमचे प्रमाण कमी असले तरीही हे मीठ अमर्यादित प्रमाणामध्ये खाऊन चालत नाही. हे मीठ खातानादेखील हे भान ठेवावेच लागेल की दर दिवशी, दरडोई २००० मिलीग्रॅमपेक्षा जास्त सोडियम आपल्या शरीरात जाता कामा नये. पाकिटबंद व प्रमाणित पांढऱ्या मिठापेक्षा शेंदेलोण आणि पादेलोणामध्ये पोटॅशियमचे प्रमाण जास्त असण्याची शक्यता असते. किडणीचे विकार असलेल्या काही रुग्णांना आहारातून कमी पोटॅशियम सेवन करण्याचे बंधन असते. अशा रुग्णांनी फक्त पाकिटबंद पांढरे प्रमाणित मीठ वापरणेच श्रेयस्कर असते.

आपल्या आहारात पुरेसे आयोडिन नसल्यास आपल्या शरीरामध्ये आयोडिनची कमतरता (Iodine deficiency) निर्माण होते. त्यामुळे थायरॉईड ग्रंथीशी संबंधित काही आजार उद्भवू शकतात. विशेषतः आहारातील आयोडिनच्या कमतरतेमुळे Iodine deficiency Goitre (आयोडिनच्या कमतरतेमुळे होणारा गलगंड) हा आजार उद्भवतो असे अभ्यासान्ती सिद्ध झालेले आहे. गलगंड या आजारामध्ये



थायराईड ग्रंथीची अतिरिक्त व अनावश्यक वाढ होते. आहारात आयोडिनची कमतरता असल्यास लहान मुलांमध्ये मतिमंदत्व येण्याचीही शक्यताही असते. योग्य प्रमाणात आयोडिन शरीराला मिळत राहिल्यास या आजारांचा सहजी प्रतिबंध करता येऊ शकतो. भारतामध्ये, विशेषतः पर्वतीय क्षेत्रांमध्ये डोंगरपायथ्याशी राहणाऱ्या व्यक्तींमध्ये गलगंडाचा आजार आढळून येत असे. परंतु त्याचे मूळ कारण सिद्ध झालेले नव्हते. प्राध्यापक डॉ. व्ही. रामलिंगस्वामी आणि त्यांच्या सहकाऱ्यांनी १९५०च्या दशकामध्ये हिमाचल प्रदेशातील कांगडा खोऱ्यामध्ये मोठ्या प्रमाणावर संशोधन केले. कांगडा खोऱ्यातील लोकांच्या आहारात आयोडिनची कमतरता असल्यामुळे त्यांना होणार गलगंड हा प्रत्यक्षात Iodine deficiency Goitre किंवा आयोडिनच्या कमतरतेमुळे होणारा गलगंड आहे असे त्या संशोधनातून सिद्ध झाले. त्यानंतर भारत सरकारने जागतिक आरोग्य संघटना (WHO) आणि UNICEF यांच्या मदतीने देशभरात वेगवेगळ्या ठिकाणी मिठाचे आयोडिनीकरण करण्याची यंत्रणा उभी केली. गलगंडाचा सर्वाधिक प्रादुर्भाव देशाच्या ज्या क्षेत्रांमध्ये जास्त होता त्या क्षेत्रांमध्ये आयोडिनविरहित मिठाला १९५४ साली कायद्याने बंदी केली गेली. पुढे १९८३ साली, National Iodine Deficiency Disorder Control Programme या कार्यक्रमाच्या अंतर्गत भारत सरकारने देशभरात असा नियम लागू केला, की विक्रीसाठी ठेवलेल्या पाकीटबंद पांढऱ्या मिठामध्ये आयोडिनचे क्षार मिसळलेले असलेच पाहिजे. हल्ली काही प्रमाणात खडेमीठ, शेंदेलोण, पादेलोण या प्रकारचे मिठही आयोडिनयुक्त असते. परंतु बाजारात सुटे मिळणारे खडेमीठ, शेंदेलोण, पादेलोण आयोडिनयुक्त असेलच याची आपल्याला खात्री नसते. एक गोष्ट मात्र नक्की आहे की आहारामध्ये कोणत्याही प्रकारचे मिठ वापरले तरी ते आयोडिनयुक्त मिठच असायला हवे.

कधीकधी काही वयोवृद्ध लोकांच्या रक्तामधली सोडियमची पातळी काही कारणामुळे अचानक कमी होऊ शकते. असे होण्यामागे अनेक कारणे असू शकतात. सोडियमची पातळी कमी झाल्यामुळे त्यांच्या आरोग्याला वेगवेगळ्या प्रकारे धोका निर्माण होऊ शकतो. वयोवृद्ध व्यक्ती काही वेळा विनाकारण आहारच कमी करतात. असे केल्यामुळे त्यांच्या आहारामधून त्यांना मिळणारे सोडियम कमी होते. काही व्यक्तींना जर उच्च रक्तदाबाचा त्रास असेल तर आपल्या आहारामध्ये ते मिठ अत्यल्प प्रमाणात

घेतात. विशेषतः उन्हाळ्यामध्ये, घामाद्वारे शरीरामधील सोडियमचे प्रमाण अचानक कमी होते. रक्तामधली सोडियमची पातळी कमी झाल्यामुळे मग या व्यक्तींचा तोल जाऊ लागतो, त्यांना चक्कर येऊ शकते, किंवा ते भ्रमिष्टासारखे वागू लागतात. अशा परिस्थितीमध्ये त्यांना रुग्णालयामध्ये भरती करून त्यांच्या रक्तामध्ये शिरेवाटे सोडियम द्यावे लागते. वरचेवर असा त्रास होऊ लागल्यास, प्रतिबंधात्मक उपाय म्हणून अशा व्यक्तींना डॉक्टर सॉल्ट कॅप्सुल्स गिळायला देतात. या सॉल्ट कॅप्सुल्स किंवा सॉल्ट टॅब्लेटमध्ये प्रत्येकी १ ग्राम मीठ म्हणजे सोडियम क्लोराईड असते.

शरीरामधील सोडियमचे प्रमाण अचानक कमी होण्याचा त्रास समुद्रसफरीवर गेलेल्या खलाश्यांनाही होऊ शकतो. खलाशी दमट व अत्यंत उष्ण हवामानामध्ये आणि बऱ्याचदा तळपत्या उन्हामध्ये काम करत असतात. त्यांच्या घामामधून खूप सोडियम शरीराच्या बाहेर टाकले जात असते. अशा परिस्थितीत त्यांच्या रक्तातल्या सोडियमचे प्रमाण अचानक कमी होऊ शकते. अशा परिस्थितीत खलाश्यांनादेखील वैद्यकीय सल्ल्याने सॉल्ट टॅब्लेट गिळायला दिल्या जातात. पण अशी परिस्थिती शक्यतो उद्भवूच नये यासाठी समुद्रसफरीदरम्यान खलाश्यांना सतत पाणी प्यायला सांगितले जाते. तसेच, त्यांना संतुलित आहार, WHO प्रमाणित ORS, आणि पुरेशी विश्रांतीही दिली जाते. खलाशाना काही संकटप्रसंगी जीव वाचवण्यासाठी आपले गलबत सोडून लाईफबोटमधून समुद्रात उतरावे लागते. अशा आपत्कालीन परिस्थितीत वापरल्या जाणाऱ्या प्रत्येक लाईफबोटमध्ये एकेक Medical Survival Kit ठेवलेला असतो. मोठ्या लाईफबोटमध्ये साधारण २० ते ३० खलाशी प्रवास करू शकत असल्याने, त्या सर्वांना साधारण आठवडाभर पुरतील इतकी औषधे त्यांच्या Medical Survival Kit मध्ये असतात. अशा किटमध्ये प्रत्येकी १ ग्रॅम मिठाच्या म्हणजे सोडियम क्लोराईडच्या १०० कॅप्सुल असलेली किमान एक बाटली ठेवलेली असते.

या लेखातून लक्षात आले असेलच की आपल्या आहारातून शरीरात जाणाऱ्या मिठाचे, अर्थात सोडियमचे महत्त्व अनन्यसाधारण आहे. त्याची पातळी कमी किंवा जास्तही झाली तर आपल्या शरीराला अपाय झाल्यावाचून राहत नाही.

— स्वाती बापट

swateebapat@gmail.com



अनघा शिराळकर

हवामानशास्त्राच्या विकासात कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा सहभाग

हवामानशास्त्राच्या अभ्यासाचा, संशोधनाचा व तंत्रज्ञानाचा प्रमुख उपयोग म्हणजे सर्व प्रकारच्या हवामानाचा अंदाज देणे. हवामानाचा अंदाज तयार करणे हे विज्ञानातील आव्हानात्मक कार्य आहे. याचा उपयोग प्रत्येक क्षेत्रात अनिवार्य असला तरी तो अचूक आणि पूर्ण कार्यक्षमतेने करणे अतिशय अवघड असते. याचे मुख्य कारण आहे सतत बदलणारे हवामान.

हवामानअंदाजाच्या पारंपरिक पद्धती

हवामान अंदाजाच्या पारंपरिक पद्धतीमध्ये हवामानाच्या विविध घटकांच्या एकाच विशिष्ट वेळी घेतलेल्या निरीक्षणांच्या नोंदी वापरून हवामानाचे तक्ते (weather charts) तयार केले जातात. यामध्ये भूतकाळातील हवामानाच्या निरीक्षणांशी सद्यःस्थितीतील निरीक्षणांची तुलना करून अंदाज दिला जातो. संगणकाच्या साहाय्याने हे काम सोपे झाले आहे. संगणकीय आज्ञावलींद्वारे तयार केलेली हवामानाची प्रारूपे संगणकावर वापरून अंदाज तयार केला जातो. यासाठी भौतिकशास्त्राच्या नियमांवर आधारित समीकरणे तयार करावी लागतात, ज्यामध्ये वस्तुमान, गती आणि ऊर्जा यांचा विचार केला जातो. या पद्धतीमध्ये निरीक्षणांच्या नोंदींचा विदा (data), संगणकीय शक्ती आणि वेळ हे प्रचंड प्रमाणात लागतात. शिवाय हवामानाच्या अंदाजाची प्रारूपेही योग्य असावी लागतात. या पद्धतीला बऱ्याच मर्यादा असल्याने हवामानाच्या अंदाजात अचूकतेचा अभाव दिसून येतो. त्याचे प्रमुख कारण म्हणजे अस्थिर घटकांमुळे वाढणारी हवामानाची क्लिष्टता. दुसरे कारण म्हणजे निरीक्षणांचा विदा. पारंपरिक पद्धतीमध्ये हवामान-स्थानके, रडार, आणि उपग्रह यांच्याद्वारे मिळालेल्या निरीक्षणांच्या नोंदी अपुऱ्या असल्यास हवामानाच्या घटकांचा संपूर्ण तपशील मिळत नाही. तिसरे कारण म्हणजे पारंपरिक पद्धतीने तयार केलेल्या संख्यात्मक (numerical) अंदाजाच्या प्रारूपांमध्ये अनिश्चितता आणि मर्यादा असतात.

शिवाय फक्त भूतकाळातील निरीक्षणांच्या नोंदींवरच हवामानाचा अंदाज तयार केला जात असल्याने भविष्यातील हवामानबदलांचे भाकीत अचूक असत नाही.

हवामानाचा अंदाज आणि कृत्रिम बुद्धिमत्ता

पृथ्वीचे वातावरण ही एक गोंधळात्मक प्रणाली (chaotic system) असते, जी अनपेक्षितपणे कधीही गुंतागुंतीची बनते. हवेतील सुरुवातीचे लहानसे बदल हवामानाच्या अंदाजात मोठे बदल घडवून आणतात. जगाचे हवामान हे सर्वत्र जोडलेली एक गुंतागुंतीची प्रणाली असल्याने एका ठिकाणच्या हवेतील सूक्ष्मातील सूक्ष्म घटना नजीकच्या तसेच दूरवरच्या ठिकाणांच्या हवेची स्थिती बदलवू शकतात. त्यामुळे अचूक अंदाज तयार करणे हे आव्हानात्मक ठरते, विशेषतः जोराचा व भरपूर पाऊस, वादळे, उष्णतेच्या किंवा थंडीच्या लाटा यांसारख्या तीव्र व टोकाच्या हवामानाचा अंदाज देणे अवघड होते. पारंपरिक पद्धतीमध्ये स्थानिक पातळीवरील हवामान तसेच सूक्ष्म हवामान (microclimate) यांचाही अंदाज तयार करणे अवघड बनते. या मर्यादांचा विचार करता हवामानाच्या अंदाजाची अचूकता वाढवण्यासाठी आधुनिक तंत्रज्ञानाची गरज लक्षात आली. यामध्ये कृत्रिम बुद्धिमत्ता (artificial intelligence) आणि यंत्राचे स्वअध्यन किंवा यंत्रशिक्षण (machine learning) या तंत्रज्ञानाचा उपयोग महत्वाचा ठरला. या आधुनिक तंत्रज्ञानामुळे हवामानशास्त्र या क्षेत्रात अनेक बाजूंनी महत्वाचे बदल होत आहेत. हवामानाची क्लिष्टता आणि बदल समजण्यामध्ये कृत्रिम बुद्धिमत्तेची भूमिका फार महत्वाची ठरली आहे.

मानवाच्या सर्वसाधारण वर्तनाला नैसर्गिक बुद्धिमत्ता समजली जाते. हेच वर्तन संगणकाने केले तर त्याला कृत्रिम बुद्धिमत्ता म्हणतात. यासाठी संगणकाद्वारे मानवी बुद्धिमत्तेचे अनुकरण (simulation) करावे लागते. कृत्रिम बुद्धिमत्तेचे तंत्रज्ञान हे विदा संचालित (data driven) असते. ते कमी



व दीर्घ कालावधीच्या हवामानाच्या अंदाजासाठी तसेच भविष्यातील हवामानातील बदलांच्या अंदाजासाठी अतिशय उपयुक्त ठरले आहे.

हवामानाच्या अंदाजातील अचूकतेमध्ये कृत्रिम बुद्धिमत्तेची भूमिका

कृत्रिम बुद्धिमत्ता जगभरातील लाखो ठिकाणांच्या सर्व स्रोतांकडून निरीक्षणांच्या नोंदींचा विदा मिळवते. या विदांमधील असंगती व चुका काढून सुसंगती आणली जाते आणि हवामानाचा अचूक अंदाज तयार केला जातो. यामध्ये कालक्रमिका विश्लेषण तंत्रज्ञानाने (Time Series Analysis Techniques) हवामानाच्या विदांचे नमुने आणि कल (Patterns and Trends) तपासले जातात. भविष्यातील हवामानाचा अंदाज तयार करण्यासाठी भूतकाळातील हवामानाच्या नोंदींच्या विदांचे विश्लेषण करण्यात महत्त्वाची भूमिका यंत्राच्या स्वअध्ययनाची असते. कृत्रिम बुद्धिमत्तेने तयार केलेल्या हवामानाच्या अंदाजासाठी भौतिक समीकरणांऐवजी हवेच्या घटकांच्या विदांचा थेट वापर केला जातो. त्यातील सांख्यिकी प्रारूपे ही भूतकाळातील हवामानाच्या नमुन्यांचा व त्यांच्या हवेच्या घटकांच्या निरीक्षणांच्या विदांचा धांडोळा घेतात व भूतकाळातील हवामानाशी मिळताजुळता अंदाज तयार करतात.

कृत्रिम बुद्धिमत्तेवर आधारित प्रारूपांद्वारे क्लिष्ट गणनविधी (algorithms) वापरून हवामानाच्या या विपुल प्रमाणातील विदांचे विश्लेषण संगणकांमध्ये केले जाते. यामध्ये यंत्राचे स्वअध्ययन किंवा यंत्रशिक्षण या कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या आधुनिक तंत्राचा वापर केला जातो. या



विश्लेषणातून तापमान आणि वाऱ्याची दिशा या हवामानाच्या मूलभूत घटकांचा अचूक अंदाज जलद गतीने मिळतो. याचा उपयोग जोराचे वारे, वादळे, अतिवृष्टी, उष्णतेच्या लाटा यांसारख्या तीव्र घटनांचा अंदाज तयार करण्यास होतो. अनुकरण करणाऱ्या (simulation) यंत्रशिक्षणाचा उपयोग हवामानातील क्लिष्ट प्रक्रियांची नकल करून कमी कालावधीच्या अंदाजाची अचूकता वाढवण्यासाठी तसेच भविष्यातील हवामानबदलांचे नमुने ठरवण्यासाठीही होतो. अशाप्रकारे कृत्रिम बुद्धिमत्ता हवामानाच्या अंदाजातील क्लिष्ट समस्या सोडवून भविष्यात होणाऱ्या हवामानातील बदलांचा सुधारित व गुणवत्तापूर्ण अंदाज देण्यामध्ये महत्त्वाची भूमिका बजावते.

कृत्रिम बुद्धिमत्तेची प्रारूपे उच्च रिझोल्यूशन आणि क्लिष्टतेमुळे हवामानाच्या अंदाजाच्या पारंपरिक पद्धतीच्या प्रारूपांपेक्षा सरस ठरली आहेत. कृत्रिम बुद्धिमत्तेमध्ये प्रचंड प्रमाणात असणाऱ्या नोंदींच्या विदांचे विश्लेषण अतिशय जलदपणे करण्याची क्षमता असल्याने हवेचे नमुने व कल





यांचाही अंदाज जलदपणे मिळतो. कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा वापर संशोधनप्रक्रियेत केल्याने हवेचे नवीन नमुने शोधणे सोपे होते. तसेच हवामानशास्त्रातील सिद्धांतही विकसित होण्यास मदत होते.

हवेच्या प्रचंड प्रमाणात असलेल्या निरीक्षणांची विदा, यंत्रशिक्षणाच्या गणनविधीने मिळवलेले अमूल्य अंतर्ज्ञान (insights), हवेच्या विविध प्रकारांचे स्वरूप आणि गुणवत्तापूर्ण व जास्तीत जास्त परिणामकारक प्रारूपे इत्यादींचा वापर करून कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या आधारे हवेचा अंदाज तयार केला जातो. कृत्रिम बुद्धिमत्तेची गणनविधी ही गतकाळातील तसेच सद्यःकालीन विदांचे जलद विश्लेषण करून हवेच्या गुंतागुंतीचे स्वरूप ओळखून हवामानाच्या घटकांचे परस्परसंबंध प्रस्थापित करते जे पारंपरिक विश्लेषणपद्धतीत दिसून येत नाही. कृत्रिम बुद्धिमत्ता हवेच्या घटकांच्या निरीक्षणांच्या विदांचे विविध प्रकार ओळखून व त्यांचा उपयोग करून हवामानाच्या अंदाजाची गुणवत्ता वाढवते.

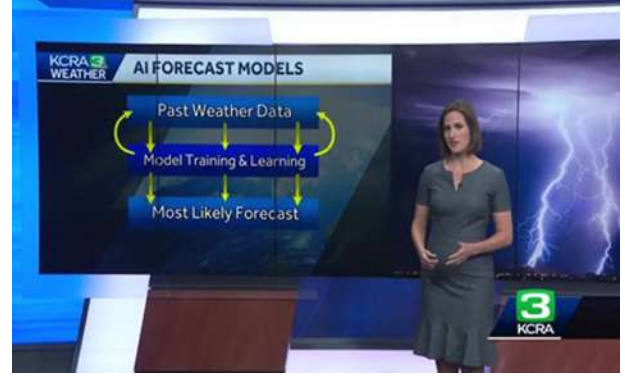
कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा वापर केल्याने प्रचंड प्रमाणातील विदांचे विशेषतः सद्यःस्थितीतील विदांचे विश्लेषण करण्याच्या गणनविधीच्या गतिमध्ये लक्षणीय वाढ दिसून येते. यामुळे अद्ययावत हवामानाचा अंदाज अतिजलदपणे आणि वेळेवर मिळणे शक्य होते. यामध्ये संगणकावरील ग्राफिक प्रोसेसिंग युनिटवर चालणारी, पॅरलल प्रोसेसिंगद्वारे असंख्य क्रिया एकाच वेळी पाच ते सहा पट जास्त वेगाने काम करणारी व दर तासाने स्वतःला अद्ययावत करणारी प्रणाली वापरली जाते.

हवामानाची अत्याधुनिक प्रारूपे हवेच्या विविध स्वरूपातील स्थितींचे विश्लेषण करू शकतात. ही प्रारूपे अशा प्रकारे तयार केली जातात की ते विदांचे विश्लेषण करून योग्य ते निर्णय घेऊ शकतात. यामध्ये संगणकाच्या गतीला व क्षमतेला फार महत्त्व आहे. कारण हवेतील बदल हे फार जलद गतीने होत असतात, विशेषतः चक्रीवादळाची वेगाने बदलणारी स्थिती ज्यामध्ये अतिजलद निर्णय घेणे व कृती करणे आवश्यक असते.

कृत्रिम बुद्धिमत्ता वापरून तयार केलेला हवामानाचा अंदाज हा पारंपरिक पद्धतीपेक्षा दहा पट जलद तयार होत असून त्याला संगणकाची शक्ती हजारो पटीने कमी लागते. हवामानाच्या अंदाजाचा वेग आणि अचूकता वाढल्याने शास्त्रज्ञांना हवामानाचा अंदाज सर्वत्र जलदपणे व प्रभावीपणे पोहोचवता येतो. तसेच, हवामानबदल व त्यांच्या परिणामांचा खोलवर विचार करून उपाययोजना करता येतात. यासाठी योग्य संगणकप्रणाली व हवामानाची प्रारूपे

यांची निवड करणे अत्यावश्यक असते. सुधारित अंदाजामुळे हवामानशास्त्र संस्था व तिच्या विभागांना संसाधनांचा पुरवठा व वापर योग्य प्रकारे करता येतो.

मानवाला समजणार नाहीत अशा क्लिष्ट हवामानाचे नमुने कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या गणनविधी अचूकपणे ओळखतात.



कृत्रिम बुद्धिमत्तेची प्रारूपे हवेच्या घटकांचे परस्परांशी असणारे संबंधही जाणतात. याचा उपयोग हवामानाच्या दीर्घकालीन बदलासह तीव्र हवामानाचा अचूक अंदाज तयार करण्यासाठी होतो. हा अंदाज हवामानबदलांना तोंड देण्यासाठी तसेच कृषी, पर्यावरण, जलसंधारण व इतर तत्सम क्षेत्रांना उपयुक्त ठरतो. अशाप्रकारे कृत्रिम बुद्धिमत्ता शाश्वत भविष्यासाठी उपयुक्त ठरणार्या हवामानशास्त्राच्या विकासामध्ये महत्त्वाची भूमिका बजावत आहे.

कृत्रिम बुद्धिमत्तानिर्मित अंदाजाचा उपयोग

कृत्रिम बुद्धिमत्तेची प्रारूपे छोट्या व विविध भौगोलिक क्षेत्रांचा अतिसूक्ष्म तपशिलांसह हवामानाचा अचूक अंदाज तयार करू शकतात ज्याचा उपयोग त्या भागातील व्यवस्थापनाला होतो.

कृत्रिम बुद्धिमत्तेमुळे हवामानशास्त्र अधिक अचूक, वेगवान, आणि लोकांपर्यंत पोहोचणारे बनत आहे. याचा उपयोग संभाव्य हवामानबदल समजण्यास व त्यांच्याशी जुळवून घेण्यासाठी तसेच आवश्यक त्या उपाययोजना ठरवण्यासाठी होतो. विशिष्ट प्रणालींद्वारे नैसर्गिक व मानवनिर्मित हवामानबदल व तीव्र हवामानाचा इशारा, बचावासाठी घेण्याची काळजी यासंबंधीच्या माहितीचे विविध माध्यमांद्वारे प्रसारण करून योग्य वेळी जनतेला सावध करता येते आणि नैसर्गिक आपत्तींमुळे होणारे नुकसान टाळता किंवा कमी करणे शक्य होते. कृत्रिम बुद्धिमत्ता वापरून तयार केलेल्या अचूक हवामानाच्या अंदाजाचा कृषी, ऊर्जा, दळणवळण, आपत्तिव्यवस्थापन, जलसंधारण, इत्यादी महत्त्वाच्या क्षेत्रांना त्यांच्या व्यवस्थापनात व सेवेत



खूप उपयोग होईल. सामान्य जनतेलाही रोजच्या हवामानाच्या अंदाजाबरोबर भविष्यातील हवामानबदल व त्यांचा कल समजेल. तसेच, नैसर्गिक आपत्तींपासून बचाव करण्यासाठीही त्याचा उपयोग होईल. कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या साहाय्याने नैसर्गिक आपत्तींचे नकाशे तयार करणे, आपत्तींचा इशारा देणे व त्यांचे मूल्यांकन करणे सोपे होते.

हवामानशास्त्रज्ञांचा कौशल्यविकास

हवामानशास्त्रज्ञांना कृत्रिम बुद्धिमत्ता वापरून तयार केलेला हवामानाचा क्लिष्ट अंदाज व्यवस्थित सादर करण्याचे कौशल्य प्राप्त करावे लागते. अंदाज तयार करण्यासाठी संगणक हाताळता येणारे तज्ज्ञ, विदा वैज्ञानिक, यंत्र शिक्षण तज्ज्ञ आणि प्रगत विश्लेषण तज्ज्ञ यांचे सहकार्य आवश्यक असते.

कृत्रिम बुद्धिमत्ताआधारित भारतीय हवामानाचा अंदाज

भारतीय हवामानशास्त्र विभागाने 'मिशन मौसम' या प्रकल्पांतर्गत कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा वापर करून प्रायोगिक

तत्वावर हवामानाचा विशेषतः मोसमी पावसाचा अंदाज तयार करणे हाती घेतले आहे. भारत सरकारने त्यासाठी लागणारे उच्च क्षमतेचे महासंगणक, निरीक्षणांच्या नोंदीसाठीची अत्याधुनिक उपकरणे व त्यांनी नोंदवलेली निरीक्षणे महासंगणकावर त्वरित उपलब्ध व्हावी म्हणून उपकरणे व महासंगणक यांना जोडणारे जलदगतीचे आंतरजाल (internet) आणि इतर संसाधने इत्यादींसाठी निधी उपलब्ध करून दिला आहे. हवामानशास्त्र या क्षेत्रात काम करणाऱ्या राष्ट्रीय व आंतरराष्ट्रीय संस्थांचे सहकार्यही यासाठी मिळत आहे.

विविध संबंधित विषयातील शास्त्रज्ञ व तज्ज्ञ, प्रशासन, राष्ट्रीय व आंतरराष्ट्रीय सेवा संस्था यांच्या सक्रिय सहभागातून हे आव्हानात्मक कार्य निश्चितच यशस्वीपणे पार पडेल.

– अनघा शिराळकर

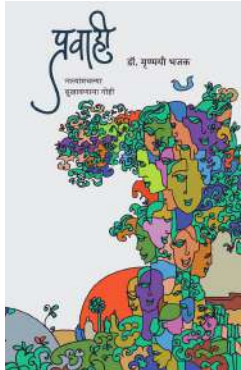
anaghashiralkar@gmail.com

॥ग्रंथां॥❖

प्रवाही

नात्यांमधल्या सुखावणाऱ्या गोष्टी

डॉ. मृण्मयी भजक



मूल्य ३५० रुपये
सवलतीत २१० रुपये

भौगोलिक सहली

संकलक : रवींद्र पाटील



मूल्य २५० रुपये
सवलतीत १५० रुपये



डॉ. वसुधा जोशी

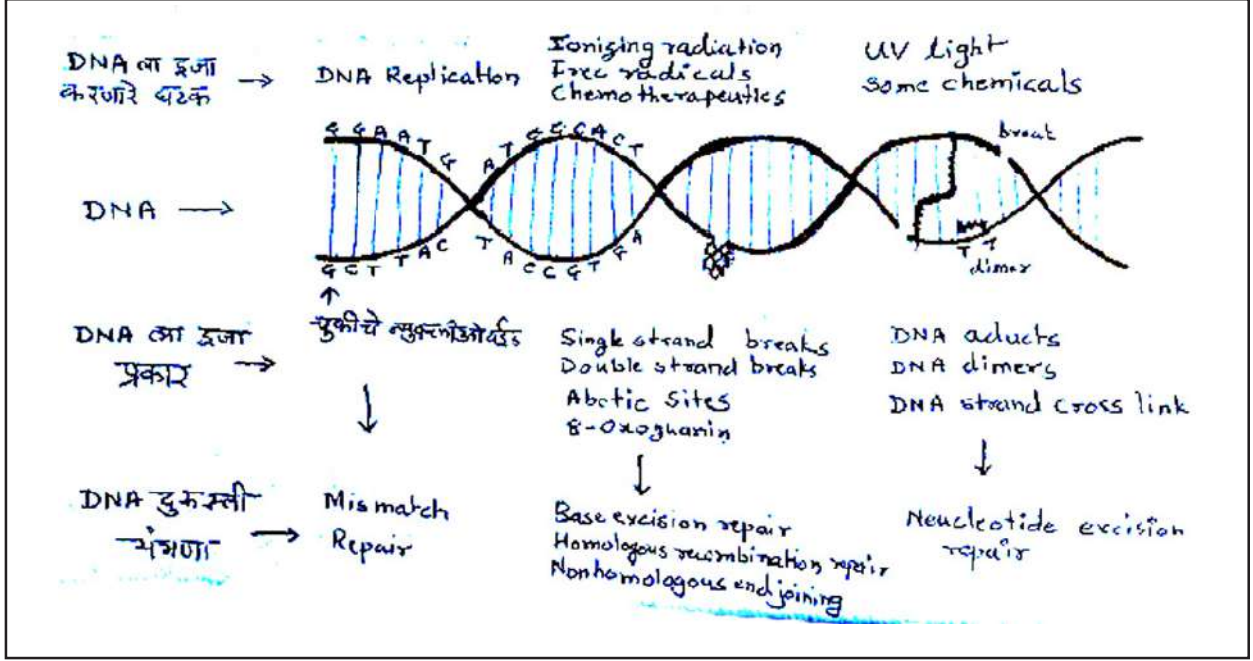
DNA- दुरुस्ती, जनुक संपादन आणि कृत्रिम बुद्धिमत्ता

DNA (Deoxyribonucleic Acid) हा आनुवंशिक घटक आहे. कोणत्याही सजीवाचे शरीर अनेक पेशींनी बनलेले असते, प्राणी असो वा वनस्पती. तसेच, शरीरातील सर्व पेशी एकाच प्रकारच्या नसतात. शरीरातील अवयव आणि त्यांचे कार्य यावर प्रत्येक अवयवाच्या पेशींची जडणघडण अवलंबून असते. परंतु शरीरातील पेशींमधील आनुवंशिक घटक म्हणजेच DNA एकसारखाच असतो. ही आनुवंशिकता किंवा गुणधर्म प्रत्येक सजीवाचे खास असतात. आनुवंशिक गुणधर्म किंवा प्रत्येक पेशीचे कार्य आणि कार्यपद्धती कशी असेल या सूचना आनुवंशिक घटक (DNA)वर कोरलेले (मांडलेले) असतात. आपल्याला आता माहीत आहेच की DNA म्हणजे चार न्युक्लिओटाईडची बनलेली लांबच लांब दुहेरी माळ आहे. प्राणी आणि वनस्पतीच नाही तर बॅक्टेरियासारख्या एक पेशी सजीवांमध्येसुद्धा DNA हा आनुवंशिक घटक असतो. मानवी पेशीमध्ये केंद्रक (Nucleus) असते आणि या केंद्रकामध्ये गुणसूत्रांच्या २३ जोड्या असतात. म्हणजेच २३ गुणसूत्रांमध्ये मिळून ३ बिलियन म्हणजेच ३००० कोटी न्युक्लिओटाईडच्या जोड्या असतात. या शिवाय मायटोकॉन्ड्रियामध्ये अल्पप्रमाणात DNA असते. हा एकूण सर्व DNA म्हणजे मानवी जीनोम. सर्व सामान्यपणे सर्व मानवांचा जीनोम सारखाच असतो. फार तर ०.१% फरक न्युक्लिओटाईडमध्ये पडू शकतो. त्यामुळे जीनोम हा प्राणी, वनस्पती किंवा सूक्ष्म प्राणी यांच्या आपआपल्या गटांचा विशेष गुणधर्म आहे. ज्या वेळी एका पेशीचे विभाजन होऊन दोन पेशी बनतात, दोन पेशींच्या चार अशा पेशी, गरजेप्रमाणे वाढत जातात, त्यावेळी प्रथम आनुवंशिक घटक म्हणजे एका जीनोमचे दोन जीनोम होतात. याला आनुवंशिक घटकाचे प्रतिकरण (DNA replication) म्हणतात. त्यानंतर पेशीचे विभाजन होते व दोन्ही पेशींमध्ये पूर्ण जीनोमची एक एक प्रत जाते. अशा प्रकारे संपूर्ण जीनोम जतन केला जातो. या जीनोमचे जतन बिनचूक होणे अत्यंत महत्वाचे असते

नाहीतर कालांतराने माणसाचे काय होईल सांगता येणार नाही.

DNA वर आघत, परिणाम आणि दुरुस्ती

वातावरणातील घातक घटक जसे आयनीकरण विकिरण (Ionizing radiations), अतिनील किरण (Ultraviolet light) काही ऑर्गॅनिक रसायने इत्यादी DNA ला हानिकारक असतात. पेशीमधील काही घटक, अस्थिर रेणू (Free radicals), कर्करोगावरील उपचार (Chemotherapeutics) आणि DNA प्रतिकरण (Replication) होताना होणाऱ्या चुकासुद्धा DNAला हानिकारक असतात. हे प्रतिकरण अचूक होणे आनुवंशिक स्थैर्य राखण्यासाठी अत्यंत महत्वाचे आणि आवश्यक असते. A-T (Adenine-Thymine) आणि G-C (Guanine-Cytosine) या जोड्यांच्या जोडणीने DNAची दुहेरी माळ तयार होते (आकृती १). यामध्ये जर चूक झाली म्हणजे G-C ऐवजी G-G किंवा -A-T ऐवजी -A-C इत्यादी जोडी बनली तर त्या जनुकाच्या कार्यावर म्हणजेच प्रथिन बनण्यावर परिणाम होतो. तसेच इतर घातक घटकांपासून DNAला हानी पोहोचून जनुकांचे कार्य बिघडते. यालाच जनुकांचे उत्परिवर्तन (mutation) म्हणतात. हे बिघाड वेगवेगळ्या प्रकारचे असतात. ही बिघडलेली जनुके चुकीची किंवा अर्धवट प्रथिने बनवू लागतात तर काही जनुके प्रथिने बनवू शकत नाहीत. या विकृतींचे परिणाम भयंकर असतात. वेगळ्याच गुणधर्माची किंवा निरुपयोगी प्रथिने तयार झाल्यामुळे पेशींच्या गुणधर्मावर व पेशींच्या नियोजित कार्यावर त्याचा परिणाम होतो. म्हणजेच आनुवंशिक स्थैर्य धोक्यात येते. पर्यायाने शरीरातील काही अवयव नियोजित कामे करीनासे होतात. विकारांची लक्षणे दिसू लागतात. घातक घटकांचे विपरीत परिणाम काय होतात हे आपण सविस्तरपणे आता पाहू या.



आकृती १ : DNA ला इजा/हानी पोहोचवणारे घटक, हानिप्रकार आणि दुरुस्ती यंत्रणा

१. उत्परिवर्तन आणि कर्करोग (gene mutation and Cancer)

- * पेशीमधील DNAवर सतत अंतर्गत किंवा बाह्य घटकांमुळे दुष्परिणाम होत असतात. ह्या दुष्परिणामामुळे जनुकाच्या न्युक्लिओटाइडचा क्रम बदलू शकतो. यालाच उत्परिवर्तन म्हणतात.
- * ह्या उत्परिवर्तनाचे घातक परिणाम होऊ शकतात. हे उत्परिवर्तन पेशीच्या विभाजनावर निर्बंध ठेवणाऱ्या जनुकांमध्ये झाले तर पेशीचे विभाजन होण्यावर निर्बंध राहणार नाही. ते होतच राहिल आणि त्याचे पर्यवसान ट्युमर बनण्यामध्ये होईल.
- * यासाठी DNA दुरुस्ती करणाऱ्या यंत्रणांची आवश्यकता आहे. तसे न झाल्यास म्युटेशन जमत जाऊन कर्करोगाची शक्यता वाढेल.

२. पेशी आणि पर्यायाने अवयवांचे कार्य टिकवणे:

- * प्रत्येक अवयवाच्या पेशीचे कार्य म्हणजे जडणघडण आणि नियोजित कार्य सुरळीत चालण्यासाठी DNAवर नियमावली लिखित असते. होणाऱ्या आघातांमुळे ही नियमावली बिघडते व त्यामुळे पेशी नियोजित कार्य करू शकत नाहीत.
- * DNA दुरुस्त करणारी यंत्रणा DNAची दुरुस्ती करून पेशीला नियमित कर्तव्ये पार पाडण्यासाठी तयार करते.

- * घातक परिणाम तसेच राहिले तर अनेक रोगांना तोंड द्यावे लागेल.

३. योग्य पेशीविभाजन

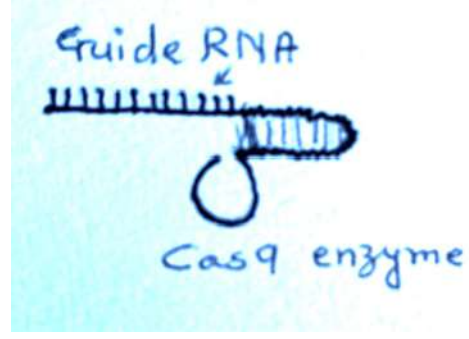
- * पेशीविभाजन होते त्या आधी DNAची प्रत बनवली जाते आणि दोन्ही पेशींमध्ये एकएक प्रत राहाते आणि DNA दुरुस्ती यंत्रणा या कामावर देखरेख करून सर्वकाही बिनचूक पार पाडते.
- * DNA दुरुस्ती यंत्रणा नसेल तर विभाजन झालेल्या पेशींमध्ये हानी झालेले DNA जाईल.
- * DNA दुरुस्ती यंत्रणा चुका किंवा आघात दुरुस्त करून तंदुरुस्त DNA दोन्ही पेशींमध्ये पाठवते.

४. वृद्धत्वाबरोबर झगडणे

- * DNAवरचे आघात, हानी किंवा प्रत बनवताना झालेल्या चुका तशाच राहिल्या तर त्या जमत जातील. वृद्धपणाची लक्षणे लवकर दिसू लागतील.
- * दुरुस्तीयंत्रणा, DNA दुरुस्ती करून वृद्धत्व लांबवण्यास आणि वृद्धत्वामध्ये होणाऱ्या आजारांपासून बचाव करण्यासाठी मदत करते.
- * DNA वर होणारे दुष्परिणाम वेगवेगळ्या प्रकारचे असतात हे आपण पाहिले (आकृती १). पेशीचे आणि पर्यायाने अवयवाचे कार्य सुरळीत चालण्यासाठी DNAची दुरुस्ती करणे गरजेचे असते. प्रत्येक पेशीमध्ये DNA दुरुस्तीसाठी मुलभूत यंत्रणा,



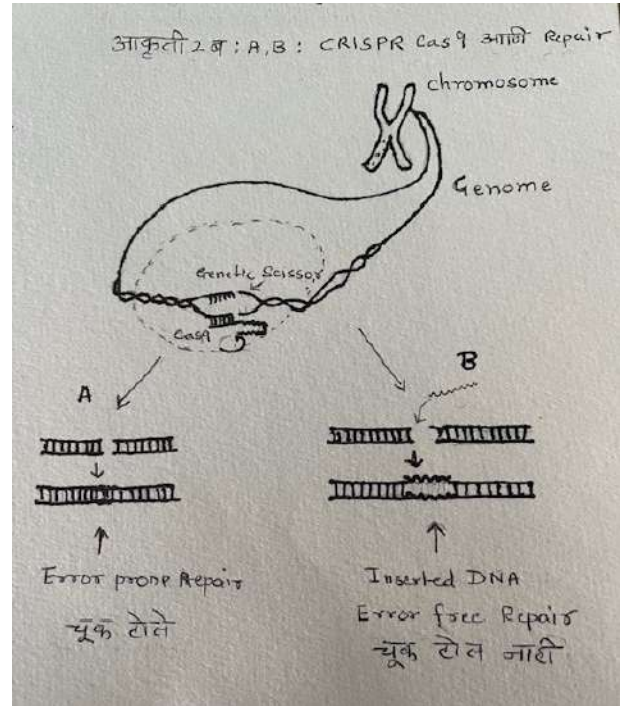
कार्यप्रणाली कार्यरत असतात. DNA प्रतिकरणामध्ये होणाऱ्या चूका किंवा DNAवर होणारे आघात, अंतर्गत किंवा बाह्य घटकांमुळे, वेगवेगळ्या स्वरूपाचे असतात. त्यामुळे DNAची दुरुस्ती करणाऱ्या यंत्रणासुद्धा वेगवेगळ्या आहेत (आकृती १). अनेक प्रथिने मिळून DNA दुरुस्तीची मूलभूत यंत्रणा बनते. काही प्रथिने एकाहून जास्त यंत्रणांमध्ये कार्यरत असतात. त्यामुळे हे सर्व फार गुतागुंतीचे आहे



आकृती २अ: क्रिस्पर कास ९ complex

जनुक संपादन (Gene Editing)

DNAवर झालेले आघात किंवा हानी दुरुस्ती करून DNAला पूर्ववत करणे अत्यंत गरजेचे असते. त्यासाठी प्रत्येक पेशीमध्ये स्वतःच्या यंत्रणा तत्पर असतात. या यंत्रणा कोणत्या आहेत आणि त्या DNAवरील कोणते आघात दुरुस्त करतात ते आकृती १ मध्ये आपण पाहिले आहे. तरीही काही प्रसंगी DNA वर झालेले दुष्परिणाम दुरुस्त केले जात नाहीत किंवा काही यंत्रणा चुका करतात आणि मानवाला विकारांना सामोरे जावे लागते. क्रिस्पर कास९ (CRISPR Cas9) ही अलीकडे विकसित झालेली जनुक संपादन यंत्रणा आहे. आकृती २अमध्ये दाखवल्याप्रमाणे एका टोकाला जीनोममधील ज्या जनुकावर काम करायचे आहे म्हणजेच दुरुस्ती करायची आहे त्याचे कॉम्प्लिमेंटरी RNA (guide RNA) आणि दुसऱ्या टोकाला Cas9 प्रथिन जोडलेले असते. हे काप्लेक्स पेशीमध्ये गेल्यावर मार्गदर्शक (गाईड) RNA जनुक शोधते. आकृती २बमध्ये दाखवल्याप्रमाणे गाईड RNA आणि जनुक DNAचा एक पदर यांचे दुहेरी DNA बनते. कास९ प्रथिनाच्या DNA ला तोडण्याच्या गुणधर्मांमुळे कात्रीने कापावे तसे DNA कापले जाते (genetic scissors). हे कापलेले DNA पेशीमधील मूलभूत DNA दुरुस्ती यंत्रणा वापरून दुरुस्त केले जाते (आकृती २बA). परंतु या दुरुस्तीमध्ये चुका होऊ शकतात. आकृती २बBमध्ये दाखवल्याप्रमाणे योग्य DNA तुकडा घालून दुरुस्ती केली असता चुका होत नाहीत. या प्रणालीचा उपयोग करून बिघडलेले (उत्परिवर्तित) संपूर्ण जनुक किंवा बिघडलेला जनुकाचा भाग योग्य DNA घालून बदलणे शक्य आहे. जखमी किंवा हानी पोहोचलेले जनुक दुरुस्ती शरिरामध्ये किंवा शरीराबाहेर पेशी वाढवून करता येते. अशा प्रकारे जनुकाचे संपादन (gene editing) केले जाते. या गुणधर्मांमुळेच CRISPR Cas9 यंत्रणा बायोटेक्नॉलॉजी आणि जीन थेरपीसाठी अत्यंत महत्त्वाची आणि उपयुक्त आहे.



आकृती २AB: DNA दुरुस्ती आणि संपादन

कृत्रिम बुद्धिमत्ता (AI)

मानवी जीनोममध्ये निर्माण झालेले दुपदरी खंड (ब्रेक) (double stranded breaks) त्वरित सांधले जातात. परंतु काही वेळा हे घडताना चुका होतात आणि त्याचे पर्यवसान उत्परिवर्तनात होते. आता झुरीच विश्वविद्यालय (UZH), बेल्जियममधील घेंट (Ghent) विश्वविद्यालय आणि ETH झुरीच येथील शास्त्रज्ञांनी एक नवीन अचूक कार्यप्रणाली विकसित केली आहे. AI म्हणजे कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा वापर करून त्यांनी एक शस्त्र (tool) पायथिआ (Pythia) बनवले आहे. हे शस्त्र अंदाज बांधू शकते की क्रिस्पर कास९ ही कात्री वापरल्यावर पेशी DNAची डागडुजी कशा प्रकारे



करतील. कोणती यंत्रणा वापरली जाईल.

या गुपने DNAची दुरुस्ती करणारे छोटे छोटे गोंदासारखे टेंपलेट, जे DNAमध्ये बिनचूक बदल करण्यासाठी मार्गदर्शन करतात, ते AI च्या द्वारे विकसित केले आहेत. हे टेंपलेट (नमुने) या शास्त्रज्ञांनी मानवी पेशी शरीराबाहेर वाढवून त्या पेशींमध्ये वापरले, तसेच झीनॉपस (Xenopus) बेडूक आणि जिवंत उंदीर यांच्या मेंदूच्या पेशींमध्येसुद्धा यशस्वीपणे वापरून पाहिले आहेत. त्यांनी काढलेला निष्कर्ष असा आहे, की हे टेंपलेट विभाजन होणाऱ्या आणि विभाजन न होणाऱ्या (मेंदूच्या पेशी) दोन्ही प्रकारच्या पेशींमध्ये यशस्वीपणे काम करतात.

DNAची दुरुस्ती कोणती प्रणाली वापरून कोणते आघात ठीक केले जातात हा अभ्यास AI ने (machine learning) ने केला. तसेच, प्रथिने कशा प्रकारे काम करतात हा अभ्यास प्रथिने फ्लोरेसंट बनवून केला जात आहे. त्यामुळे कोणते प्रथिन कोणत्या यंत्रणामध्ये कार्यरत असते हे जाणून घेणे शक्य झाले आहे. हे सर्व -AIमुळे शक्य होणार आहे. तसेच, क्रिस्पर कास कात्री वापरल्यावर पेशी कोणती DNA रिपेअर यंत्रणा वापरेल हे AI वर्तवू शकते.

जीन थेरपी (Gene Therapy)

जीन थेरपी म्हणजे आनुवंशिक घटकांचा म्हणजेच जनुकाचा (gene) उपयोग करून व्याधी किंवा विकार किंवा रोग यापासून सुटका करून घेणे. आपण पाहिले आहे की वातावरणातले किंवा पेशीमधील घातक घटक DNAला हानी किंवा जखमा करतात आणि त्या तशाच राहिल्या तर जनुकाचे कार्य बिघडते. म्हणजेच जनुकाचे उत्परिवर्तन (Mutation) होते. उत्परिवर्तीत जनुकामुळे विकाराची लक्षणे दिसू लागतात. हा बिघाड दूर करण्यासाठी जनुकामध्ये झालेला बिघाड सुधारणे किंवा बिघडलेले संपूर्ण जनुक बदलणे किंवा उत्परिवर्तीत जनुकाला शांत करणे (प्रथिन बनवण्यापासून परावृत्त करणे) यातील योग्य पर्याय निवडून त्याची अंमलबजावणी केली जाते. म्हणजे ते जनुक पूर्ववत काम करू लागते. यालाच जीन थेरपी म्हणतात. या उपचार पद्धतीमध्ये उपचार एकदाच करावा लागतो आणि विकारापासून कायमची सुटका होते. परंतु प्रत्येक रोग्यासाठी आणि रोगासाठीही संपूर्ण प्रक्रिया करावी लागते. यामुळे ही उपचार पद्धती कार्यक्षम, अचूक आणि वैयक्तिकृत अशी आहे आणि यामुळेच ती अत्यंत महागडी आहे. सर्वसामान्य लोकांना परवडणारी नाही. भारतात AIIMS दिल्ली, Tata Memorial Hospital मुंबई आणि Christian Medical

College वेल्होर येथे काही विकारांवर जीन थेरपी मिळू शकते.

AI जीन थेरपीच्या क्षेत्रामध्ये क्रांती घडवते आहे. -AI जास्त अचूक, जास्त कार्यक्षम आणि वैयक्तिकृत उपचार पद्धतीचे नियोजन करू शकते. AIच्या मशिन लर्निंग, डीप लर्निंग आणि algorithm transparency या गुणधर्मांचा उपयोग करून प्रचंड मोठ्या प्रमाणात जमवलेल्या माहितीचे पृथक्करण (data analysis) करणे शक्य झाले आहे. यामुळे संभाव्य योग्य जनुक शोधणे सोपे झाले आहे. आणि या उपचाराची संपूर्ण प्रक्रिया करण्यापूर्वीच या प्रक्रियेपासून हेतू साध्य होणार आहे किंवा नाही याचा अंदाज बांधता येणार आहे. AIच्या मदतीने क्रिस्पर कास प्रणालीद्वारे जनुक संपादन जास्त योग्य प्रकारे वापरता येईल. एडिट केलेले जनुक पेशीमध्ये पाठवण्यासाठी वाहकाची गरज असते. सर्वसाधारणपणे विषाणूचा उपयोग वाहक म्हणून केला जातो. परंतु विषाणू जसेच्या तसे वापरता येत नाही. वाहक बनवताना विषाणूची गरजेप्रमाणे सुधारित आवृत्ती बनवावी लागते. कार्यक्षम आणि पेशींना त्रासदायक होणार नाही असा वाहक असणे महत्वाचे असते. वेगवेगळ्या पेशींसाठी एकदम अचूक आणि जास्त कार्यक्षम वाहक -AIच्या मदतीने बनवता येतील. त्याद्वारे योग्य जनुक बिनचूक आणि योग्य जागी पेशीमध्ये पाठवता येईल. हे पेशीमध्ये पाठवलेले जनुक कसे काम करते ह्याचा अंदाज आवश्यक ती प्रथिने फ्लोरेसंट लेबल करून कळू शकेल. त्यामुळे योग्य प्रकारे आणि अचूक क्लिनिकल चाचणी करता येईल. या सर्व गोष्टी प्रचंड वेगाने आणि अचूक होण्यासाठी अचूक आणि जास्तीत जास्त माहिती (data) AIला पुरवणे महत्वाचे आहे. डेटा गुणवत्ता आणि algorithm transparency हे आपण योग्य प्रकारे हाताळले तर जीन थेरपी आणि बायोटेक्नॉलॉजीमध्ये क्रिस्पर कास आणि -AI क्रांती घडवतील. कॅन्सरसारख्या विकारावर उपाय मिळतील. आनुवंशिक विकारांवर मात करता येईल. एवढेच नाही तर अचूक मर्मस्थान शोधून काम करतील अशी औषधे बनवता येतील. रोगचिकित्सा, औषधोपचार, जनुक संपादन आणि आनुवंशिक अभ्यास या क्षेत्रात AI नक्कीच क्रांती घडवेल याबद्दल शंकाच नको.

UK हा पहिला देश आहे ज्याने बीटा थॅलेसेमिया आणि सिकल सेल विकार यासाठी क्रिस्पर कास ही यंत्रणा वापरून जीन थेरपीला मंजूरी दिली आहे.

- वसुधा जोशी

josudha47@gmail.com



मधुसूदन जोशी

मेंदूतील रासायनिक लोचा

वेदना टाळणे व ब्रह्मानंदी टाळी लावून आनंद मिळवणे ही प्राणिमात्रांची सहजप्रवृत्ती आहे. दुःख हे कुणालाच नको असते. वेदना त्या शारीरिक असोत अथवा मानसिक, त्या टाळण्याचा आपला कल असतो. वेदना नेमक्या कशा जाणवतात व आनंदावस्था नेमकी कशी व का उत्पन्न हे जाणून घेणे महत्वाचे आहे. जग केवढे? ज्याच्या त्याच्या मेंदूएवढे असे कुणा कवीने म्हटले आहे. वेदनांची जाणीव व मनाची आनंदावस्था ही मेंदूची कामे. वेदनेच्या अथवा आनंदाच्या प्रक्रिया कशा होतात? ह्या दोन्ही प्रक्रियांमध्ये मेंदूत रासायनिक आणि विद्युत क्रिया होत असतात. विद्युत प्रक्रियेत घन आणि ऋण भारांचे आयन (Ions) पेशीच्या आत बाहेर येणे जाणे होते. रासायनिक क्रिया केवळ एका रसायनाच्या नसतात. त्यात विविध प्रकार असतात. आनंद अथवा वेदना ह्या मज्जापेशींत विद्युत-रासायनिक देवाणघेवाण असते अथवा संवाद असतो. ह्या दोन्ही अवस्था उत्पन्न होण्यामागे मेंदूत प्रसवणारी काही रसायने आहेत. अगदी सोप्या भाषेत सांगायचे तर हा सगळा लोचा अथवा झमेला साध्या साध्या रासायनिक क्रियेतून होतो.

वेदनांची जाणीव करून देणारी एक वेगळी यंत्रणा आपल्या शरीरात कार्यरत असते. वेदनांचे संदेश विविध टप्पे पार करत शेवटी मेंदूत पोचते. त्याला आपल्या भावनांची जोड मिळाली की तो संदेश 'प्रिय अथवा अप्रिय' हे मेंदू ठरवतो. म्हणजे संदेश मेंदूपर्यंत पोचण्याबरोबर त्याचे पृथःकरण करणारी क्षमता तेवढीच महत्वाची असते. वेदनांचे संदेश उत्पन्न करणाऱ्या ज्या गोष्टी आहेत त्यात उष्णता, दाब, आम्ल, जखम, आदींचा समावेश आहे. ह्यातील कुठल्या वेदनेच्या संदेशाला प्राधान्य देऊन त्याची जाणीव करून द्यायची ही प्रक्रिया गुंतागुंतीची आहे. वेदनांचे संदेश शरीराकडून मेंदूकडे जात

असताना त्याने अनेक दारे पार करावी लागतात. शरीराकडून येणाऱ्या विविध संदेशापैकी निवडक संदेश चाळून काही संदेशांना अडवण्याचे काम करण्यासाठी मेंदू व मज्जारज्जू एंडोर्फिनसह विविध रसायने सोडतात. हाताला मुका मार लागलेला आहे आणि गुडघ्याला खोल जखम झालेली आहे, ह्या दोन्हीतील कुठली वेदना जास्त ते त्या दाराकडे प्रसवणाऱ्या रसायनाची गोळाबेरीज असते. बाळंतपणाच्या कळा, वेदनांनी विव्हाळणाऱ्या बाईला मुलाच्या रडण्याचा आवाज कानी पडताच क्षणात सगळ्या वेदनांचा विसर पडतो. हे उदाहरण ही यंत्रणा किती विलक्षण रीत्या काम करते ते समजायला उपयोगी पडते.

वेदना नको किंवा कमी व्हाव्यात म्हणून आपण वेदनाशामक गोळ्या घेतो. मानवाला माहीत असलेले सर्वात जुने वेदनाशामक द्रव्य म्हणजे अफू. ह्या अफूतील गुणद्रव्य म्हणजे मॉर्फिन. ही झाली अफूची रासायनिक बाजू. परंतु त्याच्या सेवनाने वेदना का शमतात? ह्याचा शोध घेताना आपल्या शरीरात हे मॉर्फिन द्रव्य जिथे कार्य करते तिथे आपले शरीराचे खुद्द असली द्रव्ये तयार करते. आता ही द्रव्ये आपोपाप शरीरात तयार होतात मग त्यांचे बारसे केले त्यांना 'एन्डोर्फिन्स' असे म्हणून. तुमच्या शरीरात वेदना किंवा ताण जाणवतो तेव्हा एंडोर्फिन बाहेर पडतात. तुमचे शरीर तुम्हाला जगण्यास मदत करण्यासाठी एंडोर्फिन तयार करते. एंडोर्फिन हे शरीरात डोपामाइन ह्या दुसऱ्या एक रसायनाला सोडण्यास चालना देतात. डोपामाइन सोडल्याने आपल्या मूडवर परिणाम होतो. एंडोर्फिन आणि डोपामाइन ही दोन्ही रसायने तुमच्या शरीरात तुम्हाला आनंद देतात, परंतु ती वेगवेगळ्या प्रकारे कार्य करतात. एंडोर्फिन नैसर्गिकरीत्या वेदना कमी करते. ह्या गुंतागुंतीच्या क्रिया मेंदूच्या रिवॉर्ड सेंटर अथवा बक्षीस केंद्राला जोडलेल्या असतात. त्यासाठी डोपामाइन हे



मेंदूतील महत्वाचे रसायन उदाहरणार्थ, एंडोर्फिन नैसर्गिकरीत्या धावणाऱ्याच्या स्नायूंना दुखण्यास मदत करतात, त्यानंतर डोपामाइन सोडले जाईल, ज्यामुळे धावणाऱ्याला उच्च पातळी मिळेल. डोपामाइन तुम्हाला वारंवार काहीतरी करण्यास प्रेरित करते. म्हणून एंडोर्फिन आणि डोपामाइन एकत्र काम करतात. त्याचबरोबर सेरोटोनिन नावाचे आणखी एक आम्ल आपला मूड अथवा आनंदाची वृत्ती ठरवतात

अफूची थोरली बहीण म्हणजे भांग. चरस, गांजा, भांग हे सगळे समकुलीन. केनाबिस सतायव्हा हे भांगेचे वनस्पतिशास्त्रीय नाव. त्याची पाने व फुले, विशेषतः मादी झाडाची, मनात धुंदी उत्पन्न करते. भांगेमध्ये (THC) टेट्राहायड्रो कॅनाबिनॉल असे लांबलचक शास्त्रीय नाव असलेले रसायन असते. भांगेचे सेवन दुधातून खास प्रक्रिया केल्यावर केले जाते. ही प्रक्रिया म्हणजे भांगेची पाने दुधाबरोबर वाटतात. म्हणूनच हिन्दी सिनेमात भांगनृत्यात बहुधा थुलथुलीत देहाचा रगड्यावर बसलेला माणूस दिसतो अथवा दाखवतात. अमिताभचा 'डॉन' सिनेमा आठवा. थंडाईचे सेवन माणसाला रिलॅक्स करते. दारू/मद्यामुळे थोडा रिलॅक्स झाला तरी त्यात थोडी आक्रमकता व निष्काळजीपणा असतो, तो भांगेत नसतो. भांग प्यालेल्या माणसाच्या ध्वनी व प्रकाश संवेदना जास्त सक्रिय बनतात म्हणूनच ठेक्यातील नाच गाण्याला आपोआप जोर चढतो. हा प्रभाव एल.एस.डी. उत्तेजकासारखा असतो. या अवस्थेत काळ पुढे सरकत नाही. समाधीच लागते म्हणा ना. लघुस्मृती जाते अथवा तत्कालीन घटनांचे स्मरण होत नाही. शरीराच्या तापमानात घट होते. वेदना जाणवत नाही. भूक लागते. श्वास चांगल्या प्रकारे होतो.

अशा पदार्थांच्या सेवनाने परमानंद का लाभतो, त्याची संवय होऊन व्यसन का जडते ह्याचा शोध ब्रिटिश वैज्ञानिकांनी घेतला. शास्त्रज्ञांच्या असे लक्षात आले की भांगेमध्ये टीएचसीसारखे (THC) द्रव्य असते तसेच रसायन आपले शरीरपण तयार करते. या द्रव्याला नाव देताना इंग्लंडच्या वैज्ञानिकांना भुरळ पडली ती भारतीय नावाची, आत्मनंद, परमानंद, आनंद, इंग्रजीत ज्याला 'ब्लिस्ड' म्हणतात तेच त्यांनी म्हटले. 'आनंदमायड भांगेची भगिनी आपल्याच शरीरात तयार होते. मेंदूच्या पेशींमधली दूरसंचारयंत्रणा यावर आधारलेली आहे. मोबाईल फोनमधली बॅटरी नव्हे तर सीम कार्डएवढे महत्त्व या रसायनाला मेंदूत आहे. हे अनेकांना धक्कादायक वाटू शकते. बरे या रसायनाचे काम केवळ तमोगुण उत्पन्न

करणारे आहे का? मुळीच नाही. रज, सत्त्व व प्रसंगी तमोगुण या रसायनामुळे मानवात उत्पन्न होतात. गांजाएवजी आनंदमायड हे मानवी शरीरात तयार होणारे मादक द्रव्य विक्रीला उपलब्ध झाले तर?

या बहुगुणी रसायनाच्या शोधावर आधारित विविध प्रकारची औषधे भविष्यकाळात उपलब्ध होण्याची शक्यता आहे. त्यात वेदनाशामक औषधांपासून वजन कमी करणे अथवा वाढवणे अशी दोन्ही प्रकारची औषधे येतात. औषधांचे सोडून द्या. आपले सण, उत्सव यामुळे ही रसायने मानवी शरीरात उत्पन्न होतात का? देव, धर्म हे देवघरात अथवा उंबरठ्याच्या आत होते तोवर तरी ही रसायने माफक प्रमाणात शरीरात उत्पन्न होत असावीत. सणाचे रूप सोहळ्यात व फेस्टिव्हलमध्ये बदलून सार्वजनिक झाले तेव्हा 'आनंदमायड खूप प्रमाणात तयार होऊ लागले असावे. त्यातूनच मग धुंदी उत्पन्न व्हायला सुरुवात झाली असेल. ढोल-ताशांच्या प्रचंड आवाजाबरोबर अथक नाचण्याची ऊर्जा मग तेथूनच मिळत असावी. अथवा जळजळीत उजेडाचा फोकस व कर्णकर्कश संगीत ऐकत 'इट्स माय लाइफ' म्हणणाऱ्या, नाचणाऱ्या युवा पिढीच्या मेंदूत आनंदमायड जास्त तयार होत असेल का? वर्षातून अवघे काही दिवस शिमगा खेळून धुंदीचा अनुभव घेणे वेगळे व प्रत्येक वीकएंडला जिवाचा गोवा करणे वेगळे. नित्यनेमाने या यंत्रणेला कामाला लावून आनंद ओरबाडण्याच्या क्रियेमुळे मग शरीराला एक चटकच लागते. अफूसारखे व्यसन लावण्याची क्षमता गांजात नसली तरी गांजाची सवय घातकच आहे. कारण गांजाचे सेवन थांबल्यावर अशा व्यक्तीत 'विथड्रॉवल लक्षण' दिसतात. गांजा अथवा इतर उत्तेजक द्रव्यांमुळे एक आनंदावस्था शरीरात तयार होते. आनंद ज्या गोष्टीमुळे मिळतो व वेदना ज्यामुळे होतात त्याच्या मुळाशी डोपामाइन हे मेंदूतले रसायन आहे. या रसायनाचे प्रमाण वेडसर माणसात जास्त असते. गांजाच्या दीर्घ सेवनाने देखावील याचे प्रमाण वाढून माणूस अखेर वेडापिसा बनतो. हे जर वनस्पती स्वरूपातील गांजामुळे होऊ शकते, तर मग 'वीकेंडचे राज्य आम्हा नित्य दीपवाली' असे म्हणत नाचणाऱ्या व सतत आनंदमायडचा डोस तयार करत नाचणाऱ्या भोगजनांची अंतिम अवस्था काय असेल? त्यांच्या सायकियट्रीस्टकडं वाढलेल्या खेपा? 'ही कशानं धुंदी आली... काय समजेना... कशी उतरेना..' एवढेच म्हणता येईल.

मेंदूच्या विद्युत-रासायनिक प्रक्रियांवर जागृतावस्था अथवा झोप आधारलेली आहे. आपल्याला झोप येते



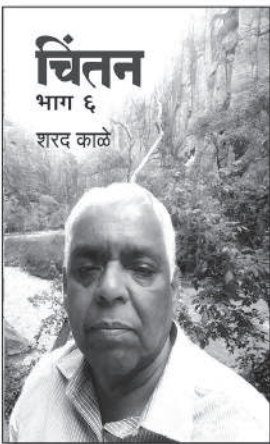
कारण मेंदूचे कार्य मंद कारणारे गाबासारखे रसायन. त्या उलट ग्लुटामेटमुळे मेंदू उत्तेजित अवस्थेत असतो. ह्या गाबा रसायनाचा शोध मानवाला लागला तो डाईझापामची गोळी घेतल्याने झोप का येते ह्याचा तपास करताना. मेंदूतील बहुतेक क्रिया ह्या अगोदर प्रभावी औषधांची निर्मिती व मग त्या औषधांच्या कार्याची मीमांसा असा उलटा प्रवास झाला आहे. ह्याचे उत्कृष्ट उदाहरण म्हणजे शस्त्रक्रियेच्या वेळी देण्यात येणारी गुंगी. एकोणिसाव्या शतकाच्या अखेरीस भूल देण्याचे तंत्र विकसित झाले. भूल अथवा गुंगीची व्याख्या अल्पकाळासाठी गेलेली, पण पलटी घेणारी जागरूकता अथवा शुद्ध असे मानतात. यात संवेदनांबरोबरच इतर शारीरिक हालचाली मंदावतात. शस्त्रक्रिया ह्या नवीन भूल तंत्रज्ञानामुळे झटपट, वेदनारहित व अचूक होऊ लागल्या आहेत. शस्त्रक्रियेसाठी गुंगी देण्याचे अनेक प्रकार आहेत. त्यात सर्व प्रथम हास्यवायू म्हणजे नायट्रस ऑक्साइडचा वापर झाला. इथरचा शोध व वापर पुढे झाला. हे शोध प्रथम दंतचिकित्सकांनी लावले हे विशेष. ठणकणारी दाढ काढताना त्याचा वापर प्रथम झाला. ७ एप्रिल १८५३ रोजी डॉ. स्नो या प्रसूतितज्ज्ञान क्लोरोफॉर्मचा वापर व्हिक्टोरिया राणीच्या आठव्या बाळंतपणाच्या वेळी केला. त्यामुळे राणीला प्रसववेदना कमी होऊन राजकुमार जन्माला आला. अर्थात

गुंगीच्या किंचित प्रभावाखाली प्रसूती सुलभ व कमी वेदनांची ठरली. त्यातून राजकुमारचा आठवा अवतार शस्त्रक्रियेच्या खोलीतून सुखरूप बाहेर पडला. अगदी देवकीला झालेल्या आठव्या पुत्ररत्न कृष्णाप्रमाणे. खरे तर धर्मसंस्थाचा तोवर गुंगीचा वापर करून वेदना कमी करायला प्रखर विरोध होता. क्लोरोफॉर्मला तर एका धर्मगुरूने 'सैतानाचा दरोडा जो मानवाला देवापासून दूर लोटेले' असे म्हटले. परंतु विकसित झालेल्या भूलतंत्रामुळे हा गुंगीपुत्र जन्मला आणि भूलशास्त्राला चांगले दिवस आणले. राणीच्या नाजूकसमयी वेदनाहरण करणाऱ्या क्लोरोफॉर्मला राजमान्यता मिळाली. शस्त्रक्रिया गुंगी व भूल देऊनच होऊ लागल्या. आज गुंगी अथवा भूल दिल्याशिवाय शस्त्रक्रियांचा आपण विचारच करू शकत नाही. अफू, गांजा, झोपेच्या गोळ्या व गुंगी कशी काम करतात हे समजताना आपल्या अनेक मानसिक रोगांचा उलगडा होताना दिसतो. कारण त्या अबनॉर्मलिटीज, मानसिक रोग किंवा विकृती म्हणजे मेंदूतील एक प्रकारचा रासायनिक लोचा असतो.

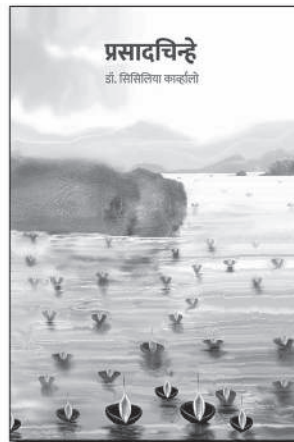
– मधुसूदन जोशी

sudanaronda@gmail.com

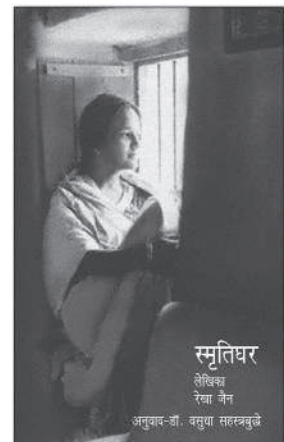
॥ ज्ञानाभि ॥ ❖ ॥



मूल्य ६५० रुपये
सवलतीत ४०० रुपये



मूल्य १००० रुपये
सवलतीत ६०० रुपये



मूल्य ४०० रुपये
सवलतीत २४० रुपये



समुद्रविश्व

समुद्रातील शिकार्यांचे शिकारी..

शर्वरी कुडतरकर

समुद्रविश्वाच्या या भागात आपण सागरी अन्नसाखळीतील वरच्या थरातील शिकारी प्राण्यांची माहिती घेणार आहोत. या शिकारी प्राण्यांना Apex predators म्हणून संबोधले जाते. या प्राण्यांमध्ये Orca whale किंवा Killer whale महासागरातील अजिंक्य शिकारी प्राणी म्हणून ओळखले जातात. त्याचबरोबर टायगर शार्क, ग्रीनलॅंड शार्क, स्पर्म व्हेल, कोलोसल स्किड, पोलार बियर, खाऱ्या पाण्यातील मगरी, लेपर्ड सील, सी लायन हे प्राणीदेखील अपेक्स प्रीडेटर म्हणून ओळखले जातात.

Orcinus orca म्हणजेच ओर्का व्हेल हे डॉल्फिन कुटुंबातील सर्वात मोठे सदस्य आहेत. अतिशय भव्य काळ्या व सफेद रंगाचे हे सस्तन प्राणी समुद्रातील सर्वोच्च शिकारी मानले जातात. अपेक्स प्रीडेटर म्हणजे असा शिकारी जो आपल्या अधिवासात अन्नसाखळीच्या सर्वोच्च पातळीवर असतो. हे प्राणी इतर सजीवांना खातात, पण त्यांना नियमितपणे खाणारा असा कोणी नैसर्गिक शत्रू नसतो. समुद्रात असलेल्या परिसंस्था स्थिर ठेवण्याचे महत्वाचे कार्य हे प्राणी करतात. ते साधारणतः सात ते दहा मीटर लांबीचे व चार ते सहा टन वजनाचे असतात. माद्या आकाराने लहान असल्या तरी ८० ते ९० वर्षांपर्यंत जगू शकतात तर नर ५० ते ६० वर्षे जगतात. संपूर्ण काळे शरीर पण पोटावर व डोळ्यांच्या नजीक सफेद रंग ही त्यांची खास ओळख आहे.

एवढा मोठा आकार असला तरीदेखील ते गतिमान असतात. ५६ किलोमीटर ताशी वेगाने ते समुद्राच्या निरनिराळ्या पाण्यात पोहू शकतात. यांचा अधिवास जगभरातील सर्वच महासागरांत आढळतो, म्हणजेच आर्क्टिक व अंटार्क्टिकाच्या अतिथंड पाण्यापासून विषुववृत्ताजवळील उष्ण पाण्यातपर्यंत यांचा प्रसार दिसून येतो. असे असले तरीही थंड प्रदेशातील समुद्र त्यांना अधिक प्रिय आहे.

Orca whale चा आहार प्रदेशानुसार व प्रजातीनुसार बदलत जातो. काहींचा आहार मुख्यत्वे करून मासे असतो तर काही इतर सागरी सस्तन प्राण्यांना खातात जसे की सील, सी-लायन डॉल्फिन किंवा इतर व्हेल माशांची लहान पिछेदेखील ओर्काचे आवडते खाद्य आहे.

काही ओर्का squid माशांना खातात. जीलर बऱ्याचदा समूहाने शिकार करतात. यांच्या समूहाला Pods असे म्हटले जाते. एका पॉडमध्ये साधारण ५ ते ३० जीलर असतात. त्या समूहातील सर्वात ज्येष्ठ मादी ही त्यांच्या समूहाची नेता असते. तीच त्या गटाचा सर्व कारभार सांभाळते. प्रत्येक समूहाची एक स्वतःची बोली असते. या dialect द्वारे किंवा ध्वनीच्या भाषेद्वारे ते एकमेकांशी प्रभावीपणे संवाद साधत असतात.

अत्यंत बुद्धिमान असलेले हे समुद्री प्राणी



अल्बट्रॉस पक्षी शिकार करताना



डॉल्फिन



समुद्रातील सर्वात मोठा स्किड



echolocation या प्रणालीचा वापर करून आपली शिकार ओळखतात. यांच्या गटातील सदस्यांमध्ये शिट्ट्या, क्लिक यांसारखे आवाज करून व स्पंदनात्मक आवाजाद्वारे संवाद साधला जातो. शिकार करण्याच्या वेगवेगळ्या पद्धती ते वापरतात व परिणामकारक पद्धती पुढील पिढ्यांना शिकवतात.

जीलर सर्वात मोठे शिकारी असले तरी यांचा स्वभाव खेळकर असतो त्यामुळे पाण्यात उड्या मारणे, समुद्रातील केलपसारख्या वनस्पतींशी खेळणे, शिकार हवेत उडवणे अशा करामती ते करत असतात.

रेसिडेंट ऑर्का (Resident Orca) प्रामुख्याने मासे खातात तर ट्रान्सिएंट ऑर्का (Transient Orca) सील, डॉल्फिन तसेच इतर सस्तन प्राण्यांची शिकार करतात. ऑफशोर ऑर्का (Offshore Orca) यांच्याविषयीची माहिती फारशी कोणाला नाही, परंतु खोल समुद्रात दूरवर यांचा अधिवास असतो व ते शार्क आणि इतर मोठे मासे खातात.

या ऑर्कांना समुद्रातले लांडगे (Wolves of the Sea) असे म्हटले जाते. दररोज ४५ ते १३५ किलोग्राम अन्न एका प्रौढ ऑर्काला लागते.

जागतिक स्तरावर जीलर अजून अतिविलुप्त झालेले नाहीत, पण काही स्थानिक समूह गंभीर संकटात आहेत. यांची पॅसिफिक नॉर्थ वेस्टमधील एक प्रजाती जी सर्दर्न रेसिडेंट ऑर्का (Southern Resident Orca) या नावाने ओळखली जाते ती अत्यंत धोक्यात असून त्यांची संख्या कमी होत असलेली शास्त्रज्ञांच्या निदर्शनास आलेले आहे. प्लास्टिक प्रदूषण किती घातक आहे हे आता सर्वांना ठाऊकच आहे. PCBs तसेच इतर विषारी रसायने त्यांच्या चर्बीमध्ये (body fats) साठून राहतात. ज्यामुळे त्यांच्या शरीरातील हार्मोनल कंट्रोल व चेतासंस्थेचे काम योग्य पद्धतीने न होता बऱ्याच अडथळ्यांना त्यांना सामोरे जावे लागते. जहाजांचा आवाज त्यांच्या संवाद साधण्याच्या प्रक्रियेत आणि शिकार ओळखण्याच्या प्रक्रियेत बाधा

आणत असतो. तसेच, त्यांचे आवडीचे भक्ष्य जसे Salmon मासे कमी झाल्याने परिणामतः जीलरच्या संख्येतदेखील घट होताना दिसत आहे.

पृथ्वीवरील सर्वात मोठे व जीवनदायी असे परिसंस्थान म्हणजे समुद्र आहे. जगाच्या एकूण पृष्ठभागाच्या जवळपास ७०% क्षेत्रफळावर पसरलेला हा निळाशार समुद्र विविध प्रकारच्या सजीवांचे घर आहे. सूक्ष्म प्लवक प्राणी, निरनिराळे शंख- शिंपले, रंगीबेरंगी प्रवाळे, मोठाले देवमासे, शार्क, जेलीफिश, वेगवेगळ्या आकाराचे व रंगाचे मासे या सगळ्यांचे जीवन समुद्रावरच अवलंबून आहे. या जीवनसमूहात शिकारी प्राण्यांचे स्थान अत्यंत महत्त्वाचे आहे.

समुद्रातील शिकारी प्राणी अनेक गटांमध्ये मोडतात. ते वेगवेगळ्या उत्क्रांती प्रक्रियेतून आले असले तरी शिकारी वृत्ती हा एक समान धागा त्यांच्यामध्ये जोडलेला दिसून येतो.

शार्क (Scoliodon) हा समुद्रातील सर्वात भीतिदायक शिकारी म्हणून प्रसिद्ध आहे. शार्कच्या ५०० पेक्षा अधिक प्रजाती जगभरात आढळून येतात. काही लहान तर काही १२ मीटरपर्यंत लांब असतात. Great white sharkना समुद्राचा सम्राट असे म्हटले जाते. हे शार्क सील, डॉल्फिन, ट्यून मासे यासारख्या प्राण्यांची शिकार करतात.

Tiger Sharkने मनुष्यावर हल्ले करण्याच्या बऱ्याच नोंदी आहेत.

त्यांच्या अन्नात विविध प्रकारच्या प्राण्यांचा समावेश होतो. Hammer headed Sharkचे डोके हातोड्यासारखे रुंद असते. या बदललेल्या डोक्याच्या रचनेमुळे त्याची दृष्टी व संवेदनक्षमता इतर शार्कच्या तुलनेत मोठ्या प्रमाणावर वाढलेली असते. तुम्हाला माहीतच आहे की शार्क त्यांच्या तीक्ष्ण दातांकरिता प्रसिद्ध आहेत, शार्कच्या सर्वच प्रजातींमध्ये त्यांचे दात त्यांना शिकार पकडण्यात फार मदत करतात. त्यांचे दात एकापाठोपाठ एक अशा रांगेत असतात



हॅमर हेड शार्क



ओर्का व्हेल



पेंग्विनचा समूह



व त्यांच्या संपूर्ण आयुष्यात ते जेव्हा जेव्हा पडतात तेव्हा त्यांच्याजागी पुन्हा नवीन दात उगवतात. त्यामुळे ते नेहमीच तीक्ष्ण असतात. या शार्कसारखे आपलेदेखील दात पडल्यावर पुन्हा पुन्हा आले असते तर किती बरे झाले असते नाही!

Barracuda नावाचे अतिशय वेगवान, लांबट शरीराचे व धारदार दात असलेले मासेदेखील टॉप प्रीडेटर म्हणून ओळखले जातात.

सस्तन प्राण्यांपैकी व्हेल (Whale) Apex predators म्हणून ओळखले जातात. पण सर्वच देवमासे मात्र शिकारी नसतात.

डॉल्फिन ही एक व्हेलची प्रजाती आहे. डॉल्फिनला सागरातील एक बुद्धिमान प्राणी म्हणून ओळखले जाते. ते आवाजाच्या मदतीने (echolocation) आपली शिकार शोधतात. समूहाने शिकार करण्याची पद्धत वापरून माशांच्या थव्याला गोलाकार घेरून आपल्या नियोजित जागी आणतात व मग त्यांच्यावर हल्ला करून फडशा पाडतात.

समुद्री पक्ष्यांमध्ये पेंग्विन, सी-गल, अल्बार्ट्रास हे पक्षी शिकारी पक्षी म्हणून ओळखले जातात. अंटार्क्टिक भागात राहणारे पेंग्विन, मासे आणि क्रील यांची शिकार करतात.

सी-गल किनाऱ्यावर मोठ्या संख्येने दिसून येतात. किनाऱ्यानजीकच्या समुद्रात पोहणारे माशांचे थवे यांचे आवडते खाद्य असते. मासे पकडण्यात ते फार तरबेज असतात. अल्बार्ट्रास हे हजारो किलोमीटरचा प्रवास आपले आवडीचे अन्न शोधण्याकरीता करू शकतात.

समुद्री साप व खारफुटी मगरी हे सरपटणाऱ्या प्राण्यांपैकी समुद्रात आढळणारे शिकारी प्राणी आहेत. इंडो पॅसिफिक महासागरात समुद्री सापांचे अस्तित्व मोठ्या प्रमाणावर आढळते. त्यांचे विष अत्यंत प्रभावी असते. लहान मासे व ईलसारख्या प्राण्यांवर ते आपली उपजीविका करतात.

खारफुटी मगरी (Saltwater Crocodile) नद्या व समुद्र

यांच्या संगमाशी म्हणजेच खाडी भागात आढळून येतात. या मगरी मासे, पक्षी, कासवे तसेच मोठे सस्तन प्राणीदेखील भक्ष म्हणून खातात. Squid व Octopus हे अपृष्ठवंशी प्राण्यांपैकी शिकारी प्राणी आहेत या दोघांची बुद्धिमत्ता व रंग बदलण्याची क्षमता जगप्रसिद्ध आहे. स्किड समूहाने शिकार करतात तर ऑक्टोपस आपल्या आठ हातांनी शिकार घट्ट पकडतो. मोठमोठे शिंपले उघडण्याकरीता आपल्या आठही हातावरील पोकळीचा (व्हॅक्युम कपचा) वापर करतो. जेलीफिश देखील अपृष्ठवंशीय प्राणी आहे परंतु यांच्याकडे मेंदू नसतो, पण भक्ष्य मिळवण्याकरीता निमॅटोसिस्ट नावाच्या विशिष्ट विषारी पेशी असतात. त्यांच्या साहाय्याने लहान मासे व प्लवक प्राणी यांना ते सहज पकडतात.

शिकार करण्याच्या किंवा मिळवण्याच्या वेगवेगळ्या पद्धती या सर्व शिकारी प्राण्यांमध्ये दिसून येतात. Ambush म्हणजेच अचानक हल्ला करण्याची पद्धत. शार्क, बॅराकुडा यांसारखे शिकारी ही पद्धत वापरून शिकार करतात. शांतपणे पाण्यात दबा धरून बसतात व झटक्यात अत्यंत वेगाने झेप घेऊन आपली शिकार पकडतात. Pack hunting म्हणजेच समूहाने शिकार पकडण्याची पद्धत. डॉल्फिन, ऑर्का यासारखे प्राणी समूहाने शिकार करतात.

Camouflage म्हणजेच रंग बदलून आपल्या शिकारीस बेसावध घेऊन जोपर्यंत शिकार जवळ येत नाही तोपर्यंत लपून राहून नंतर हल्ला केला जातो. Colossal squid (Mesonychoteuthis hamiltoni) हा एक Cranchiidae या squid च्या कुटुंबातील मोठा सदस्य आहे. या भल्या मोठ्या squidचे वजन साधारणतः ४९५ किलो असून त्यांची लांबी ४.२ मीटरपर्यंत (१४ फूट) असते.

Colossal squid चे डोळे सध्या अस्तित्वात असलेल्या कुठल्याही प्राण्यांपेक्षा मोठाले असतात. त्यांचा व्यास साधारण २७ - ३० सेंमी cm (१० ते १२ इंच) ते ४०



पोलर बियर



खाऱ्या पाण्यातील मगर



टायगर शार्क



सेमीपर्यंत (१६ inch) असू शकतो.

Giant squid ना राक्षस स्किड असेही म्हटले जाते. ते अतिशय कार्यक्षम शिकारी आहेत. कमी प्रकाशातदेखील आपले भक्ष्य शोधण्याकरीता त्यांचे मोठे व विकसित डोळे मदत करतात. तसेच, सागरातील कंपने व रासायनिक संकेत ते लगेचच ओळखू शकतात. त्यांच्या त्वचेत Chromatophores (रंगद्रव्ये पेशी) असतात. ज्यांच्या साहाय्याने ते आपला रंग क्षणार्धात बदलू शकतात आणि भोवतालच्या परिसराप्रमाणे रंगसंगती करून लपून बसतात. Jet Propulsion या प्रक्रियेद्वारे ते पोहतात. शरीरात पाणी भरून घेऊन नंतर ते वेगाने बाहेर फेकतात व पुढे पुढे सरकत आपली वाट चालतात. शिकार जवळ आली की Feeding tentacles जे त्यांच्या तोंडानजीक असतात ते वेगाने शिकारीच्या दिशेने पुढे सोडतात. या tentacle वर असलेले सकर कप शिकारीस घट्ट पकडून धरतात. नंतर आठ हातांनी मजबुतीने शिकार पकडली जाते. हातांच्या मध्यभागी तोंडाच्या आत एक चोच असते आणि त्यामागे Radula असतो. हा Radula म्हणजे जिभेसारखी एक रचना असते जिच्यावर सूक्ष्म दात असतात. भक्ष्याचे लहान लहान भागात विभाजन करण्यासाठी (चिरण्यासाठी) या तीक्ष्ण दातांचा उपयोग होतो. स्किडच्या शरीरात एक विशेष ग्रंथी असते ज्यात तयार होणारा द्राव हा शाईप्रमाणे असतो. ह्या ink glands मधील मुख्य घटक Melanin आहे ज्यामुळे या शाईचा रंग गडद तपकिरी किंवा काळसर असतो. इंक ग्लँड मधला द्राव इंक सॅकमध्ये साठवला जातो. स्किडना शत्रूपासून काही धोका संभवल्यास संरक्षणाकरीता या शाईचा वापर करून शिकारी प्राण्याची दिशाभूल करून स्किड पलायन करतात. काही वेळेस स्किड इतक्या कौशल्याने शाई सोडतो की सोडलेली शाई स्किडप्रमाणेच आकार तयार करते व शत्रू या शाई वरच हल्ला करतो आणि या वेळेत खरा स्किड पळून जातो.

या शाईमध्ये अशी काही रसायने असतात की जी शत्रूच्या वास घेण्याच्या किंवा चव घेण्याच्या संवेदना काही वेळेकरता बधिर करतात. त्यामुळेदेखील शत्रु गोंधळतो. सी-लायन आणि सील हे Apex predators म्हणून ओळखले जातात कारण हे शिकारी माशांची शिकार फार मोठ्या प्रमाणावर करतात. आपल्या संवेदनशील मिशा वापरून ते माशांच्या थव्याला ओळखतात. रात्रीच्या वेळी आपली शिकार पकडतात. या प्राण्यांना समुद्रसिंह असे नाव दिले आहे ते त्यांच्या मानेभोवती वाढणाऱ्या जाड केसांच्या

आयाळीसारख्या रचनेमुळे. आपल्या समूहातील प्राण्यांचे रक्षण करण्याकरता ते मोठमोठ्या गर्जना करतात. शक्तिशाली जबडे, तीक्ष्ण दात, मानेभोवती दाट केस या राजेशाही स्वरूपामुळे यांचे समुद्रसिंह हे नाव समर्पक ठरते.

गेल्या काही वर्षांत Blue Shark यांच्यासारख्या मोठ्या शिकारी प्राण्यांच्या हालचाली जाणून घेण्यासाठी उपग्रहांद्वारे टॅगिंग या प्रणालीचा मोठ्या प्रमाणावर वापर केला जात आहे. ज्यामुळे हे प्राणी कुठपर्यंत आपला विस्तार वाढवतात किंवा शिकारी करता व प्रसूती करता कुठल्या जागेवर आणि कसे जातात यासारखी माहिती मिळवणे सोपे जाते. Diving behaviour, breeding ground आणि स्थलांतरची माहिती मिळाल्यास या माहितीच्या आधारे अचूकपणे मरीन प्रोटेक्टेड एरिया (MPA) ठरवणे सोपे होते.

ड्रोन व High resolution video त्यांच्या शिकारीच्या पद्धतीतील सूक्ष्म बारकावे टिपून घेतात. ऑर्कासारखे सामाजिक शिकारी संघटितपणे कसे काय शिकार करतात हे नवनवीन तंत्रज्ञानाद्वारे उत्कृष्ट प्रकारे अभ्यासता येते. अलीकडच्या संशोधनात काही Orca Pods मधील सदस्यांनी आपापली कामे वाटून घेतल्याची व एकमेकांत संवाद साधत आपला प्रवास केले असल्याची माहिती मिळते (P. Domenici, 2025 Science Direct).

मायक्रोप्लास्टिक अगदी वरच्या थरातील शिकार्यांपर्यंत पोहोचल्याचे आपल्याकडे पुरावे मिळत आहेत. २०२४ मध्ये डॉल्फिनच्या श्वसनमार्गातून मायक्रोप्लास्टिक आढळलेले आहे (E.Jeong 2024) हवामानबदलामुळे महासागराचे तापमान व प्लवक प्राण्यांचे समुद्रातील वितरण बदलत जात आहे. परिणामी अन्नाची कमतरता व स्पर्धा यामुळे बास्किंग शार्कसारख्या प्राण्यांचे प्रमाण कमी होताना दिसत आहे. या अपेक्स प्रीडेटरच्या अभ्यासाकरता शास्त्रज्ञाने आता केवळ एका पद्धतीवर अवलंबून न राहता उपग्रह टॅगिंग, पॉप अप रेडिओ बायो टॅग, PAM - Passive Acoustic Monitoring, eDNA आणि ड्रोन व्हिडिओ यासारख्या प्रणालींना एकत्र करून Multimodal dataset तयार केलेले आहेत. अशा एकत्रित माहितीमुळे त्यांचे व्यवहारिक वर्तन, प्रवासमार्ग, स्थलांतराच्या जागा, स्थानिक मानव-संसाधन संघर्ष यांचा अचूक आढावा घेता येतो. यामुळे संरक्षण धोरणे प्रभावशाली ठरत आहेत.

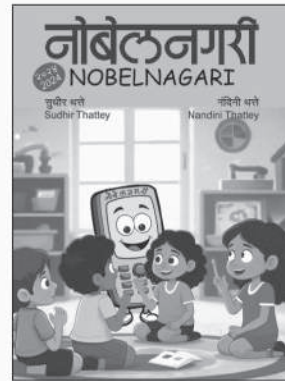
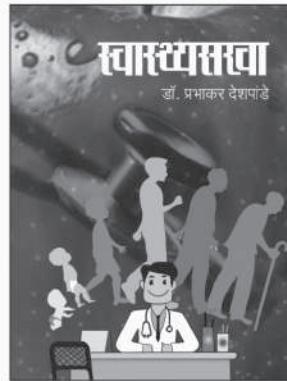
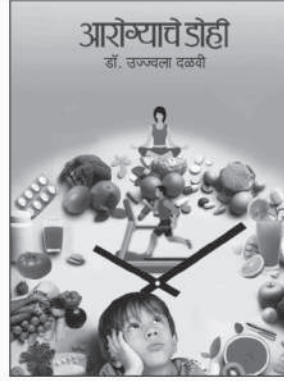
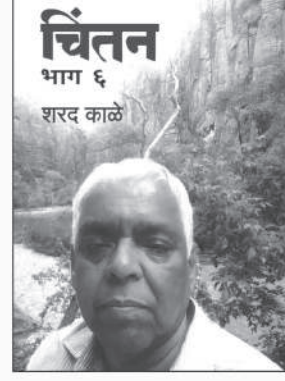
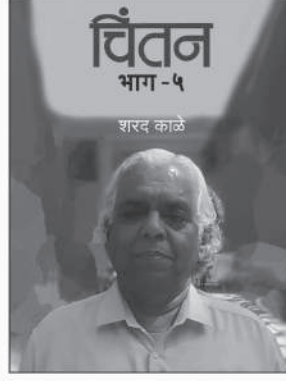
– शर्वरी कुडतरकर

samikshank@gmail.com



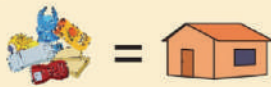
॥ ग्रंथाली ॥ ✖ ॥

ग्रंथालीची महत्त्वपूर्ण पुस्तके





DO YOU KNOW?

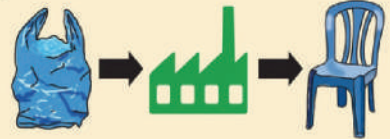


800 tonnes = 800 classrooms

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

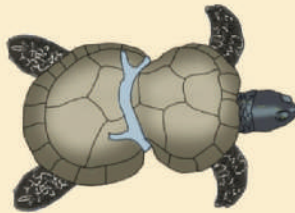


The burning of plastic generates dangerous gaseous substances such as 'dioxins' & 'furans', they can cause diseases like cancer. So, burning of waste is bad for our health and is illegal too.



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

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.



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



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

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

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

Goa Waste Management Corporation, Saligao

for assistance or more information on waste management or to book your visit to Saligao Solid Waste Management Facility -

Shashank Dessai - 9923326872 Samir Natekar - 9922815596

Email: contact@zerowastegoa.com

Zero Waste Goa





WASTE CATEGORIES

Wet



Waste that can decompose.

Leftover food
Spilt 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



News Paper, Paper,
Paper-cups & plates,
Cardboard box, TetraPak

Plastic



Plastic bottles, cups,
bags, containers &
Hard plastic

Glass & Metal



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?



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 management or to book your visit to Saligao Solid Waste Management Facility -

Shashank Dessai - 9923326872 Samir Natekar - 9922815596

Email: contact@zerowastegoa.com