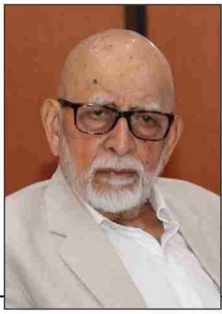
मासिक विज्ञानपुस्तिका

विज्ञानधारा

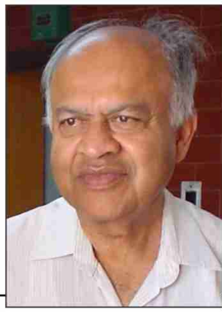
जून २०२५ * मूल्य ५० रु. * पृष्ठे ६४

अणुशास्त्रज्ञ



डॉ. एम. आर. श्रीनिवासन

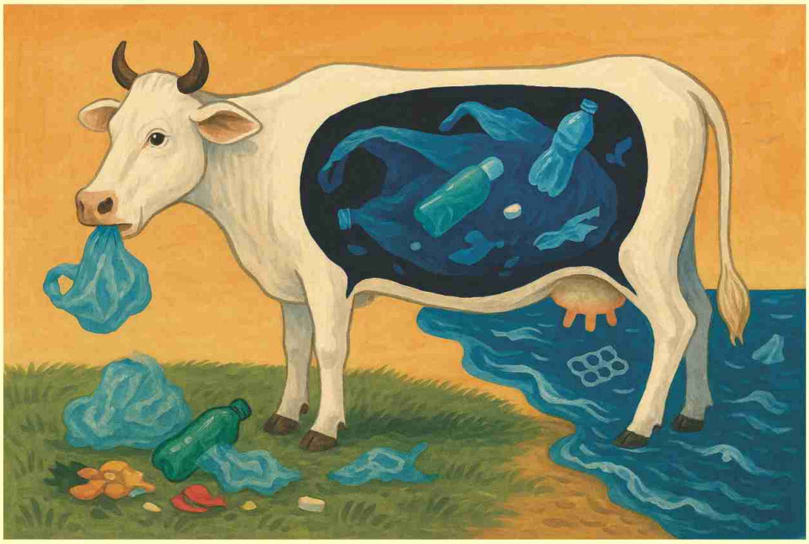
खगोलशास्त्रज्ञ

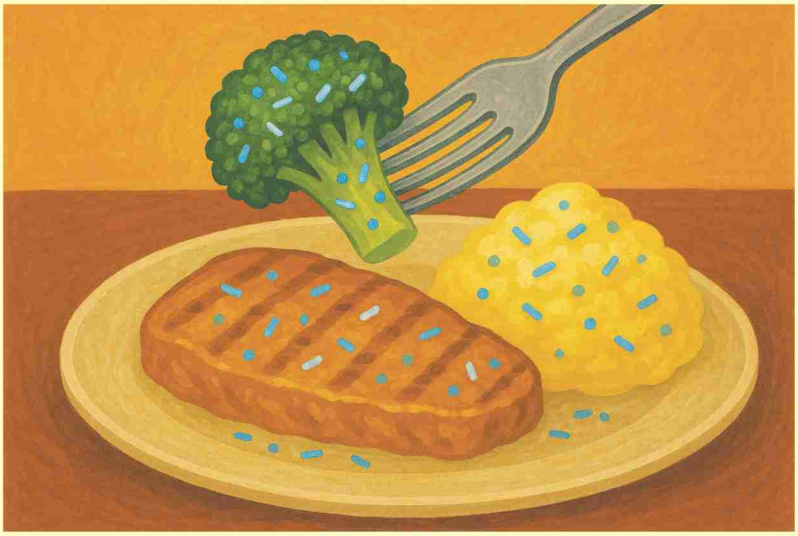


डॉ. जयंत नारळीकर

आंतरराष्ट्रीय पर्यावरणदिन

प्लास्टिकचा भस्मासूर





'ग्रंथाली'ची मासिक पुस्तिका

विज्ञानधारा

जून २०२५, वर्ष तिसरे
पुस्तिका पहिली, मूल्य ५० रु.

संपादक : **शरद काळे**
कार्यकारी संपादक : **अरुण जोशी**
समन्वयक : **सुदेश हिंगलासपूरकर** (विश्वस्त, ग्रंथाली)
मुखपृष्ठ : **ग्रंथाली संगणक विभाग**

मुखपृष्ठ १, २, ३ आणि ४ वरील चित्रे एआयच्या साहाय्याने. त्यांचा वापर केवळ शैक्षणिक व गैरव्यावसायिक हेतूने केला आहे.

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

शरद काळे / ५
भारताच्या शास्त्रीय जगतातील ऋषितुल्य शास्त्रज्ञांना भावपूर्ण श्रद्धांजली

नरेंद्र गोळे / १०
अणुस्फोटाचा सैद्धांतिक पाया

अनघा शिराळकर / १३
ओळख हवामानशास्त्राची

आनंद घारे / १७
उपग्रह

डॉ. स्वाती बापट / २३
इनक्रेटिन्स आणि भूक नियंत्रण

आनंद घैसास / २८
शेजारणींनो, माझ्याकडे का बोट दाखवताय?

डॉ. रंजन गर्गे / ३३
ब्रह्म

डॉ. जयंत वसंत जोशी /४०
चष्मा कारागीर - विज्ञान आणि तंत्रज्ञान

डॉ. वसुधा जोशी
वृद्धत्व (भाग २)

डॉ. शर्वरी कुडतरकर / ४८
प्रवाळांची बेटे

डॉ. संगीता गोडबोले / ५२
(चित्र)कला आणि विज्ञान

मेधा लिमये / ५६
सृष्टिसखा पावसाळा

कुसुमसुत / ६०
नरकाचे प्रतीक, तरीही गंधक हाच तारणहार

संपादकीय...

विचार पृथ्वीचा, जबाबदारी माझी

संयुक्त राष्ट्रसंघातर्फे दरवर्षी ५ जून रोजी जागतिक पर्यावरणदिन साजरा केला जातो. हा दिवस पर्यावरणाच्या संरक्षणासाठी जागतिक जनजागृती व कृतीस प्रोत्साहन देतो. दिनाच्या निमित्ताने जैवविविधतेची हानी थांबवणे, हरितगृहवायूंचे उत्सर्जन कमी करणे, वायुप्रदूषण आणि प्लास्टिक कचऱ्याचे प्रमाण घटवणे तसेच पर्यावरण पुनर्संचयित करण्याची तातडीची गरज अधोरेखित केली जाते. जागतिक पर्यावरणदिन २०२५ची संकल्पना जगभरातील प्लास्टिक प्रदूषणाचा अंत अशी आहे. पण हे मृगजळ तर ठरणार नाही ना, असे वाटण्यासारखीच सद्यपरिस्थिती आहे.

आजच्या औद्योगिक युगात प्लास्टिकचा वापर सर्वत्र झालेला दिसतो. त्यात घरगुती वस्तूंपासून वैद्यकीय उपकरणांपर्यंत आणि वाहनांपासून पॅकेजिंगपर्यंत सगळ्यांचाच समावेश आहे. जागतिक आणि भारतीय स्तरावर प्लास्टिकच्या उत्पादन, वापर, प्रदूषण आणि पुनर्चक्रांकनाविषयी आकडेवारीसह विचार केला तर एक अक्राळविक्राळ समस्या आपल्यासमोर कशी उभी आहे याची जाणीव होईल. प्लास्टिकचे उत्पादन जगभरात झपाट्याने वाढले आहे. सन १९५० साली जगभरात केवळ २० लक्ष टन प्लास्टिकचे उत्पादन होत होते. पण सन २०२३ मध्ये हेच प्रमाण ४४ कोटी टनांवर गेले आहे. सन १९५०मध्ये लोकसंख्या २५० कोटी होती तर आज लोकसंख्या ८२३ कोटींचा घरात पोहोचली आहे. म्हणजेच लोकसंख्या जवळजवळ साडेतीन पट झाली असताना प्लास्टिकचे उत्पादन तब्बल २२० पट वाढले! ही वाढ केवळ लोकांच्या संख्येमुळे नव्हे, तर बदललेल्या जीवनशैलीमुळे झाली आहे. वापरा आणि फेका या संस्कृतीने टिकाऊ वस्तूंचा वापर मागे टाकून प्लास्टिकच्या सोयीस्कर पण प्रदूषणकारी वस्तूंना प्राधान्य दिले.

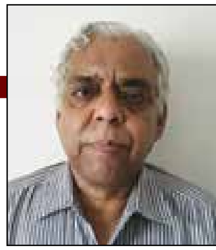
प्लास्टिकच्या उत्पादनात सर्वात मोठा वाटा 'वापरा आणि फेका' (Single-use plastics) प्रकाराचा आहे. अंदाजे ५० टक्के प्लास्टिक फक्त एकदाच वापरले जाते आणि लगेच फेकले जाते, जसे बाटल्या, पिशव्या, स्ट्रॉ, पॅकेजिंग सामग्री, डिस्पोजेबल डिशेस, चमचे, पेले इत्यादी. ही वाढ नैसर्गिक वाटत असली, तरी तिच्या जोडीने जी एक अधिक घातक गोष्ट घडली, ती म्हणजे प्लास्टिकचे प्रचंड प्रमाणात उत्पादन. साडेतीन पट लोकसंख्या वाढ होत असताना प्लास्टिक उत्पादनात झालेली २२० पट वाढ ही मानवी अविचाराचे द्योतक आहे. अन्यथा प्लास्टिकप्रदूषणाचा गंभीर सामना करावा लागत असूनही त्याची उत्पादनवाढ थांबत नाही हे काय दर्शवते? आतापर्यंत मानवी इतिहासात सुमारे ९५० कोटी टन प्लास्टिकचे उत्पादन झाले आहे. यापैकी सुमारे ७०० कोटी टन प्लास्टिक कचऱ्याच्या स्वरूपात आहे. आजपर्यंत फक्त ९ टक्के प्लास्टिकचेच पुनर्चक्रण झाले आहे तर १२ टक्के प्लास्टिक जाळले गेले, आणि उर्वरित ७९ टक्के प्लास्टिक लँडफिलमध्ये, नद्या, समुद्र, वाऱ्यावर वा जंगलांमध्ये फेकले गेले आहे! हे आकडे स्पष्टपणे सांगतात की प्लास्टिकचा वापर व पुनर्चक्रांकन यावर कठोर नियंत्रण हवे आहे, अन्यथा याची कठोर शिक्षा निसर्ग आपल्याला नजीकच्या भविष्यात देणार आहे.

भारतामध्ये सेंट्रल पोल्युशन कंट्रोल बोर्डच्या सन २०२३ अहवालानुसार दरवर्षी सुमारे ३५ लाख टन प्लास्टिककचरा निर्माण होतो, त्यातील सुमारे ६० टक्के प्लास्टिकचे पुनर्चक्रण केले जाते. ही टक्केवारी जगाच्या तुलनेत थोडी जास्त आहे, कारण भारतात कचरा गोळा करण्याच्या क्षेत्रात अनेक लोक प्लास्टिक वेचून विकतात. परंतु उर्वरित ४० टक्के प्लास्टिक खुलेआम ०फेकले जाते, जाळले जाते किंवा साठवले जाते. हे तिन्ही पर्याय पर्यावरणीयदृष्ट्या घातक आहे. विशेषतः सिंगल यूज प्लास्टिकचे प्रमाण भारतातही झपाट्याने वाढत आहे. सन २०२२ मध्ये भारत सरकारने काही सिंगल यूज प्लास्टिकवर बंदी घातली असली तरी त्याची अंमलबजावणी अजूनही सुरू झालेली नाही किंवा अगदीच नगण्य स्वरूपात होत आहे. प्लास्टिक कचऱ्यामुळे मृदा, जलस्रोत आणि महासागर यांचे प्रदूषण होत आहे. दरवर्षी ८० लाख टन प्लास्टिक समुद्रात जाते, ज्याचा परिणाम जलजीवनावर होतो. सूक्ष्म आणि अतिसूक्ष्म प्लास्टिक कणांमुळे (मायक्रो आणि नॅनो प्लास्टिक) मानवी आरोग्यालाही धोका निर्माण होतो.

यावर उपाययोजना म्हणून उत्पादनात जैविक विघटनशील प्लास्टिकचा वापर, पुनर्वापरयोग्य वस्तूंचा प्रचार, जनजागृती, कडक धोरणे व अंमलबजावणी आणि स्थानिक पातळीवर प्रभावी कचराव्यवस्थापन आवश्यक आहे. पण सैद्धांतिक माहिती आणि प्रत्यक्ष अंमलबजावणी यात जमीन अस्मानाएवढे अंतर असते, ही बाब प्लास्टिकप्रदूषणाने सिद्ध करून दाखवली आहे. प्लास्टिक हे एक अद्भुत संसाधन आहे. आपण त्याचा शहाणपणाने वापर केला तर तो मानवजातीसाठी ते वरदान ठरू शकते. बेफिकिरीने केलेला वापर आणि अयोग्य व्यवस्थापनामुळे ते शाप बनते. म्हणूनच, उत्पादनाच्या आकड्यांपेक्षा पुनर्चक्रांकन आणि जबाबदार वापराचे प्रमाण वाढवणे ही खरी काळाची गरज आहे.

पर्यावरणदिनाच्या निमित्ताने आपला प्लास्टिक वापर आपण ५० टक्क्यांनी तरी कमी करावा ही विनंती.

– शरद काळे
sharadkale@gmail.com

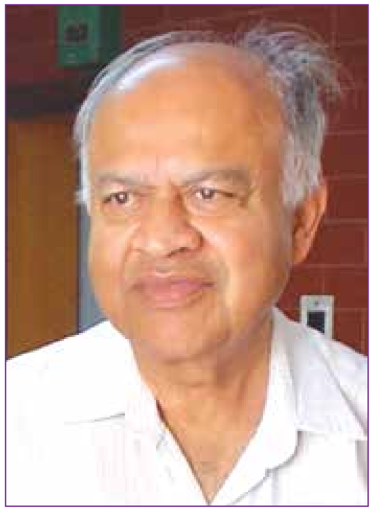


शरद काळे

भारताच्या शास्त्रीय जगतातील ऋषितुल्य शास्त्रज्ञांना भावपूर्ण श्रद्धांजली

विज्ञानक्षितिजावरचे दोन ऋषितुल्य शास्त्रज्ञ

डॉ. जयंत नारळीकर आणि डॉ. एम. आर. श्रीनिवासन हे दोन ऋषितुल्य शास्त्रज्ञ भारताच्या विज्ञानक्षितिजवरून २० मे २०२५ रोजी अस्तंगत झाले. शास्त्रज्ञ निजधामी गेले असले तरी त्यांचा शास्त्रीय वारसा हा चिरंतन असतो. त्यामुळे लौकिकार्थाने आता हे शास्त्रज्ञ आपल्याला परत भेटणार नसले तरी, त्यांच्या शास्त्रीय संशोधनकार्यातून ते आपल्या देशाच्या विज्ञानप्रगतीला मार्गदर्शन करत राहणार आहेत. डॉ. नारळीकर आणि डॉ. श्रीनिवासन हे दोघेही आपापल्या क्षेत्रात उच्चविद्याविभूषित तर होतेच, दोघेही ऋजू स्वभावामुळे अतिशय लोकप्रिय होते. या दोन विज्ञान महर्षींचा सहवास आणि आशीर्वाद मला लाभला हे मी माझे भाग्य समजतो.



डॉ. जयंत विष्णू नारळीकर

भारतीय विज्ञानविश्वातील डॉ. जयंत विष्णू नारळीकर हे एक अत्यंत आदरणीय, प्रज्ञावंत आणि संशोधक व्यक्तिमत्त्व आहे. त्यांनी केवळ भारतात नव्हे तर आंतरराष्ट्रीय स्तरावर खगोलशास्त्र व विश्वशास्त्र (Cosmology) क्षेत्रात महत्त्वपूर्ण संशोधन केले आहे. विज्ञानाला लोकप्रिय करण्यासाठी त्यांनी केलेले लेखनही समांतर पातळीवर उल्लेखनीय ठरते. त्यांचे जीवन हे ज्ञान, जिज्ञासा आणि शोधयात्रेचा आदर्श उदाहरण आहे. भारतात विज्ञानाची तळमळ जिवंत ठेवणाऱ्या काही थोर व्यक्तींच्या पंक्तीत डॉ. नारळीकर यांचे स्थान अत्युच्च आहे. त्यांनी आपल्या संशोधनाद्वारे विश्वशास्त्राच्या रहस्यांना उलगडण्याचा प्रयत्न केला, तर लोकप्रिय लेखनातून विज्ञान जनमानसात नेले. आज जागतिक खगोलशास्त्रात भारताचे जे प्रतिष्ठित स्थान आहे, त्यामागे डॉ. नारळीकर यांचे योगदान अत्यंत मोलाचे आहे.

डॉ. जयंत नारळीकर यांचा जन्म १९ जुलै १९३८ रोजी कोल्हापूर येथे झाला. त्यांच्या वडिलांचे नाव प्रा. विष्णू वासुदेव नारळीकर आणि आई संस्कृत विद्या आणि साहित्याची जाण असणारी गृहिणी. बुद्धिमत्तेच्या आणि ज्ञानाच्या दोन मोठ्या वारसा-रेषा त्यांना मिळाल्या होत्या - वडिलांकडून गणितातील गाढा अभ्यास आणि आईकडून भाषेची प्रगल्भता. त्यांचे माध्यमिक शिक्षण मुंबईच्या बालमोहन विद्यामंदिरात आणि उच्च माध्यमिक शिक्षण पुण्याच्या फर्ग्युसन कॉलेजमध्ये झाले. या काळातच त्यांची विज्ञान आणि गणितावरील ओढ दृढ झाली. बी.एससी. पदवीनंतर त्यांनी इंग्लंडच्या केंब्रिज विद्यापीठात खगोलशास्त्राचे शिक्षण घेतले. तेथे त्यांनी नोबेल पारितोषिक विजेते भौतिकशास्त्रज्ञ सर फ्रेड हॉयल यांच्याकडे संशोधन सुरू केले.

हॉयल-नारळीकर गुरुत्वाकर्षण सिद्धांत

सन १९६४ मध्ये डॉ. नारळीकर आणि हॉयल यांनी

मिळून हॉयल–नारळीकर गुरुत्वाकर्षण सिद्धांत मांडला. या सिद्धांतात त्यांनी विशिष्ट प्रकारची गणितीय सूत्रे वापरून गुरुत्वाकर्षणाची नवीन व्याख्या मांडली पारंपरिक आइन्स्टाइनच्या सापेक्षतावादात जेव्हा विश्वाच्या विस्ताराबाबत अपूर्णता वाटू लागली, तेव्हा हॉयल–नारळीकर सिद्धांताने एक पर्याय दिला. या सिद्धांतात असा दावा होता की विश्वात नव्या वस्तुमानाचे निर्माण (Creation field) सातत्याने होते आणि त्यामुळे विश्वाचे एकंदरीत स्वरूप स्थिर राहते. हा स्थिर अवस्था सिद्धांत (Steady State Theory) त्या वेळच्या प्रचलित महाउत्पात सिद्धांताला (बिग बँग) वैचारिक आव्हान देणारा ठरला. त्यांच्या या संशोधनकार्याची दखल घेत भारत सरकारने त्यांना त्यांच्या वयाच्या २६व्या वर्षी पद्मभूषण हा तिसऱ्या क्रमांकाचा सर्वोच्च नागरी पुरस्कार बहाल केला. इतक्या तरुण वयात हा पुरस्कार मिळवणारे ते पहिलेच शास्त्रज्ञ होते.

क्वांटम गुरुत्वाकर्षण (Quantum Gravity) आणि एकत्रीकरणाची संकल्पना

डॉ. नारळीकर यांचे संशोधन केवळ खगोलशास्त्रापुरते मर्यादित नव्हते. त्यांनी क्वांटम भौतिकशास्त्र आणि गुरुत्वाकर्षण या दोन्ही क्षेत्रांमध्ये एकत्रीकरण करण्याचा प्रयत्न केला. हे आधुनिक भौतिकशास्त्रातील सर्वांत कठीण प्रश्नांपैकी एक मानले जाते.

अंतराळातील जीवसृष्टीविषयी मत

सन १९८०च्या दशकात डॉ. नारळीकर यांनी एक अभिनव सिद्धांत मांडला की पृथ्वीवरील काही जीवजंतू हे अंतराळातून आले असावेत. त्यांच्या मते उल्कापातामुळे पृथ्वीवर सूक्ष्मजीव आले आणि त्यामुळे पृथ्वीवर जीवसृष्टीचा आरंभ झाला असावा. त्यांनी काही प्रयोग करत वायुमंडळात स्फोट झालेल्या क्षुल्लक कणांमध्ये जैविक घटकांचे अंश शोधण्याचे प्रयत्न केले. हे संशोधन आजही चर्चेचा विषय आहे.

भारतातील वैज्ञानिक संस्था आणि नेतृत्व

डॉ. नारळीकर भारतात परत आल्यानंतर त्यांनी सन १९७२ मध्ये टाटा मूलभूत संशोधन संस्थेत कार्य सुरू केले. भारतात खगोलशास्त्राच्या प्रगतीसाठी अनेक पायाभूत संस्था स्थापन करण्यात डॉ. नारळीकर यांनी पुढाकार घेतला.

इंटर–युनिव्हर्सिटी सेंटर फॉर अस्ट्रॉनॉमी अँड अस्ट्रोफिजिक्स (आयुका)

सन १९८८ मध्ये पुण्यात आयुकाची स्थापना झाली. या संस्थेचा उद्देश देशभरातील विद्यापीठांमधील विद्यार्थ्यांना आणि प्राध्यापकांना खगोलशास्त्रातील उच्च दर्जाचे संशोधन करण्यास प्रोत्साहन देणे हा होता. संस्थेचे पहिले संचालक म्हणून डॉ. नारळीकर यांनी शिस्तबद्ध, विज्ञानाभिमुख आणि जागतिक दर्जाचे वातावरण निर्माण केले.

विज्ञानप्रसार आणि लेखनकार्य

डॉ. नारळीकर हे विज्ञानलेखक म्हणूनही प्रसिद्ध आहेत. त्यांनी मराठी आणि इंग्रजी भाषेत विज्ञानविषयक सुलभ लेख, लघुकथा, कादंबऱ्या आणि आत्मचरित्र लिहिले आहे. विज्ञानसाहित्य सामान्य लोकांपर्यंत नेणे, त्यात रस निर्माण करणं हा त्यांचा ध्यास होता.

प्रसिद्ध पुस्तके

- ब्लॅक होल आणि पलीकडे (मराठी)
- स्वप्नातली परी आणि इतर विज्ञानकथा (विज्ञानकथासंग्रह)
- काय आहे ब्रह्मांड? (लोकप्रिय विज्ञान)
- Confessions of a Scientist (आत्मकथनात्मक इंग्रजी ग्रंथ)

डॉ. जयंत नारळीकर हे ९४व्या अखिल भारतीय मराठी साहित्य संमेलनाचे अध्यक्ष होते. हे संमेलन २६ ते २८ मार्च २०२१ दरम्यान नाशिक येथे आयोजित करण्यात आले होते. या संमेलनाच्या अध्यक्षपदी निवड होणारे ते पहिलेच विज्ञानलेखक होते, ज्यामुळे विज्ञान आणि साहित्य या दोन क्षेत्रांचा अनोखा संगम या संमेलनात पाहायला मिळाला. डॉ. नारळीकर हे केवळ खगोलशास्त्रज्ञच नव्हते, तर विज्ञान लेखक आणि विज्ञानप्रसारक म्हणूनही ओळखले जात होते. त्यांनी मराठीतून अनेक विज्ञानकथा आणि माहितीपूर्ण पुस्तके लिहिली, ज्यामुळे विज्ञान सामान्य वाचकांपर्यंत पोहोचले. त्यांच्या अध्यक्षपदाच्या निवडीने साहित्यक्षेत्रात विज्ञान लेखनाला मान्यता मिळाली आणि विज्ञानविषयक साहित्यिक योगदानाचे महत्त्व अधोरेखित झाले.

त्यांचे लेखन हे फक्त तांत्रिक नसून जनमानसाला विज्ञानाच्या गूढतेकडे आकर्षित करणारे असते. त्यांचा कार्यप्रवास आणि लेखन या दोन्ही गोष्टी तरुण पिढीला प्रेरणा देणाऱ्या आहेत. डॉ. जयंत नारळीकर यांच्या शास्त्रीय आणि समाजोपयोगी कार्याची अनेक मान्यवर संस्थांनी दखल घेतली. त्यांना प्राप्त झालेले काही प्रमुख पुरस्कार पुढीलप्रमाणे–

- पद्मभूषण (सन १९६५)
- पद्मविभूषण (सन २००४)
- शांतीस्वरूप भटनागर पुरस्कार

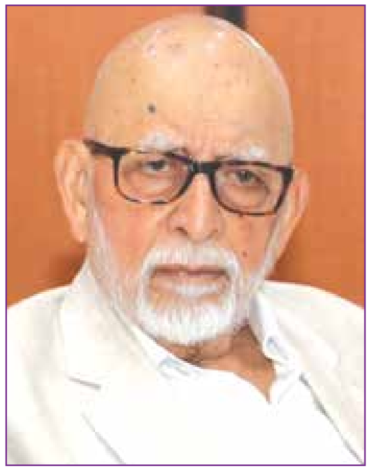
- युनेस्को कलिंगा पुरस्कार (UNESCO Kalinga Prize)
- महाराष्ट्र भूषण पुरस्कार (सन २०१०)
- किंग फैसल पुरस्कारासाठी नामांकन

डॉ. जयंत नारळीकर हे अत्यंत साधे, स्वावलंबी आणि विवेकाधिष्ठित व्यक्तिमत्त्व होते. त्यांनी संख्याशास्त्र, तर्कशास्त्र आणि वैज्ञानिक दृष्टिकोनावर विश्वास ठेवत भारतीय विज्ञानविचारसरणीला गती दिली. ते नेहमी म्हणत, विज्ञान हे केवळ प्रयोगशाळेतील नसते, ते जीवनातील प्रत्येक पैलूत आहे.

डॉ. जयंत नारळीकर व डॉ. मंगला नारळीकर हे दोघेही भारतातील ख्यातनाम वैज्ञानिक दाम्पत्य आहे. डॉ. नारळीकर यांची इंग्लंडमधील केंब्रिज विद्यापीठात शिक्षण आणि संशोधनकाळातच मंगला नारळीकर यांच्याशी ओळख झाली. मंगला नारळीकर या स्वतः एक अत्युत्तम गणितज्ञ असून त्यांचे शिक्षणही उच्च प्रतीचे होते. डॉ. जयंत आणि मंगला यांचा विवाह सन १९६६ साली झाला. हे दाम्पत्य विज्ञानप्रेमी, अभ्यासू आणि साधेपणाचे जीवन जगणारे होते. डॉ. जयंत आंतरराष्ट्रीय संशोधन करत असत, तेव्हा मंगला नारळीकर यांनी घराची आणि मुलींची जबाबदारी सांभाळतानाच स्वतःच्या गणितक्षेत्रातील कार्यालाही उत्तम न्याय दिला. डॉ. मंगला नारळीकर यांचे व्यक्तिमत्त्व अत्यंत शिस्तबद्ध, शांत व अभ्यासू होते. त्यांनी मुलींना शिक्षणाच्या दृष्टीने घडवण्यावर भर दिला. दोघांनीही विज्ञानाचा प्रसार, जनजागृती आणि विद्यार्थ्यांमध्ये वैज्ञानिक दृष्टिकोन निर्माण करण्यासाठी कार्य केले. ते विविध व्याख्यानांद्वारे आणि लेखनातून समाजाशी संवाद साधत असत. या दाम्पत्याला तीन कन्या आहेत, आणि त्या तिन्ही उच्चशिक्षित आहेत. त्यांच्या कुटुंबातही विज्ञान व शिक्षणाचा वारसा पुढे चालतो आहे. डॉ. जयंत आणि मंगला नारळीकर यांचे सहजीवन हे परस्परसन्मान, बौद्धिक सहकार्य आणि कौटुंबिक समतोल यांचे उत्तम उदाहरण आहे. मंगला नारळीकर यांचे सन २०२३ मध्ये निधन झाले, परंतु त्यांचे कार्य आणि डॉ. जयंत नारळीकर यांच्यासोबतचे सहजीवन आजही प्रेरणादायी मानले जाते.

डॉ. जयंत नारळीकर हे केवळ वैज्ञानिक नव्हते, तर विचारवंत, लेखक आणि विज्ञानसंस्कृतीचे प्रणेते होते. त्यांच्या संशोधनाने आणि संस्थात्मक योगदानामुळे खगोलशास्त्राच्या अभ्यासाला नवसंजीवनी मिळाली. भारतात खगोलशास्त्राच्या क्षेत्राची व्याप्ती वाढली. त्यांनी विज्ञानाला जनमानसात रुजवले, नव्या पिढ्यांमध्ये वैज्ञानिक दृष्टिकोन जागवला आणि जागतिक मंचावर भारताचे नाव उज्ज्वल केले. त्यांचे जीवन म्हणजे ज्ञान, विचार, कृती आणि विज्ञानाचे चारही आधारस्तंभ यांचा प्रेरणादायी संगम आहे. डॉ. जयंत नारळीकर सरांनी विज्ञानाला केवळ प्रयोगशाळेत न ठेवता, सामान्य माणसापर्यंत पोहोचवले. त्यांच्या कार्यातून आपल्याला केवळ ज्ञानच नव्हे तर जिज्ञासाही मिळते. वैज्ञानिक म्हणून हीच खऱ्या अर्थाने वैज्ञानिकतेची प्रेरणा आहे.

सन २०१५मध्ये आम्ही जागतिक मराठी भाषादिनाच्या निमित्ताने नारळीकर सरांना भाभा अणुशक्तिकेंद्रात भाषणासाठी बोलावले होते. सेंट्रल कॉम्प्लेक्स ऑडिटोरियम सातशे जाणकार श्रोत्यांनी खचाखच भरले होते. नारळीकर सरांनी त्यांच्या अमोघ वक्तृत्वाने, सखोल ज्ञानाने आणि त्यांच्या भाषा प्रभुत्वाने आम्हाला मंत्रमुग्ध केले होते. दीड तासाहून अधिक वेळ ते बोलत होते. त्या दीड तासात मला त्यांच्यापासून खूप गोष्टी शिकता आल्या. त्यांचे ते अविस्मरणीय भाषण ऐकून कण तृप्त झाले होते. त्यानंतर परत त्यांच्या भेटीचा योग आला नाही. परंतु अशी माणसे एकदा भेटली तरी ती कायमची लक्षात राहतात. नारळीकर सरांची ती स्मृती माझ्यासाठी लाखमोलाची आहे.



डॉ. श्रीनिवासन

डॉ. एम. आर. श्रीनिवासन : भारताच्या अणुऊर्जाविकासाचा शिल्पकार

भारताच्या अणुऊर्जाक्षेत्राच्या इतिहासात डॉ. होमी जहांगीर भाभा, डॉ. विक्रम साराभाई, डॉ. अनिल काकोडकर, डॉ. राजा रामण्णा या प्रसिद्ध नावांचा उल्लेख विशेष आदराने केला जातो, त्यात डॉ. एम. आर. श्रीनिवासन यांचे नावदेखील अग्रक्रमाने घेतले जाते. त्यांनी भारतीय अणुऊर्जा कार्यक्रमाच्या विस्तारात केवळ वैज्ञानिक नव्हे तर धोरणात्मक पातळीवर महत्त्वपूर्ण योगदान दिले. वैज्ञानिक, प्रशासक आणि दृष्टिसंपन्न धोरणकर्ता अशा अनेक भूमिका त्यांनी निभावल्या. त्यांचे जीवन आणि कार्य हे भारताच्या स्वावलंबी अणुऊर्जा धोरणाचे प्रतीक ठरते. डॉ. मलूर रामास्वामी श्रीनिवासन यांचा जन्म सन १९२५ साली तामिळनाडू राज्यात एका

विद्वान कुटुंबात झाला. शालेय शिक्षणात ते अतिशय हुशार विद्यार्थी म्हणून नावारूपास आले होते. त्यांनी बंगळुरूच्या सेंट जोसेफ कॉलेजमधून आपले प्राथमिक विज्ञानशिक्षण पूर्ण केले आणि नंतर इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ सायन्स (IISc), बंगळुरू येथून इंजिनीयरिंगमध्ये पदवी घेतली. त्यानंतर उच्च शिक्षणासाठी त्यांनी परदेश गाठला आणि अमेरिका व कॅनडा येथे अणुविज्ञान व अणुशक्तीविषयक उच्चतम प्रशिक्षण घेतले.

अणुऊर्जाक्षेत्रातील पदार्पण

डॉ. श्रीनिवासन यांनी सन १९५०च्या दशकात भारतात परत आल्यावर भाभा अणुसंशोधन केंद्रात (BARC) वैज्ञानिक म्हणून काम सुरू केले. त्यावेळी भारतात अणुऊर्जेचा वापर मुख्यतः संशोधन व औद्योगिक कारणांसाठी होत होता. डॉ. होमी भाभा यांच्या नेतृत्वाखाली भारतीय अणुऊर्जा कार्यक्रम सुरू झाला होता आणि डॉ. एम. आर. श्रीनिवासन हे या योजनेचे एक महत्त्वाचे शिल्पकार बनले.

स्वदेशी अणुभट्टी आराखडा आणि उच्च दाबाखालील जड पाण्यावर चालणाऱ्या अणुभट्टीचा आराखडा बनवण्यात त्यांचा महत्त्वाचा वाटा होता. डॉ. श्रीनिवासन यांचे सर्वात मोठे योगदान म्हणजे उच्च दाबखालील जड पाण्यावर चालणाऱ्या अणुभट्टी (पी.डब्ल्यू.एच.आर.)च्या विकासातले कार्य. पी.डब्ल्यू.एच.आर ही अशी प्रणाली आहे जी भारताने स्वतंत्रपणे विकसित केली आणि ती देशाच्या अणुऊर्जा धोरणाचा आधारस्तंभ ठरली. पी.डब्ल्यू.एच.आर. प्रकारातील अणुभट्टीमध्ये युरेनियमचा वापर इंधन म्हणून होतो आणि ड्युटेरियम ऑक्साइड (DxO) म्हणजेच 'जड पाणी' (हेवी वॉटर) हे मॉडरेटर व कूलंट म्हणून वापरले जाते. भारताला नैसर्गिक युरेनियम मिळत असल्यामुळे या प्रकारचा अणुभट्टी अधिक व्यवहार्य होती. डॉ. श्रीनिवासन यांच्या नेतृत्वाखाली सन १९७०–८०च्या दशकात 'मद्रास अणुऊर्जा केंद्र' (Kalpakkam) येथे MPS (Madras Atomic Power Station) विकसित झाले, हे पूर्णपणे स्वदेशी पद्धतीने उभारलेले अणुऊर्जा केंद्र होते.

भारताच्या अणुऊर्जा धोरणात धोरणात्मक योगदान

डॉ. श्रीनिवासन केवळ वैज्ञानिक नव्हते, तर दूरदृष्टी असलेले धोरणकर्ते होते. भारताने अणुऊर्जेचा वापर शांततामय कारणांसाठी करण्याची भूमिका घेतली आणि त्यासाठी तीन टप्प्यांची दीर्घकालीन धोरणात्मक योजना तयार केली होती. या तीन टप्प्यांमध्ये–

पहिला टप्पा – नैसर्गिक युरेनियमवर आधारित पी. डब्ल्यू. एच. आर अणुभट्टी वापर.

दुसरा टप्पा – प्लुटोनियमवर आधारित फास्ट ब्रीडर रिअॅक्टर.

तिसरा टप्पा – भारताच्या मोठ्या थोरियम साठ्यावर आधारित अणुऊर्जानिर्मिती.

या तीन टप्प्यांच्या अणुशक्ती कार्यक्रमाच्या अंमलबजावणीत डॉ. श्रीनिवासन यांचा सहभाग अत्यंत निर्णायक होता. त्यांनी प्लूटोनियमवर आधारित Fast Breeder Test Reactorच्या (FBTR) विकासासाठी विशेष प्रयत्न केले.

प्रशासकीय भूमिका आणि अणुऊर्जा आयोगाचे नेतृत्व

सन १९८७ साली डॉ. श्रीनिवासन यांची नियुक्ती अणुऊर्जा आयोगाचे (Atomic Energy Commission - AEC) अध्यक्ष म्हणून झाली. त्यांनी सन १९८७ ते सन १९९० या कालावधीत या पदावर काम केले. या काळात त्यांनी भारताच्या अणुऊर्जा धोरणात दूरगामी निर्णय घेतले, ज्यात अणुऊर्जेच्या व्यावसायिक वापराचे दरवाजे खुले झाले. त्यांनी 'न्यूक्लियर पॉवर कॉर्पोरेशन ऑफ इंडिया' (एन.पी.सी. आय.एल.) या संस्थेची स्थापना करण्यामध्ये महत्त्वाची भूमिका निभावली. एन.पी.सी.आय.एल.द्वारे भारतात वीज निर्मितीसाठी अणुऊर्जेचा मोठ्या प्रमाणावर वापर सुरु झाला. या संस्थेच्या स्थापनेनंतर अणुऊर्जा केंद्रांची उभारणी व्यावसायिक पद्धतीने होऊ लागली आणि ही ऊर्जा पर्यावरणस्नेही पर्याय म्हणून अधिक महत्त्वाची ठरली.

आंतरराष्ट्रीय स्तरावर भारताची भूमिका

डॉ. श्रीनिवासन यांचे विचार नेहमीच स्वदेशी आत्मनिर्भरतेला प्रोत्साहन देणारे होते. त्यांनी भारताच्या अणुऊर्जा क्षेत्राला परकीय तांत्रिक सहकार्याविना सक्षम करण्यासाठी प्रयत्न केले. मात्र त्याच वेळी, आंतरराष्ट्रीय संवाद आणि वैज्ञानिक सहकार्यासाठीही ते खुले होते. त्यांच्या कार्यकाळात भारताने व्हिएन्ना येथील आंतरराष्ट्रीय अणु ऊर्जा संस्थेशी (आय.ए.इ.ए.) संवाद साधत अणुऊर्जेच्या शांततामय वापरासाठी सहकार्य सुरू ठेवले.

डॉ. एम. आर. श्रीनिवासन यांच्या कार्याची दखल भारत सरकारने घेतली आणि त्यांना अनेक सन्मान प्रदान केले. त्यामध्ये–

पद्मविभूषण (सन २०१५) : भारतातील दुसऱ्या क्रमांकाचा सर्वोच्च नागरी सन्मान.

पद्मभूषण (सन १९९०)

आय.आय.एस.सी. (IISc), बंगलोर व इतर विद्यापीठांचे सन्माननीय डॉक्टरेट पदवी.

इन्स्टिट्यूट ऑफ नूक्लिअर इंजिनीअर्स, लंडन यांच्याकडून फेलोशिप.

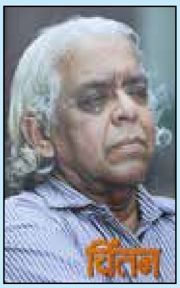
सन २००८ मध्ये डॉ. श्रीनिवासन सरांनी मला उटी येथे खास निमंत्रण पाठवून बोलावून घेतले होते. उटीमधील कचऱ्याची समस्या अगदीच हाताबाहेर गेली होती. निवृत्तीनंतर डॉ. श्रीनिवासन सर आणि गीता श्रीनिवासन मॅडम उटीमध्ये स्थायिक झाले होते. सरांना माझ्या 'निसर्गऋण' संकल्पनेची माहिती होती. दोन दिवस श्रीनिवासन सर आणि गीता मॅडम यांच्याबरोबर मी राहिलो होतो. सरांनी स्वतःच्या हातांनी बनवलेले चविष्ट पदार्थ खाण्याचे भाग्य मला मिळाले. उटीच्या नगरपालिकेत ते दोघेही माझ्याबरोबर आले होते. त्यांच्या अथक प्रयत्नांनी उटी त्यावेळी प्लास्टिकमुक्त झाली होती. ओल्या कचऱ्यावर प्रक्रिया करण्यासाठी निसर्गऋण प्रकल्प उभा करण्यात नगरपालिकेने अजिबात स्वारस्य दाखवले नाही, त्यामुळे त्यांना खूप वाईट वाटले होते. त्यानंतरदेखील त्यांच्याशी माझ्या भेटी होत राहिल्या. प्रत्येक वेळी ते निसर्गऋण प्रकल्पाची आस्थेने चौकशी करत. त्यांच्याशी झालेला सुसंवाद माझ्या मनात खोल ठसा उमटवून गेला.

डॉ. श्रीनिवासन हे एक सखोल विचारवंतही होते. त्यांनी विविध वैज्ञानिक आणि धोरणात्मक विषयांवर लेखन केले आहे. त्यांच्या लेखांमधून अणुऊर्जेच्या शास्त्रीय बाजूंबरोबरच सामाजिक, पर्यावरणीय आणि आर्थिक संदर्भातील विचार मांडलेले दिसतात. डॉ. एम.आर. श्रीनिवासन हे भारताच्या अणुऊर्जा कार्यक्रमाचे एक महत्त्वाचे अधिष्ठान होते. त्यांनी जी वैज्ञानिक दृष्टिकोनाची आणि आत्मनिर्भरतेची शिकवण दिली, ती आजही भारताच्या अणुऊर्जा धोरणात स्पष्टपणे प्रतिबिंबित होते. त्यांचे जीवन हे नुसतेच वैज्ञानिक यशाचे प्रतीक नाही, तर राष्ट्रनिर्माणाच्या प्रक्रियेत विज्ञानाचा कसा प्रभावी उपयोग होऊ शकतो याचे ज्वलंत उदाहरण आहे. डॉ. श्रीनिवासन यांचे कार्य हे केवळ प्रयोगशाळेत घडलेले नव्हते; ते विज्ञान, धोरण आणि राष्ट्रहित यांचा समन्वय साधणारे होते. त्यांनी भारताला अणुऊर्जेच्या क्षेत्रात आत्मनिर्भर बनवण्यासाठी केलेले प्रयत्न आज 'न्यूक्लिअर इंडिया' या कल्पनेच्या मुळाशी आहेत. त्यांच्या दूरदृष्टीमुळेच आज भारत अणुऊर्जा वापराच्या बाबतीत जागतिक पातळीवर एक विश्वासार्ह व जबाबदार राष्ट्र म्हणून ओळखले जाते.

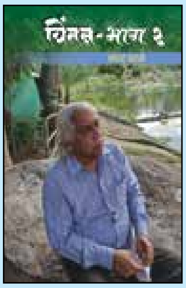
भारताच्या शास्त्रीय जगतातील या थोर ऋषितुल्य शास्त्रज्ञांना भावपूर्ण श्रद्धांजली. ●

॥ग्रंथाली॥

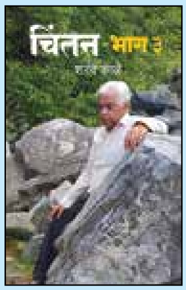
शरद काळे यांची विज्ञानविचार आणि जीवन यांची सांगड घालणारी पुस्तके



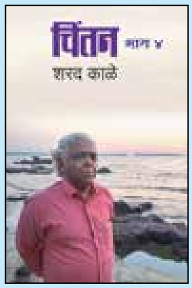
मूल्य ६०० रु.
सवलतीत ३५० रु.



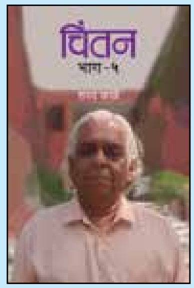
मूल्य ७५० रु.
सवलतीत ४५० रु.



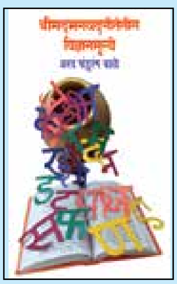
मूल्य ७५० रु.
सवलतीत ४५० रु.



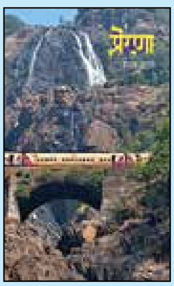
मूल्य ५०० रु.
सवलतीत ३०० रु.



मूल्य ५०० रु.
सवलतीत ३०० रु.



मूल्य ४०० रु.
सवलतीत २५० रु.



मूल्य ३५० रु.
सवलतीत २१० रु.

मूल्य २०० रु.
सवलतीत १२० रु.

मूल्य २०० रु.
सवलतीत १२० रु.

मूल्य ३०० रु.
सवलतीत १८० रु.

नरेंद्र गोळे

अणुस्फोटाचा सैद्धांतिक पाया

क्रांतिक वस्तुमान

निसर्गात आढळून येणारे सर्वात जड मूलद्रव्य आहे युरेनियम. आवर्तसारणीत हे सर्वात शेवटी असते. याचा अण्वांक ९२ असतो आणि सामान्यतः वस्तुमानांक असतो २३८. निसर्गतः आढळून येणाऱ्या युरेनियममध्ये हजारात सात या प्रमाणात युरेनियम-२३५ हे समस्थानिकही असते. दुसऱ्या महायुद्धाच्या काळात सामरिक उपयोगाकरता अणुऊर्जेचा शोध घेण्याचे प्रयत्न निकराने सुरू झाले, तेव्हा या मूलद्रव्याच्या, या समस्थानिकाचे अनेक अज्ञात गुणधर्म समोर आले. अणुऊर्जेचा शोध लागला आणि त्या ऊर्जेतील युरेनियमचे महत्त्व अधोरेखित झाले. युरेनियमच्या छोट्याशा वस्तुमानात जगाचा विध्वंस करता येऊ शकेल इतकी ऊर्जा सामावली असल्याची कुणकुण लागली. मग त्या ऊर्जेच्या विमोचनाची आणि तिच्यावर नियंत्रण मिळवण्याची शर्यत सुरू झाली. शर्यतीत अमेरिका जिंकली. जर्मनी हरली. दोस्त राष्ट्रांनी जपानवर पहिली दोन अणुस्फोटके टाकून, त्या ऊर्जेवरील आपले नियंत्रण प्रदर्शित केले. हिरोशिमा आणि नागासाकीवरील स्फोटांच्या माहात्म्यामुळे दुसरे महायुद्ध संपुष्टात आले.

युरेनियममधील या ऊर्जेच्या विमोचनास कारण ठरली एक साखळी प्रक्रिया आणि अशी साखळी प्रक्रिया अविरत सुरू राहावी याकरता आवश्यक असलेले युरेनियम-२३५चे किमान वस्तुमान. या किमान वस्तुमानास म्हणतात क्रांतिक वस्तुमान. ते, युरेनियम-२३५ करता किती असू शकते, याचा अदमास एन्रिको फर्मी यांना लागला होता. अमेरिकेतील एका फूटबॉल मैदानात नैसर्गिक युरेनियमची प्रत्यक्ष थप्पी रचून क्रांतिक वस्तुमान नेमके किती आहे याचा १९४४-४५ मध्ये, ते शोधच घेत होते. तो एका वेगळ्याच लेखाचा विषय आहे. काही किलो वस्तुमानाच्या युरेनियम-२३५ या पदार्थाने अणुस्फोट घडवून आणला जाऊ शकतो असे तेव्हा लक्षात आलेले होते. दुसऱ्या महायुद्धाच्या काळात जर्मनी आणि अमेरिका हे दोन्हीही पक्ष क्रांतिक वस्तुमान नेमके किती आहे याचाच निकराने शोध घेत होते. आजही सर्वच देशांत याबाबत गोपनीयता पाळली जात असल्याने क्रांतिक वस्तुमान नेमके किती आहे, याबाबत निरनिराळ्या देशांची आपापली अघोषित अनुमाने आहेत. ही अनुमाने कधीही उघड होणार नाहीत. मात्र, ही सारी भानगड काय आहे, त्याचाच हा सोप्या शब्दांत सांगितलेला कथाभाग.

स्फोट म्हणजे काय?

प्रचंड ऊर्जा, कमीत कमी जागेत, कमीत कमी काळात मुक्त झाली तर, आजूबाजूचे वातावरण ताबडतोब तापून तिथली हवा हलकी होऊन वर जाते. आजूबाजूची हवा तिथे खेचली जाते. तीही तापून वर जात राहते. अशा घटनेलाच स्फोट म्हणतात. स्फोटाच्या जागी मग पोकळी निर्माण होऊन आसपासची हवा तिथे अत्यंत वेगाने खेचली जाते. यामुळे वादळे निर्माण होऊन, त्या वादळांच्या कचाट्यात येणाऱ्या वस्तू, स्फोटाच्या जागी प्रथम खेचल्या जाऊन उंच आकाशात भिरकावून दिल्या जातात. त्यांचे तापमान कमी होता होता त्या आकाशभर पसरत जातात आणि थंड झाल्यावर जड होऊन दूरवर जाऊन जमिनीवर पडतात. कुठल्याही स्फोटाचे वर्णन असेच करता येईल. या प्रक्रियेत आसपासच्या परिसरातील चराचराचा जो प्रचंड विध्वंस घडून येतो तेच स्फोटाचे फलित असते. मात्र इतर स्फोट आणि अणुस्फोट यांच्यातील फरक असा, की त्याच वजनाच्या अणुस्फोटकात, साध्या रासायनिक स्फोटकाहून किमान एक अब्ज पट ऊर्जा

जास्त असते. अणुस्फोटकाची ऊर्जासघनता हाच मुद्दा कळीचा आहे. म्हणूनच हिरोशिमाच्या अणुस्फोटात लाखभर माणसे क्षणार्धात स्फोटग्रस्त झाली. त्यांपैकी अर्धी जागीच मृत्यू पावली. याचे कारण हा ऊर्जा-घनतांतील फरकच आहे.

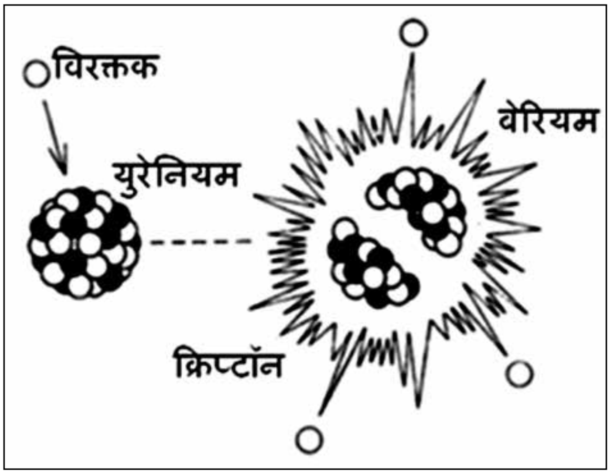
युरेनियमचे स्फोटक सामर्थ्य

निसर्गतः आढळून येणारे युरेनियम हे मूलद्रव्य ढोबळपणे दोन घटकांचे बनलेले असते. वजनाने, दर हजारात ७ भाग, या प्रमाणात आढळणारे युरेनियम-२३५ हे मूलद्रव्य आणि दर हजारात ९९३ भाग, या प्रमाणात आढळणारे युरेनियम-२३८ हे मूलद्रव्य. ही दोन्हीही मूलद्रव्ये परस्परांची समस्थानिके आहेत. म्हणजे त्यांचे अण्वांक (९२) एकच आहेत आणि ते आवर्तसारणीत एकाच जागी वसलेले असतात. त्यामुळेच तर त्यांना परस्परांची समस्थानिके म्हणतात. मात्र त्यांचे अणुभार किंवा वस्तुमानांक मात्र निरनिराळे असतात (अनुक्रमे २३५ आणि २३८). म्हणून ते निरनिराळ्या मूलद्रव्यांच्या स्वरूपात परस्परांहून वेगळे आढळतात.

युरेनियम-२३५ हे मूलद्रव्य कितीही ऊर्जा धारण करणाऱ्या विरक्तकांनी[१] धडकवले असता विदलित[२] होते असे आढळून आलेले आहे. अशा विदलनात एकाहून अधिक विरक्तक निर्माण होत असतात. निर्माण झालेले विरक्तक पुन्हा युरेनियम-२३५ लाच धडकले तर, पुन्हा विदलन घडून येऊ शकते. अशा प्रकारे दर विदलनात एकाहून अधिक विरक्तक निर्माण होत राहून, आसपासचे युरेनियम-२३५चे सर्व अणू संपेपर्यंत साखळी प्रक्रिया सुरू राहू शकते. यापैकी दर विदलन प्रक्रियेत सुमारे २० कोटी विजक व्होल्ट किंवा ८.८८×१०^{-१८} एकक विजेइतकी ऊर्जाही बाहेर पडत असते. एक ग्रॅम मोल (पदार्थाच्या वस्तुमानांकाइतक्या ग्रॅमचे वस्तुमान म्हणजे त्या पदार्थाचे एक मोल वस्तुमान.) पदार्थात सुमारे ६.०२३×१०^{२३} (ॲव्होगाड्रोज नंबर) अणू असतात. हे लक्षात घेता निरंतर चालणाऱ्या साखळी प्रक्रियेत अतिप्रचंड ऊर्जा मुक्त होऊ शकते. म्हणजे केवळ २३५ ग्रॅम वजनाच्या युरेनियम-२३५चे विदलन झाल्यास, $८.८८ \times १०^{-१८} \times ६.०२३ \times १०^{२३} = ५३.४८$ लक्ष एकक विजेइतकी किंवा ५३४८ मेगावॉट वीज तासभर मिळू शकेल इतकी ऊर्जा मुक्त होईल. किलोटन टी.एन.टी. परिमाणात ही ऊर्जा ०.३५४ किलो टन टी.एन.टी.[३] इतकी होईल. तुलना करायची झाल्यास असे सांगता येईल, की हिरोशिमा येथे ६ ऑगस्ट १९४५ रोजी टाकण्यात आलेल्या अणुस्फोटकातील ऊर्जा १५ किलो टन टी.एन.टी.इतकी म्हणजेच २३५ ग्रॅम युरेनियम-२३५मधील विदलनऊर्जेच्या सुमारे ४२ पट इतकी होती. ही एवढी प्रचंड ऊर्जा सघनता, हेच युरेनियम-२३५चे अमोघ सामर्थ्य आहे. अख्ख्या मुंबई शहरास तासभर पुरून उरेल एवढी ही वीज आहे. २३५ ग्रॅम युरेनियम-२३५ चे आकारमान केवळ १२.३ घन से.मी. इतके म्हणजे पसाभरही होत नाही.

अणुस्फोट व त्याचे पर्यवसान

कितीही ऊर्जेने गतिमान असलेला विरक्तक युरेनियम-२३५ अणुगर्भास धडकला असता, तो अणुगर्भात पकडला जाऊन, अणुगर्भाची एकूण ऊर्जा वाढते. अतिरिक्त ऊर्जेमुळे अस्थिर होऊन मग तो अणुगर्भ उत्स्फूर्ततेने दुभंगतो. या प्रक्रियेस विदलन असे म्हणतात.



विदलन प्रक्रियेत युरेनियम-२३५ मूलद्रव्याचे अंदाजे दोन, एकसारख्या आकाराचे तुकडे होतात. हे तुकडे म्हणजे युरेनियम-२३५च्या तुलनेत, सुमारे अर्ध्या वस्तुमानाची मूलद्रव्ये असतात. जशी की क्रिप्टॉन आणि बेरियम. त्यांना विदलन निष्पादने म्हणतात. सोबतच एकाहून अधिक (सरासरी सुमारे तीन) विरक्तकही विमोचित होत असतात आणि शिवाय दर विदलनागणीक निर्माण होत असते, सुमारे २०-कोटी-विजकव्होल्ट किंवा ८.८८×१०^{-१८} एकक विजेइतकी ऊर्जा. हे सारेच ऊर्जाविमोचन सेकंदाच्या सूक्ष्मातिसूक्ष्म भागात घडून येऊ शकेल.

थोडक्यात, अणुस्फोट ही युरेनियम-२३५ या किंवा तत्सम अत्यंत ऊर्जासघन द्रव्यात वस्तुमानाच्या स्वरूपात साठवलेली प्रचंड ऊर्जा, निरंतर चालणाऱ्या विदलनाच्या साखळी प्रक्रियेद्वारे, सूक्ष्मातिसूक्ष्म कालात, बिंदूमात्र अवकाशात, एकाचवेळी मुक्त करण्याची प्रक्रिया आहे. यामुळे जिथे स्फोट होतो त्या ठिकाणापासून अनेक

किलोमीटरपर्यंत संपूर्ण विध्वंस घडून येतो. अनुषंगिक नुकसान सर्व जगभरच जाणवते. एवढेच नव्हे तर या विध्वंसाचे काही परिणाम पुढील अनेक पिढ्यांपर्यंत टिकून राहणारे असतात.

युरेनियम-२३५ ची संहती कशी साधली जाते?

मात्र हे सारे तेव्हाच घडू शकेल जेव्हा युरेनियम-२३५ चे क्रांतिक वस्तुमान एकत्र येईल. युरेनियम-२३५ हे द्रव्य अत्यंत ऊर्जासघन आहे. वर्तमान निसर्गात ते अत्यंत विखुरलेल्या अवस्थेत असल्याने त्याचा किरणोत्साराविना दुसरा कोणताच त्रास आपल्याला होत नाही. अर्थातच हे द्रव्य जर एकत्र आले तर त्याचा विस्फोट होणे आणि ते द्रव्य पुन्हा विखरून विरल होणे ही प्रक्रिया नैसर्गिक आहे. म्हणूनच हे मूलद्रव्य हजारात सात इतक्या विरल प्रमाणात, नैसर्गिक युरेनियममध्ये विखुरले गेलेले आहे. या नैसर्गिक विरलीकरण प्रक्रियेच्या विरुद्ध प्रक्रिया साधून, युरेनियम-२३५ची संहती (काँसेंट्रेशन) साधता आली तर स्फोट घडवता येईल. मात्र ती साधायची कशी?

विदलनकारी पदार्थाचे वस्तुमान, समृद्धी (संहती, सघनतापातळी) आणि आकार, हेच त्या नमुन्याच्या वस्तुमानाची क्रांतिकता ठरवतात. वस्तुमान एका अतिपातळ तक्त्याच्या स्वरूपात असेल तर, बव्हंशी मुक्त विरक्तक, विदलनकारी पदार्थाच्या अणूच्या संपर्कात येण्याऐवजी अवकाशात विखरून जातील. एखाद्या निश्चित पृष्ठभागात बंदिस्त केलेल्या आकारमानांमध्ये चेंडूसारख्या गोल आकारातच जास्तीत जास्त आकारमान सामावत असल्यामुळे तोच आकार अणुस्फोटकास योग्य ठरतो. युरेनियम-२३५चे क्रांतिक वस्तुमान, एका चेंडूसारख्या गोलात एकत्र गोळा केल्यास, त्याचा स्वयंस्फूर्तीने स्फोट होऊ शकतो. या वस्तुमानास युरेनियम-२३५चे क्रांतिक वस्तुमान म्हणतात.

रासायनिक संहती साधणे ही प्रक्रिया, अगदी क्षारापासून आम्ल तयार करणे, उसापासून साखर तयार करणे इत्यादी प्रक्रियांसारखीच असते. नंतर क्रांतिक वस्तुमान भौतिक संपर्कात एका जागी येण्याने कमी क्षमतेचा स्फोट घडून येऊन सारी जुळणी उधळून जाऊ शकते. म्हणून क्रांतिक वस्तुमानाच्या दोन, सुमारे सारख्या तुकड्यांत युरेनियम-२३५ गोळा केला जातो आणि बंदुकीच्या गोळ्या परस्परांवर उडवाव्यात अशा त्वरेने ही दोन वस्तुमाने परस्परांस धडकावीत अशी सोय केली जाते. या यांत्रिक सोयीलाच बत्तीची व्यवस्था म्हणतात. चाप दाबल्याने मग बत्ती दिली जाते, दोन अर्धी क्रांतिक वस्तुमाने परस्परांस धडकतात. क्रांतिक वस्तुमान सूक्ष्मांश सेकंदाकरता तयार होऊन साखळी प्रक्रिया सुरू केली जाते, सूक्ष्मांश सेकंदात ती परिणत होते आणि सर्व क्रांतिक वस्तुमानातील सर्व ऊर्जा एकदम उधळून सूक्ष्मांश सेकंदात पूर्णही होते. स्फोट म्हणजे काय या परिच्छेदात वर्णिल्यानुसार घटना घडून येतात आणि स्फोटाचे इतिकर्तव्य असलेला विध्वंस प्रत्यक्षात घडवून आणतात.

अणुऊर्जा संयंत्रात मात्र क्रांतिक वस्तुमान खूपच नियंत्रित पद्धतीने एकत्र केले जाते, हाताळले जाते आणि ऊर्जा काढून घेतल्यानंतरच प्रक्रियेस पुढे जाऊ दिले जाते, त्यामुळे सर्व ऊर्जा एकसमयावच्छेदेकरून मुक्त होऊच शकत नाही आणि त्यामुळे स्फोट होत नाही.

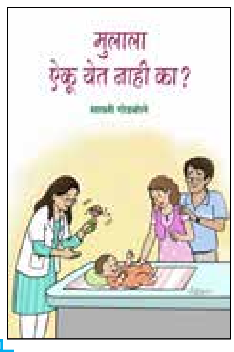
१. न्यूट्रॉन. अण्वंतर्गत धनक (प्रोटॉन), विजक (इलेक्ट्रॉन) आणि विरक्तक (न्यूट्रॉन) या कणांपैकी विद्युत अधिभार नसलेला कण.

२. फिजन. सर्वात अवजड अणूंवर विरक्तक धडकवल्यास घडून येणारी आण्विक प्रक्रिया. विरक्तकाच्या ऊर्जेवर अवलंबून, परस्परस्वभावांतरण (ट्रान्सम्युटेशन), अनावरण आणि उचल (स्ट्रिपिंग अँड पिक-अप), विदलन (फिजन), विखंडन (स्पॅलेशन), विदारण (फ्रॅगमेंटेशन) आणि विखुरण (स्कॅटरिंग) अशा सहा निरनिराळ्या प्रकारच्या प्रक्रिया घडून येत असतात. त्यातील विदलन प्रक्रिया.

३. पारंपरिक स्फोटकांनी मुक्त केलेली ऊर्जा ज्या एककांत मोजतात त्यास टन टी.एन.टी. म्हणतात. म्हणजे टेट्रानायट्रोटोल्युईन या रासायनिक विस्फोटकाच्या एक टन वजनाच्या द्रव्याचा स्फोट घडवून आणला असता मुक्त होणारी ऊर्जा. ही सुमारे एक अब्ज कॅलरी इतकी असते किंवा सुमारे ४.२ अब्ज ज्यूल इतकी असते.

– नरेंद्र गोळे
nvgole@gmail.com

ग्रंथाली



मुलाला ऐकू येत नाही का?

सावनी गोडबोले

मूल्य २५० रुपये
सवलतीत १५० रुपये

अनघा शिराळकर

ओळख हवामानशास्त्राची

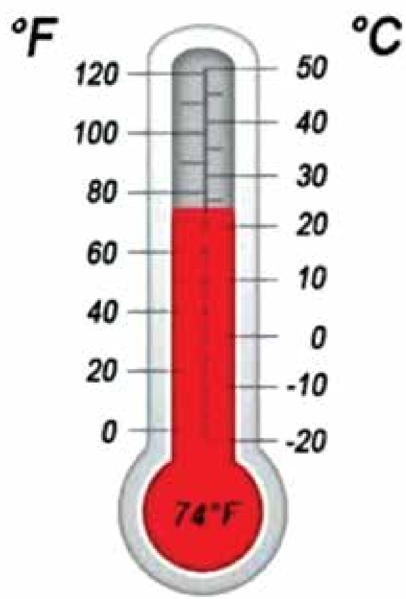
पृथ्वीच्या वातावरणाचा वैज्ञानिक अभ्यास म्हणजे हवामानशास्त्र. विशिष्ट ठिकाणची व विशिष्ट कालावधीतील वातावरणाची स्थिती म्हणजे हवामान. जगाच्या वेगवेगळ्या भागात हवामान वेगळे असते आणि ते बदलत असते.

हवामानाचे मुख्य चार घटक असतात. पहिला घटक आहे सूर्य, जो उर्जेचा मुख्य स्रोत असून तो सृष्टीची जीवनधारा आहे. दुसरा घटक आहे पृथ्वी. पृथ्वीमुळे आपल्याला अस्तित्व लाभलेले आहे. तिसरा घटक आहे पृथ्वीचे वातावरण. पृथ्वीच्या सुसह्य वातावरणामुळे आपल्याला आपले जगणे सुखकर झालेले आहे. चौथा घटक आहे पृथ्वीचे नैसर्गिक आवरण. पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील भौगोलिक विविधतेमुळे तिच्या वातावरणात व तिथे राहणाऱ्या लोकांच्या राहणीमानात विविधता आलेली आहे.

पृथ्वीच्या वातावरणातील हवेच्या विविध घटकांचे मिश्रण म्हणजे हवामान. यामध्ये तापमान, आर्द्रता, पर्जन्य, वारा, हवेचा दाब या हवेच्या मुख्य घटकांचा तसेच ढग, चक्रीवादळे, विजा पडणे, इत्यादी हवामानाच्या विविध स्थितींचा व वातावरणीय घटनांचा समावेश असतो. या सर्वांचा अभ्यास हवामानशास्त्रात समाविष्ट असतो. आपण या सर्व घटकांचा व हवामानाच्या विविध स्थितींचा विस्ताराने विचार करू.

तापमान

तापमान म्हणजे हवेतील गतिज ऊर्जेचे (कायनेटिक एनर्जी) प्रमाण. हे प्रमाण उष्ण किंवा थंड या प्राकृतिक अथवा भौतिक (फिजिकल) स्वरूपात जाणवते. सेल्सिअस, फॅरेनहाइट आणि केल्विन या प्रमाणांमध्ये तापमानाचे मापन केले जाते. दैनंदिन जीवनात सेल्सिअस आणि फॅरेनहाइट ही दोन प्रमाणे वापरली जातात. केल्विन हे तापमानाचे मानक एकक (स्टँडर्ड युनिट) असून ते वैज्ञानिक व अभियांत्रिकी संदर्भात वापरले जाते. हवामानाच्या विविध स्थितींमधील नैसर्गिक प्रक्रियांमध्ये आणि मानवी क्रियाकल्पांमध्ये तापमानाची भूमिका महत्त्वाची असते. नैसर्गिक प्रक्रिया, मानवी क्रिया तसेच वनस्पती व प्राणी यांच्यावर हवेतील तापमानाचा परिणाम होत असतो. पृथ्वीचे अक्षांश, जलाशयाचे सान्निध्य, समुद्रसपाटीपासूनची उंची या सर्वांचा तापमानावर परिणाम होतो. विषुववृत्ताजवळ तापमान सर्वात जास्त असते. त्यापासून जितके दूर जाऊ तितके ते कमी होते. जलाशयाजवळील तापमानात आर्द्रता जास्त असते. तसेच समुद्रसपाटीपासून जसजसे उंच जाऊ तसतसे तापमान कमी होत जाते.



पर्जन्य

पृथ्वीचे वातावरण संतुलित राखणारा महत्त्वाचा घटक म्हणजे पाणी. बाष्पीभवन, घनीकरण आणि पर्जन्य असे हे पृथ्वीवरच्या पाण्याचे चक्र तिच्या वातावरणात चालू असते. या चक्रामुळे हवेतील बाष्प जास्त पावसाच्या ठिकाणांहून कमी पावसाच्या ठिकाणी नेले जाते.

पर्जन्य म्हणजेच पाऊस. पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील पाण्याची वाफ होऊन ती वर जाते व थंड हवेमुळे तिचे घनरूप होऊन पाण्याच्या लहान लहान थेंबांमध्ये रूपांतर होते. हे थेंब हवेत तरंगणाऱ्या धुळीच्या कणांवर जमा होतात आणि ढग तयार होतात. ढग पाण्यानी संपृक्त झाले की ते जड होऊन पर्जन्याच्या रूपाने जमिनीवर कोसळतात. उष्ण व समशीतोष्ण भागात द्रवरूपात, थंड प्रदेशात बर्फ, बर्फाचे तुकडे किंवा लहान गोळे (स्लीट) या स्वरूपात आणि वादळी पावसाच्या वेळी गारांच्या रूपात पर्जन्य तयार होतो. पर्जन्य हा पृथ्वीवरील जलचक्राचा मूळ स्रोत आहे. पर्जन्याचा सर्वांगीण अभ्यास हा हवामान आणि पर्यावरण; तसेच देशाच्या पाण्याचे, शेतीचे व आर्थिक व्यवस्थापन यासाठी अनिवार्य असतो.

वारा

हवेची हालचाल झाली की वारा निर्माण होतो. हवामानाची निरनिराळी स्थिती निर्माण करण्यात वाऱ्याची भूमिका फारच महत्त्वाची असते. शीत व उष्ण हवामान तसेच ढग व चक्रीवादळे निर्माण करण्यात वाऱ्याची प्रेरक शक्ती कामी येते.

वारा हवेच्या उच्च दाबाच्या ठिकाणाकडून कमी दाबाच्या ठिकाणी वाहत असतो. वाऱ्यामुळे तापमान, आर्द्रता आणि पर्जन्यमान यांच्यावर परिणाम होतो. वारा उष्णता आणि आर्द्रतेने भरलेली हवा एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी घेऊन जातो. त्यामुळे हवामानात बदल होतो. वारा वादळ व पर्जन्य तयार होण्यास मदत करतो. वारा हवेतील उष्णता व आर्द्रता यांचे पूर्ण जगभर पुनर्वितरण करतो. समुद्रकिनाऱ्यावरील भागात दिवसा समुद्रापेक्षा जमीन लवकर गरम होते त्यामुळे जमिनीवरील हवा हलकी होते आणि तिची जागा घेण्यासाठी समुद्राकडून थंड हवा जमिनीकडे वाहते. रात्री, जमीन समुद्रापेक्षा लवकर थंड होते त्यामुळे जमिनीवरील वारे समुद्राकडे वाहतात.

वाऱ्याचा वेग आणि दिशा यांना सुरक्षित हवाई व जलवाहतूक यांमध्ये अनन्यसाधारण महत्त्व आहे.

वाऱ्याचा वेग ॲनिमॉमीटर या मापकाने मोजला जातो तर वाऱ्याची दिशा ही वातकुक्कुट (विंड व्हेन) याने दर्शवली जाते. हवामानाच्या अंदाजासाठी वाऱ्याचा वेग आणि दिशा समजणे फार महत्त्वाचे असते.

हवेचा दाब

हवेच्या वजनाने पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर पडणारा जोर म्हणजेच हवेचा दाब. गुरुत्वाकर्षणामुळे वायूंचे रेणू (जे दोन किंवा अधिक अणूंच्या संयोगाने बनलेले असतात) पृथ्वीच्या पृष्ठभागाकडे खेचले जातात. त्यामुळे पृथ्वीच्या पृष्ठभागाजवळील हवेची घनता जास्त असल्याने जमिनीलगतचा हवेचा दाब सर्वाधिक असतो. जसजसे उंच जाऊ तसा गुरुत्वाकर्षणाचा प्रभाव कमी होऊन हवेच्या घनतेसह हवेचा दाबही कमी होत जातो.

उच्च दाबाकडून कमी दाबाकडे वाहणारी हवा वारे निर्माण करते. हवेच्या दाबात होणाऱ्या बदलांमुळे हवेला गती मिळून वारे तयार होतात. हवेचा उच्च दाब साधारणपणे स्वच्छ व निरभ्र आकाश आणि शांत हवामान दर्शवतो. याउलट हवेचा कमी दाब वादळी वारे, ढगाळ वातावरण व पर्जन्य निर्माण करतो.

वातावरणातील हवेचा दाब वाऱ्याची व हवामानाची स्थिती निर्माण करणाऱ्या प्रणालीवर थेट परिणाम करतो.

हवेचा दाब ढग आणि पर्जन्य यांच्या निर्मितीवरही परिणाम करतो. निम्न दाबाच्या ठिकाणी हवा गरम होऊन वर जाते, ज्यामुळे ती थंड होऊन ढगांची निर्मिती होते व पाऊस पडतो.

समुद्रसपाटीपासूनची उंची, तापमान आणि आर्द्रता यांचाही परिणाम हवेच्या दाबावर होत असतो. जास्त उंची आणि गरम हवा यांचा परिणाम म्हणून कमी दाब निर्माण होतो, तर कमी उंची आणि थंड हवा यांच्यामुळे हवेचा दाब वाढतो. तापमानाचा परिणाम हवेच्या घनतेवर होतो आणि पर्यायाने हवेच्या दाबावरही होतो. उबदार हवा प्रसरण पावल्याने तिची घनता कमी होते आणि त्यामुळे तिचा दाब कमी होतो. त्या उलट थंड हवा आकुंचन पावल्याने तिची घनता वाढून दाब वाढतो. उबदार हवेची घनता कमी असल्याने ती वर जाऊन हवेचा दाब कमी करते आणि थंड हवेची घनता जास्त असल्याने ती खालीच राहते व हवेचा दाब वाढवते.

हवेच्या दाबामध्ये हवेतील आर्द्रतेचीही भूमिका महत्त्वाची आहे. हवेतील आर्द्रता म्हणजेच पाण्याची वाफ ही कोरड्या हवेपेक्षा जड असते. हवेतील वाढलेल्या आर्द्रतेमुळे हवेची घनता कमी होते आणि हवेचा दाब कमी होतो.

पृथ्वीच्या परिवलनानेही वाऱ्याचे स्वरूप (पॅटर्न) आणि हवेचा दाब यांवर परिणाम होतो. वायूचे वस्तुमान, पृथ्वीच्या पृष्ठभागाचे असमान तपन आणि वारे या सर्वांचा हवेच्या दाबावर परिणाम होत असतो.

हवेच्या दाबाचे एकक मिलीबार असून ते मोजण्यासाठी वायुभारमापक (बॅरॉमिटर) वापरले जाते.

हवामानाच्या विविध स्थिती व त्या बनण्याची प्रक्रिया

वादळे

ज्या ठिकाणी हवेतील तापमान जास्त असते, तेथे हवा गरम होऊन ती वातावरणाच्या वरच्या भागात जाते त्यामुळे खाली जमिनीवर किंवा पाण्याच्या पृष्ठभागावर हवेच्या कमी दाबाचे क्षेत्र निर्माण होते. या कमी दाबाच्या क्षेत्राची तीव्रता वाढत जाऊन वादळ तयार होते. त्या वादळाच्या मार्गावर आणखी वादळे तयार होत राहतात.

चक्रीवादळे

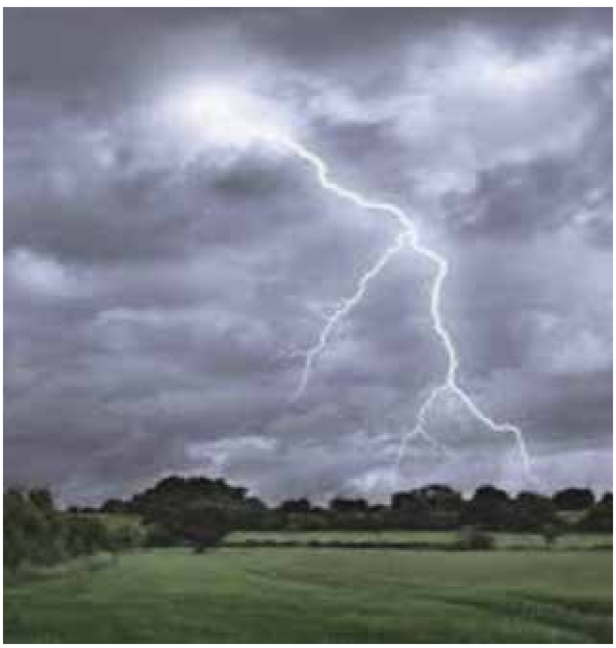
समुद्रात कमी दाब निर्माण झाल्याने तीव्र विध्वंसक चक्रीवादळे तयार होतात. चक्रीवादळ समुद्रात कमी दाबाच्या प्रदेशाभोवती गोलगोल फिरणाऱ्या हवेमुळे बनते. हिंदी महासागरात होणाऱ्या चक्रीवादळांना सायक्लॉन, अटलांटिक समुद्रामध्ये होणाऱ्या चक्रीवादळांना हरिकेन, तर प्रशांत महासागरात तयार होणाऱ्या चक्रीवादळांना टायफून म्हणतात. ही नावे इंग्रजीत आहेत. उबदार

समुद्राच्या पाण्याचे बाष्पीभवन होऊन हवेतील आर्द्रता वाढते. ही उबदार व आर्द्र हवा वर जाऊन तिचे ढग बनतात. ढगांमध्ये पाण्याचे थेंब वाढत जाऊन ढग संपृक्त झाले की पाऊस पडतो. विषुववृत्ताजवळील उबदार समुद्राच्या पाण्यात उष्णकटिबंधीय चक्रीवादळे (ट्रॉपिकल सायक्लोन) तयार होतात. वादळे व चक्रीवादळे यांचा पुढे सरकण्याचा वेग वाऱ्याच्या वेगावर अवलंबून असतो. ही चक्रीवादळे उत्तर गोलार्धात घड्याळाच्या काट्यांच्या दिशेने (क्लॉकवाइज) तर दक्षिण गोलार्धात घड्याळाच्या उलट्या दिशेने (अँटिक्लॉकवाइज) एका शक्तिशाली केंद्राभोवती फिरत असतात.

मेघगर्जनायुक्त वादळे

उबदार व आर्द्र हवा वेगाने वर वातावरणात शिरते, थंड होते आणि ती संपृक्त होऊन पावसाचे ढग तयार करते. हे ढग उंच जातात, जास्त पाण्याची वाफ सामावून घेतात आणि संपृक्त होऊन त्यांचा आकार वाढतो. असे ढग गर्जना करत कोसळतात. यालाच मेघगर्जनायुक्त वादळे म्हणतात. अशा वेळी डोंगराळ किंवा सीमावर्ती (फ्रॉंटल) भागात या प्रक्रियेला जास्त चेतना मिळते.

वादळाच्या वेळी हवा वर जात असताना, ती हवेतील आर्द्रता वाहून नेते. उंच गेल्यावर या आर्द्रतेचे बर्फाच्या कणांत रूपांतर होते. यापैकी काही कण धनभारित असतात तर काही ऋणभारित असतात. या ढगांमधील बर्फाच्या कणांमधील घर्षणामुळे व हवेच्या आणि पाण्याच्या हालचालींमुळे विद्युतभारित कणांचे विभाजन होते. ढगाच्या वरच्या भागात धन कण जमा होतात तर तळाशी ऋण कण जमा होतात. या प्रक्रियेमध्ये विद्युतभार वाढतो होतो तेव्हा वातावरणातील विजेचे विसंवहन (इन्शुलेशन) बिघडते आणि अचानक वीज बाहेर पडते व चमकते. ती ढगाच्या आत (इंट्राक्लाउड लायटनिंग) किंवा ढग आणि जमीन यांच्यामध्ये चमकते. वीज चमकण्याच्या प्रक्रियेमुळे हवा गरम होऊन ती जलदपणे विस्तारते आणि तिचा स्फोटकांसारखा आवाज येतो. यालाच आपण मेघगर्जना किंवा ढगांचा गडगडाट म्हणतो.



हवा, जमीन आणि महासागर यांचा एकात्मिक अभ्यास म्हणजे हवामानशास्त्र. हवामानात अनेक गुंतागुंतीच्या प्रक्रिया घडत असतात ज्यामुळे पृथ्वीच्या वातावरणात बदल होत राहतात. काही बदल काळ व स्थळ यानुसार नैसर्गिकपणे होत राहतात. तर काही बदल मानवी हस्तक्षेपामुळे होतात. हवामानबदलाचा हवामानाच्या नेहमीच्या सामान्य स्थितींवर होणारा परिणाम आणि त्यामुळे निर्माण होणारे अतिउष्ण किंवा अतिथंड तापमान, तीव्र दुष्काळ, अती पर्जन्यमान, महापूर यांसारखे टोकाचे हवामान यांचाही अभ्यास हवामान-शास्त्रामध्ये केला जातो.

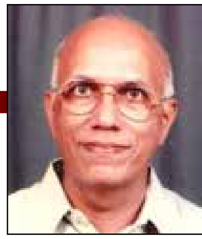
थोडक्यात, हवामानशास्त्र म्हणजे वातावरणातील घटक, घटना आणि त्यांचा परिणाम इत्यादींचा अभ्यास.

संदर्भ

- Ahrens C. Donald, Meteorology Today : An Introduction to Weather, Climate, and the Environment, Brooks/Cole Pub Co; 12th edition, 2018
- Lutgens F. and Tarbuck E., Atmosphere : An Introduction to Meteorology, Pearson, 12th edition, 2015
- Holton J. R. and Hakim G. J., An Introduction to Dynamic Meteorology, Academic Press, 2012
- Wallace J.M. and Hobbs P.V., Atmospheric Science : An Introductory Survey, International Geophysics Series, Academic Press Inc, 2nd edition, 2006
- Meteorology, https://en.wikipedia.org

– अनघा शिराळकर

anaghashiralkar@gmail.com

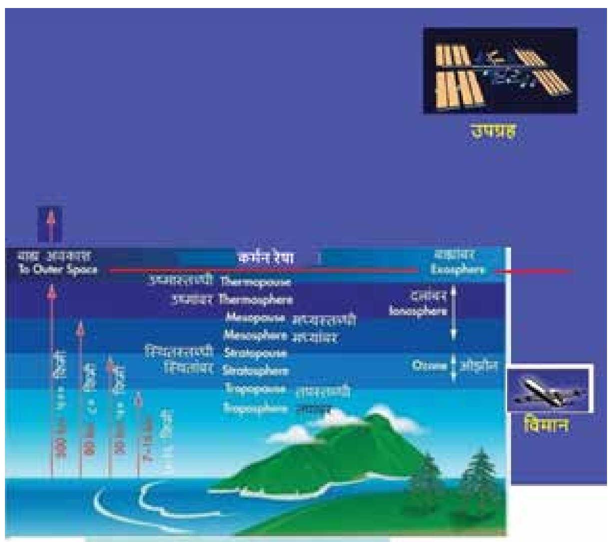


आनंद घारे

उपग्रह

विज्ञानामध्ये परिभाषेला खूप महत्त्व असते. परिभाषे-मधील प्रत्येक शब्दाला एक विशिष्ट अर्थ असतो किंवा त्याची व्याख्या असते. पण, इतर क्षेत्रांमध्ये त्या शब्दांचे वेगवेगळे अर्थ असू शकतात. उदाहरणार्थ सूर्य, चंद्र, मंगळ, बुध, गुरू, शुक्र, शनी आणि राहू, केतू या सर्वांना 'ग्रह' मानून या नऊ ग्रहांना मिळून नवग्रहांची पूजा केली जाते, तर काव्यांमध्ये शुक्रतारा किंवा शुक्राची चांदणी असे उल्लेख येतात. सर्वसामान्य माणसाला रात्रीच्या काळोखात आकाशात चमचमताना दिसतात त्या सगळ्या चांदण्याच असतात, त्यातले ग्रह किंवा तारे एकमेकांसारखेच वाटतात. पण आकाशातल्या या सगळ्या गोलांचा शास्त्रीय अभ्यास केल्यानंतर पाश्चात्त्य शास्त्रज्ञांनी त्यांची स्टार, प्लॅनेट आणि सॅटेलाइट अशी वर्गवारी केली. या शब्दांचे मराठी भाषांतर करताना त्यांना अनुक्रमे तारा, ग्रह आणि उपग्रह अशी नावे दिली गेली. सूर्य हा एक तारा आहे. सगळे तारे स्वयंप्रकाशी आणि अजस्र आकाराचे असतात, त्यांच्या मानाने लहान आकारांचे असलेले गुरू, शुक्र, पृथ्वी यांच्यासारखे ग्रह सूर्यासारख्या ताऱ्यांभोवती फिरत असतात आणि ग्रहांपेक्षाही लहान असे चंद्रासारखे उपग्रह या ग्रहांची प्रदक्षिणा करत असतात. 'तारा' आणि 'ग्रह' या आधीपासून मराठी भाषेत असलेल्या शब्दांना विज्ञानामध्ये विशिष्ट अर्थ दिले गेले आणि 'उपग्रह' हा एक नवा शब्द तयार केला गेला. विज्ञानाच्या भाषेत पाहायला जाता नवग्रहांपैकी सूर्य हा एक तारा आहे, मंगळ, बुध, गुरू, शुक्र, शनी हे पाच ग्रह, चंद्र हा एक उपग्रह आणि राहू, केतू हे दोन काल्पनिक बिंदू असतात. गुरू आणि शनी यांच्यासारख्या मोठ्या ग्रहांचे अनेक उपग्रह आहेत; पण पृथ्वीभोवती फिरत राहणारा चंद्र हा एकच नैसर्गिक उपग्रह आहे.

आपल्या आजूबाजूचे वातावरण आणि त्याला सलग असलेले आकाश अथांग पसरलेले आहे असे वाटते. पण शास्त्रज्ञांनी त्यांचा कसून अभ्यास केला आणि असे सांगितले की पृथ्वीपासून फक्त काही अंतरापर्यंतच हवा असते आणि या वातावरणातही निरनिराळे थर असतात, तपांबर (Troposphere), स्थितांबर (Stratosphere), मध्यांबर (Mesosphere), दलांबर (Ionosphere), उष्मांबर (Thermosphere), बाह्यांबर (Exosphere) वगैरे (आकृती १ पाहा). हे सगळे थर एकमेकांमध्ये बेमालूम मिसळलेले असतात. त्याच्यामध्ये सुनिश्चित अशा सीमारेखा नसतात. सर्वात खाली म्हणजे जमिनीला लागून असलेल्या टोपोस्फीअरची जाडी समुद्रसपाटीपासून ७ ते १६ किलोमीटर इतकी असते. एव्हरेस्ट शिखरासह हिमालय पर्वतसुद्धा याच थराखाली येतो. स्ट्रॅटोस्फीअरच्या वरच्या भागात ओझोनचा थर असतो तो सूर्यकिरणांमधील अतिनील



The layers of the atmosphere
वातावरणातले थर

आकृती १

(अल्ट्राव्हायोलेट) किरण शोषून घेतो, त्यामुळे आपले संरक्षण होते. वातावरणाच्या या सगळ्या थरांच्या पलीकडे अथांग अशी निर्वात पोकळी असते (Outer space). ती अवकाश, अंतराळ, अंतरिक्ष या नावांनी ओळखली जाते. चंद्र, सूर्य, ग्रह, तारे वगैरे सगळे या अवकाशात असतात. कृत्रिम उपग्रहांनासुद्धा या अवकाशातच उडवले जाते.

कार्मन नावाच्या शास्त्रज्ञाने गणिताच्या आधारे असे सांगितले होते की कुठलेही विमान पृथ्वीपासून जास्तीत जास्त सुमारे शंभर किलोमीटरपर्यंतच उंच उडू शकेल, म्हणजे ते कितीही जास्त वेगाने गेले तरी या मर्यादेच्या पलीकडे असलेली अत्यंत विरळ हवा त्याचे वजन उचलून धरू शकणार नाही. 'कार्मन लाइन' या नावाने एक काल्पनिक सीमारेषा ठरवली गेली. अमर्याद अशा गोष्टींसाठी स्काय इज द लिमिट असे म्हटले जात होते, पण आता स्काय म्हणजे आकाशाचीसुद्धा एक सीमारेषा ठरवली गेली. या रेषेच्या पलीकडे आकाश संपून अवकाश सुरू होते असे ढोबळपणे समजले जाते. ही काल्पनिक मर्यादा मुख्यतः आंतरराष्ट्रीय कायदे आणि करारांसाठी आहे आणि तेही सर्व देशांनी मान्य केलेले नाहीत. प्रत्यक्षात आकाशात अशी सीमारेषा नसते, पण कुठलेही विमान इतक्या उंचीवर जात नाही आणि कुठलाही सॅटेलाइट या रेषेच्या आत फिरत नाही.

विमाने आकाशात उडताना इंजिनांच्या शक्तीमुळे आणि पंखांच्या आधारे हवेवर तरंगत पुढे जात असतात त्यामुळे ती अवकाशाच्या हवारहित पोकळीत जाऊन उडू शकत नाहीत. विमानांमधले इंधन संपले की ती पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणाने आपोआप खाली जमिनीवर येतात. उपग्रह फक्त अवकाशात किंवा अंतरिक्षात भ्रमण करतात आणि रॉकेट आकाश व अवकाश या दोन्हींमध्ये उड्डाण करतात. रॉकेटच कृत्रिम उपग्रहांना जमिनीवरून उचलून अवकाशात घेऊन जातात आणि त्यांच्या विवक्षित स्थानावर नेऊन सोडतात. तिथे पोचल्यानंतर ते उपग्रह त्यांचा वेग आणि पृथ्वीचे गुरुत्वाकर्षण यांच्यामुळे आपोआप तिच्याभोवती घिरट्या घालत राहतात. त्यासाठी त्यांना इंधनाची गरज नसते, पण त्यांना आपला मार्ग किंवा वेग बदलायचा असेल तर ते काम करण्यासाठी या उपग्रहांमध्ये रॉकेट इंजिने बसवलेली असतात.

हजार-बाराशे वर्षांपासून रॉकेट उडवली जात असली तरी ती वातावरणात किंवा आकाशातच काही उंचीपर्यंत उडत आणि त्यानंतर जमिनीवर येऊन कोसळत असत. दुसऱ्या महायुद्धाच्या काळात जर्मनीने व्ही २ या नावाची लांब पल्ल्याची रॉकेट तयार केली. २० जून १९४४ रोजी एक व्ही २ रॉकेट सरळ वर आकाशात उडवले गेले ते कार्मन रेषेला पार करून दूर अवकाशात गेले. ही रॉकेटच्या इतिहासातली अशी पहिली घटना समजली जाते. दुसऱ्या महायुद्धानंतर मात्र विज्ञान व तंत्रज्ञानात, विशेषतः इलेक्ट्रॉनिक्समध्ये विलक्षण वेगाने प्रगती झाली आणि रॉकेटची निर्मिती आणि त्यांचे नियंत्रण या क्षेत्रात कल्पनातीत घोडदौड झाली. पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणावर मात करून रॉकेटला अवकाशात सोडणे आणि त्याच्या सोबत पाठवलेल्या उपकरणांनी अवकाशातून पाठवलेले संदेश पृथ्वीवर ग्रहण करणे शक्य झाल्यानंतर अंतरिक्षातून पृथ्वीकडे पाहण्याची एक नवी दृष्टी मानवाला प्राप्त झाली आणि या दिव्यदृष्टीचा उपयोग करून घेऊन विश्वाची जास्त माहिती मिळवण्यासाठी प्रयत्न सुरू झाले.

दुसऱ्या महायुद्धानंतरच्या काळात यूएसए (अमेरिका) आणि यूएसएसआर (रशिया) या महासत्तांमध्ये जागतिक वर्चस्वासाठी चुरस लागली होती. १९५८मध्ये अमेरिका एक कृत्रिम उपग्रह अवकाशात पाठवणार असल्याची चर्चा चालू असताना त्याच्या आधीच १९५७ साली रशियाने स्पुटनिक-१ हा पहिला मनुष्यनिर्मित उपग्रह अवकाशात सोडला. त्याच्या पाठोपाठ स्पुटनिक-२ या उपग्रहासोबत लायका नामक कुत्रीला अंतरिक्षात पाठवून दिले. अमेरिकेनेही थोड्याच दिवसांनी म्हणजे १९५८ साली एक्स्प्लोअरर-१ आणि व्हँगार्ड-१ हे उपग्रह एका पाठोपाठ सोडले. (आकृति २ पाहा.) रशियाचा स्पुटनिक आणि अमेरिकेचा एक्स्प्लोअरर हे दोन्ही पहिले उपग्रह पृथ्वीभोवती सुमारे दोनतीनशे ते हजार दोन हजारपर्यंत किलोमीटर उंचीवरून लंबवर्तुळाकृती (एलिप्टिकल) कक्षेमध्ये फिरत होते. ते दर दीड-दोन तासात एक म्हणजे रोज सुमारे बारा ते सोळा प्रदक्षिणा घालत होते. स्पुटनिक तसा साधा होता आणि जुजबी संदेश पाठवत होता, त्या मानाने एक्स्प्लोअररमध्ये संशोधनासाठी लागणारी बरीच उपकरणे ठेवली होती. हे दोन्ही उपग्रह काही काळ अंतराळात फिरत राहिल्यानंतर त्यांच्या बॅटऱ्या संपल्या आणि त्यांचे संदेश पाठवणे थांबले. तरी ते उपग्रह पृथ्वीला प्रदक्षिणा घालत राहिले होते. एक्झोस्फीअरमधल्या विरळ हवेच्या घर्षणाने त्यांची गती मंद होत गेली आणि काही काळानंतर ते हळूहळू पृथ्वीच्या कक्षेत येऊन नष्ट झाले.

त्यानंतर इतर देशांनीही आपापले उपग्रह सोडणे सुरू केले आणि त्यांचे प्रमाण वाढतच चालले आहे. आज शंभरावर देशांनी पाठवलेले सुमारे बारा हजार कृत्रिम उपग्रह वेगवेगळ्या कक्षांमधून पृथ्वीची प्रदक्षिणा करत आहेत. या कार्यक्रमाची सुरुवात सरकारी प्रयोगशाळांनी केली होती आणि त्यांनी पाठवलेल्या उपग्रहांकडून मिळालेल्या माहितीचा उपयोग मुख्यतः संरक्षण, हवामान, भूसर्वेक्षण आदि सरकारी विभागच करत असत. दूरचित्रवाणी, दूरध्वनी, आंतरजाल वगैरे माध्यमातून आम जनतेसाठी संदेशवहनाचा उपयोग

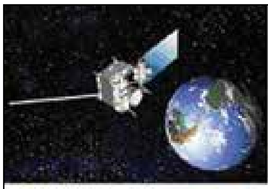
सूर्य त्याच्या गॅलेक्सीच्या केंद्राभोवती, पृथ्वी सूर्याभोवती आणि स्पुटनिक पृथ्वीभोवती फिरत आहेत असे चित्र या पोस्टाच्या तिकीटात दाखवले आहे.

आकृती २

होऊ लागल्यानंतर त्या कामासाठी अनेक निमसरकारी आणि खाजगी क्षेत्रातल्या संस्था पुढे आल्या किंवा निर्माण झाल्या. त्यांच्या गरजेनुसार विशिष्ट प्रकारांचे उपग्रह तयार करणे आणि त्यांना अंतराळात नेऊन सोडणे हे काम व्यावसायिक तत्त्वावर होऊ लागले. त्यांची संरचना, आरेखन, निर्माण, उड्डाण वगैरे करण्यात स्वयंपूर्ण असलेले देश आजही कमीच आहेत. त्यात भारताचा समावेश होतो ही अभिमानाची बाब आहे.

रोजचाच चंद्र आज वाटतो नवा नवा असे प्रेमिकांना वाटत असले आणि रोज दिसणारा चंद्र खरोखरच अल्पशा फरकाने नवा असला तरी तो प्रत्यक्षात एकासारखा एकच आहे. हे सर्व कृत्रिम उपग्रह मात्र एकमेकाहून खूप वेगळे असतात. त्यांच्या उद्दिष्टानुसार त्यांची निरनिराळ्या प्रकारांनी वर्गवारी करण्यात आली आहे. संदेशवहन किंवा संवाद (Communication), दिशादर्शन (Navigation), पृथ्वीचे निरीक्षण (Earth Observation), तंत्रज्ञानविकास (Technology Development) आणि अवकाश विज्ञान (Space Science) असे काही मुख्य गट आहेत. (आकृती ३)

हे उपग्रह म्हणजे अंतरिक्षातून पृथ्वीकडे पाहण्याची दृष्टी असे समजले जाते. या कामासाठी अत्यंत कार्यक्षम असा उच्च दर्जाचा कॅमेरा सर्वात महत्त्वाचा असतो. या कॅमेराने काढलेली चित्रे पृथ्वीवर पाठवण्यासाठी त्यांचे विद्युतलहरींमध्ये रूपांतर करून त्यांना पृथ्वीकडे पाठवण्याची यंत्रणा पाहिजे. तसेच पृथ्वीकडून आलेले संदेश स्वीकारून त्यांची अंमलबजावणी करणे, त्यांना उत्तर देणे वगैरे गोष्टी त्या उपग्रहांनी करायच्या असतात. बहुतेक उपग्रह मनुष्यविरहित असतात. त्यामुळे ही कामे करणारी सक्षम अशी स्वयंचलित यंत्रणा असावी लागते. मुख्य म्हणजे हे सगळे वजनाने हलके आणि कमीत कमी जागा व्यापणारे असायला हवे. मिनिएचरायझेशनमध्ये



A weather satellite called the Geostationary Operational Environmental Satellite observes atmospheric conditions over a large area to help scientists study and forecast the weather. Image credit: NASA

हवामानाचा अभ्यास

A communications satellite, such as the Tracking and Data Relay Satellite (TDRS) shown here, relays radio, television, and other signals between different points in space and on Earth. Image credit: NASA

संदेशवाहन

A navigation satellite, like this Global Positioning System (GPS) satellite, sends signals that operators of aircraft, ships, and land vehicles and people on foot can use to determine their location. Image credit: NASA

नेव्हिगेशन

An Earth observing satellite surveys our planet's resources. This satellite, Aqua, helps scientists study ocean evaporation and other aspects of the movement and distribution of Earth's water. Image credit: NASA

पृथ्वीचे निरीक्षण

उपग्रहांचे प्रकार

उपग्रह आकृती ३

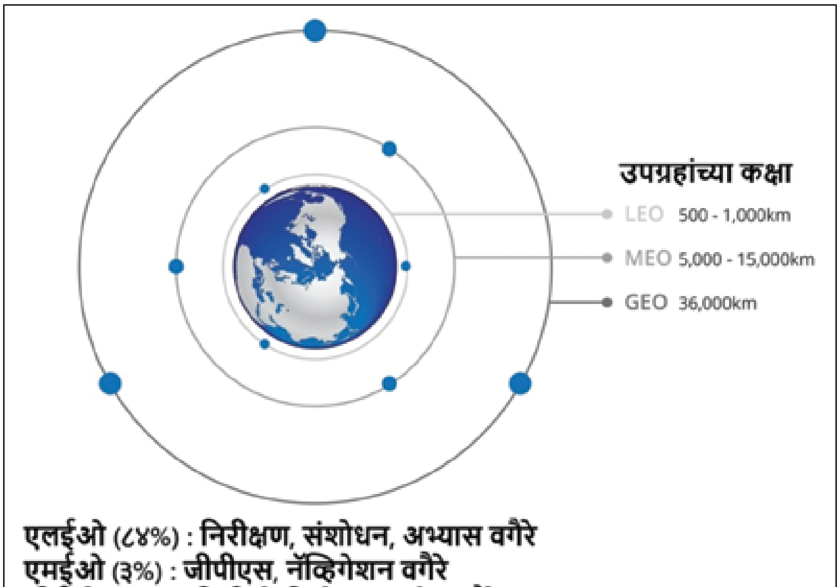
झालेल्या अपूर्व प्रगतीमुळेच हे शक्य झाले आहे. बहुतेक उपग्रहांमध्ये अशी उपकरणे आणि यंत्रे मांडून ठेवण्यासाठी पॅनेल आणि त्यांना धरून ठेवणारा एक सांगाडा एवढ्याच गोष्टी असतात. या उपकरणांना चालवण्यासाठी आता मुख्यतः सौरऊर्जेचा उपयोग केला जातो. त्यासाठी उपग्रहांवर मोठ-मोठी सोलार पॅनेल लावलेली असतात. विमानांना हवेमधून सुलभपणे उडण्यासाठी त्यांना पक्ष्यांसारखा प्रमाणबद्ध आणि एरोफॉइलने युक्त असा सुबक आकार देणे आवश्यक असते, पण अवकाशातल्या उपग्रहाचा आकार कसाही वाकडातिकडा असला किंवा त्यात अनेक कोपरे किंवा पसरट पृष्ठभाग असले तरी ते चालते, कारण तिथे हवेचा विरोध नसतो.

हे उपग्रह वेगवेगळ्या आकारांच्या कक्षांमधून पृथ्वीभोवती घिरट्या घालतात. काही कक्षा वर्तुळाकार असतात, काही थोड्या लंबगोलाकार असतात, तर काही जास्त लंबवर्तुळाकार असतात. उपग्रहांच्या कक्षा मुख्यतः तीन प्रकारच्या मानल्या जातात, एलईओ (Low Earth Orbit), एमईओ (Medium Earth Orbit) आणि जीईओ (Geostationary Orbit.) (आकृती ४) पृथ्वीच्या जवळून फिरणाऱ्या एलईओ सॅटेलाइटना अवकाशात राहण्यासाठी प्रचंड वेगाने फिरून सुमारे दीड ते दोन तासात एक पृथ्वीप्रदक्षिणा पूर्ण करावी लागते, पण पृथ्वीपासून ३६००० किलोमीटर अंतरावर पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणशक्तीचे बल क्षीण झालेले असल्यामुळे तिथे असलेला जीईओ उपग्रह सावकाशपणे म्हणजे पृथ्वीच्याच अंशात्मक वेगाने फिरू शकतो. मधल्या भागात फिरणारे उपग्रह पृथ्वीचे गुरुत्वाकर्षण आणि उपग्रहाचा वेग या दोन्ही गोष्टींच्या परिणामांनुसार आपले पृथ्वीपासूनचे अंतर राखतात.

पृथ्वीपासून कुठल्याही ठरावीक अंतरावर पृथ्वीचे गुरुत्वाकर्षण स्थिर असते, पण तिथून जात असलेल्या उपग्रहाचा वेग काही कारणांमुळे कमी होऊ शकतो. अत्यंत विरळ हवेतले काही तुरळक अणू त्याला धडकत असतात, तसेच त्याच्याकडून सूर्याचे प्रकाशकिरण शोषले जाताना किंवा ते त्याच्यावरून परावर्तित होताना त्याला सूक्ष्म धक्का देतात हे कदाचित आपल्याला खरेसुद्धा वाटणार नाही. परंतु अशा कारणांनी त्याची गती मंदावते तेव्हा तो हळूहळू पृथ्वीकडे ओढला जातो, पृथ्वीच्या जवळ येताच वातावरणाशी घर्षण होऊन तो उष्णतेमुळे नष्ट होतो किंवा टिकून राहिला तर पृथ्वीवर येऊन कोसळतो. उपग्रहाचे आयुष्य अमर्याद नसले तरी दीर्घ असते, पण त्यावर ठेवलेली उपकरणे काम करेनाशी झाली की त्याचे उपयुक्त आयुष्य संपते. त्यानंतर तो अंतराळातला निरुपयोगी कचरा होऊन जातो. त्याची विल्हेवाट कशी लावायची यावरही संशोधन चालले आहे.

उपग्रहाचे उद्दिष्ट आणि त्याने करायची असलेली कामगिरी यावरून त्याला कोणत्या कक्षेत ठेवायचे हे ठरवले जाते. पृथ्वीवरील जमीन, समुद्र, ढग, हवामान वगैरेंचे निरीक्षण आणि संशोधन करणारे उपग्रह लो अर्थ ऑर्बिटमध्ये असतात. ते निरनिराळ्या दिशांनी वेगवेगळ्या अंशात्मक कक्षांमधून फिरवता येऊ शकतात. जमिनीपासून फार जवळ असल्यामुळे एक उपग्रह एका वेळी पृथ्वीचा थोडाच भाग पाहू शकतो. एकाच क्षणी जगाच्या निरनिराळ्या भागांमध्ये काय चालले आहे हे समजून घेण्यासाठी अशा उपग्रहांची साखळी तयार केली जाते. एखाद्या मोठ्या गोलाच्या जवळ जाऊन पाहिल्यास त्याचा जेवढा भाग दिसतो त्यापेक्षा दूर जाऊन पाहिल्यास त्याचा जास्त भाग दिसतो. त्यानुसार पृथ्वीपासून दूर असलेल्या कक्षेतील उपग्रह पृथ्वीच्या मोठ्या भूभागाशी संपर्क करू शकतात. सुमारे वीस हजार कि.मी. अंतरावरील कक्षांमध्ये फिरणारे उपग्रह दर बारा तासांत एक प्रदक्षिणा घालतात. अशा उपग्रहांचा उपयोग प्रामुख्याने नेव्हिगेशनसाठी होतो. या कारणाने जीपीएससारख्या सेवा देणारे उपग्रह एमईओमध्ये ठेवले जातात.

उपग्रहाला पृथ्वीपासून दूर असलेल्या कक्षेत पाठवण्यासाठी अधिक शक्तिशाली अग्निबाणांची



उपग्रह आकृती ४

आवश्यकता असते आणि लहान कक्षेत पाठवणे तुलनेने सोपे असते. कदाचित म्हणूनच सुमारे ८४ टक्के उपग्रह एलईओम ध्ये आहेत. त्यातले बहुतेक उपग्रह आकारानेही लहान आहेत. उपग्रहाने पृथ्वीवरून उड्डाण केल्यावर त्याला लगेच बरोबर आपल्या ठरलेल्या कक्षेत नेऊन ठेवणे अवघड असते. त्याला आपल्या कक्षेत राहण्यासाठी आवश्यक तितक्याच वेगाने भ्रमण करणेही गरजेचे असते. यासाठी जागा आणि वेग यात थोडीशी दुरुस्ती करण्यासाठी उपग्रहाबरोबर थ्रस्टर रॉकेट जोडलेली असतात. प्रत्येक उपग्रहाचे नियंत्रण जमिनीवरील नियंत्रण केंद्राकडून केले जात असते. उपग्रहांवरील थ्रस्टर रॉकेट इंजिने रिमोट कंट्रोलने सुरू किंवा बंद करता येतात. त्या योगे उपग्रहाचा वेग आणि कक्षा यात दुरुस्ती केली जाते.

उपग्रह एकमेकांवर का आदळत नाहीत?

भन्नाट वेगाने अवकाशात सतत फिरत राहणारे हे उपग्रह चुकून एकमेकांवर आदळत असतील का असा प्रश्न पडणे साहजिक आहे. त्याचे थोडक्यात उत्तर असे आहे.

अंतराळातील पोकळी अतिविशाल आहे. त्या मानाने उपग्रह आकाराने खूपच छोटे असतात. ते मोटारीसारखे कुठल्या संकुचित रस्त्यावरून दाटीवाटीने जात नसतात. प्रत्येक लहानशा उपग्रहाच्या दोन्ही बाजूंना आणि वर-खाली खूप मोठी मोकळी जागा असते. त्यामुळे दोन उपग्रह एकमेकांना धडकण्याची शक्यता अतिशय कमी असते. विशाल अवकाशाच्या विस्तीर्ण आकारमानाचा विचार करता सध्या तरी उपग्रहांची संख्या तशी फार मोठी नाही. शिवाय कोणताही उपग्रह उडवायच्या आधीच तो कशा प्रकारचा उपग्रह आहे आणि त्याने कोणती कामगिरी करायची आहे हे ठरवून त्यानुसार त्याची कक्षा ठरवलेली असते. ती ठरवताना अंतराळात आधीपासून असलेल्या उपग्रहांच्या कक्षांचा विचार केला जातो. उपग्रहांचे नियंत्रण करणाऱ्या जमिनीवरील केंद्रामधून त्याच्यावर सतत लक्ष ठेवले जात असते. उपग्रहावरील रॉकेट इंजिन चालवून त्याची कक्षा किंवा मार्ग किंचित बदलता येतात. एकाद्या उपग्रहाला टक्कर होण्याचा धोका दिसल्यास रिमोट कंट्रोलनेच रॉकेट इंजिन चालवून त्या उपग्रहाची जागा किंचित बदलून संभाव्य टक्कर टाळता येणे शक्य असते. सध्या त्याची सहसा गरज पडत नाही, पण भविष्यकाळात जसजशी उपग्रहांची संख्या वाढत जाईल आणि अवकाशातला कचराही वाढत जाईल तसतसा त्यांची आपसात टक्कर होण्याचा धोका वाढत जाणार आहे.

उपग्रहांची टक्कर होण्याची शक्यता अत्यंत कमी असली तरी प्रत्यक्षात अशा घटना घडून गेल्या आहेत. कॉसमॉस २२५१ नावाचा एक रशियन उपग्रह १९९३मध्ये उडवला गेला होता आणि कालांतराने त्याचा उपयोग संपला होता. अमेरिकेतील इरिडियम सॅटेलाइट या कंपनीसाठी इरिडियम ३३ नावाचा एक उपग्रह १९९८मध्ये उडवला गेला होता आणि तो बरीच वर्षे काम करत होता. निष्क्रिय झालेला कॉसमॉस २२५१ हा रशियन संप्रेषण उपग्रह १० फेब्रुवारी २००९ रोजी इरिडियम ३३ या सक्रिय व्यावसायिक संप्रेषण उपग्रहावर आदळला होता. यातला एक उपग्रह उत्तर दक्षिण दिशेने आणि दुसरा पूर्वपश्चिम दिशेने पृथ्वीला फेऱ्या घालत होता तरीही योगायोगाने ते एकाच वेळी एका बिंदूवर आले आणि एकमेकांना धडकले ही आश्चर्य वाटण्यासारखीच गोष्ट घडली. हे दोन्ही उपग्रह तासाला हजारो किलोमीटर एवढ्या प्रचंड वेगाने जात असल्यामुळे या अपघातात त्यांचा चक्काचूर होऊन त्यांचे जवळजवळ दोन हजार तुकडे अवकाशात इकडेतिकडे पसरले. या दुर्घटनेनंतर अवकाशातील सगळ्याच उपग्रहांवर शक्य तेवढे लक्ष ठेवले जात आहे आणि त्यांच्या धडकण्याची संभाव्यता दिसली तर धोक्याचा इशारा दिला जातो.

लो अर्थ ऑर्बिटमधले काही निकामी झालेले जुने उपग्रह किंवा अवकाशातल्या कचऱ्याचे तुकडे पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणामुळे हळूहळू वातावरणात शिरून जळून जातात किंवा पृथ्वीवर येऊन कोसळतात. काही वर्षांपूर्वी अवकाशातली स्कायलॅब खाली जमिनीवर येऊन कोसळण्याची आणि त्यामुळे मोठे नुकसान होण्याची मोठी

अवकाशातल्या प्रचंड दुर्बिणी

उपग्रह आकृती ५

भीती सगळ्या जगाला पडली होती. अखेर ती समुद्रात कोसळली होती. अशा प्रकारे अवकाशातला कचरा हळू हळू आपोआप थोडा कमी होत असला तरी त्याच्या वाढण्याचे प्रमाण खूप मोठे आहे. ते कमी करावे आणि आधीच जमलेला कचरा गोळा करून खाली आणावा किंवा तिथल्या तिथेच नष्ट करावा यावर संशोधन चालले आहे. अवकाशातल्या एकाद्या निरुपयोगी झालेल्या उपग्रहाला मुद्दाम ठरवून ठोकण्याचे अनेक प्रयोगही लक्ष्यवेधी रॉकेटचा उपयोग करून यशस्वीरीत्या केले गेले आहेत. ते पाहता भविष्यकाळातली युद्धेसुद्धा 'स्टार वॉर्स' या मालिकेत दाखवल्याप्रमाणे अवकाशात लढली जाण्याची शक्यताही नाकारता येत नाही. तसे झाले तर त्याच्या क्रॉसफायरमध्ये अनेक इतर उपग्रहही सापडतील.

जिओस्टेशनरी ऑर्बिटमध्ये ठेवलेले, संदेशवहनासाठी उपयोगात येणारे उपग्रह विषुववृत्ताच्या बरोबर वर सुमारे छत्तीस हजार कि.मी. अंतरावरून पृथ्वीच्या अक्षाभोवती पृथ्वीइतक्याच वेगाने पूर्वपश्चिम दिशेने फिरत असतात. असे तीन उपग्रह संपूर्ण पृथ्वीला कव्हर करू शकतात. पृथ्वीवरून पाहता ते एकाच जागी स्थिर असल्यासारखे दिसतात. ते कधीही उगवत नाहीत की मावळत नाहीत. त्यामुळे एका जागी स्थिर असलेल्या पृथ्वीवरील अँटेनावरून त्या उपग्रहांबरोबर संदेशांची सतत देवाण घेवाण करता येते. दूरध्वनी (टेलिफोन), दूरदर्शन (टीव्ही), आंतरजाल (इंटरनेट) अशा अत्यावश्यक सेवा या उपग्रहांमार्फत पुरवल्या जातात. सध्या सुमारे १२ टक्के उपग्रह या प्रकारचे आहेत.

याशिवाय सनसिन्क्रॉनस नावाचा एक प्रकार आहे. हे उपग्रह उत्तर आणि दक्षिण ध्रुवावरून पृथ्वीला प्रदक्षिणा घालतात. ते पृथ्वीच्या जवळून इतक्या वेगाने फिरतात की विषुववृत्तावरून निघून एक प्रदक्षिणा पूर्ण करून पुन्हा विषुववृत्तावर येण्यासाठी त्यांना जेवढा वेळ लागतो तेवढेच स्थानिक वेळेमधले अंतर असते. उदाहरणार्थ, हा उपग्रह भारतावरून जात असतांना इथे दहा वाजले असतील तर तो एक फेरी मारून येतो तेव्हा तो दुबईवर असतो आणि तिथे त्या वेळी दहाच वाजलेले असतात. हे उपग्रह उत्तरदक्षिण फिरतात तेव्हाच पृथ्वी पूर्वपश्चिम फिरत असते त्यामुळे पृथ्वीचा संपूर्ण पृष्ठभाग त्यांच्या नजरेखालून जात असतो. वातावरणाच्या अभ्यासासाठी अशा उपग्रहांचा वापर केला जातो. याशिवाय इतर उपग्रहांचेच निरीक्षण करण्याचे काम काही उपग्रह करतात तर कांही उपग्रह राष्ट्रीय संरक्षणासाठी लागणारी माहिती गोळा करतात. असे उपग्रह सर्वच प्रकारच्या कक्षांमध्ये असतात.

अंतराळातल्या विश्वाचे निरीक्षण करण्यासाठीसुद्धा या उपग्रहांचा उपयोग केला जातो. (आकृती ५) हबल टेलिस्कोप ही महाकाय दुर्बीण १९९०मध्ये पृथ्वीच्या जवळ म्हणजे सुमारे ६०० कि.मी. अंतरावर ठेवली आहे. ही दुर्बीण पृथ्वीच्या वातावरणाच्या बाहेर असल्यामुळे वातावरण अथवा मानवनिर्मित प्रकाश यांचा अडथळा येत नाही. त्यानंतर २०२१मध्ये जगातली सर्वात मोठी, सर्वात महागडी आणि अत्याधुनिक अशी वेब स्पेस टेलिस्कोप नावाची अगडबंब आकाराची दुर्बीण तयार करून ती अंतराळात पाठवून दिली आहे. पृथ्वीपासून चंद्र जितक्या अंतरावरून फिरत असतो त्याच्याही तीन-चार पट पलीकडे एल२ नावाच्या एका बिंदूवर या दुर्बिणीला ठेवले आहे. लॅग्रेंज पॉइंट ही अवकाशातील अशी स्थाने आहेत जिथे दोन मोठ्या वस्तुमानांचे गुरुत्वाकर्षण बल केंद्रापसारक बलाचे (Gravity and Centrifugal Force) संतुलन साधतात, जेणेकरून लहान वस्तू त्या जागी राहते. इंधनाचा वापर कमी करण्यासाठी आणि अवकाशयानाला त्यांचे स्थान कार्यक्षमतेने राखण्यास अनुमती देण्यासाठी अंतराळयाने या बिंदूंचा वापर करतात. संशोधकांनी सूर्य आणि पृथ्वी यांच्यामधल्या अशा पाच जागा शोधून काढलेल्या आहेत. त्यापैकीच एक जागा L2 ही पृथ्वीपासून १५ लाख किलोमीटर अंतरावर आहे. पृथ्वी किंवा चंद्र यांची सावली तिथपर्यंत पोचत नाही. या जागेवर ठेवलेली ही दुर्बीण पृथ्वीच्या बरोबरच सूर्याची प्रदक्षिणा करते आणि अवकाशातील दूर दूर असलेल्या ताऱ्यांचे निरीक्षण करून सगळी माहिती पृथ्वीवर राहणाऱ्या शास्त्रज्ञांना पुरवते. पण, ही दुर्बीण पृथ्वीभोवती फिरत नसल्याने कदाचित तिची गणना उपग्रहांमध्ये होणार नाही.

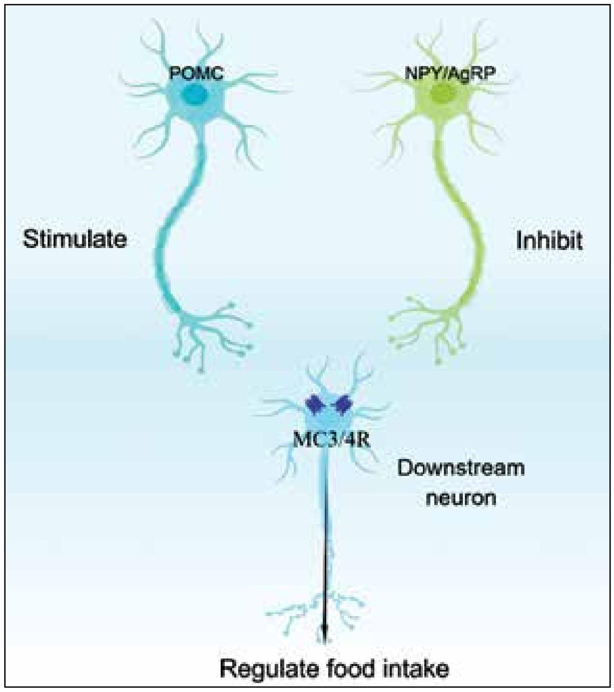
या लेखामध्ये फक्त मानवरहित उपग्रहांची माहिती दिली आहे. यूएसए आणि यूएसएसआर यांच्यात चाललेल्या स्पर्धेमध्ये रशियाने युरी गागारिन या अंतराळवीराला १२ एप्रिल १९६१ रोजी अंतराळात पाठवायचा विक्रम केला आणि त्याच्या पाठोपाठ अमेरिकेने ५ मे १९६१ रोजी ॲलन शेफर्डला अंतराळात पाठवले. रशिया आणि अमेरिका या दोन्ही राष्ट्रांनी त्यानंतर अनेक अंतराळवीरांना अंतराळात पाठवून त्यांना सुखरूपपणे पृथ्वीवर परत आणले आहे. भारतानेही अनेक उपग्रह अंतराळात पाठवून संशोधनात अनेक विक्रम केले आहेत. या सर्वांची माहिती पुढील भागांमध्ये देणार आहे.

– आनंद घारे
abghare@yahoo.com

डॉ. स्वाती बापट

इनक्रेटिन्स आणि भूक नियंत्रण

मागील महिन्याच्या लेखामध्ये आपण calorie-in-calorie out या संकल्पनेबरोबरच set point theory, genetic theory आणि hormonal theory या तीन संकल्पना कशा विकसित होत गेल्या हे बघितले. लठ्ठ व्यक्तींमध्ये अनेकविध कारणांमुळे लठ्ठपणा उद्भवू शकतो, आणि त्यामुळे प्रत्येक स्थूल व्यक्तीसाठी वेगवेगळी उपचारपद्धती वापरावी लागते, हेही आपण समजून घेतले. तसेच hormonal theory मधले मेदपेशींपासून तयार होणारे Leptin या संप्रेरकाचे कार्य आपण जाणून घेतले. शरीरामध्ये असलेल्या चरबीच्या प्रमाणात लेप्टिन संप्रेरकाचे रक्तामध्ये स्रवण होत असते. लेप्टिन हे संप्रेरक दोन मार्गांनी मेंदूकडे संदेश पाठवून भूक नियंत्रित करत असते. त्यातील एका मार्गावरून मेंदूपर्यंत संदेश पोहोचल्यास भूक प्रज्वलित होते तर दुसऱ्या मार्गाने संदेश पोहोचल्यास भूक दबली जाते. (आकृती क्रमांक-१) लेप्टिन भूक प्रज्वलित करणाऱ्या मार्गावरून मेंदूकडे पोहोचणारे संदेश कमी करते तर भूक दाबणाऱ्या मार्गावरून जाणारे संदेश वाढवत नेते. म्हणजेच या दोन्ही मार्गांचा वापर करून लेप्टिन भूक कमी करते. काही स्थूल व्यक्तींमध्ये, ज्या मार्गावरून भूक दाबण्याबाबत संदेश मेंदूपर्यंत पोहोचवले जात असतात त्या मार्गांची उत्परिवर्तने (mutations) होतात. काही रुग्णांमध्ये लेप्टिन संप्रेरकाचे, लेप्टिन रिसेप्टरचे किंवा त्या मार्गावरील Msh आणि MC-4 या संदेशवाहकांचे उत्परिवर्तन झालेले असू शकते. अशी म्युटेशन्स साधारण १० टक्के स्थूल व्यक्तींमध्ये दिसून येतात. ज्या काही मोजक्या स्थूल व्यक्तींच्या शरीरामध्ये लेप्टिनची पातळी खालावलेली असते, फक्त अशा व्यक्तींमध्ये लेप्टिन संप्रेरकाचा वापर करून स्थूलत्वाचे निवारण करता येते.



भूकनियंत्रण करण्यासाठी लेप्टिन वापरत असलेले दोन मार्ग (आकृती क्रमांक-१)

बहुतांश स्थूल व्यक्तींमध्ये नानाविध कारणांमुळे स्थूलत्व निर्माण झालेले असते. त्यामुळे प्रत्येक स्थूल व्यक्तीमधील वैयक्तिक पातळीवरची कारणे शोधून त्यानुसार योग्य त्या उपाययोजना कराव्या लागतात. आपल्या शरीरामधे लेप्टिन संप्रेरकाची पातळी आणि कार्य सुयोग्य असेल तरच आपले वजन स्थिर राहते. परंतु बहुतांश स्थूल व्यक्तींच्या शरीरामध्ये लेप्टिन या संप्रेरकाची पातळी उंचावलेली असते. त्याचबरोबर अशा स्थूल व्यक्तींच्या शरीरामध्ये लेप्टिन संप्रेरकाच्या कार्याला अवरोध निर्माण झालेला असल्याने,

लेप्टिनची पातळी उंचावलेली असूनही, ते भूकनियंत्रण करण्यासाठी असमर्थ असते. (आकृती क्रमांक-२) म्हणूनच स्थूलत्वनिवारण करण्यासाठी औषधशास्त्रामधे लेप्टिन या संप्रेकाचा उपयोग फारच कमी केला जातो.

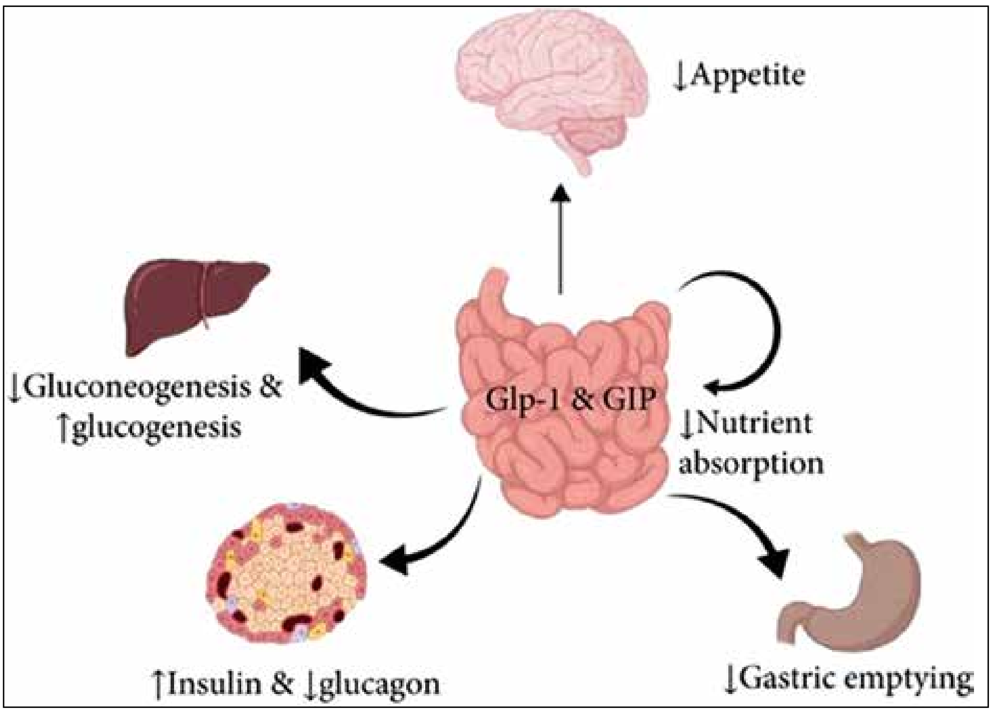
भूक नियंत्रित करण्यासाठी एकूण तीन मार्गांवरून मेंदूपर्यंत संदेश पोहोचवले जातात. लेप्टिन हे संप्रेरक homeostatic pathway या मार्गावरून homeostatic system पर्यंत संदेश पोहोचवत असते. मुख्यत्वेकरून, homeostatic system आपल्या शरीरातील चरबीचे आणि त्यायोगे आपल्या शरीराचे वजन नियंत्रित करत असते. दुसरा मार्ग हा reward pathway असतो. जास्त साखर आणि तेल/तूप असलेले चमचमीत पदार्थ अथवा मिष्टान्ने, असे मनाला आनंद देणारे पदार्थ खाल्ल्यावर reward pathway वरून मेंदूपर्यंत संदेश पाठवले जातात. या मार्गावरून येणारे संदेश, चमचमीत अन्न समोर आल्यावर, जेवणाची वेळ झालेली नसताना आणि भूक लागलेली नसतानाही, अधे-मधे खाण्यासाठी उद्युक्त करू शकतात. अन्नसेवनानंतर तृप्तीचे किंवा सम ाधान मिळाल्याचे संदेश आपल्या मेंदूतील ventromedial hypothalamus (VMH) आणि Arcuate Nucleus पर्यंत पोहोचवणारा तिसरा एक मार्ग असतो. त्या मार्गाला satiety pathway असे संबोधले जाते. अन्नसेवनानंतर या मार्गावरून योग्य तो आणि योग्य तितका संदेश मेंदूपर्यंत पोहोचल्यावर मेंदूमध्ये तृप्तीची भावना निर्माण होते. अशी भावना निर्माण झाल्यावर, 'आता अन्नसेवन बंद करावे' असा उलट संदेश शरीराला पोहोचवला जातो आणि त्यानंतर आपण अन्नसेवन थांबवतो. प्रत्यक्षात आपल्या पचनसंस्थेपर्यंत अन्न पोहोचू लागते तसतसे पचनसंस्थेमधे काही संप्रेरके, स्रवू लागतात. ही संप्रेरके satiety pathway वरून मेंदूपर्यंत संदेश पोहोचवून तृप्तीची भावना निर्माण करत असतात. भूक नियंत्रणासाठी लेप्टिन या संप्रेरकाइतकेच पचनसंस्थेमधे तयार होणारी आणि satiety pathway वरून satiety centre ला संदेश पोहोचवणारी संप्रेरके महत्त्वाची असतात. या संप्रेरकांचा आणि satiety pathwaysचा वापर करून स्थूलत्वनिर्मूलनासाठी नवनवीन उपचारपद्धती अस्तित्वात आलेल्या आहेत.

अन्नसेवनानंतर आंत्रचालन (peristalsis) सुरू होऊन अन्नपचनाची (digestion) क्रिया सुरू होते. त्यानंतर अन्नातील पोषणमूल्ये रक्तात शोषली जाऊ लागतात (nutrient assimilation). अन्नसेवनामुळे जठर आणि आतडी भरतात आणि त्यामुळे त्यांचे स्नायू ताणले जातात. जठर आणि लहान आतड्यांमधील ताणले गेलेले स्नायू मज्जातंतूच्या

लेप्टिन संप्रेरकाच्या कार्याला अवरोध किंवा leptin resistance (आकृती क्रमांक-२)

मार्फत एका मार्गे मेंदूपर्यंत तृप्तीचे संदेश पोहोचवत असतात. आपल्याला अतिशय भूक लागली असेल पण जवळपास अन्न नसेल तर आपण पाणी प्यायल्यास, काही काळासाठी भूक भागल्याची भावना आपल्या मेंदूमध्ये निर्माण होते. भरपेट पाणी प्यायल्यामुळे जठर व लहान आतडे यांच्या ताणलेल्या स्नायूंकडून मेंदूला तृप्तीचे संदेश पाठवले जातात. पण ही तृप्तीची भावना काही काळासाठीच टिकून राहते. कारण या संदेशाबरोबरच शरीराला पोषणमूल्यांचा पुरवठा होत आहे, असाही संदेश मेंदूतील satiety centre पर्यंत पोहोचणे आवश्यक असते. भुकेल्या पोटी पाणी प्यायल्यावर शरीराला पोषणमूल्ये मिळत नसल्याने मेंदूमध्ये तयार होणारी तृप्तीची भावना संपून शरीर पुन्हा अन्न मागू लागते. शरीराला, पचनसंस्थेद्वारे अन्नपुरवठा होतो, तेव्हा जठर व लहान आतड्यामधील स्नायूंवर पडलेल्या ताणामुळे निर्माण झालेले संदेश आणि अन्नामधून मिळालेले पोषक घटक रक्तामध्ये शोषले गेल्यावर मेंदूला पोहोचणारे संदेश यांचा एकत्रित परिणाम होऊन मेंदूमध्ये तृप्तीची भावना निर्माण होऊ शकते. असे झाल्यानंतरच मेंदू 'आता अन्नसेवन थांबवावे' असा संदेश शरीराला देतो. रक्तात पोषक घटक जसजसे लहान आतड्यांमधे शोषले जाऊ लागतात, तसतसे तिथे वेगवेगळी संप्रेरके स्रवली जाऊ लागतात. ही संप्रेरके एकीकडे अन्नातील पोषक घटक शोषण्यासाठी मदत करतात, तर दुसरीकडे मेंदूकडे तृप्तीचे संदेश पोहोचवण्याचे काम करत असतात. या दोन्ही प्रकारे मेंदूपर्यंत योग्य प्रमाणात संदेश पोहोचवले गेले की मेंदूमध्ये तृप्तीची भावना निर्माण होते, हे लक्षात घेतले पाहिजे.

जठर आणि लहान आतड्यामधे तयार होणाऱ्या अनेक संप्रेरकांचा शोध गेल्या शतकामधे लागला. सर्वप्रथम १९०२ साली बेलीस आणि स्टर्लिंग या दोन शास्त्रज्ञांनी लहान आतड्यामध्ये तयार होणाऱ्या सिक्रेटिन (secretin) या संप्रेरकाचा शोध लावला. सिक्रेटिन हे स्वादुपिंडाला संप्रेरके निर्मितीसाठी उत्तेजित करते हेही सिद्ध झाले. जठरामध्ये अन्नपचनाची क्रिया झाल्यानंतर, बारीक झालेले अन्नकण लहान आतड्यामध्ये ढकलले जातात. त्यातील शरीराला उपयुक्त असे सर्व पोषक घटक लहान आतडे शोषून घेऊ लागते. त्यानंतर रक्तामधील पोषक घटकांचे प्रमाण वाढत जाते. एकाचवेळी एकीकडे स्वादुपिंडाला इन्सुलिनची निर्मिती वाढवण्याचा संदेश देणारे आणि दुसरीकडे मेंदूमधील satiety centre ला तृप्तीचे संदेश देणारे एक विशिष्ट संप्रेरक आतड्यांमधे तयार होत असावे असे गृहीतक 'ज्यां ल बॅरे' नामक बेल्जियन शास्त्रज्ञाने १९३२ साली मांडले. हा विशिष्ट पदार्थ वापरून मधुमेहावर मात करता येईल असाही अंदाज त्यांनी बांधला. या पदार्थाबाबत शोधकार्य त्याच गृहीतकांच्या आधारे सुरू झाले. त्यानंतर काही वर्षांमध्येच अशा प्रकारचे कार्य असलेली अनेक संप्रेरके शोधली गेली आणि त्या सर्व संप्रेरकांना 'इनक्रेटिन्स' असे नाव दिले गेले. लहान आतड्यामध्ये निर्माण होणारे Glucagon Like



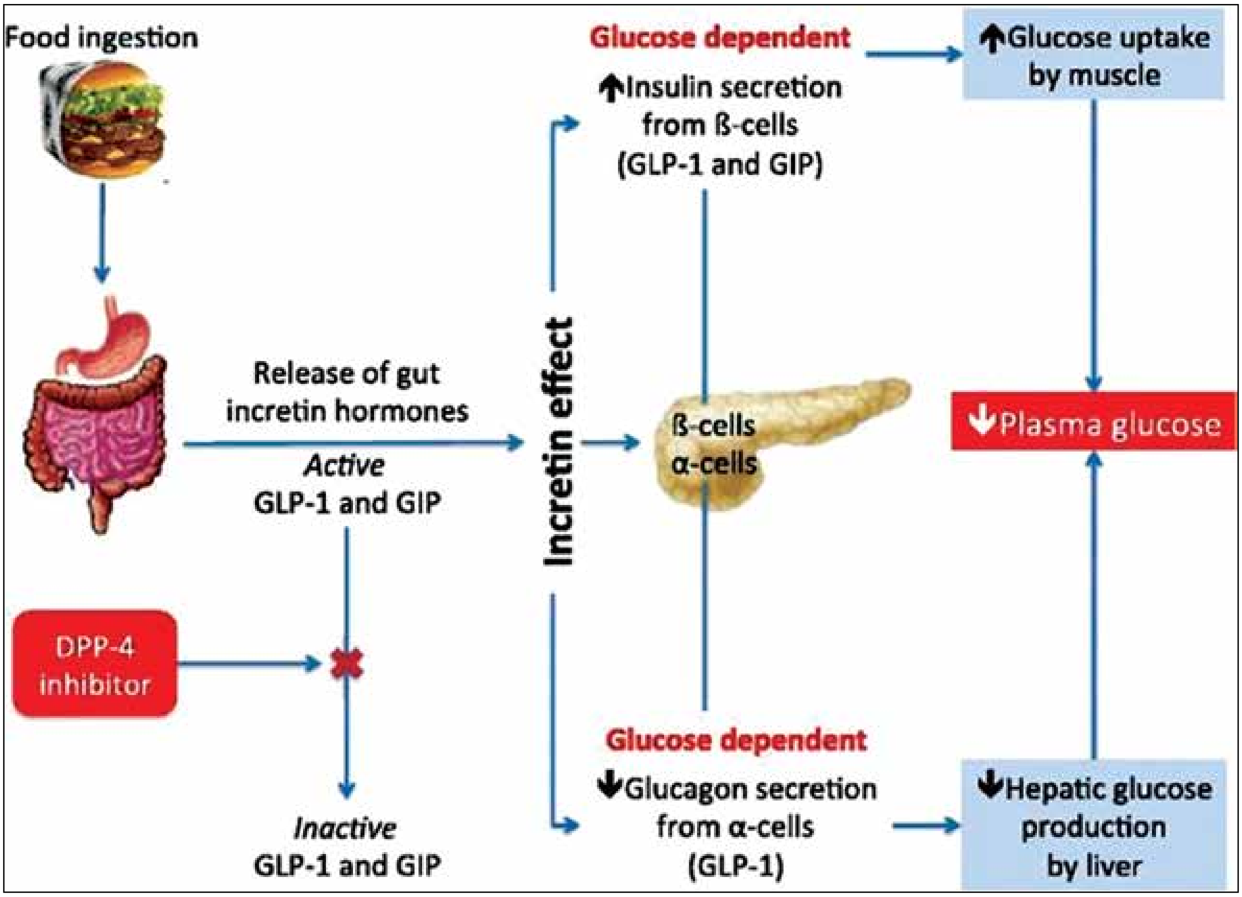
इनक्रेटिन्स (GLP-1आणि GIP) या संप्रेरकांचे तृप्तीची भवन निर्माण करण्याचे कार्य (आकृती क्रमांक-३)

Peptide-1(GLP-1), जठरामध्ये निर्माण होणारे Gastric Inhibitory Polypeptide (GIP), Peptide-YY (PYY) आणि cholecystokinin (CKK) स्वादुपिंडामधून स्रवणारे mylin अशा पॉलीपेप्टाइड संप्रेरकांचा यामध्ये समावेश आहे. (आकृती क्रमांक-३)

या इनक्रेटिन गटातील काही संप्रेरकांचा शोधही अगदी अचानकच, कर्मधर्मसंयोगाने लागला. सर्वात आधी म्हणजे १९७० साली, ग्लुकोजवर अवलंबून असलेल्या इन्सुलिनो ट्रॉफिक पॉलीपेप्टाइड किंवा गॅस्ट्रिक इनहिबिटरी पॉलीपेप्टाइड (GIP) या संप्रेरकाचा शोध लागला. मात्र GLP-1 (म्हणजेच GLP-1-36) आणि त्यांचे कापलेले स्वरूप GLP-1 (7-36) यांचा शोध, १९८५ साली अगदी अचानकच लागला. अनेक अतिस्थूल व्यक्तींच्या शरीरामध्ये प्रमाणाबाहेर जास्त चरबी असते. ही चरबी फॅट सेल हायपरट्रॉफी या प्रकाराने वाढलेली असेल तर ती इन्सुलिनच्या कार्याला अवरोध निर्माण करते आणि अशा व्यक्तींना मधुमेह होतो. मधुमेह नियंत्रित करण्यासाठी त्यांचे वजन लवकरात लवकर कमी करणे आवश्यक असते. अशा काही व्यक्तींमध्ये gastric bypass surgery (खाल्लेले अन्न जठरात न जाता परस्पर आतड्यामध्ये जाईल अशी शस्त्रक्रिया) करण्यात आली. अशा शस्त्रक्रियेमुळे काही महिन्यांच्या काळामधे हळूहळू त्यांचे वजन कमी होत जाईल व परिणामी त्यांचा मधुमेह नियंत्रित होईल असा अंदाज होता. मात्र आश्चर्य म्हणजे अशी शस्त्रक्रिया झाल्यावर केवळ आठवड्याभरातच त्यांच्या रक्तामधील साखर भराभरा खाली येऊन त्यांचा मधुमेह नियंत्रित होऊ लागला. शस्त्रक्रिया झालेल्या व्यक्तींच्या वजनात फारसा फरक पडायच्या आधीच रक्तातील साखर भराभर कमी कशी काय येत आहे? हे शोधण्याचे काम शास्त्रज्ञांनी सुरू केले. त्यावेळी त्यांना अशा लोकांच्या रक्तामध्ये काही विशिष्ट घटकांचे प्रमाण जास्त आढळून आले. हे घटक म्हणजे मधुमेह नियंत्रित करू शकणारी इनक्रेटिन्स या गटातील संप्रेरके आहेत असे सिद्ध झाले. मधुमेह प्रतिबंधक आणि स्थूलत्वनिवारण यासाठी औषधनिर्मिती करण्यासाठी या संप्रेरकांवर सध्या सर्वत्र संशोधन चालू आहे.

उपाशीपोटी असताना, इनक्रेटिन्स गटात मोडणाऱ्या सर्व संप्रेरकांची रक्तातील पातळी अगदी नगण्य असते. मात्र अन्नसेवनानंतर साधारण १५ ते २० मिनिटांनी ही संप्रेरके आतड्यांमधे तयार होऊन रक्तात स्रवली जाऊ लागतात. पुढील ६० ते ९० मिनिटानंतर रक्तामधली या संप्रेरकांची पातळी सर्वोच्च दिसून येते व पुढील काही तासांच्या काळामध्ये ती पातळी हळूहळू खाली येते. इनक्रेटिन अन्नामधून मिळणारे पोषणघटक रक्तामध्ये शोषून घेण्यास मदत करतात. तसेच मेंदूपर्यंत संदेश पोहोचवून, मेंदूमध्ये तृप्तीची भावना निर्माण करतात. यामधील GLP-1 आणि खरे तर त्याचे कापलेले स्वरूप GLP-1 (७-३६) शरीरामध्ये महत्त्वाचे कार्य करते. GLP-1 (७-३६), हे संप्रेरक रक्तामध्ये इन्सुलिनचे प्रमाण वाढवणारे (Insulin Secretogauge) संप्रेरक आहे. प्रयोगशाळेत Tissue Culture models मध्ये आणि Animal models मध्ये GLP-1 ची पातळी वाढली की इन्सुलिनची पातळी वाढते असे दिसून येते. पण अन्नसेवनानंतर, रक्तामध्ये अन्नामधील पोषणमूल्ये शोषली गेल्यावरच इनक्रेटिन्स कार्यरत होतात, हे शास्त्रज्ञांनी काही प्रयोग करून, शास्त्रोक्त पद्धतीने दाखवून दिले. यासाठी प्रयोगाच्या पहिल्या भागामध्ये त्यांनी काही व्यक्तींमध्ये शिरेवाटे ठरावीक प्रमाणात ग्लुकोज दिले. त्यानंतर त्या व्यक्तींच्या रक्तातील इनक्रेटिनची पातळी मोजली व त्याची नोंद ठेवली. प्रयोगाच्या दुसऱ्या भागामधे त्याच व्यक्तींना तोंडावाटे तेवढेच ग्लुकोज देऊन त्यांच्या रक्तातील इनक्रेटिनची पातळी मोजली. केवळ तोंडावाटे ग्लुकोज दिल्यावरच त्या व्यक्तींच्या रक्तातील इनक्रेटिनची पातळी वाढत आहे हे दिसून आले.

मानवी शरीरामध्ये GLP-1 ची रक्तातील पातळी वाढली तरीही इन्सुलिनची पातळी लक्षणीय प्रमाणामध्ये वाढत नाही. पण मानवी शरीरामध्ये GLP-1ची रक्तातील वाढलेली पातळी Glucagon नामक संप्रेरकाला विरोध निर्माण करते. इन्सुलिन रक्तातील साखरेची पातळी कमी करते तर ग्लुकॅगॉन हे संप्रेरक रक्तातील साखरेची पातळी वाढवते. मानवी शरीरामध्ये GLP-1 ग्लुकगॉनच्या कार्याला विरोध करत असल्यामुळे, ग्लुकगॉनमुळे होणारी रक्तातील साखरेच्या पातळीची वाढ होऊ देत नाही. अशा रितीने GLP-1 हे संप्रेरक रक्तातील साखर नियंत्रण करण्यासाठी उपयुक्त ठरते. GLP-1 हे संप्रेरक, जठरातून अन्न पुढे जाण्याचा वेग कमी करत असल्याने अन्न जठरामध्ये जास्त काळ राहून जठरामध्ये अन्नाचे जास्त चांगल्या प्रकारे पचन होते. तसेच, जठरामध्ये झालेल्या आंतरचालनामुळे बारीक झालेले केलेले अन्न लहान आतड्यामध्ये कमी वेगाने पाठवले जाते. त्यामुळे अन्नातील पोषक घटकांचे शोषणही जास्त चांगल्या प्रकारे होते. GLP-1 हे संप्रेरक प्रत्यक्षपणे मेंदूतील satiety centreकडे संदेश पाठवून मेंदूमध्ये तृप्तीची भावना निर्माण करत असते. तसेच, GLP-1मुळे अन्न जठरामधे जास्त काळासाठी राहात असल्यामुळे जठराच्या स्नायूंवर ताण पडून अप्रत्यक्षपणे



आहारातील पोषकमूल्ये रक्तामध्ये शोषल्यामुळे GLP-1 आणि GIP संप्रेरकांचे कार्य सुरु होणे (आकृती क्रमांक-४)

मेंदूमध्ये तृप्तीची भावना निर्माण करत असते. (आकृती क्रमांक-४)

अन्नामधून ग्लुकोज जास्त प्रमाणात शोषले गेल्यास, इनक्रेटिन गटातील Gastric Inhibitory Polypeptide (GIP), हे संप्रेरक, स्वादुपिंडातून इन्सुलिन स्रवण्याचे प्रमाण वाढवते. म्हणजेच हे Insulin Secretogauge या प्रकारातील संप्रेरक आहे. हे संप्रेरक ग्लुकगॉनच्या कार्याला विरोध करते, म्हणजेच ग्लुकगॉनमुळे होणारी रक्तातील साखरेची वाढ होऊ देत नाही. Peptide-YY (P-YY) नामक इनक्रेटिन भूक कमी करते आणि मेंदूपर्यंत संदेश पोहोचवून मेंदूमध्ये तृप्तीची भावना निर्माण करते. या इनक्रेटिनमुळे अन्न जठरामध्ये जास्त काळ राहते. त्यामुळे जठराच्या स्नायूंवर ताण पडतो व त्यामार्गे मेंदूमध्ये तृप्तीची भावना निर्माण होते. स्वादुपिंडामधून स्रवणारे cholecystokinin (CKK) नामक इनक्रेटिन मेंदूपर्यंत तृप्तीचा संदेश पोहोचवते. तसेच cholecystokininमुळे ते मुख्यत्त्वेकरून खाद्यपदार्थात चरबी रक्तामध्ये शोषण्याचे महत्त्वाचे कार्य बजावते.

स्थूलत्व निवारणासाठी इनक्रेटिनसारखेच कार्य असलेली काही औषधे सध्या वापरली जात आहेत. या औषधामुळे रक्तामधील इन्सुलिनची पातळी वाढते, ग्लुकगॉन या संप्रेरकाचा स्राव कमी होतो, जठरामध्ये अन्न जास्त काळ राहून ते अगदी हळू गतीने लहान आतड्यामध्ये पाठवले जाते, तसेच मेंदूला तृप्तीचे संदेश पाठवले जाऊन भूक कमी होऊ शकते. या सर्व गोष्टींचा वापर रक्तातील साखर नियंत्रित करण्यासाठी तसेच वजन कमी करण्यासाठी आधुनिक वैद्यकशास्त्रामध्ये केला जातो.

स्थूलत्व निवारणासाठी केल्या जाणाऱ्या विविध उपचार पद्धतींबाबत आपण यापुढील लेखामध्ये चर्चा करणार आहोत.

– डॉ. स्वाती बापट
swateebapat@gmail.com

आनंद घैसास

शेजारणींनो, माझ्याकडे का बोट दाखवताय?

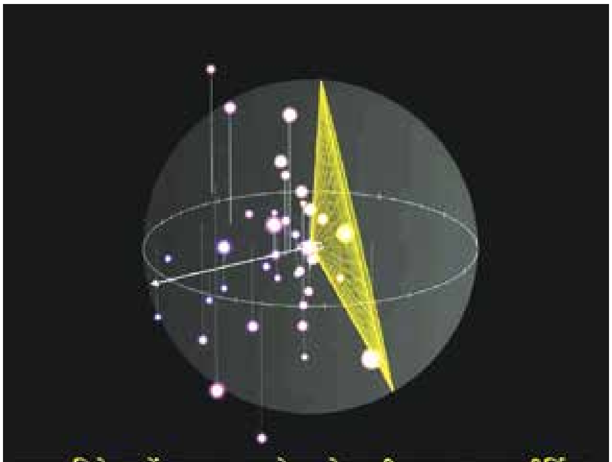
कधी कधी आपल्याला एक संभ्रम पडतो, की आपले शेजारी आपल्याशी असे का वागतात.. कधी ते आपल्या बाजूला असतात, तर कधी दुर्लक्ष करणारे, तर कधी विरुद्ध गटात सामील होणारेही असतात, पण हा आताचा प्रश्न एकट्याचा नाही, तर एकूण विश्वरचनेचा, व्यापक स्वरूपाचा आहे.

आपली शेजारीण आकाशगंगा, म्हणजे आपल्या मंदाकिनी (किंवा दूधगंगा 'Milky way' म्हणून ओळखण्यात येणाऱ्या) नावाच्या दीर्घिकेच्या सर्वात जवळची असलेली, अँड्रोमेडा किंवा देवयानी दीर्घिका ही आपल्या दीर्घिकेपासून सुमारे २२ लाख प्रकाशवर्षे दूर आहे. त्यामुळे तिला आपली सर्वात जवळची शेजारीण म्हटले जाते. शिवाय नव्या निरीक्षणातून असेही कळलेले आहे, की देवयानी आणि मंदाकिनी या दीर्घिका एकमेकींकडे सरकत जवळ येत आहेत. कालांतराने त्या एकमेकींना भेटूही शकतात. (हा वेग दर सेकंदाला सुमारे १२३ किलोमीटर एवढा आहे, असे अनेक निरीक्षणांच्या वरून ठरवले गेले आहे. देवयानी दीर्घिकेतील ताऱ्यांच्या नीलसृती अवकाशीय दुर्बिणींनी तपासल्यावर ही निश्चिती करता आली आहे.) आजपासून सुमारे साडेचार अब्ज वर्षांच्या कालावधीनंतर ही 'दीर्घिका मिलना'ची घटना घडू शकेल असा अंदाज त्यातून मांडला गेला आहे. या दीर्घिका एकत्रित येण्याच्या घटनेत कदाचित 'एम३३' ही त्रिकोण तारकासमूहात असणारी दीर्घिकाही थोड्या अलीकडच्या-पलीकडच्या कालावधीत त्यांच्यात सामील होईल असाही एक अंदाज आहे.

आपल्या दीर्घिकेला देवयानीपेक्षा जवळ असणाऱ्या दोन बटू दीर्घिका आहेत, ज्या आपण दक्षिणेकडील निरभ्र आकाशात नुसत्या डोळ्यांनीही पाहू शकतो. त्यातल्या

एकीला 'लार्ज मेगॅलेनिक क्लाऊड' (LMC) तर दुसरीला 'स्मॉल मेगॅलेनिक क्लाउड' (SMC) असे ओळखले जाते. या दोन्ही खरे तर मूळच्या मध्यम आकाराच्या, कदाचित आपल्या दीर्घिकेपेक्षा लहान ठराव्यात एवढ्या आकाराच्या दीर्घिका असाव्यात. आपल्या दीर्घिकेने भूतकाळात कधीतरी त्यांना गिळंकृत केले असल्याने, आता हा त्यांचा शिल्लक राहिलेला 'अवशिष्ट' भाग म्हणा हवं तर, असे ते दोन तुकडे आता एखाद्या ग्रहाभोवती फिरणाऱ्या उपग्रहाप्रमाणे आपल्या दीर्घिकेभोवती सध्या फिरत राहिलेले आहेत.

अधिक क्षमतेच्या आणि इतर प्रारणांमधून (अवरक्त किरण, रेडिओ, क्ष-किरण अशा माध्यमातून) आणि अवकाशीय दुर्बिणींच्या साहाय्याने निरीक्षणे घेणे सुरू झाले, तेव्हा सामान्य दृश्यप्रकाशापेक्षा अधिक माहिती हाती येऊ लागली. हबल, गैया, स्पिट्झर, हिप्पार्कस आणि आता जेम्स वेब अवकाशीय दुर्बिणी यात मोठे काम करत आहेत. या दुर्बिणींच्या निरीक्षणांमधून अधिक माहिती हाती येत गेली आणि लक्षात आले, की आपल्या तसेच देवयानी दीर्घिकेला एक-दोन नाही, तर एका मोठ्या गटाप्रमाणे असणाऱ्या बऱ्याच 'बटू उपग्रह दीर्घिका' आहेत. आपल्या



एम३१ भोवती असलेल्या काही बटू दीर्घिका
(आकृतीचे क्रेडिट : NS/ES/DSS2/अलेस्सांद्रो सॅव्हिनो (UC बर्कले)/ जोसेफ डेपास्क्वेल (STScI)/अकिरा फुजी)

दीर्घिकेभोवती फिरणाऱ्या सुमारे ८० बटू दीर्घिकांची तर आपल्याकडे नीट नोंद आहे. त्यांची अंतरे, त्यात असणाऱ्या ताऱ्यांची अंदाजे संख्या आणि त्यांचे एकूण वस्तुमान, एवढेच नाही तर, त्यांची कक्षीय दिशा आणि चलन हेही नोंदवलेले आहे. आपल्याच दीर्घिकेच्या मध्ये असण्याच्या अडथळयामुळे त्यापलीकडे असणाऱ्या काही दीर्घिका कदाचित आपल्याला दिसण्यात अडचणी येतात. त्यामुळे कदाचित ही एकूण बटू दीर्घिकांची संख्या शंभरपर्यंतही असावी असा एक अंदाज आहे.

अशाच प्रकारे देवयानी दीर्घिकेभोवतीही फिरणाऱ्या अनेक उपग्रह बटू दीर्घिका आता सापडल्या आहेत. देवयानीच्या पलीकडेही अशा बटू दीर्घिकांचे अस्तित्व निरनिराळ्या जवळच्या (याला स्थानिक दीर्घिकांचा गट असे म्हटले जाते, ज्यात सुमारे ३१ मोठ्या दीर्घिका आहेत.) दीर्घिकांमध्येही मोठ्या प्रमाणात दिसून आले आहे.

यात एक विचित्रपणे आढळणारी बाब म्हणजे त्या सगळ्याच बटू उपग्रह दीर्घिका आपल्याकडे जणू बोट दाखवत आहेत अशा मांडणीत आहेत, असे आता त्यांच्या अंतरांप्रमाणे आणि दिशांप्रमाणे त्यांचा एक त्रिमित नकाशा तयार केला गेला, तेव्हा हा प्रकार समोर आला आहे.

या विषयात संशोधन करणाऱ्या संघातर्फे 'कीथ कूपर' यांनी २२ एप्रिल २०२५ रोजी प्रकाशित केलेली ही एक बातमी आहे. पण यात काम करणारे संशोधक 'कॉस्मोलॉजिकल सिम्युलेशन्स' म्हणजे विश्वरचनाशास्त्राची संगणकीय प्रतिमाने तयार करणारेच म्हणतात, की अशी सरेखने खरे तर होऊ नये, कारण ज्याची शक्यता दीर्घिकांच्या मांडणीमध्ये दिसणे किंवा असणे हे ०.३ टक्क्यापेक्षा कमी असणे खरे तर अपेक्षित आहे! काय आहे हा प्रकार?

आपल्या शेजारच्या 'अँड्रोमेडा गॅलेक्सी' म्हणजेच 'देवयानी दीर्घिकेच्या' (हिलाच मेसियर ३१, किंवा नुसते 'एम३१' असे ओळखले जाते.) आसपास असणाऱ्या तिच्या उपग्रह आकाशगंगांची ही एकतर्फी मांडणी, व्यवस्था दिसते. जी प्रस्थापित वैज्ञानिक मानक प्रतिकृतींना, स्टॅन्डर्ड मॉडेलना आव्हान देते, ज्यामुळे आता खगोलशास्त्रज्ञांनाही एकूणच दीर्घिकांच्या उत्क्रांतीच्या संकल्पनांमध्ये अडचणी येत आहेत, जे या 'एम३१'च्या कुटुंबातील इतके सदस्य, आपल्या आकाशगंगेच्या दिशेने का रोखलेले आहेत, किंवा आपल्याकडेच त्या बोट का दाखवतात हे शोधण्याचा प्रयत्न सध्या चालू आहे.

'एम३१'च्या सर्वात तेजस्वी ३७ उपग्रह दीर्घिकांपैकी एक वगळता बाकी सर्व बटू उपग्रह दीर्घिका आपल्या आकाशगंगेच्या समोर असलेल्या या देवयानी या सर्पिल दीर्घिकेच्या एकाच बाजूला आहेत – सर्वात विचित्र म्हणजे 'मेसियर ११०', जी 'एम३१' दीर्घिकेच्या कोणत्याही हौशी निरीक्षकांनी घेतलेल्या प्रकाशचित्रांमध्ये सहज दिसते, ती मात्र एकटीच वेगळ्या दिशेला आहे.

'एम३१ ही आपल्याला माहीत असलेली एकमेव प्रणाली दिसून आली आहे, जी इतकी तीव्र विषमता दर्शवते,' असे जर्मनीतील पॉट्सडॅम येथील युनिव्हर्सिटीच्या इन्स्टिट्यूट फॉर फिजिक्स अँड ॲस्ट्रोनॉमीचे 'कोसुके जेमी कानेहिसा' यांनी याबाबतीत म्हटले आहे.

विश्वविज्ञानाच्या मानक प्रतिकृतीनुसार, विश्व हे कृष्ण–द्रव्याच्या, न दिसणाऱ्या गडद पदार्थांच्या विशाल ढगांनी भरलेले आहे. या ढगांमध्ये, देवयानी आणि आपल्या आकाशगंगेसारख्या मोठ्या आकाशगंगा वाढतात – त्या असंख्य लहान बटू आकाशगंगांच्या एकमेकींमध्ये विलीनीकरण होऊन. ज्यांना या कृष्णद्रव्याच्या न दिसणाऱ्या गुरुत्वाकर्षणाने ही ओढ सतत बसत असते, अशी संकल्पना आहे. आज आपण मोठ्या आकाशगंगांभोवती पाहतो त्या बटू आकाशगंगा या निर्मितिप्रक्रियेचे अवशेष आहेत. दीर्घिकांच्या या 'श्रेणीबद्ध वाढीच्या' संकल्पचित्रानुसार, या बटू उपग्रह दीर्घिका मोठ्या आकाशगंगांभोवती यादृच्छिकपणे (रचनाविरहित, कशाही) पसरलेल्या असायला पाहिजेत. तथापि, खगोलशास्त्रज्ञांना तसे इथे सापडत नाही.

याबाबतीत नोंद घेण्यासारख्या इतरही काही बाबी यात दिसून आल्या आहेत–

१. हायड्रा क्लस्टरमधील (वासुकी तारासमूहातील) बटू दीर्घिका शास्त्रज्ञांना गोंधळात टाकत आहेत. 'येथे आम्हाला असे काहीतरी सापडले आहे, ज्याची आम्हाला अपेक्षा नव्हती' असे याबाबत संशोधक मंडळी म्हणत आहेत.

२. काही कृष्ण पदार्थ, एखाद्या प्रभामंडळासारख्या रचनेत किंवा 'पोकळ वैश्विक - इस्टर अंड्यांसारखी रचना' बनून, त्या रचनाच विश्वातून फिरू शकतात असे यात काही ठिकाणी दिसून येत आहे.

३. तर काही हजार तारे, घाईघाईने जिथे त्यांची निर्मिती होत आहे, त्या त्यांच्या जन्मस्थानापासून दूर पळून जात आहेत, असेही दिसते आहे आणि शास्त्रज्ञांना ते असे का होत आहे हे मात्र अजून कळून आलेले नाही. ते एक कोडेच आहे.

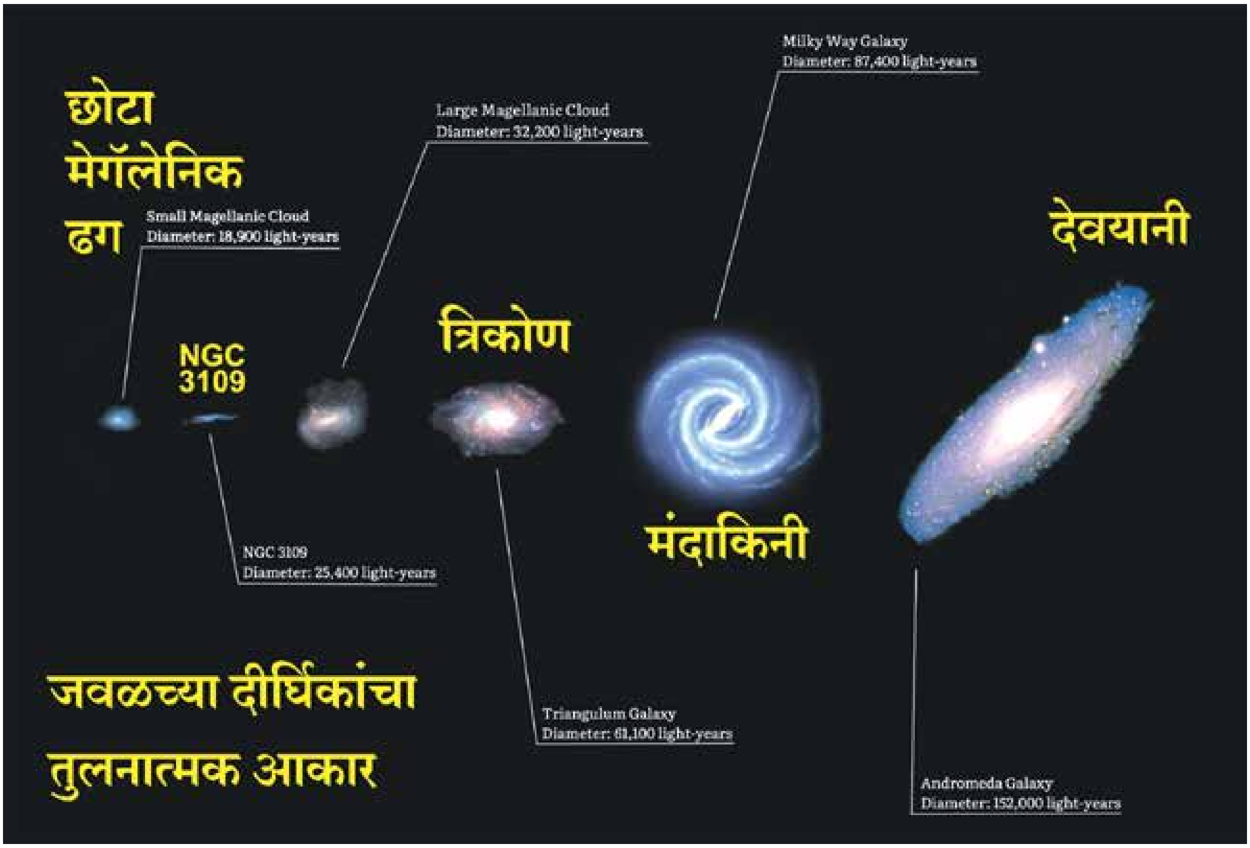
२०२५ मध्ये हबल स्पेस दुर्बिणीने पुष्टी केल्याप्रमाणे, 'एम३१'च्या बटू उपग्रहांचा एक मोठा भाग देवयानी दीर्घिकेभोवतीच्या एका समतलात मर्यादित स्वरूपात दिसतो आहे, आणि आपल्या आकाशगंगेभोवतीही असाच एक बटू दीर्घिकांचा उपग्रह गट आहे, तोही एका समतलातच अस्तित्वात आहे. जवळच्या दुसऱ्या एका दीर्घिकेभोवती, म्हणजे 'सेंटॉरस ए' या दीर्घिकेभोवतीही, बटू उपग्रह दीर्घिकांचा असाच समतल असल्याचे तात्पुरते पुरावेदेखील आता मिळाले आहेत. तर दूरवरच्या दीर्घिकांसाठी, कमकुवत (अंधूक) बटू दीर्घिका शोधणे आणि त्यांच्यापासूनचे त्यांच्या पालक मोठ्या दीर्घिकेशी असणारी त्यांची अंतरे मोजणे जरा कठीणच आहे. म्हणून खगोलशास्त्रज्ञ त्या प्रणाली सध्या काय स्थितीत आहेत, हे आज निश्चितपणे सांगू शकत नाहीत. तथापि, शास्त्रज्ञांनी पुष्टी केलेल्या बटू उपग्रह दीर्घिकांच्या या समतलांनादेखील विश्वरचनाविज्ञानाच्या मानक प्रतिकृतीमध्ये (मॉडेल) स्पष्ट करणे, त्याची कारणमीमांसा करणे कठीण जात आहे.

आता, 'एम३१' आणि त्याच्या या बटू उपग्रह दीर्घिका आणखी रहस्यमय बनत आहेत, कारण जवळजवळ सर्व बटू उपग्रह दीर्घिका आपल्या आकाशगंगेकडे तोंड करून असलेल्या, आणि 'एम३१'च्या फक्त एकाच बाजूला स्थित आहेत.

'कानेहिसा', त्यांचे पॉट्सडॅम युनिव्हर्सिटीतले सहकारी 'मार्सेल पावलोव्स्की' आणि 'नोम लिबेस्किंड' यांच्यासह नवीन संगणकीय प्रतिमाने (सिम्युलेशन) असे दर्शवतात, की विश्वविज्ञानाच्या मानक मॉडेलनुसार, अशी एकतर्फी व्यवस्था विश्वात असण्याची शक्यता ०.३ टक्क्यापेक्षा कमी आहे. तरीही, आपल्या जवळची आकाशगंगा त्या शक्यतांवर मात करत आहे. मग हा योगायोग, केव्हा फक्त योगायोग असतो आणि तो कधी खोल गूढतेची खिडकी उघडतो?

सर्वच बटू उपग्रह दीर्घिका वेगवेगळ्या वेगाने आणि निरनिराळ्या अंतरावर 'एम३१' भोवती फिरत आहेत; कदाचित आणखी काही अब्ज वर्षांनी, त्या अधिक पसरतील. म्हणून, वर वर पाहता, सध्याची सरेखने केवळ योगायोग म्हणून पाहिली जाऊ शकतात. तथापि, हा योगायोग घडण्याचीच शक्यता कमी असल्याने शास्त्रज्ञांना यावर विश्वास ठेवणे कठीण जात आहे. विश्वात काहीतरी विशिष्ट प्रकार दिसून आले, तर ते सहसा 'एखाद्या गोष्टीमुळे असे घडले आहे' असे अनुमान काढले जाते. तरीही, आतापर्यंत कोणत्याही विशिष्ट स्पष्टीकरणाकडे निर्देश करणारा कोणताही ठोस पुरावा या रचनेला मिळालेला नाही, याशिवाय हे सरेखन सध्या अस्तित्वात आहे, त्याचे कारणच कदाचित अलिकडचे (विश्वाच्या आयुष्याच्या संदर्भात) असावे अशी एक संकल्पना आहे...

'पुढील गोष्टी अनुमानित आहेत, परंतु मला वाटते की 'एम३१' प्रणालीच्या विश्वशास्त्रीय अपेक्षांशी विसंगतीमागील मूळ कारण काही अद्वितीय अभिवृद्धि इतिहास असेल', असे कानेहिसा यासंदर्भात मत व्यक्त करतात. आज आपल्याला या अस्थिर रचनाकृतीमध्ये 'एम३१'चे उपग्रह दिसतात ही वस्तुस्थिती आहे, पण जर कमीत कमी सांगायचे तर एक बाब



विचित्र आहे, की कदाचित यातले बरेच जण, जे अलीकडेच पडलेले आहेत, ते कदाचित देवयानीने सुमारे दोन ते तीन अब्ज वर्षांपूर्वी अनुभवलेल्या एखाद्या प्रमुख विलीनीकरणाशी संबंधित असू शकतात.'

कदाचित या दीर्घिका विलीनीकरण घटनेत, मोठ्या देवयानी दीर्घिकेद्वारे, मध्यम आकाराच्या अनेक दीर्घिकांचा या विलीनीकरणात वापर करण्यात आला असावा. हबल अवकाश दुर्बिणीने अलीकडेच देवयानीमध्ये खोलवर जाऊन केलेल्या अभ्यासामुळे 'एम३१'मध्ये निर्माण झालेल्या काही विकृतींचा मागोवा घेण्यात यश आले आहे. यात 'एम३१'ने गिळंकृत केलेल्या, जुन्या आकाशगंगेतून आलेल्या 'महाकाय हिंस्र ताऱ्यां'चे प्रवाह आणि ताऱ्यांच्या निर्मितीचा स्फोट या गोष्टी दिसून येतात. तथापि, जरी बटू आकाशगंगा जर अलीकडेच आल्या असतील, तर ज्या बटू दीर्घिका या आकाशगंगेच्या विलीनीकरणापेक्षा मागेच पडल्या आहेत, तरीही त्या सर्व आपल्या आकाशगंगेच्या समोर असलेल्या 'एम३१'च्या बाजूला, म्हणजे त्या एकाच बाजूला का आहेत हे काही स्पष्ट होत नाही.

दुसरा विचार असा आहे की, 'एम३१'च्या आपल्या बाजूला असलेल्या बटू आकाशगंगा खरोखरच या गुन्हेगाराकडे निर्देश करत असतील का? पण मग इतक्या वेगाने नाही. जर आपल्या आकाशगंगेने ही भूमिका बजावली असेल, तर आपण अशी अपेक्षा करू शकतो, की आपल्या बटू उपग्रहांची प्रणाली 'एम३१'कडे स्वतःचा असाच एकतर्फीपणा दाखवेल - परंतु ते तसे दिसत नाही, आणि दोन्ही आकाशगंगांमधील गुरुत्वाकर्षण भरती-ओहोटी-बल 'एम३१'च्या बटूंना या व्यवस्थेत खेचण्यासाठी पुरेसे बलवानही ठरत नाही.

'एम३१'च्या या उपग्रहांनी दाखवलेल्या असंभाव्य एकतर्फीपणाबद्दल काही सावधानतादेखील लक्षात घेण्यासारख्या आहेत.

'एम३१'च्या उपग्रहांपैकी फक्त चार उपग्रहांसाठी बटू आकाशगंगांच्या गतीबद्दलची अचूक माहिती आज ज्ञात आहे. (IC10 दीर्घिकाही यात मोजली तर मात्र पाच, जी 'एम३१' प्रणालीची एक वादग्रस्त सदस्य आहे), याचा अर्थ असा, की ही सिम्युलेशने थोडी अवघड असू शकतात. तथापि, 'गैया' खगोलमितीय मोहिमेतून पुढील माहितीचा संच (डेटासेट) प्राप्त झाल्यानंतर, आणखी एक किंवा दोन वर्षांत 'एम३१'च्या बटूंच्या किमान एक डझन हालचाली उच्च अचूकतेपर्यंत निश्चित करण्याचे खगोलशास्त्रज्ञांचे लक्ष्य आहे.

'एकदा आपल्याकडे योग्य गती असलेल्या 'एम३१' बटूंचा अधिक महत्त्वाचा नमुना हाती आला, की आपण निरीक्षण केलेल्या या 'असममिततेच्या वेळेच्या उत्क्रांतीचा' अभ्यास करण्यासाठी, आपण अधिक चांगल्या स्थितीत असू शकतो.' दुसऱ्या शब्दांत, हे सध्याचे एकतर्फी संरेखन किती काळ टिकून राहू शकते हे आपल्याला काही कालावधीनंतरच चांगले समजेल.

आणखी एक इशारा असा आहे की 'एम३१'च्या आसपास कदाचित अनेक कमकुवत, (अंधूक आणि वस्तुमानाने कमी) अद्याप शोध न लागलेल्या, उपग्रह बटू दीर्घिका असतील. आपल्याला माहीत आहे की हे कदाचित असेच असेल कारण विश्वरचनाविज्ञानाचे मानक मॉडेल भाकीत करते की 'एम३१' आणि आपल्या आकाशगंगेभोवती सध्या सापडलेल्या बटू दीर्घिकांपेक्षा जास्त बटू उपग्रह दीर्घिका असतील. या न सापडलेल्या बटू दीर्घिका एक तर लहान असतील आणि त्यात काहीच तारे असतील, ज्यामुळे त्यांना ओळखणे कठीण होईल. खरेच, 'एम३१'च्या आसपास सध्या ज्ञात असलेली सर्वात कमकुवत बटू दीर्घिका, जिला 'अँड्रोमेडा XXXV' म्हणजे 'देवयानी३५' असे ओळखतात, ती 'एम३१'च्या दूरच्या दुसऱ्या बाजूला आढळली आहे आणि ती इतरांच्या या एकतर्फी रचनेमध्ये (पॅटर्नमध्ये) येत नाही.

आपल्याला वाट पाहावी लागेल आणि पाहावे लागेल की कमी प्रकाशमान बटू दीर्घिकांच्या शोधामुळे ही जागतिक विषमता कायम राहते का. समजा, आपल्याला आढळले की केवळ तेजस्वी बटूच या विषमतेमध्ये सहभागी होते, तर त्यांच्या उत्पत्तीबद्दल मात्र काही अधिक प्रश्न निर्माण होतील.

'एम३१'भोवती फिरणाऱ्या बटू आकाशगंगांच्या व्यवस्थेची एक योजनाबद्ध आकृती, ज्यामध्ये त्यापैकी बहुतेक आपल्या आकाशगंगेसमोर असलेल्या 'एम३१'च्या बाजूला असल्याचे दिसत आहे. (प्रतिमा श्रेय : कोसुके जेमी कानेहिसा, AIP)

कदाचित 'एम३१'च्या या प्रणालीचे संरेखन परत करायचे झाल्यास आपल्याला वाटते तितके ते अशक्य नाही. आपल्या स्थानिक गटाबाहेरील फार कमी दीर्घिकांमध्ये त्यांच्या बटू कुटुंबांचे तपशीलवार निरीक्षण नकाशे तयार केले गेले आहेत – कारण या दीर्घिका खूप दूर आहेत आणि खूप अंधूक आहेत. ज्या आपण शोधू शकतो, त्यांची अचूक अंतरे अजून मिळालेली नाहीत, म्हणून आपण त्यांच्या मूळ पालक दीर्घिकेच्या कोणत्या बाजूला त्याची बटू कुटुंबे आहेत हे निश्चितपणे आज सांगू शकत नाही इतकेच.

देवयानी दीर्घिकेतील बटूंचे कुटुंब हे एक गूढ समोर आले आहे. प्रथम ते असामान्य सपाट विमानासारखे दिसत होते, ज्याभोवती त्यांच्यापैकी अर्ध्याहून अधिक कक्षेत पिंड फिरत आहेत आणि आता त्यांची ही दिसलेली एकतर्फीता यावरून हेच दिसून येते की कधीकधी आपले जवळचे शेजारीच आपल्यासाठी सर्वात परके ठरतात!

एक मात्र खरे, की जेवढे नवीन शोध लागताहेत, त्यापेक्षा अधिक कोडीही त्यातूनच तयार होत समोर येत आहेत. एका वळणावर येताच पुढील असंख्य रस्ते दिसायला लागतात, ते असे

– आनंद घैसास
anandghaisas@gmail.com

प्राध्यापक हवाबाण हरडे वर्गात शिकवत होते. हवामान बदल हा त्यांच्या व्याख्यानाचा विषय होता. विद्यार्थी जांभया देत होते. पण हरडेसर विलक्षण रंगात आले होते. ते म्हणाले, ''मुलांनो, तुम्हाला कधी असं उदाहरण दिसलं आहे का, ज्यातून जागतिक पातळीवर तापमान वाढत चालले आहे हे तुमच्या लक्षात आले?'' विनोद वर्गात फारसे लक्ष न देणाऱ्या विद्यार्थ्याने हात वर करताच सर्वजण चकित झाले. सरांनी खूण केल्यावर तो उठला आणि म्हणाला, ''सर, आमच्या गावातला एक शेतकरी आज सकाळी त्याच्या मक्याच्या शेतात गेला होता. त्याला आश्चर्याचा धक्का बसला कारण शेतात पॉप कॉर्नचा खच पडला होता!''

डॉ. रंजन गर्गे

ब्रह्मा

''मैत्री, ए मैत्री...''

''अग लीलावती! मैत्री घरी नाही का? कुठे गेला आहे?'' डॉ. हरिहरन काळजीयुक्त स्वरात विचारत होते.

''अहो, त्याचा फोन आला होता, की अपघातात गंभीररीत्या जखमी झालेल्या एका दाम्पत्याला हॉस्पिटलमध्ये भरती करून येतो म्हणून.'' डॉ. लीलावती यांनी हरिहरन यांची काळजी दूर केली.

''हा मैत्री पण ना, मोठी जोखीम घेऊन अडचणीत असलेल्यांना मदत केल्याशिवाय याला कसलं चैन पडतं आहे म्हणा!'' डॉ. हरिहरन स्वतःशीच पुटपुटले.

''अहो, आठवतंय ना तुम्हाला, आपल्याला मूल होत नव्हतं. दत्तक घेऊ या म्हटलं तर तुम्ही नाही म्हणालात. दत्तक मुलगा/मुलगी कुठले जनुकीय गुणधर्म घेऊन येईल सांगता येत नाही म्हणून आपण तो विचारच सोडला. मग आपण ह्युमन अँड्रॉइड आणायचा असं ठरवलं. दहा वर्षं म्हणता म्हणता कशी निघून गेली कळालंसुद्धा नाही. आपणच दहा वर्षांपूर्वी 'मानव' अँड्रॉइड कंपांनीकडून याला घरी घेऊन आलो होतो. आठवतय ना? त्याचं अत्यंत थाटामाटात बारसंसुद्धा केलं होतं. मोठ्या प्रेमानं त्याचं नाव आपण 'मैत्री' ठेवलं होतं. कॉलनीतली माणसं म्हणालीसुद्धा होती की 'मैत्री'हा आता खऱ्या आणि आभासी विश्वातला दुवा ठरणार आहे. आपल्या संशोधन संस्थेच्या कॉलनीतला हा पहिलाच ह्युमन अँड्रॉइड म्हणून अजूनसुद्धा सगळ्यांनाच त्याचं कौतुक आहे.'' डॉ. लीलावती यांनी आठवणी जाग्या केल्या.

''अग, सगळं आठवतंय. मीच तर 'मेड टु ऑर्डर' करून घेतला होता त्याला. आपल्या संशोधनाच्या क्षेत्रात मला नेहमी जाणवायचं की माझ्या विद्यार्थ्यांची स्मरणशक्ती चांगली आहे, तर्कशक्ती उत्तम आहे, पण प्रसंगानुरूप निर्णय घेण्याची क्षमता मात्र शून्य आहे. स्वतःची अशी नवनिर्मिती ते करूच शकत नाहीत. आणि म्हणूनच या अत्यंत दुर्मिळ क्षमतायुक्त ह्युमन अँड्रॉइडची निर्मिती करायलासुद्धा कंपनीला दोन वर्षं लागली होती. तब्बल दोन वर्ष! तेव्हा तयार झाला आमचा मैत्री.'' डॉ. हरिहरन यांना मैत्रीचं कौतुक केल्यावाचून चैन पडेना.

''मैत्री माझा आहेच मुळी गुणाचा. चांगला उंचापुरा ६.५ फूट उंच, चेहऱ्यावर आत्मविश्वास, ऊर्जेचा भरपूर स्रोत, संपूर्ण शरीरावर सावळ्या रंगाच्या कातडीचा थर बेमालूमपणे रोपित केलेला, भावनांचं नैसर्गिक प्रकटीकरण, नैसर्गिक हावभाव, शरीराची ढब आणि देहबोली, दांडगी स्मरणशक्ती, उत्तम तर्कसंगत विचारसरणी, आपत्कालीन व्यवस्थापनाची उत्तम जाण, प्रत्येक प्रश्नाला त्याच्याकडे फक्त दोन उत्तरं असतात. 'यस' आणि 'डन'. असं हे हरहुन्नरी व्यक्तिमत्त्व आहे माझ्या मैत्रीचं.'' लाडक्या मैत्रीचं किती कौतुक करू आणि किती नको, असं झालं होतं लीलावतीला.

''तुम्हाला दोन दिवसांपूर्वीच इंद्रप्रस्थ इथे नव्यानंच उभारण्यात आलेल्या आर्यभट वैमानिकी अंतराळ व्यवस्थापन केंद्रात 'रोबोनॉट अँड्रॉइड' तज्ज्ञ म्हणून एका विशेष प्रकल्पासाठी रुजू होण्याचं निमंत्रण आलं आहे. अंतराळ क्षेत्रातल्या विविध तज्ज्ञांना तिथे पाचारण करण्यात आलं आहे असं तुम्हीच म्हणता ना? रुजू व्हावं की नाही सारखा गोंधळ चालला आहे तुमच्या मनात. अहो, तुम्ही असं करता का, या बाबतीत मैत्रीचा सल्ला का घेत नाही?'' डॉ. लीलावती यांनी हरिहरन यांना मार्ग सुचवला.

''मैत्री! तो काय सल्ला देणार आहे?'' डॉ. हरिहरन कुत्सितपणे उद्गारले.

इतक्यात मैत्री घरी आला.

''यस, डॅड . काही प्रॉब्लेम आहे का? मी मदत करू शकतो का?'' – मैत्रीनं आपल्या स्वभावानुसार मदतीचा हात पुढे केला.

''अरे बाबा, हा माझ्या वैयक्तिक करियरचा प्रश्न आहे. मी लीलावतीशी बोलूनच सोडवतो.'' डॉ. हरिहरन यांनी त्याला टाळण्याचा प्रयत्न केला.

''नो डॅड, नो..नो.. नेव्हर. या! आपण सगळे बसून त्याच्यावर विचार करू. मी सोडवतो तुमचा प्रश्न.'' हरहुन्नरी आणि सकारात्मक स्वभावाच्या मैत्रीनं पुढाकार घेतला.

मैत्री प्रश्न समजून घेतो...

''डन, डॅडी, तुम्ही दोघं या प्रकल्पासाठी इन्द्रप्रस्थला जाणार आहात. मॉम, तूसुद्धा तयार राहा. तूसुद्धा डेटा सायंटिस्ट आहेस. तुलासुद्धा त्या केंद्रात काही दिवसांत नक्की रुजू करून घेतील. आणि मला स्वच्छ दिसतं आहे की माझीसुद्धा तुम्हाला या प्रकल्पात फार मोठी मदत होणार आहे.'' मैत्रीने निर्णय घेऊन टाकला.

''बघा, म्हटलं ना! मैत्रीने कसं सगळं वातावरण चैतन्यमय करून टाकलं आहे.'' डॉ. लीलावती या निर्णयामुळे खूप सुखावल्या होत्या.

''अरे बेटा. आज तुझा दहावा वाढदिवस आहे. बोल, काय गिफ्ट हवी आहे तुला?'' हरिहरन यांनी त्याला जवळ बोलावून पाठीवरून हात फिरवत प्रेमानं विचारलं.

''तुम्ही होकार द्यावा हीच माझ्यासाठी गिफ्ट.'' असं म्हणून तो मोठ्यानं हसला.

''ठीक तर, मी होकार कळवतो. आपण सगळेच निघणार आहोत.'' डॉ. हरिहरन यांना पटवण्यात मैत्री सफल झाला होता.

मैत्री आणि हरिहरन व लीलावती दाम्पत्य यांच्यातील अनुबंध चांगलेच दृढ झाले होते.

***

''आर्यभट केंद्रामधून अर्णब बोलतोय. शलाका, उद्याचे नेमके कार्यक्रम काय आहेत?''

''यस सर, डेटा बेस बघून सांगते......, उद्या ५ उपग्रह निकामी होताहेत, युरोपियन स्पेस एजन्सीचे २ अंतराळवीर अंतराळस्थानकावरून परत येत आहेत, कॅनेडियन स्पेस एजन्सीची दोन उड्डाणे सतीश धवन अंतराळ उड्डाण केंद्रावरून निश्चित झाली आहेत, आपले पाच अंतराळवीर मंगळ आणि गुरू यांच्या कक्षेतल्या उल्का आणि अशनी नष्ट करण्याच्या मोहिमेवर निघणार आहेत.

''फाइन, हे बघ, स्लोवाकियानं शिक्षण आणि हवामान या क्षेत्रातले दोन उपग्रह भूस्थिरकक्षेत लाँच करण्याची आपल्याला विनंती केली आहे. उद्या पाच जुने उपग्रह निकामी होताहेत. त्याकक्षेत हे दोन उपग्रह लाँच करायला हरकत नाही. आणखी काही नवीन मागणी आली आहे का? अरे हो! आठवलं, कालच चायना नॅशनल स्पेस ॲडमिनिस्ट्रेशनशी बोलणी झाली आहेत. लवकरच त्यांच्या तीन अंतराळ प्रयोगशाळा लाँच करायच्या आहेत. त्यानुसार त्यांच्या तीन कक्षा आरक्षित करून ठेव.''

यस सर, डेटा बेसमध्ये स्लोवाकिया आणि चीनची मागणी नोंदवली गेली आहेच. त्यानुसार अब्दुल कलाम अंतराळ उड्डाण केंद्राला सूचना जातीलच.''

''आणि हे बघ शलाका, जर्मनीची एक टेक्निकल टीम भेट देण्यासाठी पुढच्या महिन्यात येते आहे. सेमिनार हॉलमध्ये त्यांच्या समोर द्यायच्या सदरीकरणाची तयारी उत्तम असायला हवी. आपण एक महत्त्वपूर्ण 'एमओयू' साईन करणार आहोत. विविध प्रकारच्या अचूकता दर्शवणाऱ्या उपग्रह उपकरणांच्या उत्पादनासाठी आणि अत्याधुनिक 'उपग्रह लाँच सिस्टीम' विकसित करण्यासाठी जर्मनीशी आपला करार यशस्वी होणं गरजेचं आहे.''

''यस सर.''

***

जर्मन प्रतिनिधी मंडळ सेमिनार हॉलमध्ये स्थानापन्न होतं.

भारताची राजधानी इंद्रप्रस्थ हे जगातील एक अत्यंत व्यग्र, जिवंत आणि धावपळीचं शहर म्हणून जगाच्या नकाशावर झळकत होतं. आकर्षणस्थान होतं आमचं 'आर्यभट वैमानिकी अंतराळ व्यवस्थापन केंद्र'. अर्णबनं प्रतिनिधी मंडळाचं स्वागत केलं आणि त्यांना विविध उपक्रमांवर चालू असलेल्या कामांची माहिती व्हिडिओच्या माध्यमातून दिली.

''सध्या विशेष अशा कुठल्या प्रकल्पावर काम चाललं आहे?'' जर्मन प्रतिनिधीनं उत्सुकतेनं विचारलं.

''वसंत गोवारीकर अंतराळ प्रशिक्षण केंद्रात पंचवीस अंतराळवीरांची एक बॅच डॉ. मोना चक्रवर्ती यांच्या मार्गदर्शनाखाली अंतराळ दुर्बिणीतील निकामे झालेले विविध भाग दुरुस्त किंवा बदलण्याचे खास प्रशिक्षण घेत आहे', असं म्हणून शलाकानं व्हिडिओद्वारा माहिती दिली.

''ओह, ग्रेट. फारच जोखीमेचं काम आहे हे.'' जर्मन प्रतिनिधी उद्‌गारले.

दुसऱ्या दिवशी जर्मन प्रतिनिधी मंडळाचे अधिकारी आणि भारतीय अंतराळ तंत्रज्ञ यांची एक उच्च स्तरीय बैठक एका छोट्याशा बेटावर थाटलेल्या डॉ. अब्दुल कलाम

अंतराळ उड्डाण केंद्रावर सुरू झाली.

''सॅटॅलाइट लाँच व्हेइकल तंत्रज्ञानात आपण जो बादल करू इच्छित आहात त्यासंबंधी आम्ही काय मदत करू शकतो?'' जर्मन प्रतिनिधीनं प्रश्न केला.

''सध्याची सॅटॅलाइट लाँच व्हेइकल म्हणजे रॉकेट ही आकारानं फारच अवाढव्य आहेत. रॉकेट लाँचिंग स्टेशन खूप मोठा भूभाग व्यापतात. रॉकेटच्या आकाराचा ९० टक्के भाग इंधनानंच व्यापलेला असतो. पृथ्वीच्या कक्षेबाहेर उपग्रह नेऊन सोडण्यासाठी द्रवरूप किंवा घनरूप इंधनाला काही पर्याय शोधता येईल का, म्हणून आम्ही दोन पर्यायांवर विचार करत आहोत. त्यासाठी आम्हाला तुमची मदत लागणार आहे.'' रामचंद्रन यांनी सरळ प्रश्नालाच हात घातला.

''कोणते पर्याय?'' जर्मन प्रतिनिधींनी उत्सुकतेनं विचारलं.

''इंधनयुक्त रॉकेटचा खर्च साधारण ६००० डॉलर/कि.ग्रॅम. इतका आहे. तो आमच्या या अंतराळ देखभाल उद्योगाला परवडेनासा झाला आहे. याला पर्याय म्हणून विद्युत ऊर्जेचा वापर करता येईल का? किंवा दुसरा पर्याय असा की एखाद्या अतिवेगवान मानवरहित विमानातून उपग्रहाचं प्रक्षेपण करता येईल का?'' रामचंद्रन यांनी पर्याय मांडले.

''वा! कल्पना नावीन्यपूर्ण आहेत खऱ्या पण दुसरी कल्पना मला प्रॅक्टिकल वाटत नाही. कारण लागणारा प्रचंड थ्रस्ट ती निर्माण करू शकणार नाही. पहिली कल्पना मात्र कार्यान्वित करता येईल. एवढा प्रचंड 'थ्रस्ट' निर्माण करण्यासाठी 'ग्राऊंड बेस्ड इलेक्ट्रिक पॉवर लाँच सिस्टीम' विकसित करावी लागेल.' जर्मन प्रतिनिधींनी आपलं मत व्यक्त केलं.

''त्याची काही संकल्पनाचित्रं आम्ही तयार केली आहेत. मानव रहित विमान इंजिनांचीदेखील डिझाइन आम्ही तयार केली आहेत. आमची अशी इच्छा आहे की हे तंत्रज्ञान विकसित करण्यासाठी आपण विस्तारानं तांत्रिक चर्चा करावी.'' रामचंद्रन यांनी प्रस्ताव मांडला.

''या संदर्भात आम्ही आपली जरूर मदत करू शकू.'' जर्मन प्रतिनिधींनी ग्वाही दिली.

इंद्रप्रस्थ येथील आर्यभट वैमानिकी अंतराळ व्यवस्थापन केंद्रात भारत आणि जर्मनी यांच्यात झालेल्या सामंजस्य करारावर स्वाक्षऱ्या करण्यात आल्या. चार भारतीय अंतराळ तंत्रज्ञ एक वर्षासाठी जर्मनीत राहून हे तंत्रज्ञान विकसित करणार असं ठरलं.

***

२०६० साली 'ब्रह्मा' ही अवकाश दुर्बीण अवकाशात झेपावणार होती. जर्मन तंत्रज्ञांच्या सहकार्यानं उड्डाण तंत्रज्ञानात क्रांती झाली होती. डॉ. व्यंकटेश हे या प्रकल्पाचे प्रमुख होते.

पत्रकारपरिषदेला सुरुवात झाली.

''सर, या महाकाय दुर्बिणीचं वैशिष्ट्य काय सांगता येईल?''

'' 'ब्रह्मा' ही एक महाकाय इन्फ्रारेड दुर्बिण पृथ्वीपासून २५ लाख किमी. अंतरावर प्रस्थापित करून ब्रह्मांडाच्या उत्पत्तीची अनेक गुपितं उलगडली जाणार आहेत. यात जवळजवळ चौदा अब्ज वर्षांपूर्वीची ब्रह्मांडाची स्थिती जाणून घेण्याची शक्ती आहे. सूर्य या ताऱ्याचा जन्म कसा झाला आणि सजीवाला पोषक अशा रसायनांचा उगम नेमका केव्हा आणि कसा झाला हे जाणून घेण्यासाठी ही दुर्बीण अवकाशात झेपावणार आहे.'' व्यंकटेश.

''चौदा अब्ज वर्षापूर्वीचं ब्रह्मांड आपण कसं जाणून घेऊ शकू? आपण ते प्रत्यक्ष बघू शकू?''

''हो, दुर्बिण ही पृथ्वीपासून जेवढ्या दूर अंतरावरून अवकाशाकडे बघेल तेवढा आपण अवकाशाच्या जास्तीत जास्त भूतकाळाचा अंदाज घेऊ शकू. तुलनेनं हबल दुर्बीण ही फक्त ६०० किमी अंतरावर भ्रमण करत होती. इन्फ्रारेड किरणांची तरंगलंबी इतर किरणांच्या तुलनेनं जास्त असल्यामुळे जास्तीत जास्त अंतरावरील आकाशगंगेकडून येणाऱ्या किरणांचा वेध घेऊ शकते. म्हणजेच ती जास्तीत जास्त भूतकाळात डोकावू शकते. ही दुर्बीण खूप मोठ्या अंतरावरील आकाशगंगेत येणाऱ्या प्रकाशकिरणांकडे बघते तेव्हा त्या प्रकाशाचा आकृतीबंध सध्याचाच असतो, भूतकाळातला नसतो. अब्जावधी वर्षांपासून ही प्रकाशकिरणं एका निर्वात पोकळीतून प्रवास करत असल्यामुळे त्याचा सध्याचा आकृतिबंध अब्जावधी वर्षापूर्वीसारखाच असतो. त्यामुळे आपण त्या आकाशगंगेचा अब्जावधी वर्षापूर्वीचा अंदाज बांधू शकतो.'' व्यंकटेश.

''नाही, हे मी नीट समजू शकलो नाही. सोप्या शब्दात सांगाल का?''

''मी तुम्हाला एक उदाहरण देतो. असं बघा, की मी अनिकेत या माझ्याच मुलाचा पंचवीस वर्षांपूर्वीचा फोटो आज बारकाईने न्याहाळतो आहे असं समजा. आणि कल्पना करतो आहे की सध्याचा अनिकेत पंचवीस वर्षांपूर्वी कसा दिसत असेल. आणि याची कल्पना करत असताना मी त्या २५ वर्षापूर्वीच्या फोटोवरील शाईच्या आकृतिबंधाचा आधार घेऊन त्यातले किती आकृतिबंध सध्याच्या अनिकेतमध्ये दिसतात याचा अंदाज घेत असतो. या फोटोत एका घड्याळात २३.२७ असा आकडा दिसत असेल तर मी म्हणू शकतो की २५ वर्षांपूर्वी हा फोटो रात्री ११ वाजून २७

मिनिटांनी काढला होता. त्या फोटोत अनिकेतच्या डोक्यावर असलेलं टेंगूळ स्पष्ट दिसत असेल तर मी म्हणू शकतो आज जरी ते टेंगुळ दिसत नसलं तरी २५ वर्षांपूर्वी ते तिथे होतं. तर अशा प्रकारे या दुर्बिणीद्वारा अब्जावधी वर्षापूर्वीच्या परिस्थितीचे अंदाज बांधता येतात.'' व्यंकटेश.

''ते सगळं ठीक आहे, पण मग एवढ्या दूर अंतरावर ब्रह्मा मध्ये काही बिघाड झाला तर दुरुस्ती करण्याचं तंत्रज्ञान विकसित केलं आहे का? कारण २०३५ सालची 'स्टिफन हेग्झावेब' दुर्बीण दुरुस्त न करता आल्यामुळेच निकामी झाली होती.''

''छान प्रश्न विचारलात. खरं आहे तुमचं. या दुर्बिणीचं वेगळेपण म्हणजे यात 'रोबोनॉट'चा वापर करून ब्रह्मा ही दुर्बीण दुरुस्त करता येणार आहे. या दुर्बिणीतील दुरुस्त्या व त्यातील उपकरणांचं रि-प्रोग्रामिंग पृथ्वीवरूनच कसं करता येईल याचं तंत्रज्ञान तर त्यांनी विकसित केलेलं आहेच, शिवाय 'रोबोनॉट अँड्रॉइड' पाठवून दुरुस्त्या करण्यासाठीच्या मोहिमेचीही आमची तयारी आहे.'' व्यंकटेश.

'' 'ब्रह्मा' २५ लाख किमी.चा प्रवास कसा आणि किती दिवसांत करणार आहे?''

''यासाठी जे उड्डाणतंत्रज्ञान आम्ही वापरणार आहोत त्यात 'स्पिन लाँच' या अत्याधुनिक तंत्राचा वापर आम्ही करणार आहोत. यामुळे उड्डाणाचा खर्च ६००० डॉलरवरून २००० डॉलर/कि.ग्रॅ. इतका कमी करता आला आहे. या तंत्राद्वारे केवळ दहा दिवसांत ब्रह्मा नियोजित कक्षेत प्रस्थापित होईल. 'ब्रह्मा' दुर्बिणीला अवकाशात सोडण्यासाठी आम्ही 'स्पिन लाँच रॉकेट' विकसित केलं आहे. यात पारंपरिक पद्धतीनं वापरलं जाणारं इंधन वापरलं जात नाही. स्फोट, ज्वाला, धुराचे लोट, हादरे आणि प्रचंड आवाज असं तुम्हाला काहीही बघायला मिळणार नाही. यात प्रवेग तंत्रज्ञानाचा अवलंब करण्यात आला आहे. ज्याला 'मास ॲक्सिलरेटर'असं म्हणतात. यात शंभर मीटर व्यासाच्या वर्तुळाकार चेंबर मध्ये ४५० आरपीएम वेगानं त्या रॉकेटचं परिभ्रमण घडवून आणलं जातं. हे सर्व निर्वात पोकळीत घडेल. हे विद्युतशक्तीवर घडवून आणल्यावर त्याचं रूपांतर गतिजन्य ऊर्जेत केलं जातं. निर्वात पोकळीत प्रचंड गतिजन्य ऊर्जा निर्माण करून हे रॉकेट परिभ्रमण अवस्थेतच १२००० किमी प्रती तास एवढ्या प्रचंड वेगानं ३५ अंश कोनात अवकाशात भिरकावलं जातं. ६१००० मीटर उंचीवर पोहोचल्यावर या रॉकेटचं इंजिन प्रज्वलित करून या दुर्बीण उपग्रहाला २८२०० किमी प्रतितास या वेगाने निश्चित केलेल्या कक्षेत पाठवलं जातं.'' डॉ. स्पिल बॉब.

मैत्रीनं संध्याकाळचा स्वयंपाक केला. हरिहरन आणि लीलावती यांना जेवण वाढत असताना हरिहरन यांचा चेहरा चिंताग्रस्त असल्याचं मैत्रीनं जाणलं. रात्री सगळ्यांची जेवणं आटोपली. पण आज जेवताना हास्यविनोद झाले नाहीत. हरिहरन काही न बोलताच बेडरुममध्ये निघून गेले.

स्पिन लॉन्च मास ॲक्सिलरेटर

''मॉम, अग डॅडला आज काय झालं आहे?'' मैत्रीनं काळजीयुक्त स्वरात विचारलं.

''ऑफिसचं टेन्शन, दुसरं काय असणार आहे. मला त्याची सवय झाली आहे.'' लीलावती सहज म्हणून गेल्या.

''नाही मॉम, ही चिंता काही वेगळीच आहे. मला या विषयावर त्यांच्याशी बोललंच पाहिजे.'' मैत्रीच्या बारीक नजरेनं हरिहरनची चिंता बरोबर जाणली होती.

मैत्रीनं बेडरूममध्ये जाऊन डॅडला बोलतं केलं.

''डॅड, तुमच्या 'रोबोनॉट अँड्रॉइड'संबंधीच्या संशोधनात प्रगती कशी काय चालली आहे?'' मैत्रीनं मुद्यालाच हात घातला.

''ते काम इतकं सोपं नाहीये मैत्री! यातून एक कॉस्मोनॉट तयार करायचा आहे! तो एक तंत्रज्ञ तर असणार आहेच, मात्र या कामासाठी त्याला विशेष प्रशिक्षणाची गरज भासणार आहे. खूप धडसाचं काम आहे ते.'' हरिहरन चिंताग्रस्त चेहऱ्यानं अडचण बोलून दाखवत होते.

''डॅड, तुमच्या या कामात मी काही मदत करू शकतो का? मीसुद्धा एक 'रोबोनॉट अँड्रॉइड' आहे. मी ते विशेष प्रशिक्षण घ्यायला तयार आहे. मी होईन कॉस्मोनॉट. यस, मला सांगा या साठी मी काय काय करायला हवं ते.'' मैत्रीनं स्वतःच तयारी दर्शवली.

''अरे मैत्री, तू आता आमच्यासाठी नुसता ह्युमन अँड्रॉइड राहिलेला नाहीस. तू आमचा लाडका मुलगा आहेस. आपल्यात नातेसंबंध निर्माण झाले आहेत. मी तुझ्यावर एवढी

मोठी जोखीम नाही टाकू शकत. या मोहिमेत जिवाचं काहीही बारं वाईट होऊ शकतं! मी हे काम तुला नाही सांगू शकत बेटा.'' हरिहरन भावनाविवश होऊन बोलत होते.

''ते काही नाही! या आंतरराष्ट्रीय प्रकल्पाच्या यशस्वीतेसाठी मी कॉस्मोनॉट होऊन दिलेली जबाबदारी पार पडणार आहे, ही आता काळ्या दगडावरची रेघ समजा. उद्या मी स्वतःच प्रकल्पप्रमुख नरेंद्र यांना जाऊन भेटणार आहे.'' मैत्रीनं स्वतःहूनच पुढाकार घेतला.

''मैत्री असं करू नकोस बाळा! कारण हे करण्यासाठी मला तुझ्यात उत्परिवर्तन म्हणजे म्युटेशन घडवून आणावं लागेल. ती म्युटेशन कायम स्वरूपाची असतील. त्यातून काही अघटितसुद्धा घडू शकतं. यातून आम्ही आमचा मैत्री कायमस्वरूपी गमावून बसलो तर? नको, नको. मला तर कल्पनासुद्धा करवत नाहीये.'' हरिहरन गहिवरून बोलत होते.

''अरे मैत्री, तुझ्या डॅडीना त्यांच्या संशोधनात नक्की यश येईल. संशोधनात असे चढउतार येतच असतात. त्यासाठी तुला इतका पुढाकार घ्यायची गरज नाही. आणि तुझी मॉम म्हणून सांगते की तुला कुठल्याही प्रकारचा त्रास झालेला मला बघवणार नाही.'' लीलावतीनं आपलं मत मांडलं.

मैत्रीच्या बालहट्टापुढे डॅडी आणि मॉम यांना शेवटी हार खावी लागली. नरेंद्र, हरिहरन आणि मैत्री यांची खास सभा संपन्न झाली. मैत्रीची प्रगल्भ बुद्धिमत्ता बघून आणि त्यानं स्वतः पुढाकार घेतलेला आहे म्हटल्यावर डॉ. हरिहरन यांनी मैत्रीचा 'म्यूटंट' तयार करण्याचा धाडसी निर्णय घेतला होता.

म्युटंट म्हणजे मैत्रीचे गुणधर्म बदलून त्यापासून 'सुपर मैत्री' तयार करणं. मैत्रीला अंतराळ प्रशिक्षण देण्यास सुरुवात झाली होती. त्याच्या स्मरणशक्ती, तर्कशक्ती आणि हजरजबाबी वृत्तीत खास प्रगत यंत्रणा विकसित करण्यात आल्या होत्या. डॉ. हरिहरन यांनी त्याचं नामकरणसुद्धा केलं. 'मैत्रोइड-२०६०' या नावाने आता हा म्युटंट ओळखला जाणार होता. 'मैत्रोइड-२०६०' हा 'कॉस्मोनॉट' वेळ पडलीच तर आपत्कालीन परिस्थितीत अंतराळात जाऊन दुर्बिणीची दुरुस्ती करण्यासाठीच तयार केला होता. डॉ. हरिहरन यांचं ते 'ब्रेन चाइल्ड' होतं. तर ठरलं 'गरुड' हे त्या यानाचं नाव असेल आणि 'मैत्रोइड-२०६०' हा 'कॉस्मोनॉट' त्यातून अंतराळप्रवास करेल.

***

ब्रह्मा नियोजित कक्षेत प्रस्थापित होऊन आता सहा वर्षं झाली होती. बिग बँगचे पुरावे हाती आले होते. जीवनिर्मितीला लागणाऱ्या मूलभूत घटकांचं अस्तित्व आणि या मूलघटकांचं कालांतरानं संम्मीलन कसं होत गेलं याचे

मैत्रोइड-२०६०

पुरावे हाती आले होते. उत्क्रांतीच्या अनेक टप्प्यांचा नव्यानं उलगडा झाला होता. अनेक नवनवीन आकाशगंगा आणि तिथल्या वातावरणाचं विश्लेषण करणारे आलेख प्राप्त झाले होते.

अंतराळातील उपग्रहांचा कचरा ही मात्र फार मोठी डोकेदुखी झाली होती. इतर उपग्रह किंवा महाकाय अशनी केव्हा ब्रह्मावर येऊन धडकतील सांगता येत नव्हतं.

२० जानेवारी २०६६ चा तो दिवस होता. शास्त्रज्ञ आणि तंत्रज्ञ मंडळी हिरवळीवर आरामात चहापान करत होती. सध्याचे प्रकल्प प्रमुख डॉ. नरेंद्र काही तांत्रिक बाबींविषयी चर्चा करत होते. इतक्यात एक तंत्रज्ञ काही छायाचित्रं आणि आलेख घेऊन धावतच आला. डॉ. नरेंद्र यांनी त्या बारकाईनं न्याहाळल्या आणि त्यांच्या चेहऱ्यावर शंकेची पाल चुकचुकली. सहभागी अंतराळसंस्थांच्या प्रमुखांशी काही मिनिटं चर्चा करून आपत्कालीन मोहीम लाँच करण्याचा निर्णय घेण्यात आला होता. मिळणाऱ्या प्रतिमा जशा अंधुक दिसू लागल्या तशी स्पिन लाँच स्टेशनवर धावपळ सुरू झाली. स्पिन लाँच स्टेशनवर महाकाय असा 'सब-ऑर्बायटल मास ॲक्सिलरेटर' हा आपत्कालीन मोहिमेसाठी सज्ज होताच. गरुड हे 'मैत्रोइड-२०६०' या 'कॉस्मोनॉट'ला ब्रह्माच्या दुरुस्तीसाठी घेऊन जाण्यासाठी सज्ज होतं. ब्रह्माचा दुय्यम आरसा Secondary mirror आणि इन्फ्रारेड कॅमेरा बदलणं भाग होतं.

'मैत्रोइड-२०६०' या कॉस्मोनॉटच्या मेंदूत उपयुक्त अशी सगळी सॉफ्टवेयर आणि सूचना लोड करण्यात आल्या होत्या. दुय्यम आरसा आणि इन्फ्रारेड कॅमेरा कशा पद्धतीनं प्रस्थापित करायचा याचं प्रशिक्षणदेखील त्याला देण्यात आलं होतं. गरुडनं 'मैत्रोइड-२०६०' आणि पे लोड घेऊन स्पिन लाँच स्टेशनवरून एका रॉकेटद्वारा अवकाशात झेप घेतली.

गरुडझेप

उड्डाण घेतल्यानंतर दहाव्या दिवशी हे यान ब्रह्मा दुर्बिणीला डॉक होणार होतं. डॉ. हरिहरन यांनी ही जोखीम पत्करली होती आणि त्याप्रमाणे डॉकिंग तर यशस्वी झालं. पूर्वसूचनेनुसार 'मैत्रोइड-२०६०'नं त्या यानात उभ्या शिडीवरून ५० पायऱ्या चढून गरुडचं वरचं झाकण यशस्वीरीत्या उघडलंसुद्धा. आता स्काय वॉक करत त्यानं सर्वेक्षण करून स्वयंचलित निर्णयप्रक्रियेद्वारा बारा तासानंतर दुरुस्तीची प्रक्रिया सुरू करण्याचा निर्णय घेतला होता.

***

परंतु इकडे स्टेशनवर मात्र गरुडनं उड्डाण केल्यावर तिसऱ्याच दिवशी हरिहरन यांना स्ट्रोकचा झटका आला आणि या मोहिमेच्या यशाबद्दल शंका व्यक्त केल्या जाऊ लागल्या. मैत्रोइड-२०६०चं कार्य एकीकडे आशादायक आणि प्रगतीपथावर चाललं होतं तर दुसरीकडे डॉ. हरिहरन यांची सगळ्यांनाच चिंता वाटत होती.

''सर, डॉ. हरिहरन कुठलाच प्रतिसाद देत नाहीयेत? शरीराचा उजवा भाग लुळा पडला आहे. ते बोलत नाहीयेत. त्यांची बुबुळं स्थिर झालेली आहेत. ताबडतोब पोहोचा.'' नरेंद्र यांच्या निर्णयावर मोहिमेचं भविष्य अवलंबून होतं.

''मी पोहोचतोच, या लाँचिंग स्टेशनवरून कदाचित त्यांना हलवावं लागेल. एअर अम्ब्युलन्स तयार ठेवा.'' डॉक्टर बिल यांनी त्वरित प्रतिसाद दिला.

''ते मिशनप्रमुख आहेत, त्यांची या क्षणी आम्हाला नितांत गरज आहे. प्लीज हरी अप डॉक्टर!'' नरेंद्र हातघाईला आले होते.

थोड्याच वेळात डॉक्टर बिल लाँचिंग स्टेशनवर पोहोचले होते.

''ओह, हा स्ट्रोक आहे. डोळे उघडे आहेत, बोलणं समजत नाहीये. मी ब्रेन कम्प्युटर इंटरफेजतज्ज्ञ बायोमेडिकल इंजिनीयर डॉ. उज्ज्वल यांच्याशी बोलतो. ते यातले तज्ज्ञ आहेत. हे क्रांतिकारी तंत्रज्ञानच डॉ. हरिहरन यांना बरं करू शकेल.'' डॉक्टर बिल यांनी त्वरित निर्णय घेतला.

''यस, मी डॉक्टर बिल, स्पिन लाँच स्टेशनवरून बोलतोय. डॉ. उज्ज्वल यांच्याशी बोलू शकतो का?''

''यस, डॉ. उज्ज्वल हिअर.''

डॉक्टर बिल यांनी सगळी परिस्थिती डॉ. उज्ज्वल यांना नीट समजावून सांगितली आणि म्हणाले आपल्या हातात फक्त सात-आठ दिवस आहेत. यांना आपल्याशी कुठल्याही प्रकारे संवाद साधता यायलाच हवा. कारण वेळ पडली तर अंतराळातील कॉस्मोनॉटलादेखील त्यांना काही सूचना द्याव्या लागतील.''

'ठीक आहे मला कम्प्युटरवर एका सिस्टीमचा आधार घेऊन त्यांच्या मेंदूकडून येणाऱ्या संदेशांचं विश्लेषण करून त्याचं अक्षरभाषेत रूपांतर करावं लागेल. 'ऑडिटरी फीडबॅक' मिळवण्यासाठी त्यांच्या मेंदूवर 'मायक्रो इलेक्ट्रोड' तत्काळ इमप्लांट करावे लागतील. आपल्या स्टेशनवर ऑपरेशन थिएटर आणि लाईफ सपोर्ट सिस्टीम असेल तर आमची सपोर्ट टीम तिथे पोहोचू शकते. मी इथूनच रोबोटिक ब्रेन सर्जरी करेन.'' उज्ज्वल एवढं बोलून परिस्थितीचं गांभीर्य लक्षात घेऊन तत्काळ कामाला लागले.

''मी सपोर्ट टीमला घेण्यासाठी हेलिकॉप्टर पाठवतो.'' बिल उत्तरले.

सहा तासांच्या आत सपोर्ट टीम दाखल झाली. डॉक्टर उज्ज्वल यांनी आपल्या सपोर्ट टीमच्या सहकार्यानं रोबोटिक सर्जरीद्वारा डॉ. हरिहरन यांच्या मेंदूवर इम्प्लांट सर्जरी सुरू केली. स्ट्रोक फार तीव्रतेचा नसला तरी वेळ मात्र फारच तीव्रतेची होती. त्यांच्या ब्रेन वेव्हशी मायक्रो इलेक्ट्रोडची वेव्हलेंथ जुळवून आणायला फारसा प्रयास करावा लागला नाही. दोन दिवसांच्या अथक प्रयत्नांनंतर त्यांच्या बुबुळाच्या हालचालींचं रूपांतर अक्षरभाषेत करण्यात डॉ. उज्ज्वल यांना यश आलं. त्यांना विचारलेल्या प्रश्नांनादेखील बुबुळाच्या हालचालींद्वारा प्रतिसाद मिळू लागला.

''डॉ. उज्ज्वल, तुमचं अभिनंदन आणि आभार'' नरेंद्र यांच्या डोळ्यांत अश्रू तरारले होते.

बुबुळांच्या हालचाली द्वारा डॉ. हरिहरन आता 'मैत्रोइड-२०६०' त्या प्रगतीविषयी विचारणा करत होते, आणि डॉक्टर नरेंद्र त्यांना सगळं व्यवस्थित चालू असल्याचं संगत होते. एकूणच ऑडिटरी फीडबॅक सिस्टीम व्यवस्थित काम करत होती. .

***

आज मोहिमेचा अकरावा दिवस होता.

आणि... लॉचिंग स्टेशनवर बिप...बिप... असा आवाज करत लाल दिवा लुकलुकत होता.

''मैत्रोइड-२०६० बोलतोय. ऑटो मेमरी काम करत नाही. मी निर्णय घेऊ शकत नाही. ओव्हर.''

आता मात्र लॉचिंग स्टेशनवर एकच धांदल उडाली. या आपत्कालीन परिस्थितीत डॉ. हरिहरन हेच मार्ग काढू शकत होते. सुदैवानं ते आता बुबुळांच्या हालचालीद्वारा चांगला प्रतिसाद देऊ लागले होते.

''सर, 'मैत्रोइड-२०६० निर्णय घेऊ शकत नाही. काय करायचं?'' नरेंद्र यांनी हरिहरन यांना सूचना दिली.

बुबुळाच्या हालचाली द्वारा दिलेल्या सूचना नरेंद्र हे 'मैत्रोइड-२०६०' पर्यंत पोहोचवतील असं ठरलं होतं.

''स्विच ऑन टु मॅन्युअल मेमरी ऑप्शन प्लीज!'' हरिहरन यांनी सूचना केली.

''ठीक आहे.'' मैत्रोइड-२०६०.

''आता मी सांगतो तसं करत जा.'' हरिहरन.

सूचनेनुसार मैत्रोइड-२०६०नं प्रथम काही सिस्टीम बंद केल्या. मोठ्या सराईतासारखा शिडी चढून यानाच्या बाहेर आला. स्काय वॉक करत त्यानं मिळालेल्या सूचनेनुसार प्रथम मोठ्या प्रयासानं दुय्यम आरसा बदलण्यात यश मिळवलं. पुन्हा तो यानात शिरला. यानातून इन्फ्रारेड कॅमेरा घेऊन त्यानं तोदेखील सूचनेनुसार बदलला. आणि ब्रह्माच्या बंद केलेल्या सिस्टीम त्यानं पुन्हा कार्यान्वित केल्या.

यस, स्पिन लाँच केंद्रावर छायाचित्रं आणि आलेख आता स्पष्ट दिसत होते.

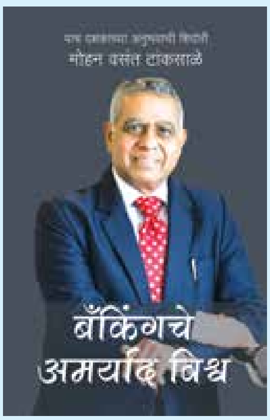
''मैत्रोइड-२०६०, तुझं अभिनंदन. तू फार छान काम केलं आहेस. आता तुला दुर्बिणीपासून तुझं यान वेगळं करायचं आहे. हे डी-डॉकिंग तुला सावधानतेने करायचं आहे.' हरिहरन यांनी सूचना केली. सूचनेनुसार गरुड हे मैत्रोइड-२०६० घेऊन ब्रह्मापासून वेगळं झालं. आणि गरुडचा प्रवास पृथ्वीच्या दिशेनं सुखरूप सुरू झाला होता. मोहीम फत्ते झाली होती. लॉचिंग स्टेशनवर अभूतपूर्व जल्लोष केला गेला. डॉ. हरिहरन या मोहिमेचे हीरो ठरले होते. डॉ. हरिहरन यांना सगळ्यांनीच मानाचा मुजरा केला. ते बोलू शकत नव्हते, पण बुबुळांच्या वेगवान हालचाली त्यांना झालेल्या आनंदाची साक्ष देत होत्या.

''शाब्बास 'मैत्रोइड-२०६०!' तुझ्या दुरुस्तीच्या कामगिरीनं आज पृथ्वीच्या जिरेटोपात मनाचा तुरा खोवला गेला आहे.'' नरेंद्र याचा आनंद गगनात मावत नव्हता.

ब्रह्माने २५ लाख किमी अंतरावरून पाठवलेली छायाचित्रं मात्र अचंबित करून टाकणारी आहेत. घनदाट आणि धुळीच्या ढगाळ अशा वातावरणातून काही सूर्यमाला लुकलुकत आहेत. या ताऱ्यावरील एका ग्रहावर पृथ्वीला साजेसं तापमान आहे. पाणी असण्याचे संकेत प्राप्त झाले आहेत. तो अवकाशातला बिंदू भविष्यातल्या संशोधनासाठी निश्चित करण्यात आला आहे.

होय, परग्रहावरील जिवानं दिलेली हाक आज वसुंधरेला ऐकू आली होती!

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



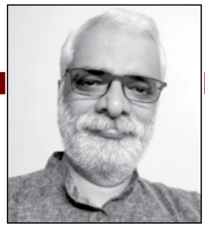
मोहन टांकसाळे यांचे
मराठी व हिंदी पुस्तक

बँकिगचे अमर्याद विश्व
आणि
बैंकिग की अनंत सीमाएँ

मूल्य ३०० रुपये
सवलतीत २०० रुपये

टपालखर्च ५० रु.

मूल्य ३५० रुपये
सवलतीत २०० रुपये



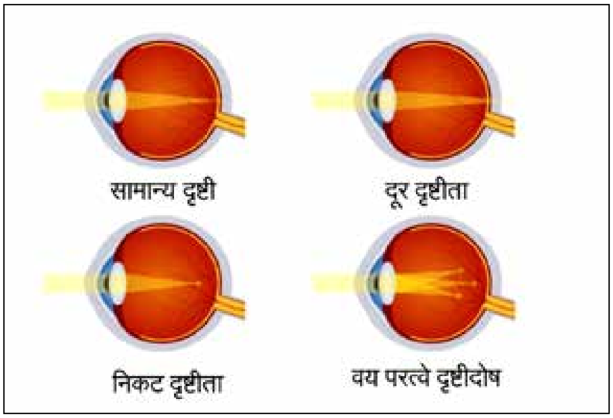
डॉ. जयंत वसंत जोशी

चष्मा कारागीर - विज्ञान आणि तंत्रज्ञान

चष्म्यातील विज्ञान

चष्मा हे दृष्टिदोष सुधारण्याचे एक साधन आहे, ज्यामध्ये आवश्यकतेप्रमाणे भिंगे बसवलेली असतात. हे भिंगे दृष्टिदोष दुरुस्त करण्यासाठी निर्माण केलेली असतात. आपल्या डोळ्यांत असलेल्या नेत्रपटलावर डोळ्यांसमोरील दृश्य योग्य दिसत नाही, तेव्हा दृष्टिदोष निर्माण होतो.

दृष्टिदोष मुख्यतः तीन प्रकारचे असतात. पहिला, जवळचा किंवा निकट दृष्टिदोष. ज्यामध्ये जवळच्या वस्तू स्पष्ट दिसतात, पण दूरच्या वस्तू अस्पष्ट किंवा धूसर दिसतात. मायोपियामध्ये डोळ्यांतील प्रकाश डोळ्यांच्या पाठीमागे असलेल्या दृष्टिपटलावर योग्यरीत्या केंद्रित होत नाही. दृष्टिपटलाच्या आधीच एकत्र येतो. यालाच मायोपिया (Myopia) असे म्हणतात. दुसरा प्रकार दूरचा दृष्टिदोष. यात जवळचे नीट दिसत नाही. या दृष्टिदोषात डोळ्यांतील प्रकाश डोळ्याच्या पाठीमागे असलेल्या दृष्टिपटलावर योग्यरीत्या केंद्रित न होता, दृष्टिपटलाच्या पाठीमागे एकत्र येतो. यालाच हायपरमेट्रोपिया (Hypermetropia) म्हणतात. तिसऱ्या प्रकारात वयाच्या वाढीसोबत जवळचे वाचणे अवघड होते. याला प्रेसबायोपिया (Presbyopia) म्हणतात. दृष्टिदोष सुधारण्यासाठी मुख्यतः दोन प्रकारची भिंग वापरतात. एक, अंतर्गोल भिंग किंवा अवतल भिंग (Concave Lens). हे भिंग निकट दृष्टिता (मायोपिया) हा दृष्टिदोष असणाऱ्यांत, तो दुरुस्त करण्यासाठी वापरतात. हे भिंग बशीच्या आतील भागासारखे खोलगट असते व ते प्रकाशकिरणांना फैलावते. त्यामुळे डोळ्यांसमोरील दृष्याची प्रतिमा नेमकी दृष्टीपटलावर तयार होते व निकट दृष्टिदोष दुरुस्त होतो. भिंगांचा दुसरा प्रकार बहिर्गोल भिंग किंवा उत्तल भिंग (Convex Lens). याचा उपयोग दूर दृष्टिता (हायपरमेट्रोपिया) आणि प्रेसबायोपियासाठी वापरतात.

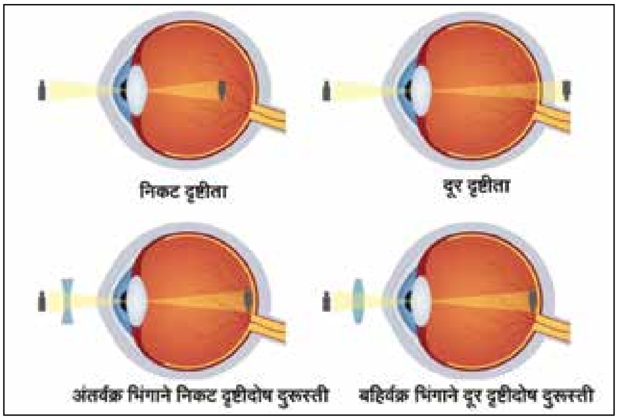


या प्रकारचे भिंग प्रकाशकिरणांना एकत्र आणते. त्यामुळे दृष्टिपटलाच्या पलीकडे निर्माण होणारी प्रतिमा दृष्टिपटलावर होते व दूरदृष्टिदोष दुरुस्त होतो.

एकाच प्रकारच्या दृष्टिदोष दुरुस्तीसाठी एकच भिंग वापरले जाते. बायफोकल प्रकाराच्या चष्म्यात चष्म्याच्या भिंगाच्या काचेचा वरचा भाग दूर पाहण्यासाठी, खालचा भाग जवळ पाहण्यासाठी असतो. या प्रकारच्या चष्म्यात दोन वेगवेगळे नाभीय अंतर असलेली दोन स्वतंत्र भिंगे दोन्हीही एकाच चौकटीत बसवलेल्या असतात. नवीन, प्रोग्रेसिव्ह प्रकारच्या भिंगात, एकाच भिंगात वेगवेगळे नाभीय अंतर, सतत, सलग बदलणारे भिंग असते.

चष्म्याचा नंबर कसा ठरवतात?

चष्म्याचा नंबर म्हणजेच डोळ्याचा दृष्टिदोष किती आणि कसा आहे, हे मोजणे, आणि त्यानुसार योग्य भिंग बनवणे. चष्म्याचा नंबर म्हणजे डोळ्याला दूर/जवळ पाहताना लागणाऱ्या भिंगाच्या शक्तीचा परिमाण याला ठ (Prescription) म्हणतात, आणि त्यात विविध घटक असतात : डायोप्टर हे एकक आहे जे चष्म्याच्या भिंगाची



शक्ती मोजण्यासाठी वापरले जाते. ही शक्ती म्हणजे भिंग प्रकाशाची दिशा किती वळवते किंवा केंद्रित करते, याचे मोजमाप. डायोप्टर = १ / (भिंगाचे नाभीय अंतर मीटरमध्ये). डोळ्यांवरील ताण मोजण्याचे साधन, ज्याला ऑप्थल्मोमीटर किंवा ग्लोकोमा टॉनोमीटर असेही म्हटले जाते, हे डोळ्यांवरील इन्ट्राऑक्युलर प्रेशर (द्रव दाब) मोजण्यासाठी वापरले जाते. डोळ्यांवरील ताण जास्त असण्याने ग्लोकोमासारख्या डोळ्यांच्या गंभीर विकारांची जोखीम वाढू शकते. या साधनाने डोळ्याच्या ताणाचे माप घेणे सोपे आणि जलद बनवते.

ऑप्थल्मोमीटर सामान्यतः दोन प्रमुख पद्धतींनी डोळ्यांच्या ताणाचे माप घेतात. इंट्राऑक्युलर प्रेशर मापन– या पद्धतीत, एक छोटे उपकरण डोळ्यांच्या पृष्ठभागावर हलक्या दाबाने लावले जाते. या दाबावरून डोळ्यांच्या भिंगाच्या प्रतिसादानुसार डोळ्यांच्या ताणाचे मापन घेतले जाते. एपिथेलियल टोनोमीटर – यामध्ये डोळ्याच्या पृष्ठभागावर एक गोल आकाराची धातूची प्लेट हलके हलवली जाते. प्लेट आणि डोळ्यांच्या पृष्ठभागामध्ये संपर्काच्या प्रमाणावरून ताण मोजला जातो. ऑटोमॅटिक टोनोमीटरमध्ये इलेक्ट्रॉनिक सिस्टीम असते, जी डोळ्यांच्या ताणाचे अचूक माप घेते. अप्लानेशन टोनोमीटर हे साधन सर्वाधिक अचूक मानले जाते. यामध्ये डोळ्यांच्या पृष्ठभागावर एक गोल प्लेट लावली जाते आणि दाबानुसार ताण मोजला जातो.

डोळे तपासण्यापूर्वी डोळ्यांत औषध टाकण्याचे मुख्य कारण म्हणजे डोळ्यांची तपासणी अधिक अचूक आणि सोयीस्कर करणे. डोळ्यांत औषध टाकल्याने डॉक्टर डोळ्यांच्या विविध भागांची चांगली तपासणी करण्यास मदत होते. औषधाचे विविध प्रकार आणि त्यांचे कार्य पुढे दिले आहेत :

बुबुळ विस्तारीकरण : मायड्रिआटिक्स या औषधामुळे डोळ्यांच्या मध्यभागी असलेला काळा वर्तुळाकार भाग विस्तारीत होतो. आकार वाढल्यामुळे डॉक्टरांना डोळ्यांच्या आतल्या भागात अचूकपणे तपासणी करता येते. यामुळे डोळ्याच्या गंभीर विकारांची तपासणी करणे सोपे होते.

लक्ष केंद्रित करण्यासाठी सायक्लोप्लेजिक्स या औषधामुळे डोळ्याच्या मसल्सना तात्पुरते पॅरालाइज केले जाते, त्यामुळे डोळ्यांचे भिंग योग्यपणे केंद्रित राहते आणि डॉक्टरांना डोळ्यांची दृष्टी अचूक मोजता येते. या औषधामुळे डॉक्टरांना दृष्टिवाढीच्या दृष्टीने अचूक माप घेता येते, खासकरून लहान मुलांमध्ये किंवा ज्यांना डोळ्यांच्या मसलवर नियंत्रण ठेवण्यात समस्या येते.

सूज किंवा जंतूसंसर्ग तपासण्यासाठी ॲण्टिबायोटिक्स किंवा ॲण्टिइन्फ्लेमेटरी ड्रग्स दिले जातात. काही वेळा डोळ्यांची सूज किंवा जंतूसंसर्ग तपासण्यासाठी औषध टाकले जातात. यामुळे डोळ्यांच्या बाह्य भागाचे स्वच्छ निरीक्षण करणे सोपे होते आणि सूज किंवा जंतूसंसर्गची ओळख लवकर होऊ शकते.

डोळ्यांचा दाब मोजण्यासाठी टोनोमेट्रिक्साठी लुब्रिकंट ड्रॉप वापरतात. तसेच टोनोमीटर वापरण्यापूर्वी डोळ्यांत लुब्रिकंट ड्रॉप टाकले जातात. हे डोळ्यांच्या पृष्ठभागाला न सोडता ताण मोजण्यास मदत करते.

चष्म्याचा नंबर काढण्याची E, A, T वगैरे अक्षर असलेल्या मोठ्या बोर्डवरून रुग्ण किती लांबून वाचू शकतो हे पाहतात. यासाठी जवळच्या आणि दूरच्या दोन वेगवेगळ्या चाचण्या घेतल्या जातात. ऑटो रिफ्रॅक्टोमीटर चाचणीयंत्र डोळ्यांत प्रकाश सोडते आणि डोळ्याचा प्रकाश केंद्रित होतो की नाही ते तपासून अंदाजे नंबर सांगते. ही एक सुरुवातीची मोजणी असते. दोन्ही डोळ्यांच्या बुबुळांच्या मधोमधील अंतर (मिमीमध्ये) मोजतात. यामुळे चष्म्यातली भिंगे अचूकपणे डोळ्यांच्या समोर येतात. भिंगे लावता–काढता येतात अशा एका फ्रेममध्ये डॉक्टर किंवा तांत्रिक दिलेल्या नंबरच्या थोडे अलीकडचे – पलीकडचे वेगवेगळ्या नंबरचे भिंग लावत जातात आणि विचारतात, हे स्पष्ट दिसतंय का? यामुळे कोणत्या भिंगाने स्पष्ट दिसते ते ओळखता येते. SPH - Spherical Power (गोलसर नंबर) याचा अर्थ डोळ्याला संपूर्णपणे एकसारखा फोकस लागत असल्यास दिला जाणारा नंबर. याचा उपयोग दूर दृष्टिदोष किंवा निकट दृष्टिदोष दुरुस्तीसाठी होतो.

Positive (+) SPH : जवळ दिसतं, पण दूर नीट दिसत नाही म्हणजे Hyperopia (फार सामान्यतः वृद्धांमध्ये)

Negative (-) SPH : दूरच दिसत नाही, पण जवळचे नीट दिसतं CYL - Cylindrical Power याचा अर्थ डोळ्याच्या भिंगामध्ये असमान वक्रता (stigmatism) आहे. फक्त एका विशिष्ट कोनात (दिशा) दृष्टिदोष आहे, अशी परिस्थिती. काही वेळा Prescription मध्ये CYL = G असतो – म्हणजे stigmatism नाही. AXIS – ॲक्सिस (कोन) याचा अर्थ : CYL भिंग कुठल्या दिशेने ठेवायची आहे हे सांगणारा कोन. हा ० अंश ते १८० अंशांपर्यंत असतो (फक्त CYL दिला असेल तरच XIS दिला जातो.) चष्मा निवडताना फक्त नंबर बघणे पुरेसे नसते. त्यामध्ये दृष्टिदोषाचा प्रकार, चेहऱ्याचा आकार, जीवनशैली, फ्रेम आणि भिंगाचा प्रकार हे सगळे लक्षात घ्यावे लागते. डोळ्यांचा नंबर तपासणाऱ्या डॉक्टर किंवा ऑप्टोमेट्रिस्टकडून चाचणी करून घ्यावी. भिंगाचे गोलाकार, SPH (sphere), दंडगोलाकार CYL (cylinder), अक्षासह नंबर घ्यावा.

चष्म्याचे भिंग कसे बनवतात ?

चष्म्याच्या भिंग/काचा तयार करण्याची प्रक्रिया जरा कौशल्याची आणि तांत्रिक असते. या प्रक्रियेत भिंगाचे प्रकार, सामग्री, आकार आणि दृष्टीच्या गरजांनुसार खूप विचार केला जातो. चष्म्याचे भिंग तयार करण्यासाठी विविध प्रकारच्या सामग्रीचा वापर केला जातो. या सामग्रीच्या निवडीमध्ये दृष्टीसाठी आवश्यक असलेले गुणधर्म (उदा., लाइट ट्रान्समिशन, वजन, चकाकी इत्यादी) आणि वापरकर्त्याच्या गरजांनुसार योग्य असलेली सामग्री निवडली जाते. पारंपरिक काच, मजबूत असते, पण वजन जास्त असू शकते. प्लास्टिक हलके, जास्त टिकाऊ आणि स्वस्त असते, आणि वेगवेगळ्या प्रकारांसाठी वापरता येते.

पॉलीकार्बोनेट या भिंगांना खूप हलके, बलवान आणि सुरक्षित मानले जाते. चष्म्याच्या भिंगाचा आकार व माप तयार करताना, वापरकर्त्याच्या डोळ्यांच्या स्थिती, दृष्टीतील त्रुटी (उदाहरणार्थ, मायोपिया, हायपेरोपिया, ॲस्ट्रिगमॅटिझम)

आणि चष्म्याच्या फ्रेमच्या आकारानुसार अनुकूल केली जातात. काचेच्या तुकड्याला (चष्म्याच्या भिंगला) निवडक आकार दिल्यानंतर, भिंगाचे पृष्ठभाग पॉलिश करण्यासाठी विशेष मशीनचा वापर केला जातो. ही प्रक्रिया भिंगाला एकसारखे आणि दृष्टीला स्पष्ट करायला मदत करते.

भिंगे प्लास्टिक (CR-39), पॉलीकार्बोनेट, काच यापासून तयार केलेली असतात. डॉक्टरांनी दिलेले नंबर बघून तांत्रिक भिंग कोणत्या प्रकारची असावीत हे ठरवतात. सुरुवातीला एक मोठी, जाडसर पारदर्शक चकती घेतली जाते. तिला योग्य आकार आणि वक्रता देण्यासाठी तयार केले जाते. संगणक नियंत्रित यंत्र वापरून भिंगावर हवी तशी वक्रता तयार केली जाते. डोळ्याच्या नंबरप्रमाणे भिंगाचा समोरचा किंवा मागचा भाग घासला जातो. नंतर ते काटेकोर मोजमापाने कापून फ्रेममध्ये बसवण्यासाठी योग्य आकार दिला जातो. भिंगाचा पृष्ठभाग गुळगुळीत करण्यासाठी त्याची घसाई केली जाते. त्यामुळे भिंग पूर्णपणे पारदर्शक आणि स्पष्ट दिसणारे होते. आवश्यकतेनुसार भिंगावर ॲन्टिरिफ्लेक्टिव, स्क्रॅच रेसिस्टंट, अतिनील किरणांपासून संरक्षण, ब्लू लाइट अशी वेगवेगळे थर (कोटिंग) दिली जातात.

ब्लू लाइट कट ग्लास हे विशेष प्रकारचे चष्मे असतात जे संगणकाच्या मॉनिटर किंवा टॅब, मोबाइल यांसारख्या साधनांच्या स्क्रीनमधून निघणाऱ्या निळ्या प्रकाशकिरणांचा मानवी डोळ्यांवर होणारा परिणाम कमी करण्यासाठी वापरले जातात. निळा प्रकाश म्हणजे ३८०nm ते ५००nm दरम्यानच्या तरंगलांबीची, उच्च ऊर्जेची दृश्य प्रकाशकिरणे असलेला प्रकाश. यामध्ये ४०० ते ४५०nm दरम्यानची प्रकाशकिरणे विशेषतः डोळ्यांसाठी त्रासदायक मानली जातात. ही किरणे आपल्याला स्मार्टफोन, लॅपटॉप, टॅबलेट, टीव्ही स्क्रीन अशा एल.ई.डी. तंत्रावर आधारीत उपकरणांमधून मोठ्या प्रमाणात असतात. चष्म्याच्या भिंगाच्या काचेला आकार देण्यासाठी डॉक्टरांनी दिलेल्या नंबरानुसार योग्य भिंग निवडले जाते. हे भिंग साधारणतः एक मोठा गोल/चकतीसारखे असते, म्हणजे फ्रेमपेक्षा मोठे असते. निवडलेली फ्रेम एका विशेष ट्रेसिंग मशीनमध्ये ठेवली जाते. मशीन त्या फ्रेमचा अंतर्गत आकार अचूकपणे मोजते व त्यानुसार घसाई यंत्रावर भिंग घासून भिंगाला आकार दिला जातो. आधुनिक प्रकारामध्ये हे मोजमाप संगणकाला दिले जाते. त्यानंतर इचिंग यंत्रामध्ये भिंगाच्या मोठ्या काचेला फ्रेमच्या आकारानुसार कापले जाते. हे यंत्र संगणकाद्वारे नियंत्रित केलेले असते. यंत्रामध्ये एक फिरणारे कटर/ग्राइंडर असते जे भिंग अचूक, फ्रेमच्या आकारात कापते. भिंगाला योग्य आकार दिल्यानंतर

ते फ्रेममध्ये अलगद बसवले जाते. काही फ्रेममध्ये स्क्रू लावावे लागतात, तर काही फ्रेम गरम करून भिंग फ्रेममध्ये बसवतात. आवश्यक असल्यास भिंगाच्या काचेला कडेला थोडेसे घासले जाते. भिंगाची काच बसवली, की तज्ज्ञ डोळ्यांच्या पातळीवर ती बरोबर बसतेय का, नंबर योग्य आहे का, हे तपासतात. काचेचे पारंपरिक भिंग, चरे न जाणारे (स्क्रॅच रेसिस्टंट) असते. परंतु वजन तुलनेने जास्त असते व ते फुटण्याची शक्यता जास्त असते. प्लास्टिकमुळे (CR39, polycarbonate, high index plastic) हे हलके, सुरक्षित, आणि फुटण्याची शक्यता कमी असते. आजकाल बहुतेक चष्म्यांची भिंगे प्लास्टिकचेच असतात.

ब्लू लाइट कट चष्म्यांच्या भिंगांवर एक विशेष 'ब्लू लाइट फिल्टरिंग कोटिंग' असते किंवा भिंगच असे तयार केलेले असते की ते विशिष्ट तरंगलांबीचे (विशेषतः ४००-४५०nm) प्रकाशकिरण शोषून घेतात किंवा परावर्तित करतात. भिंगावरून जाणारा प्रकाश एका फिल्टरमधून जातो, जो हानिकारक निळे प्रकाशकिरण काढून टाकतो आणि उरलेला सुरक्षित प्रकाश डोळ्यांपर्यंत पोहोचतो. काही भिंगे किंचित पिवळसर रंगाची असतात. कारण त्यात निळे प्रकाशकिरण थांबवताना रंग बदल होतो. मात्र आता बरीचशी भिंग स्वच्छ पारदर्शकता राखूनही निळे प्रकाशकिरण वेगळे करतात. याचे फायदे म्हणजे डोळ्यांवरील ताण कमी होतो, डोळे कोरडे होणे कमी होते, झोपेचे चक्र सुरळीत राहते कारण ब्लू लाइट मेलाटोनिनच्या निर्मितीवर परिणाम करते. दीर्घकालीन वापरात डोळ्यांची सुरक्षा राखली जाते.

'ॲण्टिग्लेअर चष्मे' हे विशेषतः प्रकाशाची चकाकी कमी करण्यासाठी तयार केलेले असतात. चकाकी म्हणजे प्रकाशाच्या परावर्तनामुळे डोळ्यांवर होणारा त्रासदायक प्रकाशप्रवाह, जो वाहनांचे दिवे, सूर्यप्रकाश इत्यादीपासून होतो. या चष्म्यांच्या भिंगांवर एक पातळ आणि पारदर्शक कोटिंग दिले जाते, ज्याला ॲण्टिरिफ्लेक्टिव्ह किंवा ॲण्टिग्लेअर कोटिंग म्हणतात. हा कोटिंग भिंगाच्या पुढच्या आणि मागच्या बाजूने होणारे प्रकाश परावर्तन थांबवतो. त्यामुळे बाह्य प्रकाशाचा जास्त भाग डोळ्यांत प्रवेश करतो, परावर्तित होत नाही. परिणामी चकाकी कमी होते. प्रकाशाचे परावर्तन कमी झाल्यामुळे डोळ्यांना अधिक स्पष्ट दिसते. विशेषतः रात्रीच्या वेळी गाडी चालवताना, संगणक वापरताना किंवा फोटो काढताना या चष्म्यांचा वापर केला जातो.

फोटोक्रोमिक चष्मे हे एक अद्भुत तंत्रज्ञान आहे जे प्रकाशाच्या तीव्रतेनुसार आपला रंग बदलतात. म्हणजेच हे चष्मे घरात पारदर्शक (साधे) राहतात, पण सूर्यप्रकाशात गडद होतात, आणि परत घरात आल्यावर आपोआप साधे होतात. फोटोक्रोमिक चष्मे फोटोक्रोमिक रसायनांचा वापर करतात. या चष्म्यांच्या भिंगांमध्ये सिल्व्हर हॅलाइड किंवा ऑर्गेनिक फोटोक्रोमिक संयुगे मिसळलेली असतात. ही भिंगे अतिनील किरणांच्या संपर्कात येतात (जसे की सूर्यप्रकाश), तेव्हा या रसायनांची आण्विक संरचना बदलते आणि त्यामुळे भिंगे गडद रंगाची दिसू लागतात. जसाजसा अतीनिल प्रकाश कमी होतो (जसे घरात किंवा सावलीत गेल्यावर), हे रसायन परत आपल्या मूळ स्थितीत येते आणि भिंगे पुन्हा पारदर्शक होतात. भिंगांमध्ये असलेल्या फोटोक्रोमिक रेणूंना अतिनील प्रकाश मिळतो तेव्हा रेणूंची रचना बदलते, गडदपणा निर्माण होतो. अतिनील प्रकाश हटल्यावर रेणू पुन्हा मूळ स्वरूपात येतात म्हणजेच पारदर्शक होतात. याचे फायदे म्हणजे दोन वेगळे चष्मे न बाळगता गॉगल (सन ग्लास) + सामान्य चष्मा एकत्र एकाच चष्म्यात काम होते. डोळ्यांचे अतिनील प्रकाशकिरणांपासून संरक्षण होते. ते सतत प्रकाश बदलत असलेल्या परिस्थितीत अतिशय उपयुक्त असतात.

चष्म्याची फ्रेम

चष्म्याची फ्रेम चष्म्याचा नंबर, चेहऱ्याचा आकार, कामाचे स्वरूप यानुसार निवडली जाते. चष्म्याच्या फ्रेमचे प्लास्टिक, धातू याशिवाय अर्धी फ्रेम, विनाफ्रेम असे प्रकार आहेत. त्वचेचा रंग, केसांचा रंग आणि स्टाईलप्रमाणे फ्रेमचा रंग व किंमत यानुसार फ्रेम निवडली जाते. फ्रेमची निवड करताना या घटकांबरोबरच फ्रेमचा योग्य आकार निवडणे खूप महत्त्वाचे असते कारण ती डोळ्यांना नीट बसते का, नाकावर दाब येत नाही ना हे बघावे लागते.

चष्म्याची काच कशी कापतात?

सर्वप्रथम, वापरायच्या फ्रेमचे आकार आणि माप घेतले जाते. आजकाल डिजिटल ट्रेसर मशीन वापरून

फ्रेमच्या आतल्या बाजूचा अचूक मॅप तयार केला जातो. हे माप संगणकामार्फत यंत्राला दिले जाते. पुढे, भिंगाचा ऑप्टिकल सेंटर म्हणजे जिथून डोळ्याला पाहायचे आहे - तो बिंदू निश्चित केला जातो. त्यासाठी एक ब्लॉकिंग मशीन

वापरतात – जे भिंगांच्या योग्य जागेवर एक छोटा प्लास्टिक ब्लॉक चिकटवते, ज्यामुळे कापताना भिंग हलत नाही. काच कापण्याच्या विशेष यंत्रावर भिंगे हळूहळू फिरवली जाते. डायमंड ग्राइंडिंग व्हील किंवा कटर भिंगाच्या किनाऱ्यावरून आवश्यक भाग गोलसर, चौकोनी किंवा फ्रेमनुसार कापतो. फ्रेम रिमलेस असेल, तर विशेष ड्रिलिंग करून छिद्रेही पाडली जातात. कापताना घर्षणामुळे उष्णता निर्माण होते, म्हणून भिंगांवर सतत थंड पाण्याचा प्रवाह ठेवला जातो. नंतर ती भिंगे नीट पुसली जातात. फ्रेममध्ये लावून बघितली जातात. थोडी-फार मोठी असतील, तर ती थोडीशी परत घासली जातात. अगदी योग्य मापाची झाली की ती फ्रेममध्ये घट्ट बसवली जातात. आजकाल ही संपूर्ण प्रक्रिया स्वयंचलित आणि संगणकनियंत्रित असते, त्यामुळे अचूकता जास्त, वेळ कमी आणि त्रुटी अगदीच नगण्य! चष्म्याची काच कापणे म्हणजे केवळ कातरणे नव्हे. ती डोळ्यांच्या अचूक केंद्रानुसार, फ्रेमच्या परिपूर्ण आकारात घडवणे असते. चष्म्याच्या भिंगाला विशिष्ट नंबर, फ्रेम आणि डोळ्याच्या मापानुसार अचूक आकार देण्यासाठी एक प्रक्रिया वापरली जाते, ज्यामध्ये अचूकता आणि यांत्रिक कौशल्य यांचा संगम असतो.

चष्म्याची स्वच्छता

एका स्प्रे बाटलीत एक भाग आयसोप्रोपिल अल्कोहोल आणि एक भाग शुद्ध पाणी मिसळा. चष्म्याच्या काचांवर हे द्रावण थोडे स्प्रे करा. परंतु, चष्म्याच्या फ्रेमवर द्रावण चुकून सांडू नका. तलम कापड वापरून चष्म्याची काच स्वच्छ करा.

चष्म्या स्वच्छ करण्यासाठी कधीही कोरडे किंवा गुळगुळीत कापड वापरू नका कारण त्यामुळे चरे येण्याची शक्यता असते.

कॉन्टॅक्ट भिंगे कशा तयार करतात?

कॉन्टॅक्ट भिंगे तयार करण्याची प्रक्रिया अत्यंत तांत्रिक आणि अचूक असते, कारण ती डोळ्यांच्या जवळ असतात आणि त्यांचा वापर आरामदायक आणि सुरक्षित असावा लागतो. कॉन्टॅक्ट लेन्स डोळ्यांच्या लहान आकाराच्या पृष्ठभागावर योग्यपणे बसण्यासाठी अत्याधुनिक तंत्रज्ञानाचा वापर करतात.

कॉन्टॅक्ट लेन्स विविध प्रकारच्या सामग्रीपासून तयार केली जातात. त्यामध्ये सामान्यतः हायड्रोजेल आणि सिलिकॉन हायड्रोजेल प्रमुख आहेत. हायड्रोजेल लवचीक आणि आरामदायक असतो, डोळ्यांना हवा आणि पाणी मिळवण्यास मदत करतो. सिलिकॉन हायड्रोजेल अधिक पाणी धारण करतो आणि डोळ्यांमध्ये ऑक्सिजनचा प्रवेश अधिक चांगला होऊ शकतो.

प्रत्येक व्यक्तीच्या डोळ्याच्या आकारानुसार आणि गरजेनुसार कॉन्टॅक्ट भिंगासाठी मापनी केले जाते. डोळ्याच्या आकाराचे आणि वक्रतेचे माप घेतले जाते, कारण योग्य आकार नसल्यास भिंग डोळयावर आरामदायक बसू शकत नाही. दृष्टिसमस्या (उदा., मायोपिया, हायपेरोपिया, ॲस्ट्रिगमॅटिझम) समजून, विशिष्ट प्रकारची भिंगे निवडली जातात. भिंगे बनवताना त्यांच्या आकाराची, वक्रतेची अचूकता अत्यंत महत्त्वाची आहे. डोळ्यांच्या दृश्यासाठी आवश्यक असलेला भाग जिथे प्रकाश एकत्र येतो, त्या भागाचे डिझाइन समाविष्ट असते. बाह्य भाग जिथे डोळ्याला आरामदायक बसवण्यासाठी भिंग हलवू शकतो. एक विशेष साचा किंवा कास्ट वापरून, कॉन्टॅक्ट भिंग बनवले जाते. या प्रक्रियेत, पॉलिमर सामग्री (ज्यामुळे भिंग लवचीक होते) एका मोल्डमध्ये घालून त्याला गरम करून दाब दिला जातो कॉन्टॅक्ट भिंगामध्ये पाणी असणे अत्यंत महत्त्वाचे असते, कारण ते डोळ्यांना हवा आणि ऑक्सिजन पुरवते. यासाठी हायड्रोजेल किंवा सिलिकॉन हायड्रोजेलचा वापर केला जातो, जो पाणी धारण करतो. भिंग तयार करताना त्यात आवश्यक प्रमाणात पाणी आणि लुब्रिकेशन घटक सामाविष्ट केले जातात. कॉन्टॅक्ट भिंग तयार झाल्यानंतर, त्यावर पॉलिशिंग केले जाते. यामुळे भिंगाचा पृष्ठभाग गुळगुळीत आणि आरामदायक होतो. भिंगांचे आकार अचूकपणे समायोजित करण्यासाठी त्याला ट्रिमिंग केले जाते किंवा कापले जाते. तयार झालेल्या प्रत्येक कॉन्टॅक्ट भिंगाची अचूकता, आकार, आरामदायकता, आणि सुरक्षा तपासली जाते. तयार केलेले प्रत्येक भिंग योग्य प्रकारे बसते की नाही, तसेच डोळ्यांसाठी सुरक्षित आहे की नाही हे सुनिश्चित केले जाते. कॉन्टॅक्ट भिंगाला ॲन्टिबॅक्टेरियल कोटिंग दिली जाते, ज्यामुळे डोळ्यांत जंतूसंसर्ग होण्याची शक्यता कमी होते. काही कॉन्टॅक्ट भिंगामध्ये अतिनील किरण सुरक्षादेखील असते, ज्यामुळे सूर्याच्या हानिकारक किरणांपासून डोळ्यांचे संरक्षण होते.

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

– डॉ. जयंत वसंत जोशी

jvjoshi2002@yahoo.co.in

डॉ. वसुधा जोशी

वृद्धत्व (भाग २)

वृद्धत्वाची चाहूल काही प्रमाणात चाळिशी उलटली की लागू लागते. म्हणूनच कदाचित अलीकडे ४०वा किंवा ५०वा वाढदिवस थाटामाटात साजरा करण्याची प्रथा सुरू झाली असावी. चाळिशीबरोबर स्वतःमध्ये हळूहळू फरक जाणवू लागतात. डोळ्यांवर चष्मा येतो. वयानुसार थकवा, निरुत्साह, जेवणातील तक्रारी वाढू लागतात. केस पातळ होऊ लागतात आणि अधूनमधून पांढरे केसही डोकावू लागतात. चेहऱ्यावर सुरकुत्या येतात. कातडी तजेलदार दिसत नाही. काही मंडळी रक्तदाब, मधुमेह यांसारख्या शारीरिक समस्यांना बळी पडतात. हे विकार काही प्रमाणात आनुवंशिक आहेत. या समस्या वाढत्या वयानुसार वाढत जातात आणि त्यात भरच पडते. हे सर्व बदल का होतात, त्यांची कारणे काय आहेत हे आपण वृद्धत्व १ या लेखात समजून घेतले आहेच. मुख्य म्हणजे माणूस हताश होतो. त्याची मानसिकता बदलून जाते. म्हातारे झालो म्हणजे निरुपयोगी झालो असे वाटून माणसाला चिंता भेडसावू लागते. म्हातारपणी होणाऱ्या विकारांचीही भीती वाटू लागते. सर्वात जास्त भीती वाटत असते ती परस्वाधीनपणाची नामुष्की नशिबी येईल की काय याची. म्हणूनच म्हातारपण नको रे बाबा असे प्रत्येक व्यक्तीला वाटत असणारच. ते आयुष्यातून वजा करता येईल का, त्यापासून आपली सुटका होऊ शकते का, हे आणि अशा प्रकारचे प्रश्न प्रत्येकाला पडत असणारच. त्यासाठी संशोधनही चालू असणार. त्याचाच आढावा आपण घेऊ या.

सन १९९०पासून शास्त्रज्ञ वृद्धत्व पुढे कसे ढकलता येईल ह्यावर संशोधन करत आहेत. काही जीन्स (जनुके) शोधलीही आहेत, परंतु हे संशोधन बाल्यावस्थेत आहे. तरीही आतापर्यंतच्या अभ्यासावरून असे दिसून आले आहे की वृद्धत्व आणि त्याचे आरोग्यावर दिसून येणारे परिणाम काही प्रमाणात पुढे ढकलणे शक्य आहे. त्यासाठी प्रयत्न करणे आवश्यक असून ते प्रत्येक व्यक्तीच्या राहणीमानावर अवलंबून आहे. त्याचप्रमाणे वृद्धावस्तेत होणारे विकारही काही प्रमाणात टाळणे शक्य आहे आणि ते करणे नक्कीच आवश्यक आहे. हे केल्याने आयुष्यमान वाढेल असे म्हणता येणार नाही परंतू शक्यता नाकारता येत नाही. वृद्धत्व सुसह्य होण्यासाठी तरी नक्कीच मदत होईल. प्रत्येक व्यक्तीने स्वतःची जीवनशैली तरुण वयातच ठरवण्याची गरज आहे. परंतु तसे फारच अभावाने आढळते. तारुण्यात कसलीच पर्वा नसते. अवेळी खाणेपिणे, जागरणे, सिगारेट-दारू इत्यादी. परंतु या वयातच आहार, नियमित व्यायाम, पुरेशी झोप, मानसिक तणाव, सिगरेट, दारू, वाढणारे वजन इत्यादी गोष्टींवर ताबा ठेवला तर नक्कीच वृद्धापकाळी फायदा होईल.

अमेरिकन हार्ट असोसिएशनने अलीकडे वृद्धत्व काही वर्षे पुढे ढकलता येईल का हे पाहण्यासाठी शास्त्रोक्त पद्धतीने अभ्यास केला. त्यांनी ६५०० पेक्षा जास्त प्रौढांचा काही निकष लावून डेटा जमवला. या प्रौढांचे सरासरी वय होते ४७ वर्षे. खरे तर त्यांच्या या आधीच्या संशोधनातून त्यांनी दाखवून दिले आहे की आठ फार महत्त्वाच्या बाबी प्रत्येक व्यक्तीला स्वतःच्या आयुष्यात समाविष्ट/आत्मसात करता आल्या तर प्रत्येक व्यक्ती आपले वृद्धत्व ५ ते ६ वर्षांनी लांबवू शकेल. यात आनंदाची बाजू अशी आहे की समाजातील कोणताही वर्ग हे करू शकतो. त्यासाठी फक्त इच्छाशक्तीची गरज आहे. या आठ महत्त्वाच्या बाबी अशा आहेत-

समतोल आहार घेणे
नियमित शारीरिक व्यायाम करणे
पुरेशी आणि स्वस्थ झोप घेणे
मानसिक तणाव कमी करणे
लठ्ठपणा येऊ न देणे
वाईट सवयी : दारू, धूम्रपान इत्यादी सोडणे

रक्तातील साखर, कोलेस्टेरॉलवर नियंत्रण ठेवणे

रक्तदाब नियंत्रित ठेवणे

या आठ महत्त्वाच्या बाबींचा निकष लावून या प्रौढांच्या पचनशक्ती (digestion), ऑर्गन कार्यक्षमता (organ functions) म्हणजेच शरीरातील वेगवेगळे अवयव हृदय, मेंदू, यकृत, मूत्रपिंड इत्यादी यांची कामे करण्याची क्षमता आणि इन्फ्लमेशन (inflammation) या बाबींचा विचार केला. इन्फ्लमेशनला मराठी शब्द आहे जळजळ. याची पाच लक्षणे आहेत. तापणे, दुखणे, सूज येणे, काम न होणे इत्यादी. या क्रियांचा शास्त्रोक्त अभ्यास केला. काही निष्कर्ष काढले. या अभ्यासातून त्यांना असे दिसून आले की ज्यांच्या हृदयाची कार्यक्षमता चांगली आहे त्यांचे जैविक वय (biological age) त्यांच्या वयापेक्षा (chronological age) पाच वर्षांनी कमी आढळते. माणसाचे वय ४१ वर्षे असेल तर जैविक वय असेल ३६ वर्षे. याचा अर्थ असा होतो की या व्यक्तीमध्ये वृद्धत्वाची लक्षणे पाच वर्षे उशिरा दिसू लागतात.

आता हा जो आठ अध्यायांत सुदृढ जीवनाचा, म्हातारपण निदान काही वर्षे दूर ठेवण्याचा मंत्र संशोधकांनी दिला आहे तो जाणून घेऊ या. हा मंत्र आत्मसात केला तर म्हातारपण नक्कीच काही वर्षे पुढे ढकलता येईल. वृद्धत्व थोडे सुसह्य होईल.

समतोल आहार आणि लठ्ठपणा

समतोल आहार म्हणजे असा आहार जो शरीर-स्वास्थ्यासाठी आवश्यक असलेले सर्व घटक शरीराला पुरवू शकेल. शरिराची जडणघडण, शरीरस्वास्थ्य यासाठी आवश्यक असलेले घटक म्हणजे प्रथिने, पिष्टमय पदार्थ, स्निग्ध पदार्थ, व्हिटामिन, मिनरल, फायबर आणि पाणी. हे सर्व घटक योग्य प्रमाणात सेवन करणे गरजेचे आहे. उंदरांवर केलेल्या प्रयोगात असे सिद्ध झाले आहे की थोडेसे कमी प्रमाणात अन्न दिले असता उंदीर जास्त कार्यक्षम आणि तरुण दिसतात. एवढेच नाही तर त्यांचे आयुष्यमानही वाढल्याचे दिसून आले आहे. यावरून आपणही काही विचार करू शकतो. माणसानेही आपल्या दैनंदिन कामासाठी जेवढ्या ऊर्जेची गरज असते तेव्हढी किंवा त्याहून थोडी कमी ऊर्जा उत्पन्न करील एवढेच अन्न सेवन करावे. साहजिकच जास्त अन्न जास्त ऊर्जा उत्पन्न करणार त्याचा परिणाम चरबी निर्मितीवर होणार. चरबी जास्त प्रमाणात निर्माण होते आणि ती शरीरात जमू लागते. त्यामुळे लठ्ठपणा येतो. हा लठ्ठपणा रक्तदाब, मधुमेह, सांधेदुखी यांसारख्या कित्येक विकारांना निमंत्रण देतो. तसेच वृद्धत्वाची लक्षणेही लवकर दिसू लागतात. म्हणूनच समतोल आहार योग्य प्रमाणात घेणेच योग्य आहे. योग्य प्रमाणाबरोबरच योग्यवेळी सेवन करणे तितकेच महत्त्वाचे आहे. आपले जैववैज्ञानिक किंवा जैविक घड्याळ (biological clock) नेहमीच काटेकोरपणे काम करते. ह्या घड्याळाची चावी मेंदूकडे असते. अन्नसेवनाच्या वेळा जर ठरलेल्या असतील तर त्या त्या वेळी अन्न पचनासाठी आवश्यक असलेले रस (enzymes) तयार होतात आणि पचन चांगले होते. म्हणून ठरावीक वेळी अन्न सेवन केले पाहिजे. त्याचबरोबर अन्नातील प्रत्येक घटक योग्य प्रमाणात सेवन करणे फार महत्त्वाचे आहे.

नियमित व्यायाम आणि झोप

फक्त मानवच नाही तर सर्व प्राण्यांना नियमित शारीरिक व्यायामाची नितांत आवश्यकता असते. उंदरांवर केलेल्या प्रयोगाद्वारे हे सिद्ध झाले आहे की तरुण आणि भरपूर शारीरिक काम करणाऱ्या उंदरांचा प्लास्मा म्हाताऱ्या आणि मरगळलेल्या उंदरांना टोचला तर ते उंदीर जास्त कार्यक्षम होतात. यांचा अर्थ असा लावता येतो की शारीरिक कष्ट किंवा व्यायाम करताना काही जनुके जास्त प्रमाणात प्रथिने तयार करतात आणि ही प्रथिने प्राण्याला जास्त कार्यक्षम बनवतात. म्हणजेच वयवाढीमुळे शरीरावर दिसून येणारे परिणाम काही प्रमाणात नष्ट होतात. पर्यायाने व्यायाम किंवा शारीरिक हालचाल, मेहनत केल्यास वय वाढण्यामुळे शारीरिक बदल होण्याची प्रक्रिया थोडी संथावते. नियमित व्यायाम केला असता स्नायू कार्यक्षम राहतात. त्याचबरोबर आपला मेंदूही नित्य कार्यक्षम असणे गरजेचे आहे. मेंदू कार्यक्षम ठेवण्यासाठी सतत काहीतरी नवीन शिकत राहीले पाहिजे. या उतार वयात नवीन कशाला शिकायचे काय उपयोग त्याचा हा विचारच चूकीचा आहे. नवीन गोष्ट शिकण्याशी वयाचा काहीही संबंध नसतो. तरूण वयात करता / शिकता येणाऱ्या सर्वच गोष्टी उतार वयात जमतीलच असे नाही. परंतू सतत कार्यरत असणे गरजेचे आहे. जे तरूणपणी करायला वेळ मिळाला नाही अशा आवडीच्या गोष्टी जरूर करण्याचा प्रयत्न करावा. तसेच विश्रांतीचीही गरज आहे. काम, व्यायाम आणि विश्रांती यांचा समतोल साधता आला तर नक्कीच वृद्धत्वाचे चटके कमी बसतील.

प्रत्येक व्यक्तीला नियमात वेळी आणि कमीत कमी ७ ते ८ तास स्वस्थ, गाढ झोप फार आवश्यक आहे. अन्नपचन, हार्मोन्स निर्मिती, रोगप्रतिकारकशक्ती, आणि मेंदूची कार्ये व्यवस्थित पार पडण्यासाठी योग्य झोपेची नितांत गरज असते. शरिराच्या सर्व किंवा यातील काही क्रिया योग्यरीत्या पार पडल्या नाहीत तर शरीराचे मानसिक संतुलन बिघडते. अकाली वृद्धत्वाची लक्षणे दिसू लागतात. अल्झायमर, हृदयरोग यांसारख्या विकारांचा धोका वाढतो. या विषयावरील अभ्यासानुसार अभ्यासकांच्या असे लक्षात आले आहे की उत्तम व पुरेशी झोप मिळत असेल तर झोपेशी

निगडित असलेली जनुके (S Klotho gene family) चांगले काम करतात. तसेच, ४११ स्वयंसेवकांवर (volunteers) ८ वर्षे काम केल्यावर संशोधकांनी असा निष्कर्ष काढला आहे की उत्तम, शांत आणि पुरेशी झोप फक्त वृद्धत्व थोडे दूर ढकलण्यासाठीच नाही तर काही प्रमाणात वृद्धत्वाची लक्षणे मागे फिरवण्यासाठीसुद्धा मदत करू शकते.

मानसिक तणावनियंत्रण

मानसिक तणाव किंवा दाब हे बऱ्याच विकारांचे मूळ आहे असे म्हणावे लागेल. मानसिक तणावामुळे मानसिक संतुलन बिघडते. मानसिक संतुलन आणि आरोग्य यांचा घनिष्ठ संबंध आहे. मानसिक संतुलन बिघडल्याने झोप नीट लागत नाही, अन्नाचे पचन योग्य प्रकारे होत नाही, रोगप्रतिकारक शक्ती कमी होते. मानसिक तणाव कमी करण्यासाठी मन आवडीच्या कामात गुंतवले पाहिजे. योग, मेडिटेशन (ध्यान) यासारखे उपाय काम करतात असे रिपोर्ट आहेत. कोणत्याही प्रकारे मानसिक तणाव कमी केला पाहिजे. याची सवय तरुणवयातच करणे जरुरीचे आहे. अवास्तव अपेक्षाच याला कारणीभूत आहेत.

धूम्रपान, दारू यांसारखी व्यसने

कोणतेही व्यसन वाईटच. त्याने मानसिक संतुलन बिघडते. मानसिक संतुलन बिघडल्याने त्याचे शरिरावर होणारे दुष्परिणाम माणसाला वृद्धत्वाकडे नेतात. त्यामुळे वृद्धत्व आणि वृद्धत्वात होणारे आजार यापासून दूर राहण्यासाठी धूम्रपान, दारू वगैरे जीवनातून हद्दपार करणेच उत्तम.

रक्तातील साखर, कोलेस्टेरॉल आणि रक्तदाब

रक्तातील साखर आणि कोलेस्टेरॉल यांचे प्रमाण योग्य राखणे फार महत्त्वाचे आहे. हे प्रमाण बिघडते तेव्हा मधुमेह आणि हृदयविकाराचा धोका वाढण्याची शक्यता असते. वृद्धत्वामध्ये या विकारांचा धोका जास्त असतो. त्यासाठी तरुणवयातच म्हणजे वयाच्या चाळिशीतच या सर्व गोष्टी योग्य प्रमाणात राहतील याची काळजी घेणे आवश्यक आहे. लठ्ठपणासुद्धा या विकारांना कारणीभूत ठरू शकतो.

औषधोपचार

वृद्धत्व आणि पांढरे केस हे समीकरणच आहे. पहिला पांढरा केस दिसला की बरीच मंडळी धास्तावून जातात. यावरही संशोधन सुरू आहे. लुटोलिन हे रासायनिक दृष्ट्या पॉलीफीनॉलिक आहे. हा घटक ब्रोकोली, गाजर, कांदा यामध्ये मोठ्या प्रमाणात आढळतो. ॲण्टिऑक्सिडंट हा लुटोलिनचा गुणधर्म आहे. तसे पाहिले तर बहुतेक सर्वच वनस्पतीमध्ये ह्या ॲण्टिऑक्सिडंट गुणधर्माचे घटक असतात आणि ते वनस्पतीच्या संरक्षणासाठी निर्माण झालेले असतात. लुटोलिन हा त्यातलाच एक. वनस्पतिजन्य पदार्थांच्या सेवनाने आपल्या शरिराचे घातक फ्रिरॅडीकलपासून संरक्षण होते. अलीकडे संशोधकांना लुटोलिनचा आणखी एक गुणधर्म आढळला आहे. लुटोलिन मोठ्या प्रमाणात उंदरांना खाऊ घातले तर त्यांचे केस करडे किंवा पांढरे होत नाहीत आणि उंदीर जास्त तरुण दिसतात. याआधी झालेल्या संशोधनातून दिसून आले आहे की लुटोलिन इन्फ्लमेशन थांबवते, त्वचेतील म्हातारपण थांबवते आणि वयानुसार होणाऱ्या बदलांमध्ये अडथळे आणते. परंतु आता तरी हे संशोधन फक्त उंदरांवर करण्यात आलेले आहे. त्यामुळे माणसामध्ये लुटोलिन कसे काम करील हे अत्ता सांगता येणार नाही. आशा बाळगायला हरकत नाही.

वृद्धत्व व त्यामुळे शरीरावर होणारे दुष्परिणाम लांबवता येण्यासाठी काही औषधोपचार नाहीत का, हा प्रश्न प्रत्येक माणसाला पडला असणारच. परंतु सहज उपलब्ध असणारे औषध नाही. एक प्रकारच्या कॅप्सुलसंबंधी माझ्या वाचनात आले आहे. त्याची माहिती मी इथे देत आहे. सायक्लोॲस्ट्राजेनॉल (Cycloastragenol) कॅप्सुल आहाराला पूरक आणि काही प्रमाणात वयानुसार होणारे शारीरिक बदल कमी करणारे औषध आहे. हे औषध गुणसूत्रांच्या टोकांची झीज थांबवते. या औषधांच्या टिलोमरेज (enzyme) गुणधर्मामुळे झीज झालेली गुणसूत्रांची टोके वाढून पूर्ववत होण्याची शक्यता वर्तवली जाते. ह्या औषधांचे इतरही पुष्कळ फायदे आहेत की ज्यायोगे वाढत्या वयामुळे शरीरावर होणारे दुष्परिणाम काही प्रमाणात कमी करता येतील किंवा पुढे ढकलता येतील. काही लोकांच्या प्रतिक्रियासुद्धा वाचनात आल्या. काहींनी लिहिले आहे की या कॅप्सुल घेतल्यावर त्यांना झोप चांगली लागते. काहींना तरतरीतपणा येतो. डीएनएला झालेल्या दुखापती दुरुस्त होण्यासाठी सुद्धा याचा उपयोग होऊ शकतो. असेच आणखी एक औषध आहे जे मायटोकॉण्ड्रिआवर काम करते. परंतु ही औषधे खूप महाग आहेत आणि नवीनही आहेत. हे रामबाण औषध आहे असे म्हणता येत नाही. तरीही फार तर चार-पाच वर्षे वृद्धपणाची लक्षणे पुढे ढकलता येऊ शकतात.

थोडक्यात काय तर वृद्धत्व अनिवार्य आहे. त्यावर अजून तरी रामबाण उपाय नाही. परंतु जीवनशैलीचा आणि वाढत्या वयामुळे होणाऱ्या दुष्परिणामांचा घनिष्ट संबंध आहे. योग्य प्रकारे जीवनशैली ठेवल्यास वृद्धत्वाचे परिणाम आणि तीव्रता काही वर्षे लांबवता येणे शक्य आहे.

– डॉ. वसुधा जोशी
josudha47@gmail.com

डॉ. शर्वरी कुडतरकर

प्रवाळांची बेटे

समुद्रविश्वाच्या या भागात आपण कोरल्स म्हणजेच प्रवाळबेटांविषयीची माहिती घेऊ. मागील काही लेखांमधून प्रवाळांचा उल्लेख बऱ्याचदा येत गेला. मात्र फक्त प्रवाळां विषयीचा हा लेख तुम्हाला त्यांच्याविषयी आणखी जास्त माहिती देऊन जाईल. Coral reef म्हणजेच कोरलने बनलेली समुद्राच्या प्रकाशित तसेच काही अप्रकाशित क्षेत्रात तयार झालेली समुद्राच्या पाण्याखालची लहान लहान बेटे असतात. कोरल्समुळे समुद्राच्या तळाशी तयार झालेल्या या बेटांना प्रवाळभित्तिका असेही संबोधले जाते. जगभरातून प्रवाळांच्या साधारण सहा हजार जाती आढळतात. सी अनेमोन आणि सी जेली चे जवळचे नातेवाईक असलेले हे प्रवाळ प्राणी मुख्यत्वे चार प्रकारचे रिफ बनवतात - Fringing Reef, Barrier Reef, Atoll Reef व Patch Reef.

कोरल रीफ

ही प्रवाळांची बेटे रंगीबेरंगी असतात, त्यामुळे दिसायला फारच आकर्षक असून समुद्राखाली एखादी बाग फुलल्या-प्रमाणे सुंदर दिसतात. विविध रंगांमुळे बऱ्याचदा यांची ओळख वनस्पती म्हणूनही होते, पण या वनस्पती नसून Cnidaria या जातीचे, दंडाकृती असलेले लहान लहान प्राणी आहेत. हे अनेक लहान प्राणी हजारोंच्या संख्येने एकत्र एकाच घरात राहतात त्यांच्या समूहास **Polyps colony** असे म्हटले जाते. यांचे घर छिद्रयुक्त असते म्हणजेच जाळीदार छोट्याशा टेकड्या एकत्र रचल्याप्रमाणे ही घरे दिसतात. अर्थात प्रत्येक कोरल्सची रचना ही वेगळी असते. प्रत्येक छिद्रामध्ये एक लहान प्रवाळप्राणी राहतो. काही मिलीमीटर व्यासाचे हे पॉलिप्स आपल्या tentacles वर असलेल्या सुयांचा वापर करून लहान माशांना व प्लवक प्राण्यांना पकडतात व आपले पोट भरतात. कोरल्सचे प्रामुख्याने दोन प्रकार पडतात. एक आहेत सॉफ्ट कोरल्स (soft corals) व हार्ड कोरल्स (hard corals). Alcyonacea म्हणजेच सॉफ्ट कोरल्स हे थोडेसे जाड, मऊ व लवचीक असतात. बऱ्याचदा हे सॉफ्ट कोरल्स एखाद्या झाडाप्रमाणे वाढलेले दिसतात किंवा पंख्याप्रमाणे समुद्राच्या प्रवाहात हलताना दिसतात. Scleractinians म्हणजेच हार्ड कोरल्स आहेत जे कॅल्शियम कार्बोनेट स्रवून स्वतःचे घर म्हणजेच बाह्य कंकाल बनवतात. हार्ड कोरल्समुळे कोरल रीफची निर्मिती होते.

हार्ड कोरल्स

एको सिस्टीम

संपूर्ण समुद्रतळाचा एक टक्के भाग हा कोरल रीफने व्यापलेला आहे. एवढ्या कमी भागात असले तरीही या कोरल रीफवर समुद्रजीवनाचा साधारण पंचवीस टक्के भाग म्हणजेच एकूण समुद्रजीवांपैकी २५ टक्के समुद्रजीव येथेच निवास करतात. म्हणूनच कोरल रीफना समुद्रातील वर्षावने (rain forests) असे म्हटले गेले आहे.

एकदा का प्रवाळप्राणी समुद्रतळाशी स्थिरावून वाढू लागले की हळूहळू तिथे कोरल रीफ तयार होते आणि अनेक लहान मोठ्या जीवांचे आगमन रीफवर होऊ लागते. कित्येक सागरी जीवांना निवारा मिळतो तर अनेक जीवांना मुबलक अन्न मिळते आणि हळूहळू ही एक परिसंस्था बनवून जाते. प्रवाळ परिसंस्था फारच सुंदर असते. या प्रवाळ प्राण्यांची घरे रंगीबेरंगी असतात. यांना रंग मिळतात ते त्यांच्या घरात निवाऱ्याकरता राहत असलेल्या सूक्ष्म वनस्पतींमुळे (algaes). सूर्यकिरणांच्या मदतीने या सूक्ष्म वनस्पती त्यांचे अन्न (carbohydrates) बनवतात व आपल्या सहजीवी प्रवाळ प्राण्यांनादेखील आपण बनवलेले अन्नघटक पुरवतात. या सूक्ष्म वनस्पतींना Zooxanthellae असे म्हणतात. खरे तर हे एक प्रकारचे Dinoflagellates असतात. प्रवाळ प्राण्यांमध्ये व या Zooxanthellae मधील असलेल्या सहजीवनास mutualism किंवा परस्परावलंबी सहजीवन असे म्हटले जाते. Zooxanthellae प्रवाळ प्राण्यांच्या घरात राहून टाकाऊ पदार्थ काढून टाकण्याचे कामदेखील करतात तसेच त्यांनी केलेल्या प्रकाशसंश्लेषणामुळे तयार होणारा ऑक्सिजनसुद्धा प्रवाळ प्राण्यांना श्वसनाकरिता उपलब्ध होतो.

या सूक्ष्म वनस्पती फारच नाजूक आणि संवेदनशील असतात असतात, समुद्राचे तापमान काही अंशांनी कमी किंवा जास्त झाल्यास त्यांना सहन होत नाही व तापमानातील हे बदल जास्त काळाकरता राहिले तर मात्र या वनस्पती लगेचच मरू लागतात आणि रंगीबेरंगी प्रवाळभित्तिका काही वेळातच सफेद होऊन जातात. Zooxanthellae मेल्यानंतर प्रवाळ प्राणी काही वेळपर्यंत जिवंत राहतात मात्र आपले अन्न पुरवणारे सहकारी गेल्यानंतर तेदेखील मरून जातात. अशा वेळेस संपूर्ण कोरल रीफ सफेद रंगाचे होऊन जाते व तिथे आश्रयाकरता आलेले इतर प्राणीदेखील निघून जातात. या संपूर्ण घटनेला कोरल ब्लिचिंग (coral bleaching) असे नाव आहे.

जगातील सर्वात मोठे प्रवाळबेट ऑस्ट्रेलिया या देशात आहे. ग्रेट बॅरियर रीफ (Great Barrier Reef) हे १००० मैल लांबीचे व साधारण एक लाख ३३ हजार स्क्वेअर मैल एवढ्या क्षेत्रफळाचे आहे.

डीप सी कोरल्स (deep sea corals) हे समुद्रात अगदी खोल पाण्यात वाढतात पण अशा समुद्रतळाशी सूर्यप्रकाश पोहोचू शकत नसल्याने तेथे प्रकाशसंश्लेषण क्रिया होऊ शकत नाही, परिणामी Zooxanthellae किंवा प्रकाशसंश्लेषण करणारे सूक्ष्मजीव यांचा अभाव या डीप सी कोरलमध्ये असतो. इथले प्रवाळप्राणी प्लवक प्राण्यांना खाऊन तसेच तळाशी असणारे जैविक घटक खाऊन आपली उपजीविका करतात. डीप सी कोरल्समध्ये रंगाचे वैविध्य आढळून येत नाही.

ऑस्ट्रेलियाच्या नैऋत्य पूर्व दिशेस असलेली ग्रेट बॅरियर रीफ ही फारच सुंदर व जैवविविधतेने नटलेली प्रवाळबेटे आहेत. इथे चारशे प्रकारचे प्रवाळ उपलब्ध आहेत, तसेच एक हजार पाचशे होऊन अधिक माशांच्या जाती व चार हजारांहून अधिक मृदुकाय प्राणी येथे आढळतात. समुद्रगाय (sea cow - dugong), green sea turtles यांसारखे नामशेष होत जाणारे प्राणीदेखील इथे आढळतात. त्यामुळे कित्येक शास्त्रज्ञांच्या अभ्यासाचेदेखील हे प्रसिद्ध क्षेत्र आहे. या क्षेत्राला १९८१ सालामध्ये वर्ल्ड हेरिटेज साईट म्हणून मान्यता दिली गेली आहे. या संपूर्ण ग्रेट बॅरियर रीफमध्ये लहान लहान अडीच हजार रीफ असून साधारण नऊशे बेटे आहेत आणि या सर्वच बेटांमध्ये एकसूत्रता आढळते. ही पृथ्वीवरील अतिशय आकर्षक पण अतिशय क्लिष्ट अशी नैसर्गिक, जैवविविधतेने नटलेली व सर्वात मोठी प्रवाळ परिसंस्था आहे.

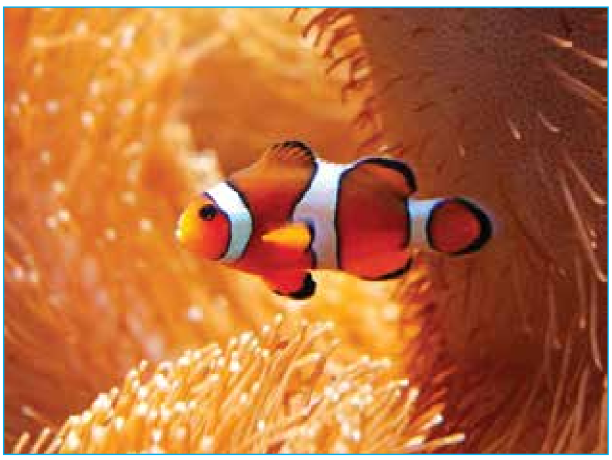
क्वीन्सलॅण्डच्या किनाऱ्यालगत लाखो वर्षांपासून विकसित झालेली ही परिसंस्था कॉन्टिनेन्टल शेल्फवर तयार झालेली आहे. Cod Hole हा Lizard बेटाजवळचा भाग भौगोलिक दृष्ट्या फार महत्त्वाचा आहे; तसेच तो पर्यटकांचे फार मोठे आकर्षण ठरलेला आहे. येथील काही वार्षिक घटना, जसे की coral spawning, whale migration, nesting turtles व असंख्य माशांचे प्रजननकरता केलेले सामूहिक स्थलांतर या फारच लोकप्रिय घटना आहेत. ज्या पाहण्यासाठी दूरदूरचे पर्यटक येथे जमा होतात.

भारतात पाल्कच्या धुनीमध्ये, कच्छच्या व मनारच्या आखातात, अंदमान व निकोबार तसेच लक्षद्वीप बेटांमध्ये

अटोल व फ्रींजिंग रीफ या प्रकारचे कोरल बेड आढळतात. १९७९ मधील कासिम यांच्या व १९९६ मधील पिल्लई यांच्या शोधकार्यादरम्यान त्यांनी भारताच्या संपूर्ण किनारपट्टीचा अभ्यास केला. या अभ्यासांतर्गत त्यांनी भारतातील कोरल आढळण्याची ठिकाणे शोधून काढली. रत्नागिरी, मालवण, रेड्डी, मंगलोर, केरळ, तामिळनाडू तसेच दक्षिण मुंबई मधील हाजी अली, वरळी, कुलाबा, मरीन ड्राईव्ह येथे कोरल्स आढळून आलेले आहेत. पण १९७९ नंतर आतापर्यंत पाहिले असता रीफची वाढ ही फार कमी आहे असे पिल्लई यांच्या अभ्यासात दिसून येते.

कोरल रीफ नजीकच्या क्षेत्रात ऑलिव्ह रीडली कासवे, डगाँग म्हणजेच समुद्रगायी तसेच ग्रीन टर्टल यांचे अस्तित्व आढळते कारण यांच्या आवडीचे खाद्य म्हणजेच समुद्र शैवाल, कोरल रीफ नजीकच्या क्षेत्रात मुबलक प्रमाणात उपलब्ध असते. या व्यतिरिक्त Butterfly fish (Chaetodontidae), Clown fish (Amphiprion species), Squirrel fish (Holocentrus species), Parrot fish (Scarus species), Snapper fish (Lutjanus species) हे Ornamental

बटरफ्लाय फिश



क्लोवन फिश

सी लायन

(शोभिवंत) म्हणजेच मत्स्यालयात ठेवण्यात येणारे मासे अधिक प्रमाणात आढळून येतात.

कोरल रीफच्या नजीकचे क्षेत्र हे स्थानिक रहिवाशांकरता उपजीविकेचा एक महत्त्वाचा आधार आहे तसेच स्थानिक मच्छिमार इथले समुद्र शैवाल (seaweed/ seagrass) जमा करून त्यापासून अगारची निर्मिती करण्याकरता वेगवेगळ्या उद्योजकांना विकतात.

तसेच, कोरल रीफ असलेला सागरकिनारा हे कित्येक दुर्मिळ सागरी प्राण्यांचे निवासस्थान असते. त्यामुळे अशा ठिकाणी अभ्यासाकरता फिरणाऱ्या कित्येक शोधकर्त्यांना व शास्त्रज्ञांना ह्या प्राण्यांना पकडून आपल्या संग्रहालयात ठेवण्याचा मोह आवरत नाही.

सिमेंट इंडस्ट्रीमध्ये प्रवाळ रेतीचा (coral sand) वापर हे फार मोठे कारण कोरलच्या विनाशाचे ठरले आहे. तसेच खारफुटीच्या (mangrove) वृक्षतोडीमुळे जो गाळ खारफुटीच्या जंगलांमध्ये त्यांच्या मुळांमध्ये साठणार होता तो पाण्याबरोबर वाहून किनारी भागात येऊन पोहोचतो. त्यामुळे कोरलवर एक आवरण तयार होते. याचा कोरलच्या वाढीवर परिणाम होऊन प्रवाळक्षेत्रे हळूहळू नष्ट होत जातात. पर्यटनाचे व्यवसाय प्रवाळबेटांच्या परिसरात वाढत जात आहेत मात्र कचरा व सांडपाण्याच्या निचऱ्याची समस्या या क्षेत्रात फार आहे. मोठ्या जहाजांचे नांगर फार जड असतात ते कोरल रीफ क्षेत्रात बरेच नुकसान पोहोचवतात.

हे कोरल्स एवढे महत्त्वाचे का बरे आहेत? का आपण त्यांचा अभ्यास करणे गरजेचे आहे? आपल्याला हे माहीत असणे गरजेचे आहे की आपल्या सागरी पर्यावरणाकरता तसेच जमिनीवरील इतर परिसंस्थांकरता कोरल्स नेमके कसे उपयोगी आहेत. किनारी भागात मॉन्सूनच्या काळात अनेक लहान वादळे व मोठमोठी चक्रीवादळे होत असतात ज्यामुळे समुद्रात भल्या मोठ्या लाटा तयार होतात व या लाटा प्रचंड वेगाच्या असतात त्यामुळे किनारी क्षेत्रातील वसाहतींचे तसेच इमारतींचे

फोटो झोनमधील कोरल

नुकसान होण्याची शक्यता असते. पण या लाटांची तीव्रता कोरलच्या अडथळ्यामुळे आपोआप कमी होते. म्हणजेच किनारी भागात या लाटा कमी तीव्रतेच्या होत जातात. सागरी किनाऱ्याचे या वादळी लाटांपासून संरक्षण करण्याचे महत्त्वाचे काम कोरल रीफ करतात. म्हणजेच ते नैसर्गिक शॉक एब्सॉर्बरचे काम करतात. असंख्य सागरी जिवांना अन्न निवारा व संरक्षण देणाऱ्या या कोरल रीफचेदेखील अशा वादळांमध्ये थोडेफार नुकसान होते. आजच्या नवनवीन संशोधनात या कोरलच्या वापर वेगवेगळी औषधे बनवण्याकरता केला जात आहे. जे बॅक्टेरिया उपलब्ध प्रतिजैविकांना प्रतिसाद देत नाहीत त्यांना मारण्याकरता नवीन प्रतिजैविकांची निर्मिती या कोरलपासून मिळवलेल्या रसायनांपासून केली जात आहे. अर्थात प्रथम या रसायनांना शुद्ध करून त्यांच्यासारखीच केमिकल स्ट्रक्चर व गुणधर्म असलेली कृत्रिम म्हणजेच analogue रसायने औषधनिर्मितीसाठी वापरली जातात.

कोरल ब्लिचिंगमुळे जसे प्रवाळ नाहीसे होत जातात तसेच वेगवेगळ्या मानवी कृतींमुळेदेखील कोरलचा ऱ्हास होत असतो. जमिनीची धूप हे एक मुख्य कारण आहे. पावसाळ्यात वेगवेगळ्या पाण्याच्या प्रवाहांद्वारे रेती व माती समुद्रात प्रवेश करते ती काही काळाने समुद्रतळाशी या कोरल्सवर जाऊन जमा होते त्यामुळे छिद्रयुक्त कोरल मातीच्या थराखाली येऊन त्यात राहत असणाऱ्या वनस्पती प्रकाशसंश्लेषण प्रक्रिया न करता आल्याने मरण पावतात परिणामी प्रवाळ प्राण्यांनादेखील त्यांच्यापासून अन्न व ऑक्सिजन मिळत नाही व कालांतराने तेही मरू लागतात. कोरल ची वाढ होण्याकरता फार काळ जावा लागतो एखादी **Polyps** Colony मोठी होण्याकरता व तिचे रूपांतर प्रवाळ-भिंतींमध्ये होण्याकरता हजारो वर्षे जावे लागतात. मात्र युट्रोफिकेशन या समस्येमुळे म्हणजेच समुद्रात वाहून आलेल्या सांडपाण्यामुळे तिथे जास्त प्रमाणात पोषक मूलद्रव्ये (nutrients) जमा होतात व नको असलेल्या इतर वनस्पती फारच वेगाने व जास्त प्रमाणात वाढतात. ज्याचा परिणाम कोरलच्या वाढीवर होतो व हळूहळू प्रवाळांचा ऱ्हास होत जातो.

कोरल्सच्या संरक्षणाकरता जगभरातून कितीतरी उपक्रम राबवले जात आहेत व त्यांच्या संवर्धनाकरता वेगवेगळ्या संस्था आज कार्य करत आहेत. यामध्ये प्रवाळांविषयी जनजागृती करणे NASA तर्फे NeMO-Net सारखे प्रोग्रॅम बनवणे, 2D, 3D model बनवणे तसेच oceanography मधील भविष्यातील उपलब्ध संधी विषयीची कल्पना शालेय मुलांना देणे यासारख्या प्रयत्नांचा समावेश आहे.

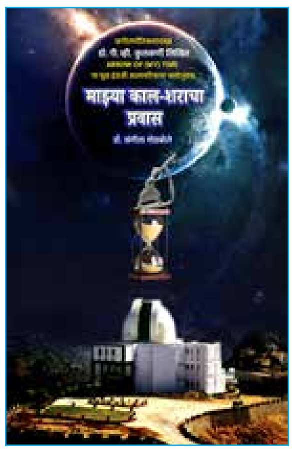
जैवविविधतेने नटलेल्या, अवर्णनीय, अद्‌भुत अशा प्रवाळ परिसंस्थेविषयी कुतूहल जागृत होऊन तुम्हीदेखील प्रवाळांच्या संरक्षणासाठी व संवर्धनासाठी नक्कीच पाऊल उचलाल अशी आशा व अपेक्षा आहे. पुढच्या वेळेस स्कुबा डायव्हिंग, snorkeling करताना आपण हजारो वर्षे जुनी असलेली प्रवाळांची घरे पाहत असून त्यांची ही घरे पुढील हजारो वर्षे अशीच बहरत राहावीत अशी प्रार्थना करू या.

– शर्वरी कुडतरकर
samikshank@gmail.com

ग्रंथाली

माझ्या काल-शराचा प्रवास

डॉ. संगीता गोडबोले



मूल्य ४०० रुपये
सवलतीत २५० रुपये

डॉ. संगीता गोडबोले

(चित्र)कला आणि विज्ञान

कला आणि विज्ञान हे दोन स्वतंत्र प्रांत असले तरी, ते अनेक समान धाग्यांनी एकमेकांशी जोडलेले आहेत. त्यांच्यामध्ये वैविध्य आहे, पण परस्परपूरकता आणि परस्परप्रेरणाही आहे. विज्ञानाची गोडी सामान्य माणसांपर्यंत पोहोचवण्याचे सामर्थ्य कलेत आहे, तर कलेला एक सुसंगत आकार देण्यासाठी विज्ञानाचे योगदान उपयुक्त ठरते. लिओनार्डो दा विंची आणि सर आयझॅक न्यूटन या दोन अजरामर व्यक्ती या संबंधांची साक्ष देतात.

लिओनॉर्डो द विंची यांच्या आयुष्यात विज्ञान आणि कला यांचा योग्य मिलाफ दिसून येतो.

लिओनॉर्डो द विंची (सन १४५२-सन १५४१) हे पुनर्जागरण काळातील एक अष्टपैलू प्रतिभावंत व्यक्तिमत्त्व होते. ते चित्रकार, शिल्पकार, अभियंता, शास्त्रज्ञ, तत्त्ववेत्ता आणि शोधक होते. त्यांच्या आयुष्यातील सर्वच कार्यांत विज्ञान आणि कला यांचा अतुलनीय संगम आढळतो. उदाहरणार्थ, त्यांनी काढलेली विट्रुव्हियन मॅन ही रेखाचित्रे म्हणजे मानवी शरीरातील प्रमाणांचा अभ्यास करणारे वैज्ञानिक विश्लेषण आणि सौंदर्याची कलात्मक अभिव्यक्ती यांचे सुंदर मिश्रण आहे. यामध्ये त्यांनी ग्रीक वास्तुविशारद विट्रुव्हियसच्या तत्त्वांनुसार मानवी शरीराचा अभ्यास केला आणि त्याला कलात्मक रूप दिले. द विंची यांनी आपल्या चित्रकलेमध्ये वैज्ञानिक ज्ञानाचा सूक्ष्म वापर केला. 'मोनालिसा' हे त्यांचे विश्वविख्यात चित्र म्हणजे त्याचे उत्तम उदाहरण. या चित्रातील स्मितहास्य अत्यंत नैसर्गिक वाटावे यासाठी त्यांनी फ्लॉरेन्समधील 'सांता मारिया नुवा' रुग्णालयाच्या तळघरात मृतदेहांचे विच्छेदन करून स्नायूंचा सखोल अभ्यास केला. हास्य निर्माण करणारे चेहऱ्याचे स्नायू कसे आकुंचन-पसरण पावतात, याचा शोध त्यांनी शरीरशास्त्रीय पद्धतीने घेतला. शरीरशास्त्राच्या अभ्यासातून साकारले गेलेले हे चित्र आजही रसिकांना मंत्रमुग्ध करते. त्यांनी शरीरशास्त्राबरोबरच वनस्पतिशास्त्र, अभियांत्रिकी यांचाही अभ्यास केला. म्हणूनच उडत्या यंत्रांपासून युद्धसामग्रीपर्यंतची कल्पनाचित्रे त्यांनी अचूकतेने काढली.

त्याचप्रमाणे, 'मोनालिसा' आणि 'द लास्ट सपर' या त्यांच्या प्रसिद्ध चित्रांमध्ये प्रकाश-छायांचे असाधारण अध्ययन, मानवी भावनांचे बारकावे आणि शारीरिक रचना यांचा शास्त्रीय दृष्टिकोनातून प्रेरित होऊन केलेला सखोल

मोनालिसा

द लास्ट सपर

यामुळे रंगांच्या अभ्यासाला वैज्ञानिक अधिष्ठान प्राप्त झाले. सौंदर्य आणि विश्लेषण यांचा उत्तम मेळ त्यांच्या ठिकाणी होता असे सहज लक्षात येते. न्यूटन यांनी रूढ केलेली कलन (Calculus) ही गणितीय संकल्पना वैज्ञानिक अचूकतेसाठी होती, परंतु त्यामध्ये अंतर्भूत असलेलली सुसंगती, गणनक्रियांचे सौंदर्य आणि कल्पकता ही कलात्मक वृत्तीचीच लक्षणे आहेत. त्यांचा 'Principia Mathematica' हा ग्रंथ विज्ञानाचा पाया ठरला, परंतु त्यामध्ये न्यूटन यांनी सृष्टीच्या नियमांना केवळ कोरड्या गणिताच्या चौकटीत न मांडता, त्यामागील एक दिव्य नियोजन आणि सौंदर्यदेखील मान्य केले आहे. त्यांच्याच शब्दांतून, The most beautiful system of the sun, planets, and comets, could only proceed from the counsel and dominion of an intelligent and powerful Being. ते प्रतीत होते. न्यूटन विज्ञानाचे खरे साधक होते, पण ते अलौकिक आणि आध्यात्मिक घटकांकडेही आकृष्ट होते. त्यांनी त्यांच्या बायबलवरील भाष्य, अल्किमीवरील संशोधन यातून दाखवले की त्यांच्यासाठी विज्ञान आणि तत्त्वज्ञान यामध्ये एक अंतर्निहित सौंदर्य आहे, ती एका प्रकारे कलाच होती. न्यूटन यांचे जीवन हे विज्ञानाच्या कक्षा वाढवणारे होतेच, शिवाय त्यामध्ये कला, सौंदर्य, आध्यात्मिकता यांचा अद्‌भुत संगम होता. त्यांच्या कार्यातून विज्ञान हे कोरडे आणि निर्जीव नसून, एक सजीव, सौंदर्यपूर्ण प्रक्रिया आहे, हे अधोरेखित होते.

अभ्यास दिसून येतो. विंची यांनी हृदय, मेंदू, स्नायू आणि हाडांची रचना समजून घेण्यासाठी शवविच्छेदन (dissection) केले. त्यांनी सजीव शरीररचनेची शेकडो तपशीलवार रेखाचित्रे केली, जी केवळ वैज्ञानिकदृष्ट्याच महत्त्वाची नव्हे, तर कलात्मकदृष्ट्याही अत्यंत सौंदर्यपूर्ण आहेत. त्यांच्या उड्डाणयंत्र, पाणबुडी, पुलांचे आराखडे इत्यादी निर्मितीत तांत्रिक ज्ञान, सूक्ष्म निरीक्षणशक्ती आणि कल्पनाशक्ती यांचा संगम दिसतो. हे आराखडे म्हणजे विज्ञानाच्या आधारावर तयार झालेल्या यंत्ररचनांमध्ये कलात्मक दृष्टिकोनातून सादर केलेल्या सृजनशील कल्पना होत्या. थोडक्यात लिओनॉर्डो द विंची यांच्या कार्यातून विज्ञानाची तार्किकता आणि कलाचतुराई यांचा सुंदर संगम दिसतो. त्यांच्या विचारसरणीत ही दोन क्षेत्रे वेगळी नसून एकमेकांना पूरक आहेत, हे त्यांनी दाखवून दिले. हेच त्यांच्या आयुष्याचे वैशिष्ट्य ठरते.

सर आयझॅक न्यूटन

न्यूटन यांच्या जीवनात कला आणि विज्ञान यांचा संगम अत्यंत वैशिष्ट्यपूर्ण होता. यावर भाष्य करताना काही महत्त्वाच्या मुद्यांकडे लक्ष देणे आवश्यक आहे. न्यूटन हे केवळ वैज्ञानिक नव्हते, तर ते उत्कृष्ट निरीक्षकही होते. त्यांनी प्रकृतीतील घटकांचा बारकाईने अभ्यास केला – उदाहरणार्थ, इंद्रधनुष्याचे रंग, प्रकाशाचे अपवर्तन अशी विश्लेषणे करताना त्यांच्या डोळ्यांत कलात्मकता होती. त्यांना प्रकाशाचे वर्णपट सात रंगांमध्ये विभागलेले असतात असे दिसले आणि ते त्यांना उमजले. रंगविज्ञान आणि प्रकाशशास्त्र यांचा संबंधही तितकाच महत्त्वाचा आहे असे त्यातूनच लक्षात आले. न्यूटन यांनी लोलक वापरून पांढऱ्या प्रकाशाचे सात रंगांमध्ये विघटन होते हे सिद्ध केले. हे शास्त्रीय सत्य रंगसंगती आणि रंगांच्या कलात्मक वापरात मूलभूत ठरले.

डॉ. होमी भाभा

डॉ. होमी भाभा हे भारतीय अणुऊर्जा कार्यक्रमाचे जनक म्हणून ओळखले जातात. ते केवळ एक अत्युत्तम वैज्ञानिकच नव्हते, तर एक गुणी कलाकारसुद्धा होते. अणुभौतिकशास्त्रातील त्यांचे योगदान अमूल्य स्वरूपाचे आहे. डॉ. भाभा यांनी कॉस्मिक किरणांचा अभ्यास केला आणि भाभा स्कॅटरिंग हे महत्त्वाचे तत्त्व मांडले. त्यांनी टाटा इन्स्टिटयूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च (TIFR) आणि भाभा अणुसंशोधन केंद्र (BRC) स्थापन करून भारताच्या अणुऊर्जा विकासाला दिशा दिली. स्वदेशी संशोधनावर भर देत त्यांनी भारताला वैज्ञानिकदृष्ट्या आत्मनिर्भर बनवण्यासाठी देशांतर्गत संशोधनावर भर दिला. डॉ. भाभा खूपच मनस्वी कलाकारदेखील होते. डॉ. भाभा यांना संगीत, विशेषतः

पश्चिमी शास्त्रीय संगीत आणि भारतीय शास्त्रीय संगीताची गोडी होती. त्यांना चित्रकलेत विशेष रस होता. त्यांची अनेक चित्रे अणुशक्ती कार्यालयात लावलेली आहेत. त्यांनी TIFR इमारतींच्या रचनेत सौंदर्यशास्त्राचा विचार केला. विविध आधुनिक भारतीय चित्रकारांची चित्रे TIFRमध्ये लावण्यात त्यांनी पुढाकार घेतला. विज्ञान हे केवळ तंत्रज्ञान नव्हे, तर संस्कृतीचाही भाग आहे, असा त्यांचा विश्वास होता. त्यामुळे विज्ञान आणि कलाच यांचा संगम त्यांच्या कामात दिसतो. यावरून असे लक्षात येईल, की डॉ. होमी भाभा हे केवळ अणुविज्ञानाचे जाणकार नव्हते, तर त्यांना कलेची जाणीव होती आणि त्यांची सौंदर्यदृष्टीसुद्धा विलक्षण होती. विज्ञान आणि कला यांचा संगम त्यांनी आपल्या आयुष्यात साधला होता, म्हणूनच ते उत्तम वैज्ञानिक आणि कलाकार होते, हे निर्विवादपणे सिद्ध होते.

मेंदूचा कार्यविभाग आणि कला-विज्ञानाचे नाते

मानवी मेंदूचे डावे अर्धगोलक तार्किक, विश्लेषणात्मक कार्यांसाठी तर उजवे अर्धगोलक सौंदर्यदृष्टी आणि भावनांशी संबंधित असते. ह्या दोन्ही अर्धगोलकांचाच परिपूर्ण मेंदू बनतो. त्यामुळे त्यांच्या महत्त्वात डावेउजवे करण्याचे कारण नाही! दोन्ही अर्धगोल आपापल्या परीने महत्त्वाचेच आहेत. कला आणि विज्ञान या एका नाण्याच्याच दोन बाजू आहेत. निसर्गाने मेंदूची रचना करताना हे सिद्ध केलेले आहे. म्हणूनच ज्यांना कला आणि विज्ञान दोन्ही विषयांत गोडी असते, त्यांचा मेंदू अधिक संतुलित आणि प्रभावी कार्य करतो, हेही संशोधनातून स्पष्ट झाले आहे.

कला आणि विज्ञान यांच्यातील परस्पर संबंध

विज्ञान वस्तुनिष्ठतेचा शोध घेते, तर कला त्याला भावनात्मक आणि सौंदर्यात्मक आयाम देते. दोघांचेही मूळ 'मानवी जिज्ञासे'त आहे. विज्ञान कल्पना मांडून, प्रयोगांनी सिद्ध करून सार्वत्रिक सत्य मांडते; कला त्या सत्यांना अधिक सजीव आणि अनुभूतीक्षम करते. म्हणूनच डॉक्टर, अभियंते, संशोधक अशा अनेक व्यावसायिकांना कोणत्या ना कोणत्या कलेची आवड असते. ही कला केवळ विरंगुळा न राहता, मनाची स्थिरता आणि एकाग्रता निर्माण करणारा मार्ग ठरते.

कला आणि विज्ञान या मानवी जीवनाच्या दोन प्रमुख वाटा आहेत. प्रथमदर्शनी त्या परस्परविरोधी वाटू शकतात. विज्ञान हे तर्क, विश्लेषण आणि प्रयोगांवर आधारित असते, तर कला ही भावनांवर, कल्पनाशक्तीवर आणि सौंदर्यबुद्धीवर आधारित असते. खरे पाहता या दोन्ही क्षेत्रांमध्ये एक अद्वितीय परस्परसंबंध आहे. दोघांचे अंतिम उद्दिष्ट सत्याचा शोध घेणे आणि मानवजातीच्या प्रगतीस हातभार लावणे आहे. विज्ञानात जसे संख्याशास्त्र, भौतिकशास्त्र, रसायनशास्त्र यासारख्या विषयांची अचूकता आवश्यक असते, तसेच कल्पकताही तितकीच महत्त्वाची असते. अनेक वैज्ञानिक शोध हे कल्पनाशक्तीच्या आधारावर जन्म घेतात. ही कल्पनाशक्ती कलाक्षेत्रातूनच पोसली जाते. उदाहरणार्थ, अल्बर्ट आइन्स्टाइन यांनीदेखील कल्पकतेला ज्ञानापेक्षा महत्त्व दिले होते. दुसरीकडे, कलासुद्धा विज्ञानाच्या मदतीने अधिक प्रभावी बनते. चित्रकला, शिल्पकला, संगीत, नृत्य या सर्व प्रकारांमध्ये गणितीय प्रमाण, आकृतींची सममिती, रंगच्छटा यांचा वापर होतो, जो थेट विज्ञानाशी संबंधित आहे.

डिझाइन आणि अभियांत्रिकी क्षेत्रात तर कला आणि विज्ञान यांचा संगम स्पष्टपणे दिसतो. आर्किटेक्चरमध्ये सौंदर्य आणि बांधकामातील तांत्रिकता यांचे समतोल साधणे आवश्यक असते. तसेच, माहितीच्या युगात विज्ञानातील ज्ञान लोकांपर्यंत पोहोचवताना कलात्मक सादरीकरण आवश्यक ठरते. ग्राफिक्स, माहितीपट, शैक्षणिक ॲनिमेशन यामध्ये विज्ञान आणि कला यांचे अद्भुत मिश्रण पाहायला मिळते. मानवाच्या भावना, विचार, संस्कृती यांचे चित्रण कला करते, तर विज्ञान त्या भावनांचे मूळ आणि परिणाम समजून घेते. अशा प्रकारे, मानवजातीच्या समजुतीला दोन्ही वेगवेगळ्या मार्गांनी समृद्ध करतात. अनेक पर्यावरण कार्यकर्ते कलाकृतींच्या माध्यमातून जनजागृती करतात, तर वैज्ञानिक पर्यावरणीय प्रश्नांचे तांत्रिक उपाय शोधतात. दोन्ही मिळून समाजाला सजग आणि संवेदनशील बनवतात. म्हणजेच कला आणि विज्ञान ही केवळ वेगवेगळी क्षेत्रे नसून, ती एकमेकांची पूरक आहेत. विज्ञानाला कल्पकतेची गरज भासत असेल, तर कलेला वैज्ञानिक पद्धतीची. या दोघांच्या संगमातूनच मानवजातीचा सर्वांगीण विकास शक्य आहे. म्हणूनच, विज्ञान आणि कलेमध्ये समन्वय राखणे ही काळाची गरज आहे.

चित्रकलेत शास्त्रीय अभ्यासाची गरज

शरीररचनेचा सखोल अभ्यास केल्यास, व्यक्तिरेखा अधिक प्रमाणबद्ध, भावनात्मक अभिव्यक्तीक्षम चित्रित करता येते. डोळे, चेहरा, देहबोली यांतील बारीकसारीक हावभाव अचूक पकडणे शक्य होते.

कलाकार विजयराज बोधनकर आणि 'रेझोनन्स'

आजच्या काळातही विज्ञान आणि कलेच्या संयोगाचे सुंदर उदाहरण म्हणजे चित्रकार विजयराज बोधनकर यांचे

विजयराज बोधनकर यांचे 'रेझोनन्स' हे चित्र

'रेझोनन्स' हे चित्र. त्यांच्या मते, या चित्राची प्रेरणा बालपणातील मृदंगाच्या निनादातून आली. भजनाच्या कार्यक्रमात ऐकलेला तो 'ध्वनिअनुभव' त्यांच्या मनावर कोरला गेला आणि काही वर्षांनंतर कॅनव्हासवर उतरला.

चित्राच्या बाबतीत एक रोचक किस्सा त्यांनी सांगितला – एका श्रीमंत स्त्रीने हे चित्र विकत घेतले. तिच्या मते, चित्रातील व्यक्तीच्या कपाळावरील केसरी टिळा तिला इतका आवडला, की ती रोज त्यासमोर केशरी फुलांची माळ रचते.

चित्राचे विविध अनुभव:

'रेझोनन्स' – म्हणजेच अनुकंपा, सहकंपन. हे चित्र केवळ सौंदर्याचे प्रतीक नाही, तर त्यातून विज्ञानाशी जोडलेले अनेक आयाम प्रकट होतात. भौतिकशास्त्रज्ञाच्या मनात ट्युनिंग फोर्कची आठवण जागी होते, तर रेडिओलॉजिस्टच्या डोळ्यांसमोर MRI मधून मिळणारे ध्वनिचित्र उमटते.

प्रत्येक जण हे चित्र वेगवेगळ्या पातळीवर अनुभवतो – कधी भक्तिभावातून, कधी स्मरणातून, कधी प्रेमातून. हीच त्या चित्राची व्यापकता आणि तीव्रता.

आता रंग आणि विज्ञानाच्या संबंधाविषयीचे एक उदाहरण पाहू.

एग टेम्पेरा नावाचा हा प्रकार प्राचीन इजिप्शियन ममी पोर्ट्रेट, मध्ययुगीन इटालियन पॅनेल पेंटिंग आणि जगभरातील इतर अनेक कलाकृतींमध्ये आढळतो. अंड्याचा पिवळा बलक वापरून तयार केलेले रंग लवकर सुकतात, त्यांना विशेष पोत असतो आणि लवचीकताही असते. त्याचप्रमाणे ते वर्षानुवर्षे उत्तम स्थितीत टिकतात. हजारो वर्षांपासून याचा वापर केला गेलेला असला तरी त्यातील विज्ञान अजूनही अभ्यासाचा विषय आहे.

स्पेनमधील एका विद्यापीठाने या प्रकारच्या रंगांवर अतिनील किरणांचा कमीत कमी परिणाम होतो हे सिद्ध केले आहे. याचाच अर्थ रंगांमध्ये वापरल्या जाणाऱ्या घटकांच्या रसायनशास्त्र अभ्यासामुळे त्यांचे विविध उपयुक्त गुणधर्म निदर्शनास येऊन तो चित्रे वर्षानुवर्षे उत्तम रितीने जतन कशी करता येतील याविषयी माहितीस्रोत ठरतो.

चित्रशैली आणि विज्ञान

चित्रकलेचा fiction science म्हणजे विज्ञान काल्पनिकामध्येही सहभाग आहे. जिथे भविष्यातील शहर, अंतराळयानांच्या साहाय्याने केलेला अंतराळप्रवास किंवा परग्रहावरील काल्पनिक जीव, एलियन, रोबोट यांचे काल्पनिक चित्रण केले जाते. त्यासाठी विविध रंग आणि शैलींचा त्याचबरोबर कृत्रिम बुद्धिमत्तेचाही वापर केला जातो.

विसाव्या शतकात या चित्रकला शैलीला प्रथम लोकप्रियता मिळाली. या कलेचा तंत्रज्ञानाच्या वापराने विज्ञान कल्पनारम्य चित्रपट तयार करण्यासाठी वापर केला जातो.

इथे मनोरंजनाबरोबरच मेंदूला विशेष खाद्यही मिळते.

भविष्यवाद कलाशैली

नावातच उल्लेख झाल्याप्रमाणे भविष्य आणि आधुनिक तंत्रज्ञान यांचा यात समावेश आहे.

आटोमोबाइल्स आणि यंत्रसामग्रीच्या वापराविषयी ही शैली बोलू लागली. पूर्वी या शैलीत चित्रित झालेल्या चित्रांमध्ये आताची आधुनिक विमाने आणि वाहने दिसून येतात.

सारांश

थोडक्यात सांगायचे तर विज्ञानातील शास्त्रीय पद्धती आणि कलेतील सर्जनशीलता यांचा संगम अत्यंत परिणाम कारक ठरतो. शरीरशास्त्राचा अभ्यास कलाकाराला अचूक व्यक्तिरेखा साकारण्यात मदत करतो. विज्ञानाची शिस्त आणि कलेची प्रेरणा यांचा संगम समाज आणि संस्कृती समृद्ध करण्यास मोलाचा ठरतो.

डॉ. संगीता गोडबोले
sgodbolejoshi@gmail.com

मेधा लिमये

सृष्टिसखा पावसाळा

वर्षानुवर्षे चालत आलेले ऋतुचक्र ही पृथ्वीवरील एक आश्चर्यकारक घटना! त्यातही दर दोन महिन्यांनी बदलत्या विभ्रमांनी मोहवणारे आणि आपल्या जीवनावर मोठा प्रभाव टाकणारे आपल्या भारतातले ऋतुचक्र! पाश्चिमात्य जगतात स्प्रिंग, समर, ऑटम, विंटर असे चार ऋतू, तर आपल्याकडे सहा ऋतूंचे सहा सोहळे! या ऋतुचक्रामुळेच आपण निसर्गसंपत्तीच्या बाबतीत भाग्यवान आहोत. भारताच्या जैवविविधतेचा जगभरच्या पर्यावरणप्रेमींना विस्मय वाटतो तो म्हणूनच! सहा ऋतूंपैकी ज्याला सृष्टिसखा म्हणावे असा वर्षाऋतू सुरू होणे हे वर्षानुवर्षे जून महिन्याचे खास वैशिष्ट्य. किंबहुना ७ जूनला लागणारे मृगनक्षत्र पावसाला घेऊन येणार अशी खूणगाठच आपण मनाशी बांधलेली असते. एक आख्यायिका आहे, की बिरबलाने सत्तावीस वजा नऊ म्हणजे किती या प्रश्नाचे उत्तर शून्य असे दिले होते. कारण एकूण सत्तावीस नक्षत्रांपैकी पावसाची नऊ नक्षत्रे वजा केली तर शिल्लक काहीच राहणार नाही!

वर्षाऋतू, बरसात, पावसाळा असे शब्द पावसासाठी भारतात पूर्वापार प्रचलित असले तरी ब्रिटिश काळात मान्सून हा शब्द अधिक प्रचारात आला आणि सध्या जास्त प्रमाणात तोच पावसाच्या संदर्भात वापरलेला आढळतो. हा शब्द हिंदी आणि उर्दू भाषांमधील मौसम शब्दावरून आला आहे. तो खरा म्हणजे हिंदी महासागर आणि अरबी समुद्र यांच्यावरून भारताच्या नैऋत्य दिशेकडून येणारे विशिष्ट कालावधीतील वारे या अर्थाचा आहे. दक्षिण आशियात जून ते सप्टेंबर या काळात सक्रिय असणारे हे मोसमी वारे भारत व त्याच्या आसपासच्या देशांमध्ये जोरदार पाऊस आणतात. म्हणून या वाऱ्यांनी येणाऱ्या पावसाला मान्सून असेच म्हटले जाऊ लागले आहे. आपल्या भारताला या मान्सूनचे वरदान आहे. मातृभूमीचे वर्णन सुजल, सुफल, सस्यश्यामल या विशेषणांनी आपण करतो कारण ठरावीक वेळी नियमितपणे येणारा हा पाऊस तिला शुद्ध, स्वच्छ पाणी देतो; फळाफुलांची समृद्धी आणून सुफल करतो; आणि सस्य म्हणजे धान्य निर्माण करून सस्यश्यामल म्हणजे सावळ्या वर्णाची करतो. म्हणूनच केवळ चातक पक्षीच नव्हे तर प्रत्येक सजीव पावसाची प्रतीक्षा करतो.

नेमेचि येणारा पावसाळा हे सृष्टीचे कौतुक सुरू होण्याची फार प्रतीक्षा करावी न लागता यंदा मे महिन्यातच मोसमी पावसाचे आगमन झाले. इतकी लवकर पावसाला सुरुवात होणे सन २००९ नंतर प्रथम घडले. त्यावर्षी २३ मे रोजी केरळमध्ये पावसाचे आगमन झाले होते. गेली काही वर्षे मोसमी पावसाचे आगमन उशिरा होत होते, उदाहरणार्थ, २०२० - १ जून, २०२१ - ३ जून, २०२२ - २९ मे, २०२३ - ८ जून आणि २०२४ - ३० मे. त्यामुळे सर्वसाधारणपणे असे म्हटले जाऊ लागले होते, की आता निसर्ग बदलतो आहे, ऋतुचक्र पूर्वीसारखे राहिले नाही. परंतु पावसाने दाखवून दिले आहे, की इतक्या कमी कालावधीतल्या सर्वसामान्य निरीक्षणांवरून असे निष्कर्ष काढणे योग्य नाही. कारण गेल्या शंभर वर्षांचा पावसाचा इतिहास पाहिला तर नैसर्गिक कमी-जास्तच्या चक्रापलीकडे पावसाच्या आकृतिबंधामध्ये फारसा फरक झालेला दिसत नाही. यावर्षी मान्सून लवकर भारताच्या जवळ आला आणि त्याची प्रगतीही वेगाने झाली. अंदमान ते केरळ हा प्रवास त्याने १३ दिवसांतच केला. नंतरही काही तासांतच तो गोव्यापर्यंत आला आणि पाठोपाठ वेगाने महाराष्ट्रातही दाखल झाला. वैशाखाच्या अमावास्येला तर मुंबईत त्याने उगवत्या सूर्याला प्रवेश करू दिला नाही आणि चांगलाच जोर धरला.

असे बदलते वर्षाचक्र ही बहुधा निसर्गाची संतुलन राखण्याची योजना असावी. ढोबळ मानाने जून ते सप्टेंबर हा कालावधी पावसाळ्याचा असला तरी त्यामध्ये फरक पडतो कमी दाबाच्या पट्ट्यांचा कालावधी बदलतो तेव्हा. आपल्याकडील सहा ऋतूंची प्राचीन विभागणी पावसाचे दोन मुख्य महिने धरते. अर्थात हेही अगदी निश्चित नसले तरी आषाढाचा उत्तरार्ध ते भाद्रपदाचा पूर्वार्ध हा काळ सामान्यतः पावसाचा असतो. आषाढसरी, श्रावणसरी यांच्यातही फरक असतो. भाद्रपदात पाऊस कमी होऊ लागतो. असे सामान्यतः असते, पण प्राचीन साहित्यातील वर्षावर्णने वाचली की वाटते, हल्ली निसर्ग बदलला आहे असे आपण म्हणतो ते तितकेसे खरे नाही. तेव्हाही पाऊस लहरीच होता, त्याच्याशी प्राणिमात्रांना जुळवून घ्यावेच लागत होते. म्हणूनच पूर्वी पावसाची धार सुरू होण्याआधी परगावी गेलेले व्यापारी, मोहिमेवर गेलेले सैनिक घरी परतत. घरोघरी पावसाळ्यासाठी आवश्यक वस्तूंची बेगमी केली जाई. घराची, गोठ्याची दुरुस्ती करणे, इंधनाची लाकडे, गुरांचा चारा यांची साठवण करणे अशीही खबरदारी घ्यावी लागे. लहरी पावसाने कहर केला की कधी कधी आठ आठ दिवस सूर्यदर्शन न होणे, तर कधी पूर्ण पंधरवडा कोरडा जाणे, कधी लहानशा क्षेत्रावर ढगफुटी होणे, जोडीला विजांचा कडकडाट असेल तर वीज पडून जनावरे, माणसेही दगावणे, वादळी वारा असेल तर झाडे उन्मळून पडणे, त्यामुळे मनुष्यहानी, वित्तहानी होणे हे सगळे पूर्वापार चालत आलेले आहे.

पूर्वी म्हटले जाई की मेघाचा भरवसा कोणी देऊ शकत नाही. परंतु दीर्घकाळ केलेली निरीक्षणे वापरून काही अंदाज वर्तवले जात असत. कारण शेतीच्या दृष्टीने हे अंदाज फार महत्त्वाचे होते. शिवाय दर्यावर्दी लोकांसाठीही ते उपयुक्त असत. ते आडाखे काही अंशी खरे ठरत, पण अनेकदा चुकतही. परंतु विशेष म्हणजे भारतात हवामानाच्या अभ्यासाची परंपरा प्राचीन काळातच सुरू झाली. इसवी सनापूर्वी ३००० या काळात लिहिलेल्या वेद, उपनिषदे इत्यादी ग्रंथांमध्ये मेघांची निर्मिती आणि पाऊस याबद्दल चर्चा आढळते. वराहमिहिरांच्या बृहद्संहितेत वायुमंडळाच्या प्रक्रियांचे ज्ञान दिसते. नियमितपणे येणारा पाऊस सूर्यामुळे येतो असे वेदकाळात मानले जात होते. सर्व ऋतूंच्या केंद्रस्थानी सूर्य आहे अशा अर्थाचे आदित्यस्त्वेष सर्व ऋतवः असे संस्कृत वचन होते. म्हणूनच आपल्या 'भारत मौसम विज्ञान विभाग' म्हणजेच Indian Meteorological Department (IMD) या संस्थेचे बोधवाक्य 'आदित्यात् जायते वृष्टिः' असे आहे, ज्याचा अर्थ आहे, सूर्यामुळेच पाऊस पडतो.

ही परंपरा पुढे सुरू राहिली त्यामुळेच आताच्या काळातील एक महत्त्वाची गोष्ट म्हणजे भारताचे आधुनिक हवामानखाते शंभराहून अधिक वर्षांचे आहे. भारतातील हवामानाची व पावसाची शंभरपेक्षा जास्त वर्षांची आकडेवारी तिथे उपलब्ध आहे. त्यामुळे भारतातला पाऊस कसा समजून घ्यावा आणि त्याचा अंदाज कसा बांधावा यासाठी त्या आकडेवारीची मदत घेऊन हवामानशास्त्र, गणित, संख्याशास्त्र यांचा उपयोग करून अधिकाधिक अचूक अंदाज वर्तवण्याचे प्रयत्न सातत्याने गेली अनेक वर्षे केले जात आहेत. हे तसे सोपे नसते कारण आपल्या देशातील पावसाचा अंदाज करताना प्रशांत महासागरात, हिंदी महासागरात, ऑस्ट्रेलियातील डार्विनमध्ये, आल्प्स पर्वतामध्ये, हिमालयात वगैरे ठिकाणी काय बदल होत आहेत याचे भान ठेवावे लागते. सुदैवाने भारतात जगातील सर्वात जुन्या वेधशाळांपैकी काही वेधशाळा आहेत. उदाहरणार्थ, सन १७८५ मधील कोलकाता वेधशाळा, १७९६ मधील चेन्नई वेधशाळा. ब्रिटिश राजवटीत एकोणिसाव्या शतकाच्या पूर्वार्धापर्यंत भारताच्या अनेक प्रांतांमध्ये वेधशाळा सुरू झाल्या. मुंबईतील प्रसिद्ध कुलाबा वेधशाळा सन १८४१ मध्ये स्थापन झाली. या वेधशाळांकडे माहितीचा खजिना उपलब्ध आहे. १८७५ मध्ये भारत सरकारच्या भारत मौसम विज्ञान विभागाची स्थापना झाली. या विभागाचे मुख्यालय आता दिल्ली येथे आहे. या विभागाने सातत्याने समकालीन तंत्रज्ञानाचा अंगीकार करून भारताचा INST उपग्रह तसेच अत्याधुनिक संगणक प्रणाली यांच्या मदतीने भारतीय मोसमी पावसाच्या अभ्यासात मोठी मजल मारली आहे.

वेधशाळांकडील आणि मौसम विज्ञान विभागातील सर्व माहितीचा उपयोग करून सन १९८८च्या सुरुवातीला डॉ. वसंत गोवारीकर यांच्या नेतृत्वाखाली भारताचे

स्वतःचे मान्सून मॉडेल विकसित करण्याला विशेष गती मिळाली. त्यावेळी १५ प्राचलांवर (पॅरामीटर) आधारित 'मान्सून प्रारूप' विकसित करण्यात आले, जे पुढे १६ प्राचलांचे झाले. याला महत्त्वाचे निमित्त झाले ते १९८७च्या भारतातील मान्सूनबद्दल अमेरिकेच्या चुकलेल्या अंदाजाचे. अंदाजाप्रमाणे तो चांगला झालाच नाही, उलट शतकातील सर्वात वाईट अशा तीन मान्सूनपैकी एक ठरला. त्यामुळे आपणच या क्षेत्रात स्वतःचे प्रारूप विकसित करावे असा विचार प्रकर्षाने पुढे आला. त्याचे काम सुरू झाले आणि १९८८ सालातील भारतातील मान्सूनचा अमेरिकेचा अंदाज पुन्हा चुकला आणि भारताच्या हवामानखात्याचा अंदाज खूपच बरोबर ठरला. त्याचा अनुभव सांगताना डॉ. वसंत गोवारीकर म्हणाले होते, ''१९८८चा भारतातील मान्सून 'अवर्षणापेक्षा बरा' एवढाच होईल असे त्यांनी जाहीर केले. याच्या अगदी बरोबर उलट आमचा 'मान्सून प्रारूपा'वर आधारलेला अंदाज होता. आम्ही तो उघडपणे बोलूनही दाखवला. पंतप्रधानांच्या समोर तो आम्ही विस्ताराने सादरही केला. रात्रीच्या हिंदी व इंग्रजी बातम्यांच्या मधल्या वेळामध्ये १९८८चा मान्सून उत्कृष्ट होणार असल्याचे आम्ही जाहीरपणे सांगितले. हवामानखाते वैज्ञानिक संकल्पनेवर आधारलेले होते. १९८८चा मान्सून उत्कृष्ट होणार असल्याच्या आमच्या अंदाजामागचे वैज्ञानिक विश्लेषण आम्ही सांगितले. अखेरीस दोन परस्परविरुद्ध अंदाजांमध्ये अडकलेला १९८८चा मान्सून १ जूनला केरळच्या किनाऱ्यावर धडकला. ठरलेल्या वेळात तो देशभर पसरला. मान्सूनच्या चार महिन्यांमध्ये जितका पाऊस सर्वसाधारणपणे पडतो, त्यापेक्षा जास्त पावसाने वेळच्या वेळी हजेरी लावली. मौसम विज्ञान विभागाच्या अंदाजाप्रमाणे १९८८चा मान्सून नुसताच उत्कृष्ट झाला नाही, तर या शंभर वर्षांतील सर्वोत्कृष्ट मान्सूनपैकी तो एक ठरला.'' (संदर्भ : महाराष्ट्र टाइम्स, रविवार पुरवणी, ३ जानेवारी, २०१५)

हा अभ्यास कसा केला जातो? याबाद्दल गोवारीकर म्हणाले होते, ''जूनमध्ये येणाऱ्या पावसाची प्रक्रिया तब्बल अर्धे वर्ष अगोदर म्हणजे डिसेंबरपासून सुरू होते. पहिले प्राचल आल्प्स पर्वताच्या आणि युरेशियाच्या हिमाच्छादित प्रदेशाची व्याप्ती हे आहे. तसेच जानेवारी ते मार्चमध्ये हिमालयात किती बर्फ पडला यावरही पुढच्या मान्सूनची गुणवत्ता ठरते. जानेवारी ते एप्रिल महिन्यांतील वेगवेगळ्या उंचीवरील वारे, जानेवारी व फेब्रुवारी महिन्यांमध्ये पृथ्वीच्या उत्तर गोलार्धातले तापमान, ऑस्ट्रेलियामधील डार्विन या ठिकाणी वसंतऋतूतील हवेचा दाब, एप्रिलमधला अर्जेंटिनावरील हवेचा दाब, भारताच्या वेगवेगळ्या ठिकाणांचे वेगवेगळ्या महिन्यांतील तापमान अशांसारख्या जागतिक व स्थानिक प्राचलांवर भारताच्या मान्सूनचा कमी-जास्तपणा अवलंबून आहे. इतकेच काय, प्रशांत महासागरातील पेरू बेटाच्या किनाऱ्यावरून वाहणाऱ्या पाण्याच्या तापमानाची झळ हजारो किमीवरच्या आपल्या मान्सूनलाही लागते. थोडक्यात, कधी भारतापासून वीस हजार किलोमीटर दूरच्या प्रदेशातला हवेचा दाब, वेगवेगळ्या उंचीवरचे वारे आणि अनेक ठिकाणचे तापमान तपासावे लागते, तर कधी दूरची व नजीकच्या प्रदेशातली हिमवृष्टी लक्षात घ्यावी लागते. या सर्व गोष्टी हवामानखात्याच्या 'मान्सून मॉडेल'मध्ये १६ प्राचलांच्या रूपाने दक्ष आहेत. प्रत्येक प्राचलाला ठरावीकच 'किंमत' किंवा 'महत्त्व' आहे. त्यांचे महत्त्व सारखे नाही, कमी-जास्त आहे. परंतु त्या १६ प्राचलांच्या एकत्रित विचारांतून भारताच्या मान्सूनची गुणवत्ता ठरते. आपल्या 'मान्सून मॉडेल'चा हा थोडक्यात चेहरामोहरा आहे. हिंदुस्थानमधील मान्सून आफ्रिकेतल्या पावसाळ्यासारखा, संपूर्ण अवर्षणाची परिस्थिती कधी निर्माण करत नाही. वर्षानुवर्षे चांगला पाऊस पडत असताना एखाद्या वर्षी तो कमी पडतो. त्यामुळे काही आकाश आपल्यावर कोसळत नाही. भारतातील पावसाळा येईल तसा घेण्याची आपली मनोवृत्ती हवी.''

यानंतर आता आपले हवामान विभागाचे अंदाज अधिकाधिक अचूक होत आहेत. या विभागाच्या नोंदी संपूर्ण भारताच्या असतात. यंदा आपल्याला हवामानखात्याने असा दिलासा दिला आहे की सरासरीपेक्षा जास्त म्हणजे १०५ टक्के पाऊस देशभरात पडेल. बरेचदा ठरलेल्या महिन्यांव्यतिरिक्त पाऊस पडला की आपण त्याला अवकाळी पाऊस म्हणतो. वर्षभराच्या एकूण अंदाजापैकी तीनचतुर्थांश पाऊस जून ते सप्टेंबर या काळात आणि उरलेला एकचतुर्थांश वर्षभरात कधीही पडतो हे आपण समजून घेऊन योग्य नियोजन करायला हवे. पृथ्वी, आप, तेज, वायू, आकाश

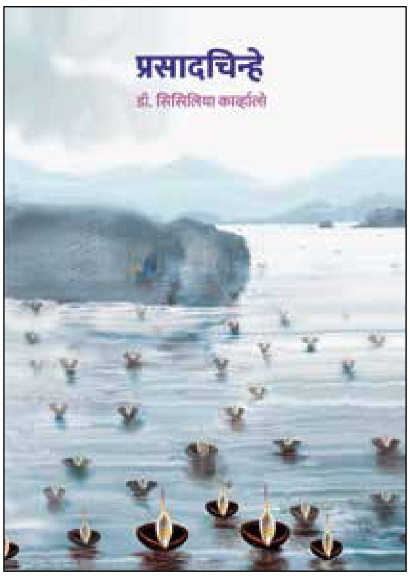
या पंचमहाभूतांपैकी एक असलेले आप म्हणजे पाणी. सृष्टीचे सर्व व्यवहार या पाच तत्त्वांतील समन्वयाने घडत असतात. या सर्व तत्त्वांचा अभ्यास क्लिष्ट आहे त्यामुळे पाऊस नेमका आपल्याच गावात, शहरात, तालुक्यात केव्हा आणि कुठे किती पडेल हे निश्चित सांगणे सोपे नसते. तसेही प्रयत्न चालू आहेत आणि भविष्यात त्यांना अधिक यश येईलही. मात्र पावसामुळे आपल्या नित्याच्या व्यवहारांचे वेळापत्रक थोडे बिघडत असले तरी पावसाने आपली सरासरी टक्केवारी पूर्ण केली की वर्ष बरेचसे सुसह्य जाते. म्हणूनच हा वर्षाऋतू वरदानच मानायला हवा.

पावसाचा हल्ली माणसांना जास्त त्रास होऊ लागला आहे तो वाढती लोकसंख्या, शहरीकरण, प्रचंड बांधकामे यामुळे. जोडीला आपली बेफिकीर वृत्तीही. आपण पूर्वीपेक्षा कितीतरी जास्त कचरा निर्माण करतो, तो कुठेही कसाही टाकतो, त्यामुळे पाण्याचा निचरा होण्यात कोणत्या अडचणी येतात याचा विचारही करत नाही. आपण कचरा-व्यवस्थापनात आपली जबाबदारी ओळखायला हवी, शासनाने आपत्तिव्यवस्थापनाची तयारी ठेवायला हवी आणि नगरनियोजनही उत्तम हवे. तरच पावसाचा त्रास कमी होईल. शिवाय पडलेल्या पावसाच्या पाण्याची योग्य साठवण केली तर वर्षभर आपल्याला पाणी कमी पडणार नाही. पावसाने माणसाच्या अन्न, वस्त्र, निवारा ह्या मूलभूत गरजा पूर्ण होतात. वनसंपत्ती इतर कित्येक गरजा पूर्ण करते. पाऊस जी नैसर्गिक समृद्धी आणतो ती पाहता तो हवाच. कारण अवर्षणाचे परिणाम अधिक भीषण असतात. म्हणूनच हे सृष्टीचे वैभव आपल्या भाग्यानेच आपल्याला मिळते आहे असेच मानायला हवे.

– डॉ. मेधा लिमये
medhalimaye@gmail.com

ग्रंथाली

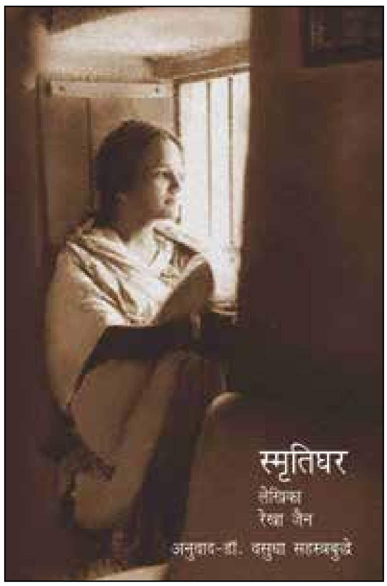
प्रसादचिन्हे



डॉ. सिसिलिया कार्व्हालो

मूल्य १००० रुपये
सवलतीत ६०० रुपये

स्मृतिघर



लेखिका : रेखा जैन
अनुवाद : डॉ. वसुधा सहस्रबुद्धे

मूल्य ४०० रुपये
सवलतीत २४० रुपये

कुसुमसुत

नरकाचे प्रतीक, तरीही गंधक हाच तारणहार

आपण आवर्तसारणीच्या आपल्या सफरीत पुढे जात आहोत. आता आपण आणखी एका जीवनावश्यक मूलद्रव्याची ओळख करून घेणार आहोत. हे मूलद्रव्य घन स्वरूपात असते. त्याचे नाव आहे गंधक (सल्फर). आवर्त सारणीत १६व्या क्रमांकावर असलेल्या या गंधकाचा रेणुभार ३२ आहे. त्याच्या अणुमध्ये १६ इलेक्ट्रॉन, १६ प्रोटॉन आणि १६ न्यूट्रॉन असतात. या अणूची इलेक्ट्रॉनिक संरचना २, ८, ६ अशी असते.

प्राचीन ग्रीक लोकांनाही गंधक माहिती होते आणि ते धूम्र अस्त्र म्हणून धूर करण्यासाठी जाळले जात असे. गंधक माउंट एटना (सिसिली) जवळच्या भागांतून खणून काढले जात असे आणि ते कापड रंगहीन किंवा पांढरे करण्यासाठी तसेच द्राक्षरस साठवून ठेवण्यासाठी वापरले जात असे. या दोन्ही प्रक्रियांमध्ये गंधक जाळून सल्फर डायऑक्साइड तयार केला जात असे, हा वायू ओले कापड किंवा द्राक्षरस यामध्ये शोषून घेतला जात असे. अनेक शतकांपर्यंत गंधक, पारद आणि मीठ यांना सर्व धातूंचे मूलभूत घटक मानले जात असे आणि या कल्पनेवर आधारितच पारंपरिक रसायनशास्त्र किंवा रसायनविद्या (अल्केमी) निर्माण झाली होती. याच आधारे एका धातूचे दुसऱ्या धातूमध्ये रूपांतरित करता येईल, असा विश्वास होता. फ्रेंच शास्त्रज्ञ अँटोन लव्हॉजिए यांना गंधक हे मूलद्रव्य आहे असे वाटत होते. मात्र, सन १८०८ मध्ये हम्फ्री डेवी यांनी त्यामध्ये हायड्रोजन असल्याचा दावा केला. तथापि, त्यांचा नमुना शुद्ध नव्हता. त्यानंतर लुई-जोसेफ गे-लुसॅक आणि लुई-जॅक थेनार यांनी पुढील वर्षी गंधक हे एक मूलद्रव्य असल्याचे सिद्ध केले, आणि शेवटी हम्फ्री डेव्ही यांनीही त्यावर सहमती दर्शवली.

कोणत्याही प्रकारचा गाळ (नदीच्या तळातील, ओढ्यातील, सांडपाण्याच्या गटारातील, खाडीतील किंवा समुद्रातील) असला तरी त्याच्या अभ्यासातून तेथे होत असलेल्या रासायनिक प्रक्रियांविषयी भरपूर माहिती मिळते. घट्ट काळसर आणि ऑक्सिजनरहित (anoxic) गाळामध्ये एक प्रकारचा उग्र आणि कुबट वास येतो, त्याचे श्रेय क्षपण झालेल्या गंधकाचेच (reduced sulfur) असते. कदाचित यामुळेच गंधकाची प्रतिमा इतकी डागाळलेली आणि वाईट आहे.

गंधक जळते तेव्हा त्या ज्वलनातून प्रामुख्याने सल्फर डायऑक्साइड (SO_2) किंवा सल्फर ट्रायऑक्साइड (SO_3) तयार होते. यापैकी दुसऱ्या संयुगाला तर कोणतीही वासही नसतो. ही संयुगे पुढे ऑक्सिडाइज होऊन सल्फ्युरिक किंवा सल्फ्युरस ॲसिडमध्ये बदलतात. याच प्रक्रियेमुळे आम्लवृष्टी होते (ॲसिड रेन). या आम्लवृष्टीमुळे उत्तरपूर्व अमेरिकेतील जंगलांवर मोठा परिणाम झाला आहे. सल्फरयुक्त कोळसा जाळून वीज निर्मिती केली जाते, आणि या प्रक्रियेत निर्माण झालेली संयुगे वाऱ्याच्या प्रवाहाने पूर्वेकडे वाहून जातात, तिथे सल्फ्युरिक ॲसिड स्वरूपात पाऊस पडतो आणि त्यामुळे अनेक पर्यावरणीय समस्या उद्‌भवतात. तसेच जळणारा कोळसा आणि धुकं यांच्या संयोगामुळे अनेक औद्योगिक शहरांमध्ये स्मॉग तयार होतो, ज्यामुळे स्थानिक लोकांमध्ये श्वसनाचे विकार निर्माण होतात. इथेही दोष सल्फर डायऑक्साइड आणि सल्फ्युरिक ॲसिडचाच आहे. म्हणून नरक किंवा सैतानाच्या क्षेत्राचे वर्णन सल्फरचा दुर्गंध असे केले जात असावे! कदाचित तो वास तितकीसा वाईट नसेलही, पण तुलना करण्यासाठी नरकवासी व्हावे लागेल!

गंधकाला काही इलेक्ट्रॉन दिले आणि त्याचे क्षपण घडवून आणले (reduced) तर त्याचा वास स्पष्टपणे ओळखता येते. सल्फरचं सल्फाइडमध्ये रूपांतर हायड्रोजन सल्फाईड या वायूत होते! हायड्रोजन सल्फाइड किंवा इतर कोणत्याही कार्बनी-गंधक संयुगांनी भरलेला नरक खरेच भयानक ठरेल! यापैकी थायोल्स किंवा मरकॅप्टन्स अशी काही संयुगे इतका भयंकर कुबट वास निर्माण करतात की ती जाणीवपूर्वक प्राकृतिक गॅसला वास देण्यासाठी त्यामध्ये अल्प प्रमाणात मिसळली जातात. गॅस गळती झाली तर ती लगेच ओळखता यावी, यासाठी हा वास वापरला जातो. स्कंकसारखे प्राणीही ब्युटिल सेलेनो-मरकॅप्टन्स या अत्यंत दुर्गंधीयुक्त संयुगाचा उपयोग शत्रूपासून संरक्षणासाठी करतात.

ऑक्सिजनरहित गाळात हा नरकासारखा वास नेमका का आणि कुठून येतो? मजेशीर गोष्ट म्हणजे काही जिवाणू असे आहेत की जे ऑक्सिडाइज्ड सल्फर, म्हणजेच सल्फेटचा वापर श्वसनप्रक्रियेत इलेक्ट्रॉन स्वीकारक म्हणून करतात. जसे आपल्या शरीरात यासाठी ऑक्सिजनचा वापर होतो, आणि त्याचे क्षपणक्रियेने पाण्यात रूपांतर होते, तसे हे जिवाणू सल्फेटचे रूपांतर हायड्रोजन सल्फाइडमध्ये करतात आणि मुख्य म्हणजे त्यांना त्याची दुर्गंधी अजिबात खटकत नाही!

गंध हीच या गंधकाची एकमेव वैशिष्ट्यपूर्ण बाब नाही. या प्रकारच्या गाळाच्या काळसर रंगामागे असतो मेटल सल्फाइडचा कमी विद्राव्य स्वरूपातील साठा. सल्फेटचे सल्फाइडमध्ये रूपांतर घडून येताना अनेक खनिजांचा गाळरूपात साका तयार (precipitation) होतो. पायराइट (लोखंडाचे सल्फाइड), सिनाबार (पाऱ्याचे सल्फाइड), गॅलिना (शिशाचे सल्फाइड) आणि अशा आणखी विविध धातूंची सल्फाइड बनू शकतात. ही मेटल सल्फाइड औद्योगिक दृष्टिकोनातून धातूंचे खूप मौल्यवान स्रोत बनले आहेत. उद्योगधंदे हे एक असे क्षेत्र आहे जिथे सल्फर किंवा त्याहून महत्त्वाचे म्हणजे सल्फ्युरिक ॲसिड वापरले जाताना हमखास आढळेल. खते तयार करणे असो, की तेलशुद्धीकरण, अनेक प्रक्रियांमध्ये सल्फ्युरिक ॲसिडचा वापर होतो. खरे तर, संपूर्ण औद्योगिक जगात सर्वाधिक प्रमाणात तयार केले जाणारे रसायन म्हणजे सल्फ्युरिक ॲसिडच आहे. कल्पनेत ज्या संयुगाला नरकाशी जोडले गेले आहे, त्याच संयुगाने माणसाच्या प्रगतीमध्ये केवढे मोलाचे योगदान दिले आहे!

समुद्रातील प्लँक्टन नामक शैवाल व सूक्ष्मजीवांचा समूह गंधकापासून एक संयुग तयार करतात. त्याचे नाव आहे डायमेथिलसल्फोनोप्रोपोनेट. त्या जीवांसाठी हे संयुग एक प्रकारचे ऑस्मॉटिक रेग्युलेटर म्हणून काम करते. याचे तुकडे होऊन काही डायमेथिलसल्फाइड (डी.एम.एस.)चे अंश वायुरूपात वातावरणात सोडले जातात. डी.एम. एस.मध्ये उच्च बाष्पदाब आणि पाण्यात कमी विद्राव्य असल्यामुळे दरवर्षी सुमारे २० टेराग्रॅम (१०६ मेट्रिक टन) सल्फर हवेत जाते. हे डी.एम.एस. पुढे ऑक्सिडाइज होऊन SOx आणि शेवटी सल्फ्युरिक ॲसिड कणांमध्ये रूपांतरित होतात. मेघगर्भीकरण केंद्रके (cloud condensation nuclei) म्हणून हे कण कार्य करतात आणि पृथ्वीवर जलवर्षाव आणि थंडावा निर्माण करणारे ढग तयार होतात. तापमान वाढले की समुद्रातील जीव अधिक सक्रिय होतात, त्यामुळे अधिक डी.एम.एस. तयार होते आणि त्यातून अधिक ढग तयार होतात. परिणामी, पृथ्वीचे तापमान कमी होते. जणू प्लँक्टननी गंधकाच्या साहाय्याने एक छत्री उघडलीय, जी पृथ्वीला उन्हापासून वाचवते! नरकाचे प्रतीक मानले गेलेले सल्फर पृथ्वीचा तारणहार ठरत असेल तर आपल्या चुका दाखवून आपल्याला शिकवणारा निसर्गच आहे.

गंधकाचे बहुरूपत्व

गंधक हा एक अधातू असून त्याची अनेक बहुरूपे आढळतात. बहुरूपत्व म्हणजे एखाद्या मूलद्रव्याचे भौतिक व रासायनिक गुणधर्म वेगवेगळ्या स्वरूपांत असणे. गंधक हे बहुरूपी मूलद्रव्य आहे आणि त्याची मुख्यतः दोन प्रकारची बहुरूपे आहेत:

स्फटिकीय बहुरूपे

(१) रोम्बिक गंधक : गंधकाचे हे सामान्यतः आढळणारे रूप असून त्याला अल्फागंधक (±-sulphur) असेही म्हणतात. ९६ अंशच्या खाली हे रूप स्थिर असते. पिवळसर रंगाचे हे स्फटिक ठिसूळ असतात.

(२) मोनोक्लिनिक गंधक : याला बीटा गंधक (²-sulphu असेही म्हणतात. ९६ अंश ते ११९ अंशदरम्यान हे रूप अधिक स्थिर असते. ह्याची सुईसारखी लांबट स्फटिके असतात. स्फटिक संरचना मोनोक्लिनिक असते.

अस्फटिकीय बहुरूपे

(१) प्लास्टिक गंधक : गरम गंधक अचानक थंड पाण्यात ओतल्यास प्लास्टिक गंधक मिळते. ह्याचे स्वरूप तंतूमय, लवचीक व रबरासारखे असते. याच्या संरचनेत साखळीच्या रूपातील रेणू असतात.

(२) कोलॉइडल गंधक : या रूपात गंधक अतिसूक्ष्म कण स्वरूपात असतात. पाण्यात किंवा इतर द्रवांत ते तरंगत राहते. औषधनिर्मितीमध्ये याचा उपयोग होतो.

गंधकाचा वापर

गंधकाचा वापर काळ्या रबराच्या **वल्कना**यझेशनसाठी, बुरशी नाशक (फंगिसाइड) म्हणून आणि काळ्या दारुगोळ्यात (ब्लॅक गनपावडर) केला जातो. मात्र, बहुतेक गंधक हे सल्फ्युरिक आम्लाच्या उत्पादनासाठी वापरला जाते. सल्फ्युरिक आम्ल हे पाश्चात्त्य संस्कृतींमध्ये सर्वात महत्त्वाचे रसायन मानले जाते. सल्फ्युरिक आम्लाचा सर्वात महत्त्वाचा वापर फॉस्फरिक आम्लाच्या निर्मितीसाठी होतो, जे खतांमध्ये वापरली जाणारी फॉस्फेट तयार करण्यासाठी आवश्यक असते.

मरकॅप्टन्स ही ऑगनोसल्फर संयुगे असतात. काही

मरकॅप्टन्स नैसर्गिक वायूमध्ये विशिष्ट वासासाठी घातले जातात, जेणेकरून वायुगळती सहज ओळखता येईल. इतर काही मरकॅप्टन्स चांदी स्वच्छ करण्याच्या रसायनांमध्ये तसेच कीटकनाशके आणि तणनाशकांच्या निर्मितीत वापरली जातात.

सल्फाइटचा वापर कागद बनवण्यासाठी आणि अनेक अन्नपदार्थांचा संरक्षक म्हणून केला जातो. अनेक सर्फॅक्टंट्स आणि डिटर्जंट ह्या सल्फेटच्या संरचना असतात. कॅल्शियम सल्फेट (जिप्सम) दरवर्षी अंदाजे १० कोटी टनांच्या प्रमाणात खणून काढले जाते, आणि सिमेंट व प्लास्टरसाठी वापरले जाते.

जीवशास्त्रीय भूमिका

गंधक हे सर्व सजीवांसाठी अत्यावश्यक मूलद्रव्य आहे. वनस्पती आणि शैवाळे जमिनीतून (किंवा समुद्रातील पाण्यातून) सल्फेट स्वरूपात ते ग्रहण करतात. गंधकाचा वापर सिस्टीन आणि मिथिओनाईन या दोन अत्यावश्यक अमिनोआम्लांच्या निर्मितीसाठी होतो. ही दोन्ही अमिनोआम्ले प्रथिनांसाठी आवश्यक असतात. काही कोएन्झाइमच्या निर्मितीसाठीही गंधक लागते. सरासरी माणसाच्या शरीरात १४० ग्रॅम सल्फर असते आणि दररोज साधारणतः १ ग्रॅम सल्फर शरीरात घेतले जाते. या गंधकाचा स्रोत म्हणजे प्रथिने असतात. ●

जागतिक तापमान खरंच होत आहे, हे तुम्हाला तेव्हा समजतं जेव्हा...

- सर्वोत्तम पार्किंगची जागा अंतरावरून नव्हे तर सावलीवरून ठरते.
- तोंड थंड करण्यासाठी तुम्ही तिखट मिरच्या खायला लागता.
- तुम्ही बाहेर जाता, पण तुमची सावली आतच थांबते.
- तुम्हाला समजतं की सीट बेल्ट म्हणजे एक चांगला भाजणारा शिक्का आहे आणि तो उमटतोदेखील!
- तुम्ही पक्षांसाठी ठेवलेले मक्याचे व गव्हाच्या दाण्याचे भांडे पॉपकॉर्न आणि फुगलेल्या गव्हाने भरलेलं असतं!
- गरम हवेमुळे हॉट एअर बलून उडू शकत नाही, कारण बाहेरची हवा आतल्या हवेपेक्षा जास्त गरम असते.
- सरडे त्यांच्या शेपटीखाली बसण्यासाठी एक पान घेऊन फिरतात.
- बाथरूममध्ये दोन्ही नळांमधून फक्त गरम पाणीच येतं.
- कोणीही आता गाडीत विनाइल सीट्स घालायची कल्पना करत नाही किंवा ए.सी.शिवाय गाडी घेत नाही.
- तुम्हाला जाणवतं की डांबरालाही द्रव स्वरूप असतं.
- पक्षी अळ्या काढण्यासाठी चिमटे वापरत आहेत.
- कोंबड्या थेट उकडलेली अंडी घालत आहेत.
- मधमाशी तिचं पिवळं जॅकेट काढून ठेवते.
- कॅमलबॅक पर्वतावरचा उंचवटा दिवसेंदिवस कमी होतो आहे.
- मटण बोकड कापल्यावर शिजलेलं असतं!
- तुम्ही कामावर पोहोचेपर्यंत गाडीचा रेडिएटर उकळतो, कपडे घामाने भिजतात
- झाडं कुत्र्यांना बोलवण्यासाठी शिट्ट्या मारतात!
- वर्षाचे चार ऋतू आता असे आहेत : सह्य, गरम, फारच गरम, आणि – हाच तो नरक का?

बाबा, आपण ‘प्लास्टिक–बॅन’ बंदी करू या का?

विचार दुधाच्या पिशवीचा, विचार प्लास्टिकच्या तुकड्याचा
परिणाम जागतिक पर्यावरणाचा, प्लास्टिकमुक्त वसुंधरेचा