महाराष्ट्र प्रदूषण नियंत्रण मंडळ

LiFE
Lifestyle for Environment

॥ कचरामुक्त वसुंधरा ॥

मासिक विज्ञानपुस्तिका

# विज्ञानधारा

ऑगस्ट २०२३ * मूल्य ५० रु.* पृष्ठे ४८

# अज्ञाताचा वेध

सागरी जीवन आणि मायक्रोप्लास्टिक

जिभेची महती

'ग्रंथाली'ची मासिक पुस्तिका

# विज्ञानधारा

**ऑगस्ट २०२३, वर्ष पहिले**
**पुस्तिका तिसरी, मूल्य ५० रु.**

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

---

कार्यालयीन संपर्क
**कॉम्प्युटर युनिट – योगिता मोरे, अनिरुद्ध गद्रे**
**vidnyangranthali@gmail.com**
**जाहिरात प्रसिद्धी – धनश्री धारप**
**वितरण – दीपाली माने, किशोर कांबळे, सौमित्र शिंदे**
**वेबसाइट डिझाइन व डिजिटल एडिटिंग**
**सचिन पिळणकर, समीर कदम**

---

**केवळ वार्षिक वर्गणी स्वीकारली जाईल.**
**वार्षिक वर्गणी ५०० रुपये**
**डिमांड ड्राफ्ट, म.ऑ. 'ग्रंथाली' नावे**

SCAN & PAY
GRANTHALI

---

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

---

**पुस्तिकेसाठी लेख व प्रतिक्रिया पुढील मेलवर पाठवावी.**
**vidnyangranthali@gmail.com**

---

**ऑफिस वेळ : दुपारी १ ते सायं. ७**
**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
अज्ञाताचा वेध

**डॉ. जयंत वसंत जोशी** / १०
कुंभारकामातील विज्ञान आणि तंत्रज्ञान

**डॉ. वसुधा जोशी** / १४
साबण

**नरेंद्र गोळे** / १७
अणुऊर्जा विभागाची स्फूर्तिगाथा

**डॉ. शर्वरी कुडतरकर** / २१
सागरी जीवन आणि मायक्रोप्लास्टिक

**सायली घाग** / २४
जिभेची महती

**प्रियांका बर्डे** / २८
कोयताकाराच्या कणिका दोष..

**डॉ. वर्षा केळकर-माने** / ३१
फार्मिंग – जैवतंत्रज्ञानाच्या क्षितिजावरील एक नवा तारा

**डॉ. अकल्पिता परांजपे** / ३५
बद्धकोष्ठ आणि मलावरोध

**डॉ. संगीता गोडबोले** / ३८
बाळाचा आहार

**श्याम तारे** / ४१
शतायुषी होण्यासाठी आपण तयार आहोत का?

**डॉ. राजेंद्र देवपूरकर** / ४३
सूक्ष्मजीवांच्या जगात

# संपादकीय...

ऑगस्ट २०२३चा 'विज्ञानधारा' अंक वाचकांच्या हाती देताना आनंद होत आहे. जुलै २०२३ मध्ये म्हणजे गेल्या महिन्यात दोन मोठ्या अंतराळमोहिमा हाती घेण्यात आल्या आहेत. युरोपीयन अंतराळ संस्थेने अज्ञात ऊर्जा आणि अज्ञात पदार्थांचा वेध घेण्यासाठी युक्लीड मोहिमेची सुरुवात १ जुलै २०२३ रोजी युक्लीड दुर्बीण अवकाशात पाठवून केली आहे. सहा वर्षे चालणारी ही मोहीम अतिशय महत्त्वाकांक्षी असून विश्वातील अनेक कोड्यांचे आकलन करणे हा या मोहिमेचा उद्देश आहे. या मोहिमेवर एक दीर्घ लेख या अंकात असून, वाचकांना आणि विशेषतः विद्यार्थ्यांना तिचे महत्त्व सांगावे म्हणूनच हा लेख समाविष्ट केला आहे. दुसरी चांद्रयान-३ मोहीम भारताने हाती घेतली आहे. पहिल्या दोन मोहीम अयशस्वी झाल्या, तरी भारतीय शास्त्रज्ञांनी नाउमेद न होता, चांद्रयान -३ हाती घेतली हे महत्त्वाचे आहे. वाढत्या अंतराळ मोहिमांबरोबरच अंतराळ-कचऱ्याचा प्रश्न ऐरणीवर येत आहे. गेल्या सहा दशकांमध्ये ९००० हून अधिक उपग्रह अंतराळात विविध उद्देशांनी, विविध देशांनी पाठवले आहेत. त्यामुळे अंतराळात मोठ्या प्रमाणावर कचऱ्याचे प्रमाणही वाढत चालले आहे. या प्रश्नाची उकल वेळेवर केली नाही तर मोक्याच्या क्षणी अंतराळात अपघात होऊन आपल्या संदेशवहनात अडथळे येऊ शकतात! शिवाय परिसर स्वच्छ न राखल्यामुळे आपल्याला जागतिक हवामानबदलाला तोंड द्यावे लागत आहे, तसाच प्रकार अंतराळप्रदूषणाच्या बाबतीत होऊ शकतो. त्यामुळे स्रोत आणि कचरा यात फरक न करता दोन्हींची सारखीच काळजी घेणे महत्त्वाचे आहे. निसर्ग वारंवार इशारे देत आपले याकडे लक्ष वेधून घेण्याचा प्रयत्न करत आहे. आपण सावध होणे गरजेचे आहे.

उपग्रहांच्या माध्यमातून मिळणाऱ्या वैज्ञानिक माहिती-संकलनातून असे दिसते, की गेल्या २० वर्षांत जगातील निम्म्याहून अधिक महासागर हिरवेगार झाले आहेत, याचे मुख्य कारण जागतिक तापमानवाढ हेच आहे. 'नेचर' या प्रतिष्ठित विज्ञान साप्ताहिकात याबद्दल तपशीलवार निबंध प्रसिद्ध झाला आहे. महासागर अनेक कारणांमुळे रंग बदलू शकतो. त्यातील एक कारण असे आहे, की पोषक द्रव्ये त्याच्या खोलीतून वर येतात आणि फायटोप्लँक्टनला म्हणजे पाण्यावर तरंगणाऱ्या वनस्पतीसमूहाला मिळतात. या वनस्पतींमध्ये हिरवे रंगद्रव्य (क्लोरोफिल) असते. समुद्राच्या पृष्ठभागावरून परावर्तित होणाऱ्या सूर्यप्रकाशाच्या तरंगलांबीचा अभ्यास करून, शास्त्रज्ञ तेथे किती क्लोरोफिल आहे आणि अशा प्रकारे फायटोप्लँक्टन आणि शैवाल यांसारखे किती सजीव आहेत याचा अंदाज करू शकतात. सैद्धांतिकदृष्ट्या, हवामानातील बदलामुळे समुद्राचे पाणी अधिक गरम होत असल्याने जैविक उत्पादकता वाढत जाण्याची शक्यता आहे.

आपला प्लास्टिक कचरा समुद्राच्या काही खोल खडकांमध्ये कसा शिरतो आणि तिथे त्यामुळे किती वाईट परिणाम होऊ शकतात, यावर संशोधन जोरात सुरू आहे. पॅसिफिक, अटलांटिक आणि हिंद महासागरातील २५ ठिकाणांवरील ८४ प्रवाळ परीसंस्थांच्या सर्वेक्षणात जवळपास सर्वच ठिकाणी मानवी हस्तक्षेपामुळे प्लास्टिकचे ढिगारे आढळून आले. प्रवाळ नसलेल्या सागरी परीसंस्थेत प्लास्टिक कचरा पृष्ठभागाजवळ खडकांमध्ये जास्त जमा होतो. उथळ पाण्यात आता कमी मासे मिळत असल्याने, खोल समुद्रातील मासेमारी अधिक वाढत चालली आहे. कचऱ्याचे प्रमाण हे त्याचे प्रतिबिंब आहे. एका वेगळ्या अभ्यासात, संशोधकांनी २३ देशांमधील गोड्या पाण्याच्या तलावांचे आणि जलाशयांचे पद्धतशीर मूल्यांकन केले आणि ते प्लास्टिकने मोठ्या प्रमाणावर दूषित असल्याचे आढळले. प्लास्टिकचे प्रदूषणनिर्मूलन हाच पर्याय आपल्यापुढे आहे. फक्त प्लास्टिकच्या जाळ्या आणि इतर मासेमारीच्या उपकरणांवर बंदी घातल्याने हा प्रश्न सुटणार नाही, उलट त्याने लोकांच्या उपजीविकेला हानी पोहोचू शकते. लोकांमध्येच जागृती करून हा प्रश्न सुटणार आहे. भारताला सात हजार किलोमीटर लांबीचा किनारा लाभलेला आहे. या विस्तृत किनारपट्टीवर प्रदूषणनियंत्रण करण्यासाठी सरकारची वाट पाहण्याचे कारणच नाही. प्रत्येक गावाने आपल्या किनाऱ्याची काळजी स्थानिक पातळीवरच घ्यायची आहे. लोकसहभागातूनच हे शक्य होणार आहे. 'विज्ञानधारा' माध्यमातून महाराष्ट्रातील जनतेला प्लास्टिक वापराबद्दल सजग राहून ते प्रदूषण लवकरात लवकर शून्य करण्याची कळकळीची विनंती आहे.

या मासिकातील सर्वच विज्ञानलेखक आपापल्या परीने चांगले विषय निवडून ते सोप्या भाषेत मराठी समजावून सांगण्याचा प्रयत्न करत आहेत. त्यामुळे नवनवीन विषय वाचकांसमोर येत आहेतच, जनमानसात अंधश्रद्धा आणि अंधविश्वास कमी होऊन वैज्ञानिक प्रगल्भता निर्माण व्हावी या दिशेने टाकलेले ते पाऊल आहे. विशेषतः संशोधकांनी आणि शिक्षकांनी ह्या विज्ञानलेखनात पुढाकार घ्यावा अशी त्यांना आग्रहाची विनंती आहे. वाचकांनी त्यांच्या प्रतिक्रिया नोंदवून त्यांना काय अपेक्षित आहे, हे सांगितले तर मासिकात त्याप्रमाणे बदल करता येतील. इलेक्ट्रॉनिक माध्यमांमुळे अशा प्रतिक्रिया वेळ न दवडता आमच्यापर्यंत पोहोचू शकतात. प्रतिसाद हाच प्रगतीचा मार्ग असतो हे लक्षात घेऊन वाचकांचा सहभाग वाढवा असे मनःपूर्वक वाटते.

**– शरद काळे**
sharadkale@gmail.com

# अज्ञाताचा वेध

## शरद काळे

**अज्ञाताची** ओढ माणसाला अनादी कालापासून आहे. त्या ओढीमधूनच आपल्याला वेगवेगळे शोध लागले. जसजसे शोध लागत गेले, तसतशी आपल्या संशोधनाची क्षितिजे विस्तारत गेली. पहिला माणूस जन्माला आला तेव्हापासून त्याचा ओढा आकाशातील सूर्य-चंद्र आणि तारे यांच्याकडे होता, कारण अतिदूर अंतरावर असणारी ही दुनिया नेहमीच आकर्षक दिसते आणि कुतूहलजनक असते. सूर्यापासून आपल्याला उष्णता आणि प्रकाश मिळतो, तसेच पृथ्वीवर सजीवसृष्टी असण्याचे कारणही सूर्यप्रकाश हेच आहे. हनुमानासारखे एखादे बालक फळ म्हणून उगवत्या सूर्याला खाण्यासाठी आकाशातही झेपावले आहे! कुंडली बघून आकाशातील ग्रहतारे अनुकूल आहेत की नाही याचे गणित मांडले जाते! ग्रहांच्या दशेवर आपली दशा अवलंबून असते, असे मानणारा मोठा वर्ग जगाच्या पाठीवर आहे. म्हणजेच विविध पद्धतींनी आपल्याला या अवकाशाचे किंवा अंतराळाचे आकर्षण असतेच असते. त्यातूनच माणसाच्या अंतराळमोहिमा सुरू झाल्या. सन १९६१ मध्ये युरी गागारीन या रशियन अंतराळवीराने अंतराळात झेप घेतली आणि अंतराळाची कवाडे माणसासाठी खुली झाली. त्यानंतर २० जुलै १९६९ रोजी अपोलो ११ यानाने नील आर्मस्ट्राँग आणि एलविन अल्ड्रिन या दोघांना चंद्रावर उतरवले. भारतानेदेखील चांद्रयान-१ व २ चंद्रावर पाठवून अंतराळमोहिमेत आपला ठसा उमटवला आहे. ह्या दोन्ही मोहिमांत आपल्याला यश मिळाले नव्हते तरी निराश न होता चांद्रयान-३ १४ जुलै रोजी चंद्राकडे यशस्वीपणे झेपावले आहे. अंतराळमोहिमांनी वेग घेतलेला असून माणसाची वाटचाल मंगळ गुरू या ग्रहांकडेही सुरू झाली आहे.

युरोपीयन स्पेस एजन्सीच्या युक्लीड मोहिमेच्या स्पेस एक्स नावाच्या प्रक्षेपास्त्राने युक्लीड स्पेस दुर्बिणीला १ जुलै २०२३ रोजी केप कॅनाव्हरल स्पेस फोर्स स्टेशनवरील स्पेस लॉन्च कॉम्प्लेक्स ४० वरून ११:११ वाजता (१५:.११ जीएमटी) अंतराळात यशस्वीरित्या पाठवले आणि केनेडी स्पेस सेंटर अभ्यागत कक्षातील प्रेक्षकांनी एकच जल्लोष करत टाळ्या वाजवल्या. ही वैशिष्ट्यपूर्ण युक्लीड दुर्बीण अंतराळात पाठवण्यामागचा प्रमुख उद्देश अज्ञात पदार्थ आणि अज्ञात विश्व यांचा वेध घेणे हा आहे. ही मोहीम अज्ञात पदार्थ आणि अज्ञात ऊर्जेची रहस्ये उलगडण्यासाठी सहा वर्षे चालवली जाणार आहे. ही युक्लीड दुर्बीण वेधशाळा रॉकेटपासून सुमारे ४१ मिनिटांनी वेगळी झाली आणि आता पृथ्वीपासून १६ लक्ष किलोमीटर अंतरावर असलेल्या लॅग्रेंज पॉइंट-२ येथे आपल्या अंतिम गंतव्यस्थानाकडे जात आहे. सूर्याच्या विरुद्ध बाजूला आपल्या ग्रहापासून दूर लॅग्रेंज पॉइंट्स (L2) ही तुलनेने स्थिर कक्षा आहे. या कक्षेत उपग्रह कमीत कमी इंधन वापरतात. युक्लीडचे गंतव्यस्थान तसे लोकप्रिय स्थान आहे! नासाची जेम्स वेब स्पेस दुर्बीण ही याच लॅग्रेंज पॉइंट-२ वर परिभ्रमण करत आहे.

अज्ञात पदार्थ आणि अज्ञात ऊर्जा बहुतेक विश्व बनवतात असे मानले जाते, परंतु आपण या घटना आपल्याला उपलब्ध असलेल्या प्रकाशाच्या तरंगलांबीमध्ये पाहू शकत नाही. त्याऐवजी इतर वस्तूंवर होणाऱ्या परिणामांद्वारे आपण या अज्ञात विश्वाचा मागवा घेऊ शकतो. गुरुत्वीय भिंग हे एक त्याचे उदाहरण आहे. एखादी विशाल वस्तू गुरुत्वाकर्षणाच्या शक्तीने दूरच्या वस्तूचा प्रकाश मागे वाकवते किंवा दूरचे तारे किंवा आकाशगंगा तीव्र फोकस मध्ये आणते, गुरुत्वीय भिंग बनते, तेव्हा एक विशाल आकाशीय पिंड, उदाहरणार्थ- आकाशगंगेचा पुंजका - त्याच्या सभोवतालच्या प्रकाशाचा मार्ग एखाद्या भिंगाद्वारे दृश्यमानपणे वाकवण्यासाठी स्पेस टाइमची पुरेशी वक्रता निर्माण करतो, या कृतीमुळे प्रकाश वक्र होतो आणि त्याला गुरुत्वीय भिंग असे म्हणतात.

अवकाशविज्ञानाचा अभ्यास करणारे शास्त्रज्ञ (कॉस्मोलॉजिस्ट) हे समजून घेण्याचा प्रयत्न करतात, की अज्ञात विश्वाचे आपल्या ब्रह्मांडातील काळावर नेमके काय परिणाम होत असावेत. आकाशगंगांचे विलीनीकरण, विश्वाचा विस्तार

आणि वैयक्तिक ताऱ्यांच्या हालचाली या सर्व बाकी अज्ञात ऊर्जा आणि अज्ञात पदार्थाच्या शक्तींच्या अधीन आहेत. युक्लीड त्याच्या दुर्बिणीच्या नजरेने आकाशगंगेच्या बाहेरील प्रदेशांवर तसेच आपल्या स्वतःच्या आकाशगंगेकडे लक्ष केंद्रित करणार आहे. आकाशगंगेच्या बाहेर असलेल्या आकाशाच्या एकतृतीयांश भागाचा नकाशा काढण्याचा प्रयत्न ह्या युक्लीड दुर्बिणीतून करायचा आहे. या सहा वर्षांच्या मोहिमेत युक्लीड अंतराळातील विविध आकाशगंगा आणि ताऱ्यांसारख्या अब्जावधी लक्ष्यांचा नकाशा तयार करेल. युक्लीडची दोन उपकरणे, अनुक्रमे दृश्य आणि अवरक्त (उष्णता शोधणारी) प्रकाशतरंगलांबीवर लक्ष केंद्रित करून, शास्त्रज्ञांसाठी माहिती नोंदवणार आहेत. ही लांबलचक सर्वेक्षण मोहीम या दूरवरच्या अंतराळस्थ गोलांच्या रासायनिक रचनेसह हालचाली उलगडून दाखवण्याचा प्रयत्न करणार आहे. अवकाशातून, युक्लीडच्या तीक्ष्ण डोळ्यांमुळे, दुर्बिणीने जमिनीवरून जे काही साध्य केले, त्यापेक्षा किमान चारपट अधिक स्पष्ट प्रतिमा मिळू शकतील, कारण अवकाशयान पृथ्वीच्या वातावरणापासून आणि अनावश्यक प्रकाशापासून दूर असेल. युरोपीयन स्पेस एजन्सीच्या निदेशक डॉ. कॅरोल मुंडेल यांनी सांगितले, की युक्लीड मोहिमेच्या तयारीची १५ वर्षे पूर्ण झाल्यावर आता प्रक्षेपास्त्र आणि अंतराळयान विभक्त झाल्यानंतर सिग्नलसंपादनाची वाट पाहत सर्व जण श्वास रोखून आतुरतेने वाट पहात आहेत. या मोहिमेच्या पुढील सहा वर्षांत, आम्ही अज्ञात विश्वाची रहस्ये उलगडू याची आम्हाला खात्री वाटते, असा विश्वास त्यांनी व्यक्त केला आहे.

युक्लीड दुर्बीण तथाकथित अज्ञात विश्वाचा अभ्यास करण्यासाठी तयार केली आहे. विश्वाच्या अधिक रहस्यमय घटकांचा वेध घेण्यासाठी ही अत्याधुनिक मोहीम, प्राचीन ग्रीक गणितज्ञ युक्लीड यांनी घालून दिलेल्या भूमितीच्या काही तत्त्वांचा वापर करेल. युक्लीड अंतराळयानात १.२ मीटर व्यासाची व तीन आरशांची दुर्बीण आहे. आकाराने ती हबल स्पेस दुर्बिणीच्या अर्ध्या आकाराची असून दृश्य आणि अवरक्त तरंगलांबीच्या प्रकाशात विश्व पाहू शकते. हबल आणि जेम्स वेब स्पेस दुर्बिणी या अगदी जवळून फोटो घेण्याचे म्हणजे क्लोज-अप तंत्र वापरतात आणि उच्च-रिझोल्युशन कार्यासाठी दृश्याचे अरुंद क्षेत्र लक्षात घेऊन बनविल्या आहेत. याउलट युक्लीड दुर्बीण एका वेळी दूरच्या हजारो आकाशगंगा व्यापू शकणारा विस्तृत कोन साधणार आहे. त्याचे दृश्य क्षेत्र ०.५७ चौरस अंश आहे. ते पौर्णिमेच्या चंद्राच्या व्यासाच्या दुप्पटीपेक्षा थोडे कमी आहे. एखाद्या दुर्बिणीसाठी एका दमात आवाक्यात येऊ शकणारा हा आकाशाचा विस्तार प्रचंड आहे. त्याचा उपयोग युक्लीडच्या दृश्य प्रतिमाग्राहक (VIS) आणि अवरक्त स्पेक्ट्रोमीटर आणि फोटोमीटर (NISP) या दोन उपकरणांना १.५ अब्ज लांब असलेल्या आकाशगंगांचे निरीक्षण करण्यास मदत करणार आहे.

या मोहिमेत मुख्यतः पुढील प्रश्नांवर संशोधन होणार आहे.

- वैश्विक जाळ्याची रचना आणि इतिहास कसा आहे?
- अज्ञात पदार्थाचे स्वरूप काय असू शकते?
- काळाच्या ओघात विश्वाचा विस्तार कसा बदलत गेला?
- अज्ञात ऊर्जेचे स्वरूप काय आहे?
- आपल्याला गुरुत्वाकर्षण नीट समजले आहे का?

अज्ञात पदार्थ आणि अज्ञात ऊर्जेबद्दल अधिक जाणून घेण्यासाठी फक्त सहा वर्षे पुरतील का? खगोलशास्त्रज्ञांना अज्ञात ऊर्जा व अज्ञात पदार्थ काय आहेत हे माहीत नाही; अदृश्य अज्ञात पदार्थाच्या गुरुत्वाकर्षणीय प्रभावामुळे आणि ज्या प्रकारे अज्ञात ऊर्जा विश्वाच्या विस्ताराला गती देत आहे त्यामुळे हे अज्ञात घटक तेथे आहेत हे आपल्याला माहीत आहे. विश्वामधील पदार्थ आणि ऊर्जेची घनता विश्वाची भूमिती ठरवते, या अर्थाने पदार्थ आणि ऊर्जा अवकाश-काळाला विस्कळीत करू शकतात किंवा ते ताणू शकतात. अज्ञात पदार्थ आणि अज्ञात ऊर्जा विश्वातील बहुसंख्य पदार्थ आणि ऊर्जा बनवतात, तेच विश्वाची भूमिती खरोखर नियंत्रित करतात.

सन १९९०च्या दशकाच्या सुरुवातीस विश्वाच्या सातत्याने होणाऱ्या विस्ताराबद्दल एक गोष्ट निश्चित होती. त्याचा विस्तार थांबवण्यासाठी आणि पुन्हा कोसळणे थांबवण्यासाठी त्यात पुरेशी ऊर्जाघनता असू शकते. कदाचित ती ऊर्जाघनता इतकी कमी असू शकते की ती कधीच विस्तारणे थांबवू शकणार नाही, परंतु गुरुत्वाकर्षणामुळे कालांतराने विस्ताराची गती नक्कीच मंद होत जाईल. आतापर्यंत ही मंदगती दिसून आली नव्हती हे जरी खरे असले तरी सैद्धांतिकदृष्ट्या विश्वाची गती मंदावयास हवी होती. कारण विश्व हे पदार्थांनी भरलेले आहे आणि गुरुत्वाकर्षणाची आकर्षक शक्ती ही सर्व पदार्थांना एकत्र खेचते. या न्यायाने विस्तारण्याची गती मंद व्हायला हवी. सन १९९८मध्ये हबल स्पेस टेलिस्कोप (क्ढढ) ने खूप दूरच्या सुपरनोव्हाचे निरीक्षण केले. त्यातून निष्कर्ष निघत होता, की बऱ्याच काळापूर्वी, ब्रह्मांड आजच्यापेक्षा अधिक हळूहळू विस्तारत होते. म्हणजे विश्वाचा विस्तार गुरुत्वाकर्षणामुळे मंदावलेला नाही, तर तो वेगवान होत आहे! ही वाढीव गती कोणालाच अपेक्षित नव्हती आणि त्याचे नेमके कारण कोणालाही माहीत नव्हते. परंतु यामागे नक्कीच काहीतरी कारण असले पाहिजे कारण ते घडत आहे. अखेरीस संशोधकांनी त्यासाठी तीन वेगवेगळ्या प्रकारचे स्पष्टीकरण देण्याचा प्रयत्न केला आहे.

१. आइन्स्टाइनचा गुरुत्वाकर्षणाच्या सिद्धांत हे असावे. हा सिद्धांत शास्त्रज्ञांनी वळचणीस टाकून दिला होता! ज्यामध्ये विश्वशास्त्रीय स्थिरांक ही कल्पना मांडली आहे.

२. काही विचित्र प्रकारचे ऊर्जा-द्रव अवकाशात भरलेले असावेत.

३. आइनस्टाइनच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या सिद्धांतामध्ये काहीतरी चूक असावी, आणि नवीन सिद्धांतामध्ये कोणतेतरी अज्ञात ऊर्जाक्षेत्र समाविष्ट असू शकते आणि त्या क्षेत्रामुळेच वैश्विक प्रवेग निर्माण होऊन विश्वाच्या विस्ताराचा वेग वाढला असावा.

अजूनही योग्य कारण काय आहे हे सिद्ध झालेले नाही, परंतु संशोधकांनी अज्ञात ऊर्जा हा एक पर्याय त्यासाठी समोर ठेवला आहे, त्याच अज्ञात ऊर्जेचा मागोवा युक्लीड दुर्बीण घेणार आहे.

अज्ञात ऊर्जा म्हणजे काय?

ह्या विश्वात आपल्याला जेवढे ज्ञात आहे, त्यापेक्षा अधिक अज्ञात आहे! आपल्याला अवकाशात किती अज्ञात ऊर्जा आहे माहीत आहे, कारण आपल्याला या ऊर्जेचा विश्वाच्या विस्तारावर कसा परिणाम होतो याचा अंदाज आपल्याला आहे. तेवढे सोडले तर मात्र बाकी सर्व मामला संपूर्ण गूढ आहे. विश्वाचे आकलन होण्यासाठी हे एक महत्त्वाचे रहस्य आहे आणि म्हणूनच ते उलगडण्यासाठी हे प्रयत्न चालू आहेत. विश्वात अंदाजे ६८% अज्ञात ऊर्जा आहे. अज्ञात पदार्थ सुमारे २७% असतात. उर्वरित सारे म्हणजे पृथ्वीवरील सर्व काही, आपल्या सर्व उपकरणांसह पाहिलेली प्रत्येक गोष्ट, सर्व सामान्य पदार्थ हे विश्वाच्या ५% पेक्षा कमी असतात. अर्थात हे ज्ञात पदार्थ असले तरी त्यांना सामान्य का म्हणायचे हाही प्रश्नच आहे. सारेच तर या विश्वाचा अंश आहे!

अज्ञात ऊर्जेचे एक स्पष्टीकरण असे आहे, की ती अवकाशाचे वैशिष्ट्य आहे. अवकाश म्हणजे काहीच नसते असे नसून त्यात काहीतरी आहे, हे लक्षात घेणारे अल्बर्ट आइनस्टाइन हे पहिले संशोधक होते. अवकाशाचे आश्चर्यकारक गुणधर्म आहेत, त्यापैकी बरेच आताच समजू लागले आहेत. आइनस्टाइन यांनी शोधलेला पहिला गुणधर्म म्हणजे अधिक अवकाश अस्तित्वात येणे शक्य आहे. मग आइनस्टाइनच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या ज्या सिद्धांतात एक वैश्विक स्थिरांक आहे, त्यानुसार या अधिक अवकाशाला स्वतःची अज्ञात ऊर्जा असू शकते. कारण ही ऊर्जा अवकाशाचा गुणधर्म आहे, ती अवकाश विस्तारत असताना कमी (dilute) होणार नाही. जसजसे अधिक अवकाश अस्तित्वात येईल तसतशी ही अधिक अज्ञात ऊर्जा दिसून येईल. परिणामी ऊर्जेच्या या स्वरूपामुळे विश्वाचा विस्तार अधिक वेगाने होईल. दुर्दैवाने, ब्रह्मांडीय किंवा वैश्विक स्थिरांक का असावा ह्याचे सयुक्तिक कारण कोणालाच समजत नाही, आणि विश्वाच्या प्रसरणाचा प्रवेग वाढण्यासाठी त्याचे नेमके मूल्य काय असावे हेही समजत नाही.

अवकाश ही अज्ञात ऊर्जा कशी मिळवते याचे आणखी एक स्पष्टीकरण पदार्थाच्या क्वांटम सिद्धांतातून येते. या सिद्धांतानुसार, अवकाश हे तात्पुरते (आभासी) कणांनी भरलेले असते जे सतत तयार होतात आणि नंतर अदृश्य होतात. परंतु भौतिकशास्त्रज्ञांनी हे अवकाश किती ऊर्जा घेईल याची गणना करण्याचा प्रयत्न केला, तेव्हा खूप चुकीचे उत्तर आले. हा आकडा दहावर एकशे वीस शून्ये इतका मोठा आहे. इतकी ऊर्जा मिळणे कठीण आहे. त्यामुळे त्यातील गूढ तसेच कायम राहते. अर्थात एवढ्या मोठ्या प्रमाणावर ऊर्जा असेल असे आपण मानत नाही कारण ऊर्जा किती जास्त असू शकते याचा आवाका आपल्याला तरी अजून नाही. अणुबॉम्बचा पहिला चाचणीस्फोट झाला तेव्हा त्यातून जी ऊर्जा बाहेर पडली, तिचा आवाका बघून सर्वच आश्चर्यचकित झाले होते. डॉक्टर ओपनहायमर यांना तर भगवान श्रीकृष्णांच्या काळ रूपाचीच आठवण झाली होती! म्हणजे जोपर्यंत गोष्टी अज्ञात असतात, तोपर्यंत कल्पनेतच फक्त त्यांच्या मर्यादांचा अंदाज करता येतो. तसाच प्रकार या ठिकाणी असू शकतो. अर्थात सर्वच काही गूढ असल्यामुळे आपण आता तरी त्यावर काही भाष्य करू शकत नाही, ही वस्तुस्थिती आहे.

अज्ञात ऊर्जेचे आणखी एक स्पष्टीकरण असे दिले जाते की ही एक नवीन प्रकारची गतिशील ऊर्जाद्रव किंवा क्षेत्र आहे, जी सर्व अवकाश भरते. हा गतिशील ऊर्जाद्रव असा काहीतरी आहे की ज्याचा विश्वाच्या विस्तारावर जो प्रभाव पडतो, तो सामान्य पदार्थ आणि सामान्य ऊर्जेच्या प्रभावाच्या विरुद्ध स्वरूपाचा असतो. काही सिद्धांतकारांनी ग्रीक तत्त्ववेत्त्यांच्या पाचव्या घटकाच्या नावावरून याला क्विंटेसन्स असे नाव दिले आहे. परंतु, हे उत्तर असेल, तर ते नेमके कसे आहे, ते कशाशी संवाद साधते किंवा ते का अस्तित्वात आहे हे ह्याबद्दल काहीही माहीत नाही. त्यामुळे गूढ कायम आहे.

शेवटची शक्यता अशी आहे की आइनस्टाइनचा गुरुत्वाकर्षणाचा सिद्धांत बरोबर नाही. याचा केवळ विश्वाच्या विस्तारावरच परिणाम होणार नाही, तर आकाशगंगा आणि आकाशगंगांच्या समूहांमधील सामान्य पदार्थांच्या गुणधर्मांवर-देखील त्याचा परिणाम होईल. ही वस्तुस्थिती अज्ञात ऊर्जेच्या समस्येचे निराकरण, नवीन गुरुत्वसिद्धांत आहे की नाही हे ठरवण्याचा मार्ग दाखवू शकेल. आकाशगंगा पुंजक्यांमध्ये कशा एकत्र येतात याचे निरीक्षण आपण करू शकतो. मात्र गुरुत्वाकर्षणाच्या नवीन सिद्धांताची गरज आहे असे दिसून आले तर तो कोणत्या प्रकारचा असेल, आइनस्टाइनच्या सिद्धांताप्रमाणे, सूर्यमालेच्या हालचालीचे अचूक वर्णन करता येते, तसा खुलासा करताना नवीन सिद्धांत आपल्याला आवश्यक असलेल्या विश्वासाठी भिन्न भविष्यवाणी कशी करू शकेल, ह्या प्रश्नांची उत्तरे माहीत नसल्याने त्याबद्दलचे गूढ तसेच कायम आहे.

अज्ञात पदार्थ म्हणजे काय? ब्रह्मांडाच्या रचनेचे सैद्धांतिक

मॉडेल कॉस्मॉलॉजिकल निरीक्षणांच्या एकत्रित सेटमध्ये बसवून, शास्त्रज्ञांनी वर्णन केलेली रचना, ६८% अज्ञात ऊर्जा, २७% अज्ञात पदार्थ, ५% सामान्य पदार्थ अशी निश्चित केली आहे. अज्ञात पदार्थ म्हणजे काय? हा अज्ञात पदार्थ जे काही आहे त्यापेक्षा आपल्याला अज्ञात पदार्थ काय नाही ते आपण अधिक खात्रीपूर्वक सांगू शकतो. प्रथम, तो अज्ञात आहे, याचा अर्थ असा की ते ज्ञात असलेल्या तारे आणि ग्रहांच्या रूपात नक्कीच नाही. जे आपण पाहतो. याबाबतची निरीक्षणे असे दर्शवतात की २७% अज्ञात पदार्थ असतील तर तो आकडा गाठण्याइतके दृश्यमान अज्ञात पदार्थ दिसत नाहीत. दुसरे, ते सामान्य पदार्थाच्या काळ्या ढगांच्या किंवा सावल्यांच्या रूपात नाहीत. सामान्य पदार्थ बॅरिऑन नावाच्या कणांनी बनलेले असतात हे माहीत आहे, कारण त्यांच्यामधून जाणारे विकिरण शोषून बॅरिओनिक ढग शोधणे शक्य आहे. तिसरे म्हणजे, अज्ञात पदार्थ हे प्रतिपदार्थ नसतात, कारण पदार्थ आणि प्रतिपदार्थाचा परस्पर क्रियेत नाश होतो, तेव्हा निर्माण होणारे वैशिष्ट्यपूर्ण गॅमा किरण आपल्याला दिसत नाहीत. शेवटी, आपण किती गुरुत्वीय भिंगातून पाहतो या आधारावर आपण मोठ्या आकाशगंगेच्या आकाराचे कृष्णविवर नाकारू शकतो. उच्च सांद्रतेचे पदार्थ, दूरच्या वस्तूंपासून येणाऱ्या आणि त्यांच्या जवळून जाणाऱ्या प्रकाशाला वाकवतात. परंतु अशा वस्तूंमध्ये आवश्यक २५% अज्ञात पदार्थाचे योगदान असावे असे सूचित करण्यासाठी आपल्याला पुरेशा गुरुत्वीय भिंगातून घटना दिसत नाहीत.

अजूनही काही अज्ञात पदार्थ असण्याच्या शक्यता आहेत, ज्या व्यवहार्य वाटतात. तपकिरी बौने (brown dwarf) किंवा जड घटकांच्या छोट्या आकाराच्या पिशवीत ठासून भरलेला असेल तर बॅरिओनिक पदार्थ अजूनही अज्ञात पदार्थ बनवू शकतात. या शक्यतांना भव्य कॉम्पॅक्ट हॅलो ऑब्जेक्ट्स किंवा MACHOs म्हणून ओळखले जाते. परंतु सर्वात स्वीकारार्ह मत असं आहे की अज्ञात पदार्थ अजिबात बॅरिओनिक नसतो, परंतु ते अक्ष किंवा WIMPS (वीकली इंटरॅक्टिंग मॅसिव्ह पार्टिकल्स) म्हणजे कमकुवत परस्परक्रिया करणाऱ्या मोठ्या कणांनी बनलेले असते.

युक्लीड या अज्ञात प्रभावांचा दोन प्रकारे अभ्यास करेल. एक म्हणजे दहा अब्ज प्रकाशवर्षांपर्यंत पसरलेल्या आकाशगंगांचा त्रिमितीय नकाशा तयार करण्यासाठी आकाशगंगा रेडशिफ्ट्सचे कॅटलॉग करणारे सर्वेक्षण करून आकाशगंगांचे पुंजके (क्लस्टर) कसे होतात हे पाहणे. आकाशगंगा कशा पुंजक्यांमध्ये एकवटल्या जातात हे कॉस्मिक मायक्रोवेव्ह पार्श्वभूमीवरील पदार्थाच्या घनतेतील चढउतारांशी संबंधित आहे. ब्रह्मांडाची निर्मिती करणाऱ्या महास्फोटानंतर केवळ २७९००० वर्षांनंतर विकिरण उत्सर्जित झाले. त्या चढउतारांची तुलना – ज्याला बॅरिओनिक अकॉस्टिक ऑसिलेशन्स (BAOs) म्हणतात – नंतरच्या कालखंडातील पुंजक्यांच्या आकारासह अज्ञात ऊर्जेची ताकद कालांतराने कशी बदलली आहे हे सांगू शकते, कारण तिची प्रतिकारशक्ती गुरुत्वाकर्षणाच्या विरुद्ध कार्य करते, ज्यामुळे आकाशगंगांचे पुंजके तयार होतात. युक्लीड अंधकारमय विश्वाचा अभ्यास करेल, तो दुसरा मार्ग म्हणजे आकाशगंगांचे आकार पाहून. संपूर्ण विश्वात पसरलेल्या अज्ञात पदार्थाचे गुरुत्वाकर्षण, प्रकाश वाकवणारे गुरुत्वाकर्षण भिंग तयार करू शकतात. आकाशगंगा पुंजक्यांच्या मजबूत गुरुत्वाकर्षणाच्या भिंगामध्ये आपण हे नाट्यमय पद्धतीने पाहतो, परंतु अज्ञात पदार्थामुळे कमकुवत लेन्सिंगदेखील (कमी शक्तीचे भिंग) होऊ शकते जे अंतराळाची भूमिती आणि प्रकाश आपल्यापर्यंत पोहोचण्यासाठी घेत असलेल्या मार्गात बदल करून आकाशगंगांचे आकार सूक्ष्मपणे विकृत करते. युक्लीड १.५ अब्ज आकाशगंगांची प्रतिमा तयार करेल आणि खगोलशास्त्रज्ञांना ब्रह्मांडातील अज्ञात पदार्थाचा नकाशा तयार करण्यास मदत देण्यासाठी त्या आकाराच्या विकृतींचा शोध घेईल.

भूमितीचे जनक, प्राचीन ग्रीक गणितज्ञ युक्लीड यांच्या नावावरून या मोहिमेला नाव देण्यात आले आहे. (ते त्यांचे इंग्रजी नाव आहे, त्यांचे ग्रीक नाव युक्लीडस होते). अलेक्झांड्रिया शहरात ते इ.स.पू. सुमारे ३३०-२७० मध्ये राहत होते. या शहराची स्थापना अलेक्झांडर द ग्रेटने त्याच सुमारास केली होती. युक्लीडचा जन्म आणि मृत्यू नेमका केव्हा झाला यासह त्यांच्या वैयक्तिक तपशिलांबद्दल कोणालाही पूर्णपणे खात्रीपूर्वक माहिती नाही. पण त्यांचे गणितातील महान कार्य सातत्याने आपल्याला उपयोगी पडत आहे. विशेषतः एलिमेंट्स, हा भूमितीवरील त्यांचा एक ग्रंथ असून जगातील सर्वात मोठ्या प्रमाणावर अनुवादित झालेल्या पुस्तकांपैकी हा एक आहे. म्हणूनच युक्लीडला भूमितीचे जनक म्हणून ओळखले जाऊ लागले. युक्लीड अंतराळमोहीम नेमके काय करेल याचा बराचसा भाग भूमितीवर अवलंबून आहे, आणि गुरुत्वीय भिंगातून दिसणाऱ्या प्रतिमा आणि वैश्विक विस्तार त्या भूमितीमध्ये कसा बदल करतात याचा अभ्यास त्यातून होईल. विशेषतः युक्लीडच्या भूमितीच्या विशिष्ट ब्रँडला युक्लिडियन भूमिती म्हणतत. सपाट रचना, समांतर रेषा, काटकोन, त्रिकोणमिती आणि पायथागोरियन प्रमेय यांची ही भूमिती आहे. ती आपल्याला शाळेत शिकवली जाते. युक्लीड यांनी त्यांची भूमिती पाच स्वयंसिद्ध तत्त्वांच्या पायावर किंवा स्वीकारलेल्या सत्यांवर आधारित ठेवली आहे.

१. कोणतेही दोन बिंदू एका सरळ रेषेने जोडले जाऊ शकतात हे वैश्विक सत्य म्हणून स्वीकारले आहे.

२. सरळ रेषा अनिश्चित काळासाठी वाढवल्या जाऊ शकतात.

३. वर्तुळ फक्त त्याचे केंद्र कोठे आहे आणि त्याची त्रिज्या किती आहे हे जाणून घेऊन काढता येते.

४. सर्व काटकोन (९० अंश) समान असतात.

५. जर क्ष ही सरळ रेषा य आणि झ या दोन इतर सरळ रेषांना छेदत असेल आणि क्ष हे कोन य आणि झ यांसह अनुक्रमे ९० अंशांपेक्षा कमी असतील, तर य आणि झ अनिश्चित काळासाठी वाढवल्यास एकमेकांना ओलांडतील (अन्य शब्दात, त्रिकोण तयार करणे).

हा भक्कम पाया वापरून युक्लीडला एक भौमितिक प्रणाली तयार करता आली, जी आपण २६०० वर्षांनंतरही रोजच्या जीवनात वापरतो. तथापि, खगोलशास्त्रज्ञ अज्ञात विश्वाचा पुरावा शोधण्यासाठी गुरुत्वीय दृष्टिकोनातून अवकाशातील युक्लिडियन भूमितीमधील विचलन शोधण्यास निघाले आहेत! युक्लीडच्या भूमितीचा हा आवाका कुणीतरी कल्पिला होता का, सांगा बरं!

अलेक्झांड्रियाचा वारसा लाभलेले युक्लीड अमर आहेत. त्यांच्या काळातील ते एक अलौकिक बुद्धिमत्ता लाभलेले गणिती होते. साध्या कागदावर म्हणजे द्विमितीय पृष्ठभागावर घन वस्तू रेखाटण्याची जी कला असते, त्यामुळे एखाद्या विशिष्ट बिंदूवरून पाहिल्यास त्यांची उंची, रुंदी, खोली आणि त्यांचे परस्परसंबंध याविषयी प्रत्यक्ष स्थिती लक्षात येऊन ती वस्तू कशी असेल याचा वास्तव अंदाज आपल्याला येतो. हा भूमितीय दृष्टिकोन युक्लीड यांनी अजरामर केला आहे. त्याचबरोबर बीजगणित हा गणिताचा महत्त्वाचा प्रकार आणि आकाशस्थ खगोलीय वस्तू शोधण्यासाठी गोल अंतराळविज्ञान ह्या ही विषयांमध्ये त्यांची गती थक्क करणारी आहे. कुणी असा विचार करू शकतो, आणि तो विचार पुढे समस्त विज्ञानजगताला शतकानुशतके मार्गदर्शन करत राहतो, हे खरोखरच विलक्षण म्हणावे लागेल. उपलब्ध माहितीवरून युक्लीड प्लेटो यांचे विद्यार्थी होते असे वाटते. अलेक्झांड्रियाच्या म्युझियममध्ये ते शिकवत असत. हे वस्तुसंग्रहालय अलेक्झांड्रियाचे प्रसिद्ध ग्रंथालयदेखील होते आणि जिथे त्यांनी गणिताची एक शाळा स्थापन केली होती. आता अडीच सहस्र वर्षांनंतर, या त्यांच्या देदीप्यमान वारशाची, आपल्या विश्वातील काही सर्वात गोंधळात टाकणाऱ्या गूढ रहस्यांच्या भेद करण्यासाठी, मानवाच्या कुतूहलाचे निराकरण करण्यासाठी या मोहिमेला मोलाची मदत होणार आहे. सुमारे २६०० वर्षांपूर्वी युक्लीड यांनी जे ज्ञान आपल्याला दिले त्या ज्ञानाचा वापर इतक्या दीर्घ काळानंतर आपण विश्वाचे रहस्य उलगडण्यासाठी करत आहोत ही केवढी आश्चर्याची बाब आहे! मोठा काळ आणि छोटा काळ ह्या कल्पना किती सापेक्ष आहेत हे यावरून लक्षात येईल. आपले संशोधन आपल्या हयातीत लोकांच्या उपयोगी पडावे ही सर्वसाधारण संशोधकाची अपेक्षा असते. युक्लीड याबाबतीत किती भाग्यवान आहेत ना!

(हा लेख लिहिण्यासाठी युरोपीयन स्पेस एजन्सीच्या आंतरजालावर उपलब्ध असलेल्या माहितीचा आधार घेतला आहे.)

**– शरद काळे**
sharadkale@gmail.com

## ‘विज्ञानधारा’ दिवाळी अंक लेखनस्पर्धा

‘विज्ञानधारा’चा ऑक्टोबर–नोव्हेंबरचा अंक हा दीपावली विशेषांक म्हणून प्रसिद्ध होणार आहे. या विशेषांकासाठी शालेय विद्यार्थ्यांकरता निबंधस्पर्धा जाहीर करण्यास आम्हाला आनंद होत आहे.
ही स्पर्धा ७ वी ते १२ वीच्या विद्यार्थ्यांसाठी दोन गटांमध्ये घेण्यात येईल.

पहिला गट – ७ वी ते ९ वी
**विषय – १० वर्षांनंतर मानवाचे जीवन कसे असेल? शब्दमर्यादा ३००**

दुसरा गट – १० वी ते १२ वी
**विषय – कृत्रिम बुद्धिमत्ता मानवासाठी शाप की वरदान? शब्दमर्यादा ६००**

गेल्या चार–पाच दशकांमध्ये विज्ञानाच्या प्रगतीचा वेग स्तिमित करणारा आहे.
आता तर कृत्रिम बुद्धिमत्तेच्या क्षेत्रात विलक्षण वेगाने प्रगती होत आहे.
उद्याचे जग कसे असेल हे कुतूहल वाढत चालले आहे.
ही प्रगती लक्षात घेऊनच निबंधलेखनाचे विषय निवडले आहेत.

शिक्षकांनी हे निबंध विद्यार्थ्यांनीच लिहिले आहेत याची खातरजमा करावी.

**निबंध पाठवण्याची अंतिम तारीख २५ सप्टेंबर २०२३**
**diwnibandh@gmail.com या इमेलवरच युनिकोडमध्ये टाइप करून निबंध पाठवावेत.**

# कुंभारकामातील विज्ञान आणि तंत्रज्ञान

**डॉ. जयंत वसंत जोशी**

'**प्रपंच**' चित्रपटातील 'फिरत्या चाकावरती देसी मातीला आकार, विठ्ठला तू वेडा कुंभार' हे गाणे तुम्ही कदाचित ऐकलेले असेल. त्यात गीतकार ग. दि. माडगूळकर लिहितात 'घटाघटाचे रूप आगळे, प्रत्येकाचे दैव वेगळे'. घट या शब्दाचा गदिमांच्या गाण्यातील अर्थ वेगळा अपेक्षित असला तरी घट म्हणजे मातीचे भांडे. मातीच्या भांड्याचा इतिहास मानवी इतिहासाइतकाच जुना आहे. पुरातनकाळापासून माती हा मानवी जीवनात फार महत्त्वाचा घटक आहे. शेतीचा शोध लागल्यावर मानव भटक्या अवस्थेतून हळूहळू नद्यांकाठी स्थिरावू लागला. मग त्याला विविध वस्तू साठवण्यासाठी, अन्न शिजवण्यासाठी वेगवेगळ्या प्रकारची, वेगवेगळी साठवणक्षमता असलेल्या भांड्यांची, निवाऱ्यासाठी लागणाऱ्या साहित्याची गरज भासू लागली. मातीच्या विविध उपयुक्त व कलात्मक वस्तू बनवणे ही मानवाच्या निरीक्षण, कुतूहल, गरज आणि सृजनातून निर्माण झालेली हस्तकला आहे. त्या काळात परिसरात उपलब्ध साहित्य व असलेली अनुभवांवर आधारित माहिती यातून मातीची भांडी, मातीच्या रद्यापासून तयार केलेले भेंडे याचा वापर सुरू झाला. धातूंच्या शोधानंतर मातीची भांडी मागे पडली व लोह, तांबे, ॲल्युमिनियम यांसारख्या धातूंचे व त्यात नंतर प्रगती झाल्यावर पितळ, हिंडालियम, स्टेनलेस स्टीलसारख्या मिश्रधातूंची भांडी आली. मातीचे कच्चे भेंडे जाऊन तेथे मातीच्या भाजलेल्या विटा आल्या. नळीची कौले जाऊन सरळ आयताकृती कौले आली. आता तर कौलांपेक्षा अन्य चांगले, दीर्घकाळ टिकणारे पर्याय आल्याने छतासाठी कौले फारच कमी लोक वापरतात. विटा ही सिमेंट-काँक्रीटच्या येतात. परंतु तंत्रज्ञान जसजसे विकसित होत गेले तसे नवनवीन पर्याय आले. या सर्व टप्प्यांमध्ये भरपूर कालावधी गेला.

जमिनीत आढळणारे मातकट, सूक्ष्म कणरूपी द्रव्य म्हणजे माती. यात मुख्य घटक गारगोटीची खनिजे (Silicate minerals) असतात. मातीत असलेल्या अन्य खनिजांच्या व लोहाच्या प्रमाणानुसार त्या मातीपासून बनवलेल्या वस्तूंना सामान्यतः गुलाबी, तपकिरी, तांबडी, करडी किंवा काळ्या रंगाची छटा येते. मातीत योग्य प्रमाणात पाणी मिसळल्यास ती लवचीक होते. लवचीक झाल्यामुळे तिला पाहिजे तसा आकार देता येतो. ओल्या मातीच्या वस्तूंचा आकार ती वस्तू सुकल्यावर घट्ट होतो व नंतर तो तसाच टिकून राहतो. परंपरेनुसार मातीपासून वेगवेळ्या वस्तू तयार करण्याचे काम कुंभार करत. त्यामुळे या कामाला कुंभारकाम किंवा मातीकाम म्हणतात. कुंभारकामात मडकी, घागरी, माठ, रांजण, पणत्या, कुंड्या, कौले, विटा, फरश्या, मातीच्या मूर्ती, विटा यांसारख्या मातीच्या वस्तू बनवतात व भाजून त्या पक्क्या केल्या जातात. कुंभारकामासाठी विशिष्ट प्रकारची माती लागते. कलात्मक वस्तूंच्या निर्मितीसाठी हातांना न चिकटणारी तसेच विविध आकार लवकर धारण करू शकणारी माती लागते. या मातीला सर्वसामान्यपणे 'चिकणमाती' म्हणतात. वस्तू बनवण्यासाठी परिसरात मिळणारी शेतातील पोयटा माती, नदीतील गाळाची माती, तलाव किंवा डबक्याच्या तळातील किंवा नदीकिनाऱ्याची चिकणमाती वापरतात. माती शक्य तितकी कोरडी जमा करून उन्हात पूर्णपणे वाळवली जाते. त्यानंतर कुटून ती बारीक करतात. त्यातील खडे, काड्या व अन्य पालापाचोळा काढून टाकला जातो. ही माती अगदी वस्त्रगाळ करून घोड्याची किंवा गाढवाची विष्टा (लिद), जनावरांचे शेण, राख, वाळू, धान्याची फोलपटे इत्यादी पदार्थ त्यात योग्य प्रमाणात मिसळतात. हे मिश्रण एकत्र कालवून जमिनीत खड्डा खणून त्यात हे मिश्रण काही काळ तसेच मुरू देतात. हे मिश्रण पायाने भरपूर तुडवले जाते. त्याला पावली असे म्हणतात. यामुळे मिश्रण एकसंध होते. योग्य कालावधीनंतर या मातीचे गोळे बनवतात व ते थोडे सुकू देतात. त्यानंतर ते गोळे विविध मातीकामांसाठी वापरतात. या क्रियेला माती कमावणे असे म्हणतात. यात मातीचा पोत, मातीत असलेल्या विविध खनिजांचे प्रमाण यानुसार आधी

उल्लेखलेल्या अन्य घटकांचे प्रमाण ठरवले जाते. मडकी, घागरी, माठ, रांजण, सुरई यांसारख्या मातीच्या भांड्यात पाणी थंड होण्यासाठी भाडे सछिद्र असणे आवश्यक असते. ही सछिद्रता येण्यासाठी लिद, शेण यांसारख्या जैविक घटकांचे प्रमाण मातीत थोडे जास्त ठेवले जाते. भट्टीत भाजल्यानंतर हे जैविक घटक जळून जातात व अपेक्षित सछिद्रता मिळते. पाणी भरलेल्या मातीच्या भांड्याच्या छिद्रांमधून पाणी मातीच्या भांड्याच्या पृष्ठभागावर येते. या पृष्ठभागावर आलेल्या पाण्याचे बाष्पीभवन होण्यासाठी उष्णतेची आवश्यकता असते. ती उष्णता मातीच्या भांड्यात असलेल्या पाण्याची वापरली जाते. त्यामुळे मातीच्या भांड्यातील पाण्याचे तापमान कमी होते व ते पाणी थंड होते. ही क्रिया मातीच्या भांड्यात पाणी आहे तोपर्यंत सातत्याने चालू रहाते. बरेच दिवस मातीचे भांडे वापरल्यास पाण्यातील क्षार व खनिजांमुळे त्याची सूक्ष्म छिद्रे हळूहळू बंद होतात व भांड्यात पाणी थंड होणे हळूहळू कमी होते. मातीचे भांडे सर्व बाजूंनी सारख्या प्रमाणात गरम केल्यास बंद झालेली ही छिद्र मोकळी होतात व त्या भांड्यात पाणी पुन्हा थंड होते. गृहउपयोगी वस्तूंबरोबरच प्राचीन काळापासून मातीचा उपयोग खेळणी व कलात्मक वस्तू बनवण्याकरताही होत आला आहे.

मातीकामात मुख्य यांत्रिक साधन म्हणजे कुंभाराचे चाक व वस्तूंचे (विटा, मूर्ती) साचे. याशिवाय मातीच्या भांड्यांची जाडी एकसारखी करून घेण्यासाठी चोपणे नावाची एक लहानशी लाकडी पट्टी, बहिर्वक्र आकाराचा एक दगड (गंडा), नक्षीकाम करण्यासाठी काड्या, धातूच्या तारा, वस्तूला चकाकी आणण्यासाठी उपयोगी पडणारी मण्यांची माळ, चाक फिरवण्यासाठी काठी ही इतर साधनेही मातीकामात वापरतात.

कुंभाराच्या चाकाचा जो मधला वर्तुळाकार भाग असतो त्यास तुंबा किंवा माथा असे म्हणतात. तो लाकडी असतो. त्याला १० ते १२ आरे जोडलेले असतात. चाकाच्या बाजूला बसून मध्यभागी ठेवलेल्या मातीच्या गोळ्यापर्यंत हात सहज पोहोचावे यानुसार चाकाचा व्यास सुमारे ३० ते ३८ सें.मी. असतो. चाकाच्या परिघाकडच्या भागास पाळ म्हणतात. ती १७-२० सें.मी. जाडीची असते. मातीमध्ये काथ्या किंवा जनावराचे केस मिसळून केलेल्या मिश्रणापासून पाळ बनवलेली असते. काथ्या किंवा जनावराचे केस या तंतूंमूळे मातीचे कण एकमेकास घट्ट बांधून राहतात. चाक परिघाकडच्या बाजूला जास्त जड असते. कारण चाक गतीने अधिक काळ फिरण्यासाठी त्याचा कोनीय संवेग अधिक असणे आवश्यक असते. कोनीय संवेग फिरणाऱ्या वस्तूच्या वस्तुमानाच्या समप्रमाणात व त्रिज्येच्या वर्गाच्या समप्रमाणात बदलत असतो. कारागिराचे हात चाकाच्या मध्यभागी पोहोचावे ही चाकाच्या व्यासाच्या लांबीवर असलेली मर्यादा आहे. त्यामुळे चाकाचा व्यास अधिक वाढवता येत नाही. म्हणूनच व्यासाची लांबी, असलेल्या मर्यादेत शक्य तितकी वाढवून चाकाचा परिघाकडचा भाग अधिक जड केला जातो. चाक मध्यापासून परिघापर्यंत एकसारखे बनवले तर त्याचे एकूण वजन फार जास्त होईल व ते हाताने फिरवणे अवघड होईल. यासाठी चाकाचे वस्तुमान व व्यास याचे इष्टतम व्यावहारिक गणित निश्चित करून चाक तयार केले जाते. चाकाच्या माथ्याच्या खालच्या भागास एक गुळगुळीत खळगा असतो. हा खळगा चाकाखाली असलेल्या एका दगडी तळीत बसवलेल्या लोखंडी कांबेवर बसवलेला असतो. लोखंडी कांबेचे वरचे टोक घासून गुळगुळीत केलेले असते. त्यामुळे चाक व लोखंडी कांब यातील घर्षण (गतीला विरोध) कमी होतो. खळग्यात वंगण लावल्यास घर्षण आणखी कमी होते व चाक अधिक काळ फिरत राहते. चाकाला वर्तुळाकार गती दिली असता कमीत कमी घर्षण होऊन चाक बराच वेळ फिरत राहील अशी ती रचना केलेली असते. चाकाच्या पाळीमध्येही खोलगट खळगे केलेले असतात. त्यामध्ये काढता-घालता येईल असा सुमारे एक मीटर लांबीचा एक लाकडी दांडा असतो. या दांड्याने चाकाला फिरवून वर्तुळाकार गती देतात व नंतर दांडा काढून घेतात. एकदा जोराने फिरवलेले चाक सुमारे ८-१० मिनिटे एकसारख्या गतीने फिरत राहते.

दर व स्थिर ठेवण्याचे तापमान, तापमान स्थिर ठेवण्याचा कालावधी हे मातीचा प्रकार व त्यात टाकलेल्या अन्य घटकांवर अवलंबून असते. ही मातीची भांडी भाजण्यासाठी भांड्यांच्या प्रकारानुसार वेगवेगळ्या भट्ट्या असतात. त्या भट्ट्यांची रचना त्यात वापरले जाणारे इंधन, वाऱ्याची दिशा या सर्व घटकांचा विचार करून केलेली असते. मातीच्या वस्तू साधारण ६०० डिग्री सेंटिग्रेड ते १००० डिग्री सेंटिग्रेडपर्यंत भाजल्या जातात. भाजलेले मातीचे भाडे थंड करतानादेखील एकदम थंड न करता हळूहळू थंड करत सामान्य तापमानाला आणले जाते. काही मातीच्या भांड्याचा सछिद्रपणा कमी होण्यासाठी व ती आकर्षक दिसावी म्हणून तिच्यावर विविध प्रकारच्या माती व खनिजे, काचेची भुकटी, क्षार व विविध मिश्रणांचा लेप लावून ती परत भाजली जातात. दुसऱ्यांदा भाजताना हे पदार्थ वितळून त्यांनी छिद्रांची जागा व्यापून त्या वस्तूला चकाकी येते. या चकाकीला झिलई असे म्हणतात. कथिलाचे (Tin) क्षार वापरण्यास सुरवात केल्यानंतर झिलईमध्ये उत्क्रांती होत गेली. हे सर्व पारंपरिक अनुभवसिद्ध ज्ञान आहे.

सुरुवातीला कमावलेल्या मातीचा गोळा चाकावर मध्यभागी (माथ्यावर) ठेवण्यात येतो. गतिमान असलेल्या फिरत्या चाकावर गोळा हाताने दाबून चपटा करण्यात येतो. त्यामुळे मातीचे कण शक्य तितके एकमेकांच्या जवळ येतात. त्यामुळे मातीच्या गोळ्याचे आकारमान कमी होते म्हणचेच त्याची घनता वाढते. हाताच्या बोटांचा उपयोग करून गोळा पाहिजे तेवढा उघडा करण्यात येतो. दोन्ही हातांचा उपयोग करून तयार होणाऱ्या मातीच्या भांड्याच्या भिंती वर उचलून घेण्यात येतात. त्यानंतर भांड्याला आकार देण्यास सुरुवात होते. भांड्याच्या आतील व बाहेरील, दोन्ही बाजूंना एकाच वेळी पाहिजे तो आकार देण्यात येतो. कुंभाराच्या चाकावर काम करणाऱ्या कारागीराने त्याचे हात सतत ओले ठेवणे आवश्यक असते. कलात्मक दृष्टी असलेले काही कारागीर काडी किंवा धातूच्या तारेने अर्धवट वाळलेल्या भांड्यावर नक्षीकामही करतात. भांड्याचा पृष्ठभाग ओलसर कपड्याने गुळगुळीत केल्यानंतर भांडे चाकापासून दोरीच्या साहाय्याने वेगळे करण्यात येते व नंतर ते वाळवण्यात येते. आवश्यकतेनुसार मातीच्या भांड्याच्या भिंतीची जाडी कमी किंवा एकसारखी करायची असल्यास आतून गंड्याचा आधार देऊन चोपणीने अर्धवट वाळलेले भांडे चोपतात. हे काम फार संयमाने करणे आवश्यक असते. कारण थोडा जरी जोराने ठोका बसला तर भांड्याला तडा जाण्याची किंवा भाडे फुटण्याची शक्यता असते. भांडे किती प्रमाणात वाळलेले असताना हे चोपण्याचे काम करायचे हा अनुभवाचा भाग आहे.

अर्धवट वाळलेल्या मातीच्या भांड्यांचे तापमान हळूहळू विशिष्ट दराने वाढवून, एका विशिष्ट तापमानाला काही काळ तापमान स्थिर ठेवल्यास ते भांडे टणक होते. या क्रियेस भाजणे असे म्हणतात. या भाजण्याच्या क्रियेत तापमान वाढवण्याचा

स्वयंपाकासाठी वापरल्या जाणाऱ्या धातूच्या भांड्यात काही फायदे नक्कीच आहेत. काही प्रकारच्या ॲल्युमिनियमची भांडी वापरून शिजवलेले अन्न आरोग्यास हानिकारक असते असा काही संशोधकांचा दावा आहे. परंतु भांड्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या ॲल्युमिनियमचे बरेच प्रकार आहेत. त्यात काही ॲल्युमिनियमचा वापर करून तयार केलेले मिश्रधातूही आहे. त्यामुळे सर्वच ॲल्युमिनियमच्या भांड्यांचा वापर आरोग्यास हानिकारक नसतो. मातीच्या भांड्यात शिजवलेल्या अन्नाला एक वेगळा स्वादही असतो. यामुळे स्वयंपाकासाठी मातीची भांडी वापरण्याचा कल पुन्हा हळूहळू वाढू लागला आहे.

मातीची भांडी जितकी प्राचीन आहेत तितक्याच मातीच्या विटा, कौलेसुद्धा प्राचीन आहेत. विटा मुख्यतः घर बांधणीसाठी वापरल्या जात. क्वचित प्रसंगी विहिरी, बारव बांधण्यासाठीही विटांचा उपयोग होत असे. मातीच्या विटा बनवण्याची पद्धत बऱ्याच अंशी मातीची भांडी बनविण्यासारखीच आहे. विटा बनवताना मातीच्या मिश्रणात दगडी कोळशाचा चुरा टाकतात. त्यामुळे वीट आतूनही चांगली भाजली जाते. आजकाल विटा तयार करण्याच्या मातीत औष्णिक विद्युत केंद्रात निर्माण होणारी राखही विशिष्ट प्रमाणात टाकली जाते. एकजीव केलेल्या कमावलेल्या मातीचे व दगडी कोळशाचे मिश्रण विशिष्ट

आकाराच्या साच्यात भरून वीट तयार केली जाते. साच्याला ओली माती चिकटू नये म्हणून साच्यात राख, कोरडी माती, भाताचे तूस किंवा गव्हाचे भूस भुरभुरले जाते. साच्यातून काढलेली विट, दोन-तीन वेळा पलटी मारून सर्व बाजूंनी उन्हात सुकवली जाते. ऋतुमानानुसार वीट सुकवण्याचा कालावधी बदलतो. उन्हाळ्याच्या दिवसांत साधारण १५ दिवसांत वीट सर्व बाजूंनी व्यवस्थित सुकते. त्यानंतर भाजण्यासाठी विटांची भट्टी रचली जाते. भट्टीत दोन-तीन विटांच्या थरांनंतर दगडी कोळशाचा एक थर ठेवला जातो. दगडी कोळशाबरोबर काही प्रमाणात खडेमीठ टाकले जाते. त्याचबरोबर भाताचे तूस किंवा गव्हाचे भूसही टाकले जाते. भट्टी पेटवल्यानंतर मिठाला उष्णता मिळते व ते तडतडू लागते. त्यामुळे पेटलेल्या दगडी कोळशावर जमलेली राख बाजूला फेकली जाते व कोळसा अधिक प्रखर होऊन जळतो. भट्टीत इंधनाच्या ज्वलनासाठी आवश्यक प्राणवायू पुरेशा प्रमाणात मिळावा यासाठी ठिकठिकाणी काही मोकळ्या जागा ठेवलेल्या असतात. त्यामुळे सर्व विटांना सर्व बाजूंनी एकसारखी उष्णता मिळाल्याने विटा व्यवस्थित भाजल्या जातात.

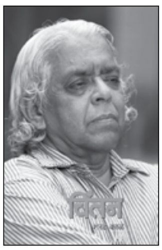
तंत्रज्ञानातील प्रगतीनुसार मातीकामातील बऱ्याच बाबींचे यांत्रिकीकरण झाले आहे. माती चाळण्यापासून मळण्यापर्यंत काम करणारी यंत्रे बाजारात आली आहेत. विजेवर चालणारे कुंभाराचे चाक उपलब्ध झाले आहे. हे चाक कमी जागेत वापरता येते. त्याच्या फिरण्याचा वेग पाहिजे तसा नियंत्रित करता येतो. यामुळे शारीरिक श्रम कमी झाले व कामाची गती वाढली पर्यायाने कार्यक्षमता वाढली. विटानिर्मितीतही कामाचे मोठ्या प्रमाणात यांत्रिकीकरण झाले आहे.

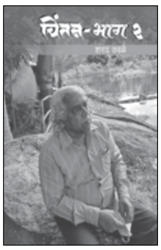
मातीची भांडी भाजण्यासाठी विजेवर चालणाऱ्या, सर्व बाजूंनी एकसारखी उष्णता देणाऱ्या, तापमान पाहिजे त्या दराने वाढवता येईल, तापमान नियंत्रित करता येईल अशा वेगवेगळ्या आकारमानाच्या, उपलब्ध जागेत ठेवता येतील अशा भट्ट्या (Oven) बाजारात मिळतात. मातीकामातील बऱ्याच बाबींचे यांत्रिकीकरण झाले असले तरी कल्पकतेतून येणारी सृजनशीलता, हस्तकौशल्य व त्यातून होणारी नवनिर्मिती याला अजूनही भरपूर वाव आहे व भविष्यातही राहील. 'सिरॅमिक पॉटरी' हा या मातीकामाचाच अधुनिक अवतार आहे.

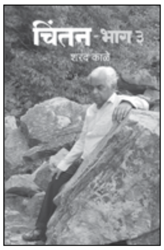
**– डॉ. जयंत वसंत जोशी**
jvjoshi2002@yahoo.co.in

ग्रंथाली

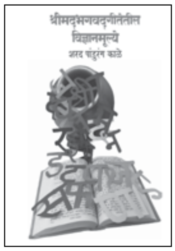
## विज्ञानविचार आणि जीवन यांची सांगड घालणारी पुस्तके

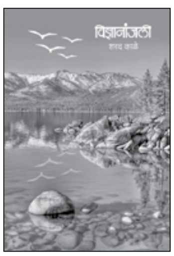

मूल्य ६०० रु.
सवलतीत ३५० रु.


मूल्य ७५० रु.
सवलतीत ४५० रु.

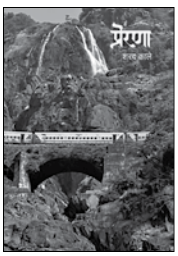


मूल्य ७५० रु.
सवलतीत ४५० रु.

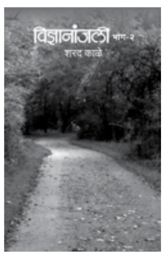

मूल्य ४०० रु.
सवलतीत २५० रु.



मूल्य ३५० रु.
सवलतीत २१० रु.



मूल्य १५० रु.
सवलतीत ९० रु.



मूल्य २०० रु.
सवलतीत १२० रु.

"

वास्तुविशारद आणि शास्त्रज्ञ बकमिन्स्टर फुलर हे सन १९३० च्या दशकात जिओडेसिक घुमट, भविष्यकालीन शहरांचे साय-फाय-एस्क व्हिजन आणि डायमॅक्सियन नावाची कार तयार करण्यासाठी प्रसिद्ध आहेत. पण फुलर बरेचसे विक्षिप्तही होते. जगभर विमानप्रवास करतांना विविध टाइम झोनमध्ये वेळ समजण्यासाठी ते तीन घड्याळे वापरत असत! अनेक वर्षे रात्री फक्त दोन तास झोप घेत असत! ज्याचे 'डायमॅक्सिअन स्लीप' असे या झोपेचे त्यांनी नामकरण केले होते. सन १९१५ ते १९८३पर्यंत, फुलर यांनी त्यांच्या जीवनाची तपशीलवार रोजनिशी ठेवली होती. परिणामी ह्या सर्व रोजनिशींचा (डायमॅक्सिअन क्रोनोफाईल) २७० फूट (८२ मीटर) उंच गठ्ठा तयार झाला! स्टॅनफोर्ड विद्यापीठात ह्या सर्व रोजनिशी जपून ठेवल्या आहेत!

# साबण

## डॉ. वसुधा जोशी

''**अरे** राजा, काय हा अवतार तुझा? खेळायला गेला होतास की मातीत लोळायला? आधी बाथरूममध्ये जा आणि शँपूची बाटली ओत डोक्यावर आणि स्वच्छ होऊन घरात ये.'' मी चिडले होते. माझा बारा वर्षांचा मुलगा खेळायला, सोसायटीच्या छोट्याशा रस्ता कम मैदानात गेला होता. त्याला हाका मारून आधीच मी वैतागले होते. त्यात त्याचा अवतार पाहून पाराच चढला माझा!

शँपूची बाटली डोक्यावर ओत म्हटलं आणि मला माझं बालपण आठवलं. मी तशी म्हटलं तर कोकणातली पण लहानपण आणि मराठी शाळा एवढीच वर्षं मी कोकणात होते. मातीत खेळण्याशीवाय काही पर्याय नव्हताच. पण आई कधी फार ओरडल्याचे आठवत नाही, मातीत खेळून आल्यावर. ''विहिरीवर जा आणि चांगले घासून हात-पाय-तोंड धुऊन ये.'' एवढंच. अरे हो, तेव्हा शँपू कुठे होता?

कोरोना आला आणि साबणाचा वापर बेसुमार वाढला. कोरोना महामारीच्या काळात हात धुण्याचे पातळ साबण तर बऱ्याच दुकानांमधून गायब झाले होते. लोक साबणाचा साठा करून ठेवू लागले होते. दिवसातून खूप वेळा हात धुवावे आणि दर वेळी वीस सेकंद तरी साबण लावून हात चोळावे हा मंत्र कानावर आदळत होता. त्यामुळे साहजिकच साबणाचा वापर वाढणार होता. त्यातही डेटॉलयुक्त जंतू नाशक साबणाचा वापर जास्त वाढला.

माझ्या बालपणापासून आतापर्यंत साबणाची एवढी रूपं बदलली आहेत की त्यांची कल्पनापण करता येणार नाही. माझ्या बालपणी मला आठवतो तो सनलाईट किंवा ५०१ बार साबण. सनलाईटची वडी मोठी असायची. ५०१ बार, त्याच्या वड्या कापाव्या लागत असत. वडिलांचे पांढरे कपडे, लहान मुलांचे खूपच मळलेले कपडे, लग्नकार्यासाठीचे ठेवणीतले कपडे सनलाईटने धुतले जात असत. सरसकट वापरासाठी रिंग्या/रीठे किंवा शिकेकाई वापरण्याची पद्धत होती. भांडी घासण्यासाठी चुलीतील राख असायची. अंगाला लावण्यासाठी वेगळा साबण असतो हे आम्हाला माहीतच नव्हतं.

कधीतरी मुंबईहून आलेला पाहुणा एखादी हिरवी किंवा लाल, पांढरी साबणाची वडी घेऊन येत असे. ही वडी जपून ठेवून दिवाळीच्या अभ्यंगस्नानाला वापरली जात असे. आमची मुलांची समजूत अशी होती की सुवासिक साबण हा सणासुदीला वापरण्यासाठी असतो. मोती साबण फक्त दिवाळीसाठी वापरणारी कित्येक मराठी कुटुंबं आजही आपल्याला दिसतील! आम्ही फार कौतुकानं वास घेत घेत थोडा थोडा साबण अंगाला लावत असू. भारी वाटत असे अशी आंघोळ करताना. साबण बनवणाऱ्या कंपन्या, त्यांची नावं कशाचा पत्ता नसे त्या वयात. लाईफ बॉय हा उत्तम साबण असावा अशी समजूत होती. 'लाईफ बॉय ज्याचे घरी आरोग्य तेथे वास करी' अशी जाहिरात ऐकल्याचं आठवतं. त्यानंतर ओळख झाली ती लक्स साबणाची. 'सिनेतारकांचा सौंदर्य साबण' अशी त्याची जाहिरात होत होती. अर्थात हा साबण काही आपल्यासाठी नाही असंच वाटायचं. शिकेकाई साबण केसांसाठी असे. अरे वा! कुटलेली शिकेकाई वापरण्यापेक्षा शिकेकाई साबण म्हणजे महान वाटायचं.

पुढे पुढे साबणांची अगणित नावं, त्यांचे वैविध्यपूर्ण सुवास आणि सुरेख वेष्टने यांच्या जाहिरातींचं पेवच फुटलं. एवढं की डोकं भंडावून जाई. कोणता साबण जास्त चांगला हे थोड्याबहुत प्रमाणात निर्माण करणाऱ्या कंपनीच्या लौकिकावर ठरवलं जाऊ लागलं. शँपूही आलेच पाठोपाठ. साबणानं केस धुणं गावंढळ समजलं जाऊ लागलं. शँपूचेही काही थोडे भाऊ नाहीत. प्रत्येकाची कार्यं निराळी. केस गळू नयेत म्हणून शँपू तर केसांना चमक आणणारा वेगळा शँपू! केसातला खवडा घालवणारा एक, तर राठ केस मुलायम बनवणारा दुसरा आणि तेलकटपणा घालवणारा आणखीच वेगळा शँपू. सर्फ एक्सेल आणि एरियल या दोन प्रतिस्पर्धी कंपनींमधील जाहिरातयुद्धात आपली बरीच करमणूकदेखील झाली आहे! 'दाग ढुंढते रह जाओगे', ही जाहिरात खूपच लोकप्रिय झाली होती. खरंच हे वेगवेगळे गुणधर्म

असतात का साबण आणि शँपूमधे? उत्तर देणं कठीण आहे. असतीलही कदाचित! यालाच म्हणायचं वैज्ञानिक प्रगती!

अरे हो, पण मुळात साबण बनवण्याची कला कोणाला अवगत झाली असेल? त्याही आधी असा काही पदार्थ असू शकतो हे कसं काय सुचल असेल? मुळात साबण बनवण्याची कल्पना कोणाच्या डोक्यातून आली असेल? साबणाचा जनक कोण? एकदा का असे प्रश्न पडू लागले की शांत बसणं कठीणच. माहिती मिळवण्यासाठी शोधमोहीम सुरू केली. इंटरनेटवर आणि सामाजिक माध्यमांवर भरपूर माहिती मिळाली. पडताळून पाहण्यासाठी काही लेख वाचले. आणि भरपूर माहिती गोळा झाली. मला कल्पनाच नव्हती की साबणाचा शोध लागून एवढी वर्ष झाली असतील. मी गोळा केलेली माहिती थोडक्यात तुमच्यापर्यंत पोहोचवण्याचा हा एक प्रयत्न.

साबणाचा जन्म साधारणपणे ५००० वर्षापूर्वी झाला असावा असा उल्लेख सापडतो. बॅबिलोनिआ साम्राज्यातील मूळ रहिवासी साबणाच्या शोधाचे जनक होत. हे रहिवासी मेसोपोटेमीयाचे म्हणजेच सध्याच्या इराक, कुवेत, सिरीआ ह्या प्रदेशातील रहिवासी. लाकडांचे ओंडके पेटवून त्यावर मारलेल्या प्राण्यांचे मांस भाजत असताना त्यातील चरबी राखेत पडून एक प्रकारचा रांधा तयार झालेला त्यांना आढळला. साहजिकच हा काय प्रकार आहे ह्याचे कुतुहल त्या माणसांच्या मनात निर्माण झाले असणार! हातात घेऊन पाहिल्यावर त्याचा स्पर्श बुळबुळीत आहे हे लक्षात आले. पाण्यानं हात धुतल्यावर हात स्वच्छ झाले. त्यानंतर त्या लोकांनी त्या रांध्याचा उपयोग कापड बनवण्यापूर्वी लोकर आणि कापूस धुण्यासाठी केला. हाच तो जगाच्या इतिहासातील पहिला साबण! आठव्या-नवव्या शतकात अशा प्रकारचा पदार्थ मातीच्या भांड्यामध्ये भरून ठेवलेला पुरातत्त्वशास्त्रज्ञांना सापडला. आणि तोसुद्धा आताच्या इराक, कुवेत या प्रदेशात. त्यावरून साबणाचा शोध तिथे असा लागला असावा असं अनुमान निघू शकतं.

याचा अर्थ असा होतो की राखेत असणारं मूलतत्त्व आणि चरबीमधील मूलतत्त्व यांचा संयोग घडून नवीन पदार्थ, म्हणजे एक प्रकारचा रांधा तयार झाला. हा संयोग घडवण्यासाठी उष्णतेची गरज असावी. पुढे राखेमधील हे मूलतत्त्व म्हणजे लाय म्हणजे सोडियम हायड्रॉक्साइड किंवा कॉस्टिक सोडा आहे हे सम जलं त्याचा गुणधर्म अल्कलाईन आहे. चरबीमधील फॅटी आम्ल आणि लाय यांचा संयोग घडून जो पदार्थ बनतो तोच साबण. ही जी साबण बनण्याची क्रिया घडते तिलाच सॅपोनिफिकेशन असं रसायनशास्त्रात म्हणतात. नंतर साबण बनवण्याची मूलभूत पद्धत अस्तित्वात आली. या पद्धतीत कॉस्टिक सोडा म्हणजेच लाय आणि खोबरेलतेल उकळवून साबणवडी बनवली जाऊ लागली, हाच मूलभूत साबण!

पुढे कित्येक वर्षं साबण बनवण्याच्या पद्धतीमधे काही सुधारणा झाल्याची नोंद नाही. परंतु हा साबण व्यापारी युरोपमध्ये घेऊन आले असावेत! इटली, फ्रान्स, स्पेन आणि नंतर इंग्लंडमध्येही उच्चभ्रू समाजात साबण वापरला जाऊ लागला. स्पेनमध्ये साबण बनवले जाऊ लागले. ते उत्तम मानले जात होते. सफेद, सुवासिक बार साबण युरोपीयन राजघराण्यांत वापरला जाऊ लागला. इसवीसन १५०० ते १७०० मध्ये अमेरिकेत पुष्कळ सुधारणा होत गेल्या आणि त्यानंतर साबणाच्या निर्मितीनं वेग घेतला. इसवीसन १८०७ मध्ये, न्यू यॉर्कमध्ये कोलगेट नावाच्या कंपनीची स्थापना झाली. त्यानंतर सिनसिनाटीमध्ये सन १८३७ साली प्रॉक्टर आणि गॅम्बलची स्थापना झाली. साबणाची निर्मिती वाढली. परंतु साबण बनवणयाची पद्धत आणि घटक बदलले नव्हते. एकोणिसाव्या शतकामधे साबणावर छानछोकीची वस्तू म्हणून कर लादला गेला होता. त्यामुळे सर्वसामान्य लोकांना साबण वापरणं परवडत नव्हतं. कर रद्द झाल्यावर साबणाचा वापर वाढला, मागणीही वाढली. स्वच्छतेकडे जास्त लक्ष दिलं जाऊ लागलं. साबणाची लोकप्रियता वाढली.

तरीही साबण बनवण्याच्या रासायनिक पद्धतीमध्ये फरक पडला नव्हता. इसवीसन १९१६ मध्ये पहिले महायुद्ध आणि त्यानंतर दुसरं महायुद्ध या कालखंडात जनावरांची चरबी आणि वनस्पती तेल मिळणं कठीण झालं, तुटवडा पडू लागला. त्यासाठी पर्यायी घटक शोधणं हाच एक मार्ग होता. रसायनशास्त्रज्ञांनी प्रयोगशाळेमध्ये आवश्यक गुणधर्माचे घटक शोधून काढले. पूर्णपणे प्रयोगशाळेत तयार केलेल्या घटकांपासून साबणासारखाच पदार्थ तयार झाला. तो म्हणजेच डिटर्जण्ट.

लाय आणि फॅटी आम्ल हे मिश्रण उकळवल्यावर म्हणजेच उष्णता दिल्यावर अल्कली आणि फॅटी आम्ल यांचा संयोग होऊन वेगळाच रेणू निर्माण होतो. ह्या रेणूला, इंग्रजीमधे सरफेक्टंट मॉलेक्युल म्हणतात. या मॉलेक्युलला डोकं आणि शेपटी अशी दोन टोकं असतात. डोक्याचं टोक पाण्यापासून दूर राहतं. परंतु त्या टोकाला तेलाचे मॉलेक्युल, धुलिकण, इतर कचरा आवडतात. त्यांच्याबरोबर गट्टी होते. शेपटीचं टोक पाण्यात मिसळतं, पाण्याच्या मॉलेक्युलबरोबर त्याची गट्टी असतेच. त्यामुळे तेल, कचरा, धुलिकण, अतिसूक्ष्म जिवाणू सर्व काही पाण्याबरोबर वाहून जाते. म्हणूनच साबणाचा उपयोग स्वच्छतेसाठी केला जातो.

साबणाचा उपयोग आणि वापर वाढू लागला तसतसे साबण बनवण्याच्या कृतीच्या घटकांमधे बदल घडत गेले. खोबरेलतेलाची जागा एरंडेलतेल, ऑलिव्हतेल, सरकीचे तेल किंवा तत्सम इतर तेल, चरबी इत्यादीनी घेतली. त्याचप्रमाणे वेगवेगळ्या वापरासाठी म्हणजे सौंदर्यप्रसाधनं, आरोग्य, चेहरा इत्यादी इत्यादीसाठी आवश्यक ते घटक वापरून साबण बनवले जाऊ लागले. कपडे धुण्यासाठी साबण वापरण्यापेक्षा डिटर्जण्ट

वापरले जाऊ लागले. डिटर्जण्ट वापरून कपडे जास्त चांगले स्वच्छ होतात. डिटर्जण्ट पूर्णपणे रासायनिक क्रियेनं बनवलेले असतात. सरफेक्टंटचं प्रमाण जास्त असतं. त्यामुळे कमी प्रमाणात वापरूनही सफाई चांगली होते. वेगवेगळ्या सफाईसाठी वेगवेगळे घटक वापरून डिटर्जण्ट बनवले जातात. त्याच प्रमाणे शँपूसुद्धा बनवले जातात. शँपूमध्येही सरफेक्टंट मॉलेक्युल असतातच. परंतु इतरही रसायने असतात की त्यायोगे केसांना किंवा डोक्याच्या त्वचेला काही इजा होऊ नये. काम तेच पण नावं अनेक आणि गुंता तर विचारूच नका. एकच गोष्ट खरी आहे आणि ती म्हणजे वैज्ञानिक प्रगती होत राहणारच आहे. माणसानं चौकस राहून नवीन सुधारणा अंगीकारली पाहिजे. तरच जगाबरोबर पुढे जाणं शक्य होईल.

**– डॉ. वसुधा जोशी**
josudha47@gmail.com

## करपलेला भुक्रीमुळा

भकास झालंय रान आता
शब्दही लागले करपू
भुक्रीमुळ्याचा डोंगर आता
वणव्यानं लागलाय करपू

व्हला, भोलुगडी, लाव्हरी आता
दिसतात क्वचित घाणेऱ्यावर
पक्ष्यांनाही अनाथ केलंय
जाळून घरटी वणव्यावर

माकडेपूर्वी क्वचित दिसायची
हाटवाटीच्या टेकावर
थंडीतसुद्धा तुटून पडायची
रानमेव्यातल्या मेकांवर

आता, दिसतात तीच माकडं
घरामागच्या चिंचकरांजेच्या झाडावर
उभा डोंगर करपल्यावर
का नाय येणार सांगा मला..?
तुमच्याच कौलारू घरांवर

सुटाबुटात वावरणारे आम्ही अनवाणी पायानं
डांबरी रस्त्यावर चालेन बरे कैसे
डोंगराला लागलेल्या आगीच्या धगधगीत
पळणाऱ्या चिमुकल्या जीवांचे हाल
तुम्हा आम्हाला का नाही दिसे

पूर्वीसारखा पाऊससुद्धा आता
नसतोच कधी फारसा
वाणी, तुडतुडे, किड्यांचा कळपसुद्धा
होऊ लागलाय झपाट्यानं नाहीसा

कारव्यंचा तो पुंजका आता
काही केल्या डोंगरात दिसत नाही
डुक्कर, भेकर, ससासुद्धा
बार्शीत आता सापडत नाही

साप, बेडूक, उंदीर, घुशी
पडतात बिळात आपल्या उशी
बेसावध वणवा पेटवून वेड्या
मुक्या जिवांशी खेळू नको
जाता जाता गप मुकानं
गवतात काडी टाकू नको

लहानपणी लपाछपीचा डाव खेळताना
गड्या कुसळ लागायची चड्डीला
तुला लपवणारी तीच कुसळ
आज भाजून निघतात रे आगीला

आर पहाट होताना तुझी माय
आनायची पाटी भरून आंब
आता पदरसुद्धा कमी पडतोय
तुझ्या वणव्याच्या खोळंब्यान

एकटाच वेड्या सगळ्यांना मारून
सांग मेल्या जगशील काय..?
सरणावरसुद्धा जाळताना तुला
लाकडं तरी मिळतील काय..?

आता तरी जाग माणसा
उगाच काडी टाकू नको
रस्त्यावरून जाता जाता
करोडो जीवांना मारून वेड्या
सराप लावून घेऊ नको
सराप लावून घेऊ नको

**प्रो. विशाल पवार**
vishal1101995@gmail.com

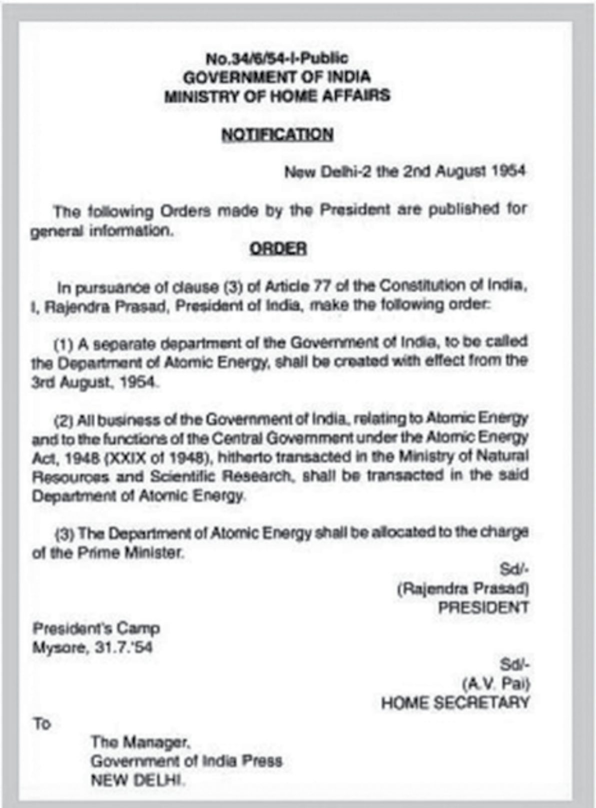
# अणुऊर्जा विभागाची स्फूर्तिगाथा

नरेंद्र गोळे

**भारतात,** १५ एप्रिल १९४८ रोजी पहिला अणुऊर्जा कायदा पारित झाला. ३ ऑगस्ट १९५४ रोजी भारतीय अणुऊर्जा विभागाची स्थापना झाली. मुख्यालय मुंबईत झाले. शाखा नवी दिल्लीतील सचिवालयात उघडली गेली. हे खाते थेट पंतप्रधानांच्या अधिकारात येते. अणुऊर्जा आयोगाने निर्धारित केलेल्या धोरणांची अंमलबजावणी करण्याची जबाबदारी या खात्यावर सोपवण्यात आली. संसदेने मंजूर केलेल्या अंदाजपत्रकी मर्यादांतर्गतचे भारत सरकारचे सर्व प्रशासकीय आणि आर्थिक अधिकार या विभागाला प्रदान करण्यात आले.

अणुऊर्जा आयोगाचा [१] जन्म १९४८ मध्येच झाला होता मात्र त्या वेळी ते 'विज्ञान आणि तंत्रज्ञान' विभागात समाविष्ट होते. डॉ. होर्मसजी जहांगीर भाभा, भारतीय अणुऊर्जा आयोगाचे पहिले अध्यक्ष झाले. २४ जानेवारी १९६६ रोजी माऊंट ब्लांकवरील दुर्दैवी विमानअपघातात त्यांचा मृत्यू होईपर्यंत त्यांनी ही जबाबदारी सांभाळली. त्यांना भारतीय अणुऊर्जा संशोधनाचे जनक मानले जाते.

विश्वकिरणांच्या वर्षावांवर त्यांनी मोलाचे संशोधन केले होते. ते ब्रिटनमध्ये राहूही शकले असते. तिथे त्यांना सन्मानही मिळाला असता. मात्र, पुरेसा सन्मान आणि आर्थिक पाठबळ मिळत असेल तर देशातच राहून, इतर सुदैवी देशांत असलेल्या शैक्षणिक संस्थांच्या तुल्यबळ संस्था आपल्या देशातच उभ्या करणे हे आपले कर्तव्य आहे असे त्यांचे मत होते. [२] टाटा मूलभूत विज्ञान संस्था, ॲटॉमिक एनर्जी एस्टॅब्लिशमेंट ट्रॉम्बे (ए.ई.ई.टी., भाभांच्या अपघाती मृत्यूनंतर याच संस्थेचे नामकरण भाभा अणुसंशोधन केंद्र असे करण्यात आले) आणि त्याची प्रशिक्षणशाळा, या भारताच्या संशोधनक्षेत्रावर चिरकाल राहणारा ठसा उमटविणाऱ्या संस्था त्यांनीच स्थापन केल्या. १९५४ साली पद्मभूषण हा नागरी सन्मान देऊन त्यांच्या या कार्याचा गौरवही करण्यात आला.



No.34/6/54-I-Public
GOVERNMENT OF INDIA
MINISTRY OF HOME AFFAIRS

NOTIFICATION

New Delhi-2 the 2nd August 1954

The following Orders made by the President are published for general information.

ORDER

In pursuance of clause (3) of Article 77 of the Constitution of India, I, Rajendra Prasad, President of India, make the following order:

(1) A separate department of the Government of India, to be called the Department of Atomic Energy, shall be created with effect from the 3rd August, 1954.

(2) All business of the Government of India, relating to Atomic Energy and to the functions of the Central Government under the Atomic Energy Act, 1948 (XXIX of 1948), hitherto transacted in the Ministry of Natural Resources and Scientific Research, shall be transacted in the said Department of Atomic Energy.

(3) The Department of Atomic Energy shall be allocated to the charge of the Prime Minister.

Sd/-
(Rajendra Prasad)
PRESIDENT

President's Camp
Mysore, 31.7.'54

Sd/-
(A.V. Pai)
HOME SECRETARY

To
The Manager,
Government of India Press
NEW DELHI.

*A copy of GOI notification on the formation of Department of Atomic Energy (DAE)*

भाभांच्या अपघातापश्चात ही जबाबदारी विक्रम साराभाईंकडे [३] सुपूर्द करण्यात आली. ३० डिसेंबर १९७१ रोजी ते निवर्तले, तोपर्यंत अणुऊर्जा आयोगाच्या अध्यक्षपदाची ही जबाबदारी त्यांनी सांभाळली. मात्र विक्रम साराभाई हे अवकाशशास्त्रज्ञ होते. त्यांच्या पुढाकाराने आणि नेतृत्वाखालीच भारतीय अवकाशसंशोधन संस्था स्थापन झाली. म्हणून त्यांना भारतीय अवकाशसंशोधनाचे जनक मानले जाते. भारतीय

अवकाश कार्यक्रमापासून विक्रम साराभाईंचे नाव विलग करणे अशक्यच आहे. त्यांनीच भारतास अवकाशसंशोधनाच्या जागतिक नकाशावर आणले.

मात्र त्यांनी इतर क्षेत्रांतही तेवढेच पायाभूत कार्यही केलेले आहे. वस्त्रोद्योग, औषधनिर्मिती, अणुऊर्जा, विजकविद्या आणि इतर अनेक क्षेत्रांत अखेरपर्यंत त्यांनी निरंतर कार्य केले. त्यांच्याच शब्दांत सांगायचे तर त्यावेळी ते तीन क्षेत्रात आधीच व्यग्र होते. ते म्हणाले, मी तीन क्षेत्रांतील मूलभूत जबाबदाऱ्या सांभाळत आहे. पहिली म्हणजे, फिजिकल रिसर्च लॅबोरेटरीचा संचालक म्हणून आणि विश्वकिरण भौतिकीचा प्राध्यापक म्हणून. इथे मी माझे संशोधनही पूर्ण करत आहे आणि पीएच.डी.च्या विद्यार्थ्यांना मार्गदर्शनही करत आहे. दुसरी, इंडियन नॅशनल कमिटी फॉर स्पेस रिसर्च प्रोग्रॅमचा अध्यक्ष, तसेच प्रोजेक्ट फॉर द डेव्हलपमेंट ऑफ रॉकेट्स अँड स्पेस टेक्नॉलॉजीचा प्रमुख म्हणून. तिसरी म्हणजे, विशेषतः रसायने आणि औषधनिर्मितीभोवती केंद्रित असलेल्या, आमच्या कुटुंबाच्या व्यापारक्षेत्रातील स्वारस्याच्या लक्षणीय भागाची धोरणनिर्मिती, संचालन, संशोधन नियोजन आणि मूल्यांकन.

साराभाईंच्या व्यक्तिमत्त्वातील सर्वात लक्षणीय पैलू म्हणजे त्यांच्या स्वारस्यांचा विस्तृत पल्ला होय. संकल्पनांचे रूपांतरण संस्थांत घडवण्याची त्यांची शैलीही अपूर्वच होती. आजच्या सशक्त इस्रोचे जनकही तेच आहेत. ते एक सर्जनशील शास्त्रज्ञ होते. यशस्वी आणि दूरदृष्टीचे उद्योजक होते. सर्वोच्च कोटीचे संशोधक होते. थोर संघटक होते. आगळे शिक्षणशास्त्री होते. कलेचे मर्मज्ञ होते. सामाजिक बदलांचे उद्यमी होते. पथदर्शी व्यवस्थापन प्रशिक्षक होते. आणखीही बरेच काही होते. १९७२ साली पद्मविभूषण हा नागरी सन्मान देऊन त्यांच्या या कार्याचा गौरव करण्यात आला.

त्यांच्या पश्चात होमी नसरवानजी सेठना[४] ह्यांनी भारतीय अणुऊर्जा आयोगाची जबाबदारी सांभाळली. १९७२ ते १९८३ अशी एकूण ११ वर्षे ते अणुऊर्जाआयोगाचे अध्यक्ष राहिले. १९५६ ते १९५८ दरम्यान 'सायरस' या ४० मेगॅवॉट क्षमतेच्या संशोधन अणुभट्टीच्या उभारणी प्रकल्पाचे ते व्यवस्थापक होते. भारतातील पहिल्या प्लुटोनियम कारखान्याचे अभिकल्पन आणि उभारणी त्यांच्याच नेतृत्वाखाली करण्यात आली. १९६७ मध्ये जादुगुडा येथील युरेनियम मिलच्या उभारणीवर त्यांनी देखरेख केली. १९७४ मधील शांततामय अणुविस्फोट पोखरण-१ प्रकल्पातील त्यांच्या सहभागास खूप प्रसिद्धी मिळाली. त्यांना १९७५ साली पद्मविभूषण सन्मान देऊन गौरवण्यात आले.

अणुऊर्जा आयोगाचे माजी अध्यक्ष डॉ. अय्यंगार[५] म्हणतात, सेठना ह्यांनी त्यांच्या पातळीवर अणुविज्ञानात, भारतीय तंत्रज्ञानाची भर घालण्याची हिंमत दाखवली. कोणतीही गोष्ट पहिल्यांदा करण्यास ते घाबरत नसत. स्वावलंबनावर त्यांचा विश्वास होता. त्यांनी कुणाकडूनही पक्षपाताची अपेक्षा ठेवली नाही. ज्या क्षेत्रांत भारतास माहिती आणि तंत्रज्ञान नाकारण्यात आलेले होते त्या क्षेत्रात त्यांनी पुढाकार घेतला. त्यांनी १९६४ सालीच प्लुटोनियम तयार केले होते. ते राजकारणी नेत्यांना घाबरत नसत. ते एक थोर भारतीय तंत्रशास्त्री होते आणि आयुष्यभर त्यांनी भारताची सेवा केली. भारतीय अणुऊर्जा कार्यक्रमाच्या अनेक पैलूंचे ते पथप्रदर्शक राहिले. संपूर्ण अणुइंधनचक्रातील आण्विक पदार्थांच्या विकासात आणि उत्पादनात त्यांनी मोलाचे कार्य केले. १९८३ साली सेठना ह्यांना अवकाश प्राप्त झाल्यावर, रामण्णा अणुऊर्जा आयोगाचे अध्यक्ष झाले.

रामण्णांचे[६] सर्वात महत्त्वाचे योगदान म्हणजे प्रचंड मोठ्या संख्येतील प्रशिक्षित वैज्ञानिक मनुष्यबळाची निर्मिती होय. म्हणूनच अणुऊर्जाआयोगाचे माजी अध्यक्ष एम.आर. श्रीनिवासन लिहितात, अर्ध्या शतकाहून अधिक काळ अणुऊर्जा कार्यक्रम ाशी असलेल्या त्यांच्या संबंधादरम्यान रामण्णांनी, प्रचंड मोठ्या संख्येतील प्रशिक्षित वैज्ञानिक आणि तांत्रिक मनुष्यबळाची निर्मिती करण्यात हातभार लावला. या मनुष्यबळानेच आण्विक विज्ञान आणि तंत्रज्ञानातील राष्ट्रीय प्रगतीकरता नवीन आणि आव्हानात्मक समस्यांचा सामना केला. हाच त्यांचा खरा वारसा आहे. याकरता आवश्यक ते मनुष्यबळ प्रशिक्षित करण्यासाठी १९५७ साली, रामण्णांच्या नेतृत्वाखाली बी.ए.आर.सी. ट्रेनिंग स्कूलची स्थापना करण्यात आली होती. डॉ. अनिल काकोडकर आणि त्यानंतरचे अणुऊर्जाआयोगाचे सर्व अध्यक्षही याच स्कूलचे विद्यार्थी आहेत.

भारतातली पहिली अणुसंशोधन भट्टी -अप्सरा- १९५७ सालीच कार्यान्वित करण्यात आली होती. त्याकाळची लोकभावना मात्र अशी असे, की गरिबीपायी खायला अन्न

R. K. Laxman's famous cartoon depicting Pandit Nehru driving the common man on a bullock cart with a nuclear wheel – on the eve of the dedication of the first nuclear research reactor APSARA (1957)

| | होमी भाभा | विक्रम साराभाई | होमी सेठना | राजा रामण्णा |
|---|---|---|---|---|
| अणु आयोगाचे अध्यक्ष | | | | |
| तज्ञता | यांत्रिकी अभियंत्रज्ञ | भौतिकशास्त्रज्ञ | रासायनिक अभियंत्रज्ञ | भौतिकशास्त्रज्ञ |
| जन्मः | १९०९-१०-३० | १९१९-०८-१२ | १९२३-०८-२४ | १९२५-०१-२८ |
| मृत्यूः | १९६६-०१-२४ | १९७१-१२-३० | २०१०-०९-०५ | २००४-०९-२४ |
| कार्य | १९५४-०८-०३ | १९६६-०१-२४ | १९७२- | १९८३ |
| काळ | १९६६-०१-२४ | १९७१-१२-३० | १९८३ | १९८७ |
| क्र | १ | २ | ३ | ४ |

| | मलूर श्रीनिवासन | पद्मनाभ अय्यंगार | राजगोपाल चिदंबरम | अनिल काकोडकर |
|---|---|---|---|---|
| अणु आयोगाचे अध्यक्ष | | | | |
| तज्ञता | यांत्रिकी अभियंत्रज्ञ | भौतिकशास्त्रज्ञ | भौतिकशास्त्रज्ञ | यांत्रिकी अभियंत्रज्ञ |
| जन्मः | १९३०-०५-०१ | १९३१-०६-२९ | १९३६-११-१२ | १९४३-११-११ |
| मृत्यूः | - | २०११-१२-२१ | - | - |
| कार्यकाळ | १९८७-१९९० | १९९०-१९९३ | १९९३-२००० | २०००-२००९ |
| क्र | ५ | ६ | ७ | ८ |

| | श्रीकुमार बॅनर्जी | रतनकुमार सिन्हा | शेखर बसू | कमलेश व्यास |
|---|---|---|---|---|
| अणु आयोगाचे अध्यक्ष | | | | |
| तज्ञता | धात्विकीतज्ज्ञ | यांत्रिकी अभियंत्रज्ञ | यांत्रिकी अभियंत्रज्ञ | यांत्रिकी अभियंत्रज्ञ |
| रुजू | १९६८ | १९७३ | १९७५ | १९७९ |
| तुकडी | ११ | १६ | १८ | २२ |
| जन्मः | १९४६-०४-२५ | १९५१-१०-२३ | १९५२-०९-२० | १९५७-०५-०३ |
| मृत्यूः | २३-०५-२०२१ | - | २४-०९-२०२० | - |
| कार्य | २००९-११-३० ते | २०१२-०४-१२ ते | २०१५-१०-२३ ते | २०१८-०९-१७ ते |
| काळ | २०१२-०४-१२ | २०१५-१०-२३ | २०१८-०९-१७ | ०३-०५-२०२३ |
| क्र | ९ | १० | ११ | १२ |

नाही आणि नेहरू चालले आहेत, अणुऊर्जा संशोधन करायला. ही लोकभावनाच आर.के. लक्ष्मण ह्यांच्या एका व्यंगचित्रात सशक्तपणे व्यक्त झालेली दिसते. हे व्यंगचित्र आणि याआधी दिलेले अणुऊर्जाखात्याच्या स्थापनेबाबतचे नोटिफिकेशनही, अणुऊर्जा विभागाच्याच एका प्रकाशनातून[७] घेतलेले आहे. अणुऊर्जाखात्याची त्यापुढील वाटचाल मात्र भारतास गौरवाप्रत नेणारीच होती.

रामण्णांच्या नेतृत्वाखालीच १८ मे १९७४ रोजी पोखरण–१ चाचणी अणुस्फोट करण्यात आला. बुद्ध हसला. अत्यंत यशस्वीरीत्या भारताने अण्वस्त्रविज्ञान प्राप्त केले. अर्थात त्यामुळे आधीच अण्वस्त्रधारी असलेली राष्ट्रे नाराज झाली. त्यांनी भारतास उच्च तंत्रज्ञान पुरवण्यास नकार दिला. त्याचेही भारतीय शास्त्रज्ञांनी संधीत रूपांतर केले. अनेक उच्च तंत्रे मग भारतातच विकसित करण्यात आली. याही बाबतीत भारत स्वावलंबी झाला. १९७५ साली पद्मविभूषण हा नागरी सन्मान देऊन त्यांच्या या कार्याचा गौरव करण्यात आला.

ए.पी.जे. अब्दुल कलाम म्हणतात, डॉ. रामण्णांसारखे उत्तुंग आणि बहुआयामी व्यक्तिमत्त्व, प्रत्येक भूमिकेतून अभियानाच्या उद्दिष्टाप्रत प्रेरित होऊन, राष्ट्रीय विकासात सहभागी होण्याकरता सदैवच सज्ज असे. केंद्रीय मंत्री आणि खासदार या त्यांच्या भूमिकांतूनही हेच स्पष्ट होते. विज्ञान आणि तंत्रज्ञानक्षेत्रातील आम्हा लोकांना, डॉ. रामण्णा हे नेहमीच एक प्रेरणास्रोत आणि मार्गदर्शक ठरलेले आहेत.

'अणुविवेक' नावाच्या, राजहंस प्रकाशनाने १९९५ साली प्रकाशित केलेल्या एका पुस्तकात[८], लेखक दिलीप कुलकर्णी म्हणतात, अण्वस्त्रे ही विनाशकारी, प्रलयंकारी आहेत हे आपण जाणतो. परंतु अण्वस्त्रांच्या चाचण्याही तितक्याच घातक आहेत हे आपल्याला ठाऊकच नसते. अणुवीज ही स्वच्छ, स्वस्त आणि सुरक्षित आहे या भूलथापेवर आपण भाबडेपणाने विश्वास ठेवतो! हे विधान वस्तुस्थितीवर आधारित नाही. भारताकरता अणुऊर्जेचा इतिहास अत्यंत आश्वासक राहिलेला आहे. भारतातल्या शास्त्रज्ञांनी अणुवीज ही स्वच्छ, स्वस्त आणि सुरक्षित आहे हे वेळोवारी सप्रमाण सिद्धही केलेले आहे. भाभा अणुसंशोधन केंद्रात कसे काम चालते आणि देशातले बिनीचे शास्त्रज्ञ अपार कष्ट करून देशास जगात सर्वांपुढे कसे ठेवतात हे, मनोविकास प्रकाशनाच्या एका नव्याच पुस्तकात[९] तपशिलाने लिहिले आहे.

''भारतीय वैज्ञानिक संस्थांमधील एक अव्वल यशस्वी संस्था असलेल्या भाभा अणुसंशोधन केंद्राच्या आत नेमके काय चालते याची उत्सुकता सर्वांच्या मनात असते. त्याचे कथन या यशाचे साक्षीदार असलेले आल्हाद आपटे उत्कृष्टतेबरोबरच अधिकारवाणीने करू शकतात. अणुकार्यक्रमाचा इतिहास सुस्पष्टपणे, संबंधित मानवी कंगोरे, निगडित परिस्थितीचा संदर्भ, अनुषंगिक मनोरंजक व चित्तवेधक गोष्टी यांनी सजवून रंजकपणे प्रस्तुत केला आहे. भाभा अणुसंशोधन केंद्राचे दार किलकिले करून आतील वैज्ञानिक विश्वाचे दर्शन घडवणारा मराठीतील पहिलाच ग्रंथ,'' असे त्याचे वर्णन त्यात सांगितलेले आहे. या पुस्तकास डॉ. अनिल काकोडकर ह्यांची प्रस्तावनाही लाभलेली आहे.

ही अणुऊर्जा विभागाची स्फूर्तिगाथा त्रोटक जरूर वाटेल मात्र ती निश्चित स्वरूपाने प्रेरणादायक आहे. शिवाय त्यातील संदर्भ आणखी विस्तृत अभ्यासास वाव देणारे आहेत. त्यामुळे आपल्या प्रेरणादायक श्रेयसंचितांचा हा ठेवा तुम्हाला आवडेल असा विश्वास वाटतो.

संदर्भ :

१. अणुऊर्जा आयोग http://www.aec.gov.in/

२. होर्मसजी जहांगीर भाभा https://anuvad-ranjan.blogspot.com/2012/04/blog-post_13.html

३. विक्रम साराभाई जन्मशताब्दी http://nvgole.blogspot.com/2019/09/blog-post.html

४. के.एस.पार्थसारथी ह्यांचा 'करंट सायन्स' जर्नलमधील होमी नसरवानजी सेठना ह्यांच्यावरील लेख https://www.currentscience.ac.in/Volumes/100/08/1245.pdf

५. सेठना– द मॅन हू डेअर्ड टू ड्रीम, मीना मेनन व टी.एस. सुब्रमण्यम, द हिंदू, ७ सप्टेंबर २०१०

६. राजा रामण्णा : भारतातील सर्वात आघाडीचे अणुकेंद्रकीय भौतिकशास्त्रज्ञ https://anuvad-ranjan.blogspot.com/2015/06/blog-post_28.html

७. सागा ऑफ ॲटॉमिक एनर्जी इन इंडिया, हे प्रकाशन अणुऊर्जा विभागाच्या अधिकृत संकेतस्थळावर आजही उपलब्ध आहे.

८. अणुविवेक, दिलीप कुलकर्णी, राजहंस प्रकाशन, १९९५, रु. ८०/–, पृष्ठे : १४३

९. भारताची अणुगाथा, आल्हाद आपटे, मनोविकास प्रकाशन, २०१७, रु. ४३०/–, पृष्ठे : ३५९.

**– नरेंद्र गोळे**

narendra.v.gole@gmail.com

# सागरी जीवन आणि मायक्रोप्लास्टिक

**डॉ. शर्वरी कुडतरकर**

**समुद्रमंथन** या मालिकेमधील तिसऱ्या रत्नाद्वारे समुद्रात होणारे मायक्रोप्लास्टिकचे प्रदूषण आणि त्याचे समुद्रजीवनावर होणारे परिणाम आपल्यापर्यंत पोहोचवण्याचा प्रयत्न करत आहे.

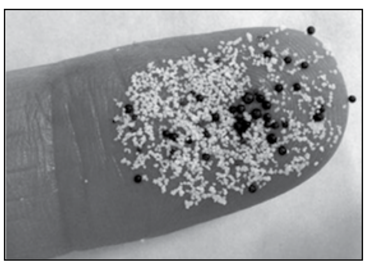
आजपर्यंत मानवाने जे शोध लावले त्यातील प्लास्टिकचा शोध हा अत्यंत महत्त्वपूर्ण आहे. प्लास्टिक आपल्या जीवनातील एक अविभाज्य घटक बनला आहे. या कृत्रिम पदार्थाच्या निर्मितीमुळे औद्योगिक जगतात क्रांती झाली. या प्लास्टिकची वार्षिक निर्मिती तीस कोटी टन एवढ्या जास्त प्रमाणात सध्या होत आहे. आपण जे प्लास्टिक निर्माण करत आहोत ते पूर्णपणे विघटन होऊन नष्ट होण्यासाठी अनेक शतके जावी लागतील. विघटन होण्याच्या क्रियेमध्ये प्लास्टिकचे लहान लहान कणांमध्ये रूपांतर होते, हे कण हळूहळू फारच लहान होत जातात. पाच मिलिमीटर व्यासापेक्षा लहान आकाराच्या प्लास्टिकच्या कणांना मायक्रोप्लास्टिक असे म्हणतात.

तुम्हाला हे वाचून नवल वाटेल की आपण जे प्लास्टिक कचऱ्याद्वारे बाहेर फेकत आहोत ते मुंगीच्या वेगाने पण नक्की आपल्या शरीरात पोहोचत आहे. हे मायक्रोप्लास्टिक आपल्या रोजच्या मिठामध्ये, पिण्याच्या पाण्यामध्ये, शिंपल्यांमध्ये तसेच कित्येक समुद्रजीवांमध्ये आढळले आहे.

डेन्मार्कमध्ये सांडपाणी प्रक्रिया केंद्रात मायक्रोप्लास्टिक कण गाळण्याकरता एमबीआर तंत्रज्ञानाचा (MBR - membrane bioreactor) वापर प्रायोगिक तत्त्वावर केला गेला आहे. हा मेम्ब्रेन फिल्टर ०.२ मायक्रोमीटरपर्यंतचे प्लास्टिकचे कण गाळून घेऊ शकतो. परंतु हे तंत्रज्ञान वापरून सांडपाणी गाळायचे म्हणजे फारच खर्चीक काम आहे, तसेच त्यासाठी लागणारी ऊर्जादेखील फार जास्त प्रमाणात आहे. परंतु सध्या तरी याला दुसरा पर्याय नाही. इतर परंपरागत पद्धती ज्या सांडपाणीप्रक्रियेत वापरल्या जातात त्या मायक्रोप्लास्टिकच्या उच्चाटनासाठी प्रभावी ठरत नाहीत. सध्या आपण शहरातील सांडपाणी काही प्रक्रिया करून समुद्रात सोडतो, जे पाणी वापरण्यायोग्य आहे ते बऱ्याचदा सिंचनासाठी वापरतो. त्यामुळे हे मायक्रोप्लास्टिकयुक्त पाणी पुन्हा आपण जमिनीवर आणत आहोत. साहजिकच ते जमिनीवरून वाहून पुन्हा नदी नाले आणि शेवटी समुद्रात पोहोचत आहे. या प्रवासादरम्यान किती प्राण्यांच्या शरीरात मायक्रोप्लास्टिकचे आगमन होत असेल हा एक गंभीर प्रश्न आहे.

चिंतेची बाब ही आहे की हे मायक्रोप्लास्टिक डोळ्यांना दिसत नाही व त्याचे प्रमाण सहजतेने मोजताही येत नाही. हे मायक्रोप्लॅस्टिक आणखी कुठून समुद्रात येते माहीत आहे?

आपल्या दैनंदिन जीवनातल्या सौंदर्यप्रसाधनातून, कापड उद्योगांमध्ये तयार होणाऱ्या नायलॉनच्या धाग्यांमधून, टूथपेस्ट मध्ये आढळणारे रंगीत कण, स्क्रबरमध्ये तसेच गाड्यांचे टायर बनवताना निर्माण होणारे लहान लहान धागे, कृत्रिम कपडे धुतल्यानंतर जे टाकाऊ पाणी निघते त्याच्यामध्ये, चमकणाऱ्या रंगांमध्ये असे इतर अनेक मायक्रोप्लास्टिकचे स्रोत आहेत. रोजच्या जीवनातील आणखी एक महत्त्वाचे उदाहरण म्हणजे दुधाच्या पिशव्या. दुधाची पिशवी घरी आणली की आपण तिचा कोपरा कापतो, त्यातील दूध काढून घेतो आणि पिशवी धुऊन किंवा न धुताच तशीच टाकून देतो. कदाचित पिशवी पुनर्चक्रांकनासाठी पोहोचतही असेल, पण जो कापलेला बारीक तुकडे असतो त्याचे काय? फक्त महाराष्ट्रातच साधारण एक कोटी अशा पिशव्या रोज वापरल्या जातात, म्हणजे एक कोटी



**टूथपेस्ट व सौंदर्यप्रसाधनांतील मायक्रोबीड**

मायक्रोप्लास्टिक

हे बारीक कोपरे पर्यावरणात मिसळतात. ते मातीत मिसळल्यावर त्यांचे मायक्रोप्लास्टिकमध्ये रूपांतर होऊन वर्षानुवर्षे तिथे ते राहू शकतात! तिथूनच ते अन्नसाखळीत प्रवेश करतात.

सागरात वाढत जाणारे प्लास्टिकचे प्रमाण हा विशेषतः सागरी सजीव सृष्टीसाठी अतिशय गंभीर व भेडसावणारा प्रश्न आहे. वेगवेगळ्या रंगांमुळे व आकारामुळे समुद्री जीव याला अन्न समजतात आणि चुकून खाल्लेल्या प्लास्टिकमधील विषारी रसायने या प्राण्यांच्या शरीराचे मोठे नुकसान करतात. या मायक्रोप्लास्टिकच्या माध्यमातून काही जिवाणू व विषाणू यांचा प्रवास थेट सागरी प्राण्यांच्या शरीरात होतो. अन्नग्रहणासाठी फिल्टर फीडिंग मेकॅनिझम म्हणजेच चाळणीप्रमाणे काम करणारी संरचना काही प्राण्यांमध्ये असते. मोठ्या प्रमाणात पाणी

समुद्री कासव प्लास्टिक खाताना

तोंडाद्वारे शरीरात घेतले जाते व गाळले जाते. गाळले गेलेले जीव अन्न म्हणून खाल्ले जातात. असे फिल्टर फीडर बिचारे अन्नाबरोबर मोठ्या प्रमाणात मायक्रोप्लास्टिक खात आहेत. हे लहान लहान प्लास्टिकचे कण त्यांच्या अन्ननलिका तसेच इतर महत्त्वाच्या अवयवांना अवरोध करत आहेत, परिणामी अनेक सागरी जीव कुपोषणाचे बळी पडत आहेत. पचनसंस्थेमध्ये अडथळा निर्माण होऊन प्राण्यांची उपासमार होत आहे. त्यांना वाटते की आपण भरपूरच काही खाल्ले आहे कारण पोट भरलेले वाटते आणि त्यामुळे आपोआपच त्यांची भूक कमी होते. या साऱ्याचा परिणाम त्यांच्या वाढीवर व प्रजननक्षमतेवर होतो.

समुद्रात राहणारा देवमासा किती मोठा असतो माहीत आहे? शंभर फूट लांबीपर्यंत देवमासे (व्हेल) वाढू शकतात. देवमासे दोन प्रकारचे असतात. एक, म्हणजे ज्यांना दात आहेत आणि दुसरे, दात नसलेले. यातील दुसऱ्या प्रकारचे देवमासे प्रगत

देवमाशांमधील बलीन प्लेट

वर्गात येतात. तीन कोटी वर्षांपासून यांच्यामध्ये अन्नग्रहणाच्या पद्धतीत हळूहळू बदल होत आलेला आहे. त्यांचे दात निघून जाऊन त्या जागी बलीन प्लेट तयार झालेल्या आहेत. शंभरहून अधिक असलेल्या या प्लेट केरॅटीतन नावाच्या प्रथिनाने तयार झालेल्या आहेत. हयाच प्रथिनांपासून आपली नखे व केस बनले आहेत. एवढ्या जास्त बलीन प्लेटना जागा मिळावी म्हणून देवमाशांचा वरचा जबडा मोठा झालेला आहे. जाड व लवचीक केसांसारख्या दिसणाऱ्या या प्लेट वरच्या जबड्यापासून खाली वाढतात. हे असंख्य केस पाणी गाळण्याचे काम करतात. प्रत्येक देवमाशाच्या जातीनुसार या प्लेटची संख्या, रंग व आकार बदलत जातो. संशोधकांचा असा एक सिद्धांत आहे की लाखो वर्षांपूर्वी दात असलेले देवमासे समुद्रात मोठ्या संख्येने होते त्यावेळी अन्नाच्या कमतरतेमुळे त्यांच्यात स्पर्धा असायची. त्यातूनच पुढे त्यांची अन्नग्रहणाची संरचना बदलत गेली. या बलीन प्लेटची

लांबी चार मीटरपर्यंत असू शकते. या दात नसलेल्या देवमाशांना डोक्यावर दोन नाकपुड्या असतात. त्यातून ते गाळून घेतलेले पाण्याचे फवारे सोडतात. हे फवारे दात असलेल्या देवमाशांच्या फवाऱ्यांपेक्षा मोठे व दाट असतात. भूमध्य समुद्रात केलेल्या एका संशोधनामध्ये मारिया क्रिस्टिना व त्यांच्या सहकाऱ्यांना असे आढळून आले आहे की येथील देवमाशांमध्ये प्थालेट या रसायनाचे प्रमाण खूपच जास्त आहे. त्याचा उद्‌गम प्लास्टिकच असते. यावरूनच दिसून येते की समुद्रात मायक्रोप्लास्टिकचे प्रदूषण किती जास्त प्रमाणावर झालेले आहे.

पाण्यात राहणाऱ्या माशांना श्वसनासाठी कल्ले असतात. पाण्यातील प्राणवायू शोषून घेता यावा यासाठी या कल्ल्यांवर रक्तवाहिन्यांचे जाळे असते. प्रदूषित पाण्यामधील मायक्रोप्लास्टिकचे कण त्यांच्या कल्ल्यांवर जाऊन चिकटतात परिणामी श्वसनाचा मार्ग बंद होतो. तसेच, प्लास्टिक शरीरात गेल्यामुळे न्यूरोटॉक्सिसिटी, टिशू डॅमेज, रोगप्रतिकारक्षमतेत ऱ्हास होणे, नैसर्गिक वाढ न होणे, हालचालींमधील बदल असे अनेक हानिकारक परिणाम दिसून येतात. जैविक माध्यमातून होणाऱ्या संपृक्तिकरणाबद्दल (बायोमॅग्निफिकेशन) तुम्हाला माहीत असेल, म्हणजे काय होते, की अन्नसाखळीमध्ये एखादा विषारी घटक प्रवेश करतो, तेव्हा तो हळूहळू अगदी शेवटच्या थरापर्यंत पोहोचतो आणि त्याचे परिणाम अन्नसाखळीमध्ये येणाऱ्या सर्व प्राण्यांमध्ये दिसतात. समुद्रात पोहोचलेले मायक्रोप्लास्टिक zooplankton किंवा प्लवक प्राणी अन्न म्हणून खातात. हे प्लावक प्राणी अन्न खाऊन जगणारे लहान मासे नकळत त्यांच्या शरीरात मायक्रोप्लास्टिकचा साठा करत जातात. मोठे मासे या लहान माशांना खातात आणि या अन्नसाखळीद्वारे सर्वात वरच्या थराला मायक्रोप्लास्टिक येऊन पोहोचते.

मानवाचा प्रथिनांचा मोठ्या प्रमाणात उपलब्ध असलेला स्रोत म्हणजे मासे व तत्सम समुद्री प्राणी. साहजिकच अन्नसाखळीत आपण सर्वात वरच्या थराला आहोत. जगातल्या कुठल्या किनाऱ्यावरून या मायक्रोप्लास्टिकने मानवी शरीरात प्रवेश केलेला आहे कोण जाणे! कारण कोणत्याही समुद्रकिनारी आपल्याला हे प्लास्टिकचे प्रदूषण पाहायला मिळतेच. कदाचित युरोप आणि अमेरिकेत जनजागृतीमुळे हे प्रमाण कमी असेल, पण त्यांच्या देशात इतर विबिध मार्गांनी समुद्रात प्लास्टिकचे प्रदूषण होत असतेच. त्यामुळे कोणता एक देश यासाठी जबाबदार आहे असे नसून सर्व जगच त्यासाठी जबाबदार आहे. आपल्या देशात तर लोकांना अजूनही रस्त्यावर कचरा टाकण्याबद्दल काहीही वाटत नाही, पण त्यामुळे सागरी प्रदूषण तर होतेच त्याशिवाय या प्लास्टिकच्या पिशव्या उकिरड्यावर चालणाऱ्या प्राण्यांच्या पोटातही जातात आणि प्राण्यांच्या दुधातून मायक्रोप्लास्टिक कण आपल्या शरीरात येतात. आपल्या पेशींचे बाह्य आवरण हे अर्धपारगम्य (सेमीपरमिएबल) असते. म्हणजेच काही पदार्थांना आतबाहेर जाता येणे शक्य असते. पाणी, सोडियम, पोटॅशियम, क्लोराईड, यासारखे पदार्थ येतजात असतात. पण ज्यावेळी पेशी आवरणावर असलेल्या दरवाजांमध्ये मायक्रोप्लास्टिकचे कण अडकून बसतात त्यावेळी पेशींच्या नैसर्गिक पदार्थांच्या वहन करण्याच्या क्षमतेवर (ion exchange) परिणाम होतो. पेशींचे आवरण खराब होते आणि त्यांच्या वाढीवरही त्याचा अनिष्ट परिणाम होतो. प्रकाशसंश्लेषण करणाऱ्या एकपेशीय वनस्पती तसेच शैवाल यांच्या प्रकाशसंश्लेषण क्रियेत या मायक्रोप्लास्टिक कणांमुळे बाधा येते.

मायक्रोप्लास्टिक दोन प्रकारचे असते. एक म्हणजे विघटन होऊन निर्माण झालेले प्लास्टिकचं लहान कण व दुसरे, मुद्दामच लहान आकाराचे बनवले गेलेले मायक्रो बीड. हे मायक्रो बीड ड्रग कॅरियर म्हणूनसुद्धा वापरले जातात. प्लास्टिक निर्मिती करताना त्याची टिकाऊ क्षमता वाढवण्यासाठी काही रसायने वापरली जातात. यात बुरशीनाशके, ज्वलनशीलता कमी करण्यासाठी अग्निप्रतिरोधी (fire retardant), स्थिरके व इतर रसायने येतात. फ्थालेट, बिसफिनॉल ए (BP), डाय ब्युटाईल फ्थालेट (DBP), पॉलिव्हिनाईल क्लोराईड (PVC), ४-नॉनिलफिनॉल, डाय एथिलहेक्सील यासारखी रसायने कंठस्थ ग्रंथीचे मोठे नुकसान करतात, हार्मोनल बॅलन्स बिघडवतात आणि कर्करोगास कारणीभूत ठरतात. दृष्टीस न पडणारा हा भयानक राक्षस आपल्या पृथ्वीवरील जीवन संथ गतीने नष्ट करत आहे.

आपण प्लास्टिकचा वापर फारच विचारपूर्वक केला पाहिजे. पुन्हा पुन्हा वापरत आणून नंतरच ते पुनर्निर्मितीसाठी दिले गेले पाहिजे. म्हणजेच वापर कमी करा, पुनर्वापर करा आणि पुनर्चक्रांकन करा या तत्त्वाचे अवलंबन केलेच पाहिजे. आपली पृथ्वी प्लास्टिकमुक्त झाली तरच तिला मोकळा श्वास घेता येईल आणि प्लास्टिकच्या राक्षसाला मारण्यात आपण यशस्वी होऊ.

प्लास्टिकची निर्मिती झाली ती माणसाला वरदान वाटली होती. कारण प्लास्टिकमुळे लाकूड आणि धातू यांना एक उत्तम पर्याय उपलब्ध झाला होता. या पर्यायामुळे प्रचंड प्रमाणावर जंगलतोड थांबली हे नक्की म्हणता येईल. परंतु त्याचबरोबर पर्यावरणात या प्लास्टिकच्या प्रदूषणाचे प्रश्न निर्माण होऊ लागले. प्लास्टिकच्या अतिवापरामध्ये विशेषतः ज्याला आपण एक वेळ वापरण्याचे प्लास्टिक म्हणतो त्या प्लास्टिकमुळे तर प्रचंड गोंधळ माजवून ठेवला आहे. भाज्या आणण्यासाठी महिला आणि पुरुष हातात प्लास्टिकच्या पिशव्या घेऊन त्यात भाज्या भरून घेऊन येतात ते दृश्य अतिशय विदारक असते.

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

# जिभेची महती

**सायली घाग**

**चुलबुल** एक छोटीशी खार होती. आज मात्र चुलबुल थोडीशी आजारी होती. त्यामुळे शाळेत जाऊ शकली नाही. तिला तिच्या आईने बोंबो डॉक्टरांकडे नेले. डॉक्टरांनी सर्वप्रथम आ करवून चुलबुलची जीभ तपासली. चुलबुलला थोडेसे आश्चर्य वाटले. घरी आल्यावर थोडे बरे वाटल्यावर तिने तिच्या मैत्रिणीला शाळेतल्या अभ्यासाविषयी फोन केला, तेव्हा तिची मैत्रीण म्हणाली, ''आज शाळेत खूप मज्जा आली आज वर्गशिक्षकांनी जिभेची वळकटी हा खेळ घेतला.'' चुलबुलला काही समजले नाही. ती म्हणाली, ''जिभेची वळकटी म्हणजे काय?'' मैत्रीण म्हणाली, ''जीभेची वळकटी म्हणजे टंग ट्विस्टर गेम. हा गेम खेळता खेळता आमची हसून पुरेवाट झाली.''

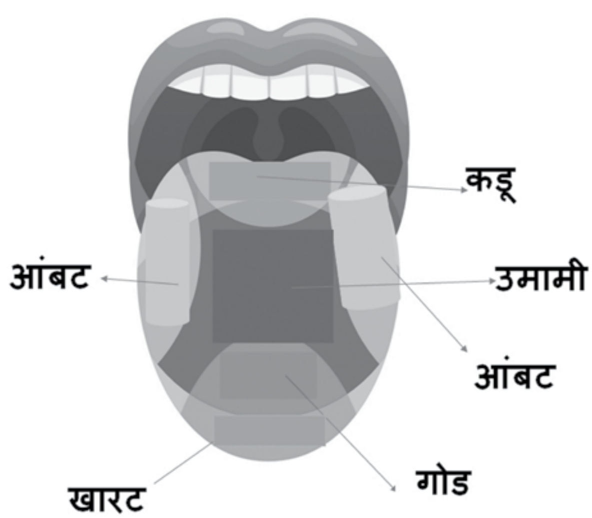
चुलबुल मात्र संभ्रमात पडली, तिने फोन ठेवून आईला या संदर्भात विचारले. आई म्हणाली, ''जिभेची वळकटीसारख्या खेळामुळे जीभ कठीण शब्द उच्चारण्यास तरबेज होते आणि मुलांना गंमतही वाटते, म्हणून घेतला असेल शिक्षकांनी हा खेळ.''

मग आई म्हणाली, ''तुझी जीभ पकड बघू आणि बघ तुला बोलता येते का?'' पण चुलबुलला जीभ पकडून काही बोलता आले नाही.

आईने चुलबुलला जवळ घेतले आणि जिभेविषयी माहिती सांगू लागली

''जीभ हा पृष्ठवंशीय प्राण्यांच्या शरीराच्या तोंडामधला लालसर गुलाबी रंगाचा एक अवयव आहे. जीभ ही ५ ज्ञानेंद्रियांपैकी एक आहे. हा अवयव पूर्णपणे स्नायूंचा बनलेला असतो. बहुतेक सर्व पृष्ठवंशीय प्राण्यांमध्ये जीभ अन्न गिळण्यासाठी, चवीच्या जाणिवेसाठी मदत करते. मानवी जिभेच्या टोकावर खारट तर दोन्ही कडांना आंबट चव समजते. टोकाच्या थोडे मागे गोड चव समजते, तर त्याच्या मागे उमामी चव समजते. उमामी म्हणजे टोमॅटोची विशिष्ट चव असते. ही ग्लुटमेट नावाच्या रसायनामुळे येते. उमामीच्या मागे कडू चव

माणसाची जीभ – चित्र १




समजते. सर्वात महत्त्वाचं म्हणजे तिखट ही चव नसून ती एक भावना असते. बाकीच्या चवी समजण्यासाठी विशिष्ट पेशी त्या त्या ठिकाणी असतात. तसं तिखटाच्या बाबतीत नसतं.

''जीभ, दात, ओठ, कंठ, टाळू व घसा यांच्य साहाय्यानं मनुष्य निरनिराळे आवाज (ध्वनी) काढू शकतो. मानवी जिभेची सरासरी लांबी सुमारे १० सें.मी. असते. रोगनिदान करण्यासाठी जिभेचा रंग, स्वरूप आणि ओलसरपणा या बाबी लक्षात घेण्यात येतात. तापामध्ये जिभेवर एक पांढरा थर तयार होतो. त्यावरून डॉक्टरांना बरंच काही समजू शकतं.

''जिभेद्वारे अन्न तोंडात फिरवून दाताखाली आणलं जातं आणि अन्नाचं गोळ्यात रूपांतर केलं जातं. दातामध्ये, गालफडामध्ये साचलेलं अन्न जिभेनं काढून तोंड स्वच्छ ठेवलं जातं. जिभेमुळे अन्न घशात ढकललं जातं. अन्न गिळताना जीभ टाळूवर दाबली जाते आणि आतील बाजूना पसरते. परिणामी

तोंडातील अन्न बाहेर न पडता घशाकडे सरकवलं जातं.

''माणसाची जीभ त्याचे आरोग्य कसे आहे याचे संकेत देत असते. त्यामुळेच डॉक्टर माणसाच्या जिभेची तपासणी करत असतात. शरीरात कसली कमतरता असेल तर त्याची तपासणी जिभेवरून होत असते. व्हिटामिन बी-१२ शरीरात कमी असेल तर जिभेच्या रंगावर होऊ शकतो परिणाम! जिभेचा उपयोग अन्न गिळण्यापासून मेंदूत चाललेले विचार व्यक्त करण्यासाठी होत असतो. म्हणजेच बोलण्याचं कामही जीभ करते. जिभेचा पोत वा रंगात होणारा कोणताही बदल म्हणजे आजार होण्याचा संकेत असतो. अन्य सस्तन प्राण्यांपैकी कुत्रा, मांजर, जिभेनं अंग साफ करतात. त्यामुळे अंगावरील तेल आणि परजीवी कीटक दूर ठेवले जातात.

''कुत्र्याची जीभ त्याच्या शरीराचं तापमान कमी करण्यासाठी उपयोगी पडते. म्हणून तू बऱ्याचदा पाहिलेली असशील, कुत्रे बऱ्याचदा जीभ बाहेर काढून शास घेत असतात.

''मांजरींना दररोज भरपूर पाणी पिणं आवश्यक आहे. त्यांना पाणी पिण्याची इच्छा असते, तेव्हा ते जीभ अवतल आकारात ठेवतात, एक चमचा तयार करतात जे पाणी तोंडाच्या पोकळीपर्यंत घेऊन जातं. मांजरीच्या जिभेवर काटे असतात. शरीराचं तापमान नियंत्रित करण्यासाठी मांजरी जीभ, घसा आणि तोंडाच्या श्लेष्मल त्वचेत निर्माण होणाऱ्या आर्द्रतेनं उष्णता बाहेर काढतात. या कारणास्तव, आपण कधी कधी मांजरांचं तोंड उघडं पाहतो.

''तू ५० सेंटिमीटर लांब जिभेची कल्पना करू शकतेस? अर्धा मीटर! तो त्याच्या कानापर्यंत जीभ नेऊ शकतो! काय? तो आहे जिराफ याची जीभ सर्व प्राण्यांमध्ये सर्वात लांब आणि प्रगत जीभ आहे. शिवाय जिराफाची जीभ गडद असते. त्यामुळे आफ्रिकेतील सूर्याच्या भाजून काढणाऱ्या उन्हापासून जिराफाचे संरक्षण होण्यास मदत होते.

जिराफाची जीभ

सापाची जीभ

''साप जीभ बाहेर काढून भक्ष्याचे गंधकण गोळा करतो. गंधकणांच्या ज्ञानावरून त्याला भक्ष्य पकडणं सोपं जातं. साप आपल्या जिभेच्या मदतीनंच वातावरणात होत असलेले बदल टिपतो. यात प्रामुख्यानं तापमान आणि इतर बदलांचा समावेश आहे. साप सारखा आपली जीभ बाहेर काढून परिसरातील संकटाचा अंदाज घेत असतो. त्याच्या जिभेचे टोकाला दोन भाग झालेले असतात. त्यामुळेच त्याला आपल्या चहुबाजूंच्या परिस्थितीचा अंदाज लावतो येतो. याशिवाय सापाला पाहण्याची क्षमता कमी असते. म्हणूनच ते आपल्या बचावासाठी जिभेचा उपयोग करतात.

''गायींची जीभ खूप लांब, रुंद आणि खडबडीत असते. लांबीमध्ये ती ४५ सेंटिमीटरपर्यंत पोहोचू शकते! गायीच्या जातीवर जीभ अवलंबून असते. लांब जिभेमुळे, गायी सहजपणे हिरवा चारा, कडबा ग्रहण करू शकतात.

''रुईला अस्वलाची जीभ निळी असते. सूर्याची उष्णता त्या जिभेमुळे शोषली जाते आणि त्याचे शरीर उबदार ठेवण्यास मदत होते.

''खवले मांजराचं प्रमुख खाद्य म्हणजे मुंग्या, वाळवी, आणि लहान किडे. त्याला दात नसतात, पण लांबट तोंड आणि खूप चिकट अशी जीभ असते. वारुळामध्ये जीभ आत घालून ते मुंग्यांना खाते.

खवले मांजराची जीभ

‘‘सुतारपक्षी मुंग्या आणि वाळवी खाऊ शकतात आणि हिवाळ्यात ते झाडाच्या बिया खाऊ शकतात. हे लक्षात घेण्यासारखे आहे की सुतार पक्ष्याची जीभ एका विशेष टेपच्या मदतीने बाहेर ढकलली जाते. जी कवटीच्या आतील पोकळीभोवती जाते आणि पक्ष्याच्या नाकपुडीला जोडलेली असते. या पक्ष्याची जीभ अतिशय संवेदनशील असते. जिभेच्या साहाय्यानं हा पक्षी झाडाच्या सालीखालील कीटक गोळा करतो.

सुताराची जीभ

‘‘हंसाची जीभ काटेरी असते. तो त्याच्या जिभेनं गवत सोलून खातो आणि नंतर गवत चघळतो.

हंसाची जीभ

फ्लेमिंगोची जीभ

‘‘फ्लेमिंगो पक्ष्याची जीभ केसाळ असते. त्यामुळे तो शेवाळ कोलंबी साफसूफ करून खाऊ शकतो.

गिरगीटाची जीभ

‘‘गिरगीट भक्ष पकडण्यासाठी शरीराच्या लांबीच्या २.५ पट जीभ लांब करू शकतात. गिरगिटांची जीभ कोणत्याही सरड्यापेक्षा लांब असते.

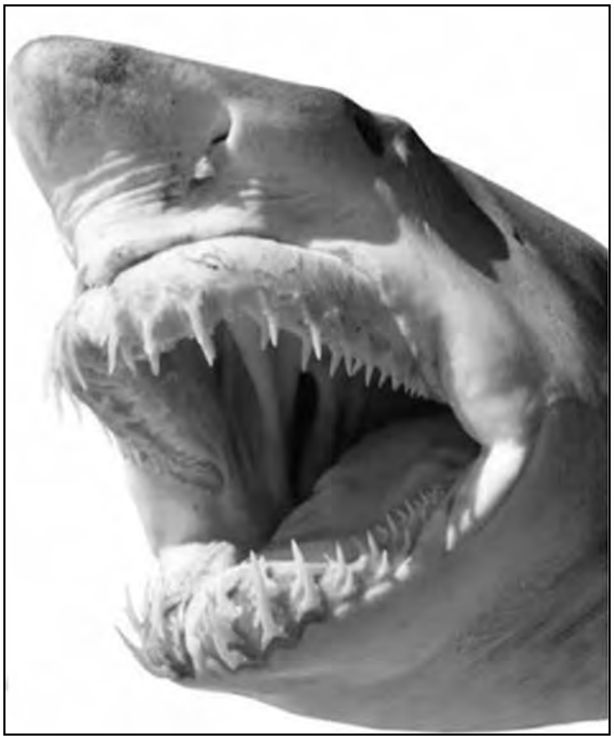
‘‘हमिंगबर्ड, हनीसकर यांची जीभ फुलातून मध काढण्यासाठी एखाद्या पंपासरखी वापरली जाते.

‘‘फुलपाखरांना जीभ नसते, त्यांच्याकडे एक प्रोबोस्किस असते ज्याला बरेच लोक जीभ समजतात, परंतु ते आपलं तोंड लांब नळीमध्ये वाढवण्यासारखं आहे. त्यांच्या प्रोबोस्किसवर काही चवकळ्या असतात आणि काही त्यांच्या अँटेनावर असतात, परंतु बहुतेक चवकळ्या त्यांच्या पायावर केंद्रित असतात.

‘‘मधमाश्यांची जीभ लांब, पातळ, केसाळ जीभ संरक्षक आवरणानं वेढलेली असते. मधमाशी फुलावर येते, तेव्हा हे आवरण उघडतं आणि जिभेच्या केसांमधील उभ्या फाट्यांमध्ये अडकलेले अमृत गोळा करण्यासाठी आतबाहेर फिरते.

निळ्या व्हेलची जीभ

''ब्ल्यू व्हेल या माशाची जीभ जड असते. त्याचे आवडते मासे जिभेखाली ठेवून तो सावकाश चघळत बसतो. व्हेलच्या जिभेचे वजन हत्तीएवढे असते. ब्लू व्हेल, त्यांची जीभ हत्तीइतकी सुमारे २,७०० किलोग्रॅम वजनाची असते.



शार्कची जीभ

''शार्कला जीभ असते तिला जीभ न म्हणता बसिह्यल असं संबोधले जातं. शार्कची जीभ मानवी जिभेसारखी हलू शकत नाही कारण ती स्नायू नाही. शार्कच्या तोंडाच्या तळाशी कूर्चाचा हा छोटासा जाड भाग असतो आणि त्यात चवकळ्या नसतात किंवा कोणतेही कार्य करत नाहीत. म्हणून, जेव्हा शार्क तोंड उघडतात, तेव्हा आपल्या लक्षात येतात ते त्यांचे भयानक दात.''

इतक्यात चुलबुलचे बाबा घरी आले ते म्हणाले, ''वा! आज भाजी खूपच छान झाली होती. भाजीची चव अजूनही माझ्या जिभेवर रेंगाळत आहे.''

चुलबुल म्हणाली, ''म्हणजे काय बाबा?''

बाबा म्हणाले, ''आजची भाजी फारच छान झाली होती.''

त्यांनी विचारले, ''मग आज काय दोघी मायलेकींच्या गप्पा चालल्या आहेत?''

चुलबुल म्हणाली, ''काही विशेष नाही हो बाबा, आई जिभेबद्दल माहिती सांगत होती.''

बाबा म्हणाले, ''सगळे शरीराचे अवयव थकतात, पण जीभ हा अवयव असा आहे की जो कधी थकतच नाही. पण हो, जिभेवर नियंत्रण मात्र ठेवता आलं पाहिजे!''

चुलबुल म्हणाली, ''म्हणजे काय?''

''म्हणजे जिभेला अरबटचरबट खायची सवय लागली तर त्याचं नुकसान शरीराला फार होतं. शिवाय काही विचारपूर्वक न बोलता बडबड करत राहिलो, तरीही जिभेमुळे इतरांची मनं दुखावली जाऊ शकतात.. म्हणूनच आई म्हणते, उचलली जीभ आणि लावली टाळ्याला!''

''ती एक म्हण आहे ग आपली, जीभ नेहमी गुरुत्वाकर्षणाच्या विरुद्ध दिशेने कार्य करत असते म्हणून ती नेहमी आपल्या टाळ्याला चिकटून असते, म्हणूनच त्याच्यावरून म्हण पडली आहे 'उचलली जीभ लावली टाळ्याला'. याचा अर्थ विचार करूनच बोललं पाहिजे, वाटेल ते बोलू नये!'' आईने स्पष्टीकरण केले.

''आणि कधी कधी मी तुला उलटंसुलटं खूप बोलल्यावर तू मला म्हणतेस, तुझ्या जिभेला काही हाड आहे का? म्हणजे काय ग आई?''

''अग, याचा अर्थही असाच होतो की विचारपूर्वक बोलावं'', आई म्हणाली.

बाबा म्हणाले, ''म्हणूनच आईची भाषा बोलावी बरं का, चुलबुल! तिलाच मातृभाषा म्हणतात!''

चुलबुल म्हणाली, ''ओह, मदरटंग म्हणजे मातृभाषा! आता आलं लक्षात!''

आज चुलबुलला टंग ट्विस्टर गेम, जिभेच्या म्हणी आणि विविध प्राण्यांच्या जिभेची वैशिष्ट्यं समजली होती. तसंच मदरटंग म्हणजे नक्की काय तेही समजलं होते! ती समाधानानं झोपायला गेली.

**– सायली घाग**
sayalig2710@gmail.com

# कोयताकाराच्या कणिका दोष..

**प्रियांका बर्डे**

**घरी** येताच अथर्वनं घर डोक्यावर घेतलं. ताई, आई, आजी, बाबा व आजोबा या साऱ्यांना त्यानं दिवाणखान्यात हाका मारून जमवलं. मग काय? झालं सुरू. हिमोग्लोबिनबाईंनी सांगितलेलं सारं. हिमोग्लोबिन कसा शत्रू नसून देवदूत आहे वगैरे. त्याला अगदी किती सांगू नि किती नको असं झालं होतं.

त्याचं बोलणं ऐकून घेताना आजीनं, ''अरे वा! डबापण आज छान पुसून खाल्लान माझ्या पपड्यानं!'', असं म्हणताच, तेवढ्याच उत्साहात परत हिमोग्लोबिनबाईंनी डबा शेअर केला व अंड्याची बुर्जीसुद्धा आपण खाल्ली असल्याचं अथर्वनं सांगितलं. ते ऐकताच आजोबा म्हणाले, ''अरे चोरा!'' तर बाबा म्हणाले, ''बरं का सुमे, अंडं बोलतंय..!''

अथर्वची आई सुमन म्हणाली, ''बरं का अथर्व, आज पालेभाजीवर मी मुद्दाम संत्रं पिळलेलं. आंबट लागली असेल ना.''

अथर्व, ''हो, पण असं का केलंस?''

आई, ''अथर्व, अरे, पालेभाजीबरोबर अंड खाल्लं तर अन्न पचताना अंड्यातल्या प्रथिनांचा पाल्यातील लोह रक्तात शोषून घ्यायला अडथळा येतो. पण, पालेभाजीबरोबर संत्र्याचे ॲस्कॉर्बिक आम्ल असेल तर अशा अडथळ्यावर  मात करून पाल्यातील लोह रक्तात शोषून घ्यायला मदत होते.''

अथर्व, ''पण आई, अंड्यात तर ग्लोब्युलिन आहे. आमच्या बाई म्हणतात की भाजीतल्या लोहाशी संयुग झालं की आतड्यात हिमोग्लोबिन तयार होतं. ते आतड्याच्या भोवतालच्या रक्तवाहिन्यांत शोषलं जातं?''

आई, ''अरे अथर्व, भाजीतून आतड्यात लोह परस्पर शोषलं जातं. ते ॲस्कॉर्बिक आम्लामुळे असं रिसर्च पेपर म्हणतात. पण, अंड्यातलं ग्लोब्युलिन जसंच्या तसं आतड्याभोवतालच्या वाहिन्यांत शोषलं जात नाही. अनेक रासायनिक प्रक्रिया घडत असतात. त्या सर्वांना मिळून 'मेटॅबॉलिझम' असं म्हणतात. काही प्रक्रियांमध्ये मोठमोठाल्या रेणूंचं किंवा 'पॉलीमर'चं (polymers) विघटन होऊन लहान 'मोनोमर' तयार होतात. जसे की, स्टार्च या पॉलिमरचं विघटन होऊन त्याचे मोनोमर ग्लुकोजचे रेणू बनतात. ते छोटे रेणू आतड्याभोवतालच्या रक्तात शोषले जातात. या प्रक्रियेला अपचय किंवा 'कॅटॅबोलिझम' (catabolism) म्हणतात. उदाहरणार्थ, पचनक्रियेत 'ग्लोब्युलिन'सारख्या प्रथिनांचं विघटन होऊन ॲमिनो आम्लांच्या छोट्या छोट्या रेणूत रूपांतर होतं. असे ॲमिनो आम्ल आतड्याभोवतालच्या रक्तात शोषलं जातं. अन्नातून मिळालेल्या लहान रेणूंची शरीराला उपयुक्त मोठ्या रेणूत बांधणी होते. या शरीरोपयोगी रेणूबांधणीच्या प्रक्रियेला चयप्रक्रिया किंवा अॅनॅबॉलिझम असं म्हणतात. या प्रकारच्या एका प्रक्रियेत लोह आणि आवश्यक ॲमिनो आम्ल यांचा संयोग होऊन शरीरात हिमोग्लोबिनची निर्मिती होते. हे तुझ्या बाईंना शाळेत गेल्यावर विचार हं.''

अथर्व, ''ही माहिती मी आमच्या हिमोग्लोबिनबाईंच्या नक्की लक्षात आणून देईन. आमच्या शाळेत शिक्षकांना त्यांची चूक लक्षात आणून द्यायची आणि थेट त्याच शिक्षकानं शाबासकी देत पाठ थोपटत कबूल करायचं; ही सोय आहेच. उगाच नाही बालवैज्ञानिक घडत आहेत, शाळेत. बाई सर्वांसमोर खूप आनंदानं पाठ थोपटतील माझी. नक्की खात्री आहे आणि सर तर परिपाठ उपक्रमातून हे मला सांगायची संधीही देतील.''

आई, ''शाब्बास अथर्व, शाळेतील शिक्षकांशी नम्र वागणूक ठेवून तू विचारस्वातंत्र्य उपभोक्ता आहेस. तुझ्यात उद्दामपणा अजिबात नाही. असाच मोठा हो.''

ताई, ''आहेच माझा भाऊ सद्‌गुणी आणि शाळेतला शिक्षकही चुकतो, कबूल करतो, व विद्यार्थ्यांना 'त्यांचं विचारस्वातंत्र्य मिळवून देणं' आपलं कर्तव्य मानतो.''

अथर्वच्या आजोबांची संध्याकाळच्या सातच्या बातम्यांची वेळ झाली. त्यांनी दूरदर्शनसंच सुरू केला. अथर्वचं लक्ष एका महत्त्वाच्या जाहिरातीकडे वेधलं गेलं. 'सिकल सेल ॲनिमिया'

(Sickle cell anemia) असे या आजाराचं नाव असून लग्न लावताना नवरानवरीची याबाबतची म्हणजे कोयताकाराच्या कणिकादोषाची चाचणी आवश्यक आहे. अन्यथा नवजात बालकाचं भविष्य धोक्यात येऊ शकतं, असं सांगणारी ही जाहिरात होती. शेजारचा अर्णवही नेमका त्याचवेळी अथर्वला भेटायला आलेला. आजोबांनी दोघांना बातम्यांनंतर बोला अशी सक्त ताकीद दिली. तरी दोघांनमध्ये कानगोष्टी चालूच राहिल्या. बातम्या संपल्या, त्याबरोबर अर्थवची गडबड सुरू झाली!

''सिकल सेल ॲनिमियाबद्दल आपण नववीतील अर्णवच्या पुस्तकात माहिती पाहू. ताई, कशी आहे, कल्पना?'' असं म्हणत अथर्व तडक अर्णवच्या घरी पळाला.

ताई व आई चहाचे घुटके घेत होत्या.

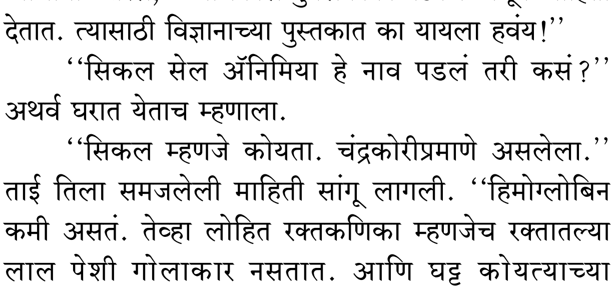
आजी, ''अथर्वला, त्या नवीन आलेल्या हिमोग्लोबिन–बाईंनी आणि तुमच्या सरांनी भारी विज्ञानवेड लावलंय. पण, अर्णवएवढ्या कुमारवयीन मुलांना आहे हे त्यांच्या अभ्यासात?''

थोड्याच वेळात अथर्व, अर्णव व त्याचं 'विज्ञान आणि तंत्रज्ञान' हे पुस्तक घेऊन आई व ताईसमोर हजर झाले. तोवर आई मोबाइलवर संशोधन अहवाल पाहण्यात गर्क होती. ते पाहून आजोबा उत्तरले, ''आजकाल गुगलकाका पटकन अचूक माहिती देतात. त्यासाठी विज्ञानाच्या पुस्तकात का यायला हवंय!''

''सिकल सेल ॲनिमिया हे नाव पडलं तरी कसं?'' अथर्व घरात येताच म्हणाला.

''सिकल म्हणजे कोयता. चंद्रकोरीप्रमाणे असलेला.'' ताई तिला समजलेली माहिती सांगू लागली. ''हिमोग्लोबिन कमी असतं. तेव्हा लोहित रक्तकणिका म्हणजेच रक्तातल्या लाल पेशी गोलाकार नसतात. आणि घट्ट कोयत्याच्या आकाराच्या होतात. तर त्या पेशी गोलाकार असतात; तेव्हा रक्तवाहिन्यांच्या झडपातून सहजच निसटतात. आणि रक्त प्रवाही राहतं. परंतु कोयत्यासारख्या आकाराच्या पेशी ऑक्सिजनशी संयोग पावणं व रक्त प्रवाही ठेवणं या दोन्ही बाबतींत अक्षम ठरतात. त्यासाठी डीएनएमध्ये अचानक झालेलं उत्परिवर्तन जबाबदार असतं!'' ताईनं माहिती दिली.

''जिथं 'कोडिंग' चालतं तोच ना हा डी.एन.ए.'' अथर्वनं विचारले.




''हो अगदी बरोबर.'' अर्णव.

आई नव्यानं लागलेल्या शोधावरील शोधनिबंध वाचून आली होती. ती म्हणाली, ''मी नव्यानं कळलेली माहिती सांगू का?''

ताई, अर्णव आणि अथर्व कान टवकारून बसले.

आई सांगू लागली, ''प्रत्येक लोहित रक्तकणिकांमध्ये म्हणजे प्रत्येक लाल रक्तपेशींमध्ये हिमोग्लोबिनचा रेणू असतो. त्या प्रत्येक रेणूत हिम प्रथिनं असते. त्यालाच हिमोग्लोबिन असं म्हणतात. अशा या हिमोग्लोबिनची दोन रूपं असतात. Hb A निरोगी हिमोग्लोबिनचं रूप असते, आणि Hb S हे कोयताकार रोगास कारणीभूत असू शकणारं हिमोग्लोबिन असतं.

''मुलांच्या आणि आई–वडिलांच्या गुणसूत्रांत हिमोग्लोबिनचे नवकारी जनुक असतात. HbA हे निर्दोष हिमोग्लोबिन असलेल्या जनुकाला 'A अलील' म्हणतात. अलील म्हणजे जनुकांचा जोडीतील एक जनुक असतो. HbS हे सदोष हिमोग्लोबिन तयार करणाऱ्या जनुकाला 'S अलील' म्हणतात. आई–वडिलांच्या गुणसूत्रांच्या जोड्यांमार्फत नवोदित बालकातील गुणसूत्रांची निर्मिती होते. तेव्हा त्या नवोदित गुणसूत्रांच्या जोड्या ३ प्रकारांत मोडतात. SS, SA आणि AA. परंतु यापैकी, SS जनुकजोडी असलेल्या मुलांचं हिमोग्लोबिन HbS हे लवलवत्या तंतूसारखं आणि अशक्त असतं. HbS प्रकारचं हिमोग्लोबिन असतं त्या पेशींच्या वर्तुळाकार डब्या चेपून व चुरगळून जातात. कोयाताकार बनतात. अशा रक्तपेशी रक्तवाहिन्यांत आणि रक्तवाहिन्यांच्या झडपात अडकून रक्तप्रवाहास अडथळे निर्माण करतात. ऑक्सिजन वाहून नेण्यातही हे सदोष हिमोग्लोबिन अपयशी ठरतं. SS जोडी वाट्याला आलेली मुलं आरोग्याशी निगडित असंख्य तक्रारींमुळे वयात येण्यापूर्वीच मरण पावतात.''

''मुलांच्या गुणसूत्रांत SA किंवा AA जोड्या असतील तर काय होतं?'' अर्णव.

''अशा मुलांच्या शरीरात तयार होणाऱ्या हिमोग्लोबिनचे रेणू गोलाकार कणखर दाण्यांसारखे असतात. असं कणखर हिमोग्लोबिन रक्त कणिकांत असलं की त्यांचा आकार टिकून राहतो. त्या रक्तवाहिन्या आणि झडपा यातून सहज वाहत जातात. शरीराच्या विविध अवयवांतील पेशींना ऑक्सिजन पुरवण्याचं काम चोख बजावतात. अशी मुलं मोठी होतात पण दोघांत एक फरक आहे. ही मुलं गुणावगुणांनी विषम असलेल्या आनुवंशिक गुणसूत्रांच्या जोड्या असलेली (heterozygous) म्हणजे AS आहेत; की गुणावगुणांनी सम असलेल्या आनुवंशिक गुणसूत्रांच्या जोड्या असलेली (homozygous) म्हणजे AA आहेत; यावर त्यांना मलेरियाच्या संसर्गानं मृत्यू ओढावेल का, की ते मलेरियाच्या रोगावर मात करतील हे ठरतं.'' आई पुढे म्हणाली.

आईला तिथेच थांबवत ताईनं विचारलं, ''आई, मधेच अचानक मलेरिया कोठून आला ग?''

आई, ''अग, असं बघ मलेरियाबाधित एनोफिलिस डासांची मादी चावली आणि मृत्यू ओढावला हे आजवर आपण ऐकत आलो. पण, आता विकसनशील देशांत आणि खास करून आफ्रिका खंडात एक संशोधन झालं आहे. त्यानुसार एखाद्या व्यक्तीची गुणसूत्र जोडी AS अशी 'भिन्न अलील' (heterozygous allele) असलेली असेल; तर त्या व्यक्तीचा मलेरियाच्या संसर्गाने मृत्यू ओढावत नाही. तर ती व्यक्ती मलेरियाच्या विरोधात रोगप्रतिकारशक्ती मिळवते.''

''अॅ...'' अथर्व आणि ताई एकमेकांकडे बघत उद्‌गारले.

भानावर येत ताई, ''हे कसं काय शक्य होतं?''

''आता असं बघ- AS व्यक्ती असेल तर तिच्यात जे हिमोग्लोबिन असतं, त्याचा आकार कणखर दाण्यासारखाच असतो. त्यामुळे अशा हिमोग्लोबिननं भरलेली रक्तकणिका गुळगुळीत वर्तुळाकार चपट्या डबीसारखीच असते. परंतु मलेरियाग्रस्त एनोफिलिस डासाची मादी चावली तर मादीतील मलेरियाच्या संसर्गातून हिमोग्लोबिनचं रूपांतर सहज वाकणाऱ्या तंतूमध्ये होतं. त्यामुळे बाहेरच्या रक्तदाबानं संसर्ग झालेल्या रक्तपेशींची अशी 'डबी' चुरगळली जाते. कोयत्याच्या आकाराची होते. आणि आपल्या रोगप्रतिकारयंत्रणेतील 'मॅक्रोफॅजेस्' अशा पेशी गिळून मारून टाकतात. ह्या प्रक्रियेत रक्तकणिकेत प्रवेश केलेले मलेरियाचे जंतूही मारले जातात. त्यामुळे रक्तपेशीत शिरून तिथे अधिक जंतूंना जन्म देण्याचं मलेरियाच्या जंतूंच्या जीवनचक्राचं 'Life cycle' खंडन होतं, आणि मलेरिया हा रोग काबूत येतो.''

अथर्व म्हणाला, ''आणि homologous AAचं काय होतं?''

''Homologous AA ला मात्र इनफेक्टेड फिमेल एनोफिलिस मादी चावली तर त्या व्यक्तीच्या हिमोग्लोबिनचा आणि रक्तपेशींचा आकार बदलत नाही. 'मॅक्रोफॅजेस्'ही त्यांना अनोळखी समजून खाऊन टाकत नाहीत. मलेरियाच्या जंतूंची संख्या अशा पेशींमध्ये वाढू लागते. वाढलेले मलेरियाचे जंतू नंतर पेशी फोडून रक्तात उतरतात आणि सभोवतालच्या इतर निरोगी लोहित रक्तपेशींमध्ये यापूर्वी घडले त्याप्रमाणेच जीवनचक्र सुरू करतात. अशाप्रकारे मलेरियाबाधित रुग्णास वेळेवर औषधोपचार न झाल्यास मलेरियाने मृत्यू ओढावतो.'' आई म्हणाली.

''आई, पण AA, SA व SS ही निर्मिती कशी होते?'' अथर्वनं विचारलं.

''अर्थातच आनुवंशिकतेनं! आई आणि बाबांच्या शरीरातील पेशींमध्ये ही SA किंवा AA अशा गुणसूत्रांच्या जोड्या असतात. त्यापैकी बाळाच्या पहिल्या पेशीत म्हणजे भ्रूणाच्या किंवा गर्भाच्या गुणसूत्रांच्या जोड्या ह्या आई व बाबांकडून समप्रमाणात येतात. उदाहरणार्थ, आई किंवा बाबा यांपैकी कुणीही एक जण जो निरोगी AA गुणसूत्र जोडीचा असेल आणि दुसरा SA गुणसूत्र जोडीचा म्हणजे जनुकीयदृष्ट्या दोषवाहक असेल तर प्रत्येक बाळाच्या जन्माच्या वेळी ५०% शक्यता SA जोडी घेऊन वाहक म्हणून जन्मण्याची वा ५०% शक्यता AA जोडी घेऊन पूर्णपणे निर्दोष जन्मण्याची असते. म्हणजेच बाळ हे निरोगीच पण केवळ दोषवाहक वा निर्दोष जन्मास येणार हे निश्चित असतं. आणि बाळाचे पालक निर्धोकपणे लग्न करून बाळ जन्मास घालण्यास समर्थ असतात असं म्हणू शकतो.''

''मग आधीच्या पिढीत आई व बाबा दोन्ही SA (मादी) व SA (नर) असतील तर?'' अथर्वनं विचारलं.

''ओके. तुला म्हणायचं आहे heterozygous (SA) आईवडील असतील तर?'' आई म्हणाली.

''Hetero म्हणजे वेगवेगळे, हो ना.'' अथर्व.

''अगदी बरोबर, तसं असेल तर २५% मूल SS जोडीचे म्हणजे SS असल्यानं तर ॲनिमिया होणारच व प्रजननक्षम होण्यापूर्वीच मरण पावणार. किंवा ५०% मूल SA जोडी घेऊन वाहक म्हणून जन्मण्याची वा २५% मूल AA जोडी घेऊन पूर्णपणे निर्दोष जन्मण्याची शक्यता असते.'' कागदावर रेखाटत आई सांगत होती. अथर्व, अर्णव व ताई चित्त एकाग्र करून कुतूहलानं पाहत होते.

''काय मग अथर्व, हिमोग्लोबिनचं गूढ शोधताना किती माहिती मिळाली ना!'' ताई.

अथर्व, ''ताई, तू रक्तदान मागील वर्षी केलंस. पण, यावर्षी खरोखरच तुझ्यातील हिमोग्लोबिन कमी झालं. आणि एवढी मोठी माहिती गोळा झाली. तू रक्तदानाची पुढील संधी आणखी मनापासून मिळवशीलच. त्या तुझ्या रक्तदान प्रकल्पावर तू मनापासून काम करते आहेस. तुला शुभेच्छा.''

अर्णव, ''शुभेच्छा ताई.''

अथर्व, ''...आणि हो... नवरा मात्र कोयताकाराच्या पेशी असलेला शोध..म्हणजे.''

''म्हणजे ताईला नाही तर याच्या भाच्यांना तरी मलेरिया होणार नाही!'' अर्णव म्हणाला.

''तुम्हाला दोघांना माझ्या लग्नाची काळजी आतापासून कशाला?'' ताई, दोन्ही हातांना दोघांचे कान धरत म्हणाली. सर्व जण हसू लागले!

**– प्रियांका बर्डे**

एम.एससी., बी.एड. शिक्षक

nandadeep.teacher1985@gmail.com

# फार्मिंग - जैवतंत्रज्ञानाच्या क्षितिजावरील एक नवा तारा

**डॉ. वर्षा केळकर-माने**

**जैवतंत्रज्ञानाचे** शब्दार्थाने आणि भावार्थानेदेखील अनेक रंग आहेत. हरीत जैवतंत्रज्ञान म्हणजे शेतीशी निगडित असलेल्या जैवतंत्रज्ञानातील शोध आणि त्याचे उपयोग ह्यामध्ये मोडतात. समुद्रमंथनातून अनेक रत्ने मिळाली असे आपल्या पुराणांमध्ये लिहिले आहे, सध्या समुद्री जीवांचा खोलवर अभ्यास होत असून, अनेक औषधे आणि सौंदर्यप्रसाधने त्यांच्यापासून मिळवण्यात शास्त्रज्ञांना यश आले आहे. शुभ्र किंवा धवल जैवतंत्रज्ञान हे डेअरी/दुग्धशाळा उत्पादन, पशुसंशोधनाशी निगडित आहे तसेच, औषध, लसनिर्मिती ही लाल जैवतंत्रज्ञानाच्या अखत्यारीत येतात. लसींच्या संशोधनाचा प्रवास तर फारच रोमांचक आहे. सुरुवात होते ती देवीच्या साथीपासून. इसवीसन १७२१ मध्ये लेडी मेरी मॉन्टेगू हिने तुर्कस्तानमध्ये प्रथम आपल्या दोन मुलींना प्रतिबंधक लस देऊन युरोपमध्ये लसीची सुरुवात केली असे म्हणतात. त्यानंतर सन १७७७ साली इंग्लंडमधील एका शेतकऱ्याने गाईच्या आचाळामधल्या व्रणांमधून काढलेला द्रवपदार्थ आपल्या बायकोच्या आणि मुलाच्या हातावर छोटी जखम करून त्यामध्ये चोळला. बेंजामिन जेसती हे ह्या शेतकऱ्याचे नाव. १७९६ मध्ये एडवर्ड जेन्नरने शास्त्रशुद्ध प्रयोग केला आणि लसीचा उदय झाला.

चौथ्या राजा लुइसच्या अनेक निकटवर्तीयांना देवीने विद्रूप केल्यावर त्याने एडवर्ड जेन्नरची ही लसपद्धती सर्व स्पॅनिश साम्राज्यात राबवायचे ठरवले. त्यावेळी आजच्यासारखी लस बनवण्याची कोणतीही विकसनशील पद्धत उपलब्ध नव्हती. त्यामुळे बोटीवरील २२ अनाथ निरोगी मुलांना, देवी झालेल्या मुलांमधील द्रव काढून त्यांच्या हातावर खरवडून त्यावर लावण्यात आला. त्यांच्या हात पायावर देवी उठायला लागल्या की त्या काढून दुसऱ्या एका निरोगी मुलाला द्यायच्या. अशा प्रकारे लस सर्व स्पॅनिश अधिपत्यात असणाऱ्या वसाहतींत देण्यात आली. ही मुलेच जिवंत लस बनवण्याचे कारखाने होती. आजच्या काळात ह्या सर्वांचा विचारसुद्धा आपण करू शकणार नाही. सुरुवातीला लस घ्यायला धास्तावलेल्या लोकांना हळूहळू त्याच्या उपयुक्ततेची जाणीव होऊ लागली आणि जगभर लसीकरण सुरू झाले.

अशीच काहीशी कथा आहे इन्शुलिनची. सन १९२१मध्ये फ्रेडरिक बँटिंग आणि चार्ल्स बेस्ट यांनी स्वादुपिंडांच चयापचय क्रियेमधले महत्त्व जगासमोर मांडले. आधी कुत्र्यांवर प्रयोग केले आणि मग जेम्स कॉलिप यांच्या मदतीने त्याने कुत्र्याच्या स्वादुपिंडातील इन्शुलिन लेओनार्ड थॉमसन नावाच्या चौदा वर्षाच्या एका मुलाला सलग दोन दिवस दिले आणि त्याच्या रक्तातली साखर कमी होत असल्याचे सिद्ध केले. ह्या शोधासाठी बँटिंग आणि मॅकलिओड यांना वैद्यकशास्त्रातील नोबेल पारितोषिक देण्यात आले. मधुमेहाच्या पहिल्या प्रकारावर रामबाण उपाय सापडला होता. (https://www.nature.com/articles/d42859-021-00004-3)

कुत्र्याच्या इन्शुलिनचे दुष्परिणाम नंतर दिसून येऊ लागले तसे इन्शुलिन बनवण्याच्या पद्धती बदलल्या आणि आता जिवाणूंच्या साह्याने हे संप्रेरक अगदी मुबलक आणि आपल्याला जसे हवे तसे उपलब्ध आहे. लाल जैवतंत्रज्ञानाने रोगाच्या निदानात आणि उपचारांमध्येही क्रांती केली आहे. कोविड-१९च्या काळात झालेले लसींचे संशोधन, उत्पादन आणि उपचारांनी तर साऱ्या मनुष्यजातीला तारून नेले.

ही सारी उत्पादने (संप्रेरके, प्रतिजैविके, स्टेरॉइड इत्यादी) बनवण्याकरता मोठ्या प्रमाणावर जागा, सुसज्ज प्रयोगशाळा आणि मनुष्यबळ लागते. त्याचप्रमाणे पर्यावरणसंतुलन, सांडपाण्याचा निचरा ह्या सर्वांचा खोलवर विचार करावा लागतो, आणि तेवढाच खर्च करायला लागतो. हे सारे क्रियाशील पदार्थ बनल्यावर त्यांच्यावर शुद्धीकरणप्रक्रिया करून ज्या माध्यमात ती बनवली, त्या माध्यमांपासून वेगळे करण्याकरता विविध प्रक्रियाचक्रांतून जावी लागतात. ते करताना त्यामध्ये काही

अनावश्यक गोष्टी, संसर्गजन्य जिवाणू, विषाणू, येत नाहीत ना, ह्याची खात्री करून घ्यावी लागते. जागतिक आरोग्य संघटनेच्या एका सर्वेक्षणानुसार, बऱ्याच लसी, आणि जीवनरक्षक औषधे विकसनशील किंवा अप्रगत देशांपर्यंत पोहोचतच नाहीत असे आढळून आले आहे. अनेक बालके त्यांच्यापासून वंचित राहतात. त्यांचे रोगांमुळे दगावण्याचे प्रमाण फक्त वाढते असे नाही तर, त्यांच्यामुळे हे आजार अन्य ठिकाणी डोके वर काढू शकतात. म्हणूनच शास्त्रज्ञ नवनवे प्रयोग करत आहेत. त्यामधील एक नवीन आयाम म्हणजे फार्मिंग हा आहे. इंग्रजीमध्ये तो Pharming असा लिहितात.

प्रत्येक नाण्याला दोन बाजू असतातच. जैवतंत्रज्ञानसुद्धा एक दुधारी तलवार आहे. आपल्याला या क्षेत्रात विचारपूर्वक पावले टाकावी लागतील. फार्मिंग हा गेल्या काही वर्षांपासून जैवतंत्रज्ञानाच्या क्षितिजावरचा लुकलुकणारा तारा आहे. त्याचे अनेक उपयोग समोर येत आहेत, पण त्यात सध्यातरी लपलेली अशी अनेक दृश्य आणि काही अदृश्य आव्हानेदेखील आहेत. आपल्याला ठाऊक असलेल्या 'किलबिल किलबिल पक्षी बोलती' ह्या बालगीतातल्या एका कडव्याची आठवण इथे होते–

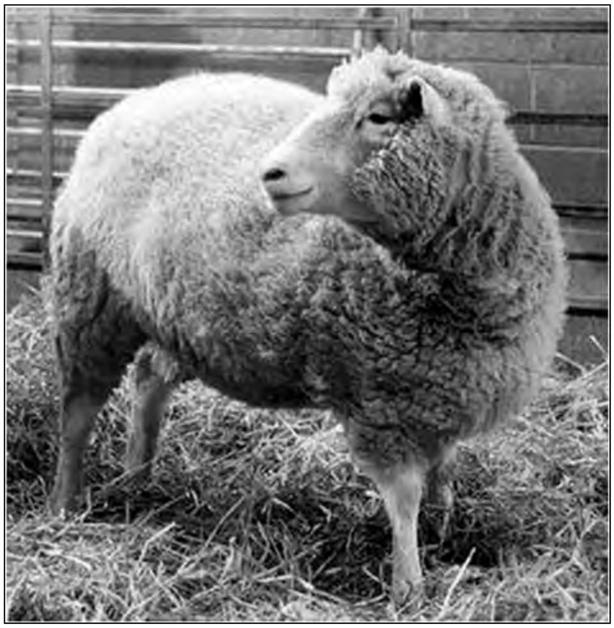
'ह्या गावाची गंमत न्यारी
इथे नांदती मुलेच सारी,
झाडावरती, चेंडू लटकती,
शेतामध्ये ब्याटी!'
असे खरेच झाले तर!

Pharming मध्ये शेती आणि पाळीव पशूंपासून रेशीम, औषध, जीवनसत्त्वे, लसींची निर्मिती होऊ घातली आहे. मोठमोठ्या फॅक्टऱ्या नाहीत, की ती देशो-देशी, खेडोपाडी न्यायला शीत वाहने नाहीत. स्पायडरगोटचे दूध काढले की मिळाले सिल्क आपल्याला त्यापासून! टोमॅटो किंवा केळी खाल्ली की विविध रोगांपासून संरक्षण करणाऱ्या लसी मिळाल्या. हे सर्व इतके रंजक आणि सोपे होऊ घातले आहे. पांडूरोग बरे करणारे सुधारित गाईचे / बकरीचे दूध असो, किंवा वनस्पतीजन्य औषधे असोत (Plant Made Pharmaceuticals), फार्मिंगने हे सर्व शक्य होत आहे. सगळ्यांना खूप आश्चर्य वाटणारे असले तरी प्रयोगशाळेत हे तंत्रज्ञान आता सत्यात उतरले आहे आणि मोठ्या प्रमाणावर त्याचा वापर सुरू आहे.

ह्याच अनुषंगाने खाद्य लसींबद्दलपण थोडक्यात सांगावेसे वाटते. इंजेक्शनने लस घ्यायला लहान मुलांपासून अगदी मोठ्या माणसांपर्यंत कोणालाच आवडत नाही, पण ते घेण्यावाचून बऱ्याच वेळा इलाज नसतो. पोलिओची लस मात्र 'दो बूंद' देतात. आपल्याला अशा सर्व लसी/औषधे घेता आली तर किती बरे झाले असते! असे वाटल्याशिवाय राहावत नाही. डॉक्टरकडे जायला नको, नंबर लावायला/थांबायला नको, तापाची गोळी घेण्याइतके सोपे नसले तरी आपले आपल्याला घेता आले असते.

सन १९९० साली चार्ल्स आर्टनझेन आणि डॉमिनिक मंकीटलॅम ह्यांनी खाद्य लसीची संकल्पना प्रत्यक्षात उतरवली. खाद्य लसी म्हणजे एका वनस्पतीच्या पेशीमध्ये जीवाणू/ विषाणूचा अंश असलेले जनुक; जनुकीय अभियांत्रिकी तंत्राने समाविष्ट करायचे, जेणेकरून, ती वनस्पती/झाड लस बनवण्याची फॅक्टरीच होते. त्यांची पाने/फळे म्हणजे लसींचे स्रोतच झाले. शास्त्रज्ञांच्या मते ही एक कमी खर्चीक, प्रभावी आणि सुरक्षित लसनिर्मितीची पद्धत आहे. ह्याचे फायदे असंख्य आहेत. उदाहरणार्थ, ह्या वनस्पती जागोजागी लावता येतील, त्यांची शेती नेहमीसारखी करता येईल आणि लसींचा पुरवठा अविरत राहील. तसेच, खाता येणासारखे असल्यामुळे इंजेक्शन, हॉस्पिटल, डॉक्टर, नर्स, वाहतुकीसाठी व साठवणूक करण्यासाठी शीतगृहे यांची गरज भासणार नाही. अशी रोगप्रतिकारक प्रतिक्रिया निर्माण करणारी प्रतिद्रव्यं आपल्या पोटामधून आतड्यांमध्ये पोहोचतील आणि तिकडे त्यांचे परिणामकारक वहन आणि रक्तात अभिसरण होईल.

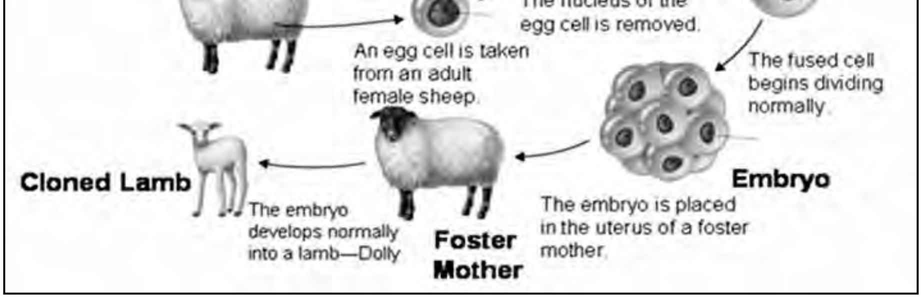
फार्मिंग म्हणजे ह्याच्या पुढचे पाऊल. Pharming (फार्मिंग) हा शब्द फार्म्यास्युटीकल्स आणि प्रत्यक्ष शेती (Farming) ह्यांच्या संयोगातून बनला आहे. फार्मिंगचा इतिहास समजून



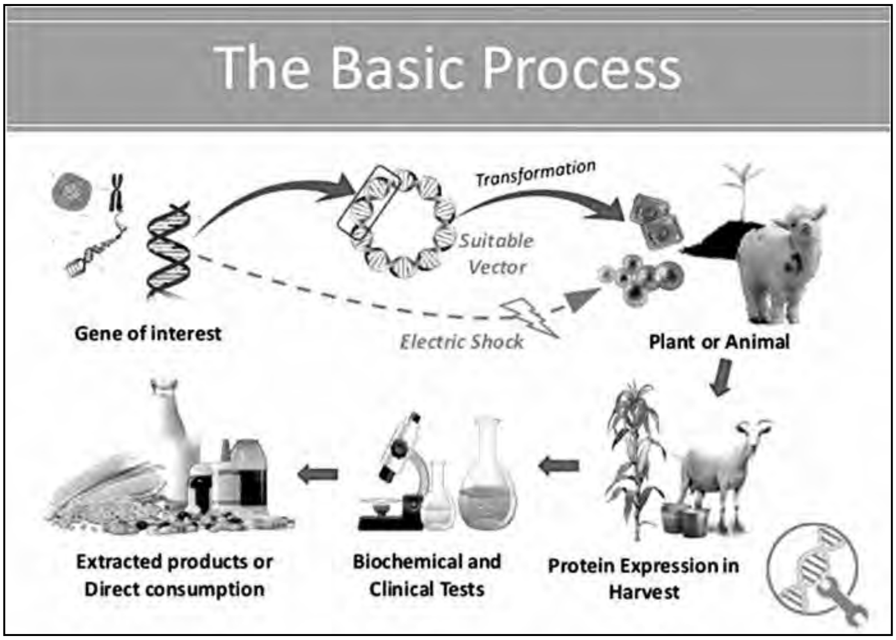
घेण्याकरता आपल्याला २६ वर्षे पूर्वीच्या घटनेची आठवण करून देते. जगभर गाजलेली ही बातमी होती, ती डॉली नावाच्या एका मेंढीची! साल होते १९९७, ठिकाण एडिंबरा स्कॉटलंडमधील प्रख्यात रॉसलीन संस्था आणि गोष्ट एका डॉली नावाच्या मेंढीच्या जन्माची. तिचा जन्म हा एक अद्भुत शोध होता. सर इयान विल्मुट आणि त्यांच्या चमूला त्याचे सर्व श्रेय जाते.

डॉलीच्या बाबतीत खूप सारे नैतिक प्रश्न उपस्थित केले गेले, कारण डॉली ही एका दुसऱ्या मेंढीची प्रतिकृती (Clone) होती. गर्भधारणेनंतर, जुळ्या मुलांच्या बाबतीत कधीकधी एका फलितांडाचे (fertilized egg) दोनांत विभाजन होते आणि एकमेकांची प्रतिकृती असलेले दोन जीव निर्माण होतात, त्यांना म्हणतात जुळी भावंडे. डॉली अशीच एक प्रतिकृती होती. फरक एवढा होता, की ती कुठच्याही फलितअंड्यापासून बनली नव्हती, तर एका दुसऱ्या मेंढीच्या स्तनांच्या पेशीपासून निर्माण केली होती. म्हणजेच ती दुसऱ्या मेंढीची प्रतिकृती होती.

जरा विचार करा, आपल्या पेशींपासून समजा आपली एक प्रतिकृती निर्माण केली तर? स्वप्नवत वाटणारी ही गोष्ट इयान विल्मुटच्या चमूने प्रत्यक्षात उतरवली. त्यांचा हेतू ह्या प्रतिकृती फार्मिंगसाठी वापरायचा होता. म्हणजे अशा प्राण्यांचा वापर करून त्यांच्यापासून मानवी प्रथिने इन्शुलिन किंवा विकर किंवा लसींचे उत्पादन करणे हाच उद्देश होता.




इयान विल्मुट यांनी सन १९८६ मध्ये फार्मिंगचे यशस्वी प्रयोग केले होते. ट्रॅसी, पॉली अशा काही मेंढ्यांची इयान त्यांनी निर्मिती केली. त्यांची खासियत अशी होती की या मेंढ्या होमोफिलियाच्या उपचारासाठी लागणारे मानवी रक्त गोठवणाऱ्या घटकाचा (clotting factor IX) स्रोत होत्या. होमोफिलिया-बाधित अनेक रुग्ण आपल्याभोवती असतात. ह्या अनुवांशिक प्राणघातक आजारामध्ये मानवी रक्त




**Pictorial depiction of the process of Pharming**

गोठवणाऱ्या घटकाची (clotting factor IX) कमतरता किंवा उणीव असल्याने त्यांचे रक्त साकळू शकत नाही आणि त्यामुळे जराशी जखम झाली तरी अशा व्यक्ती अतिरिक्त रक्तस्रावाने दगावू शकतात. इंग्लंडची राणी व्हिक्टोरिया ही ह्या रोगाची पहिली नोंद केलेली वाहक होती. रक्त गोठवू शकणारा घटक हा साध्या प्लाझ्मापासून वेगळा केला जातो. रिकॉम्बिनंट डी.एन.ए. तंत्रज्ञान यासाठी काही प्रमाणात वापरण्यात येत आहे, पण त्यामध्ये अडचणी पुष्कळ आहेत. फार्मिंग हे सर्व सोपे करेल असे वाटते.

परंतु प्रतिकृती बनवण्यावरच खूप आक्षेप घेतले गेले आणि इयान विल्मुटचा प्रतिकृती बनवण्याचा हा शेवटचा प्रयग ठरला. पण फार्मिंगची संकल्पना दृढ झाली आणि अनेक शास्त्रज्ञांनी ही वाट अनुसरली. सध्या हे तंत्रज्ञान, शेळ्या, मेंढ्या, ससे, डुक्करे, कोंबड्यांमध्ये विकसित केले आहे तर वनस्पतीमध्ये (Phyto Pharming) मका, तांदूळ, सोयाबिन आणि तंबाखू ह्या पिकांवर प्रयोग सुरू आहेत. रक्त गोठवणारा घटक, कर्करोगावर उपयुक्त अशा मोनोक्लोनल अँटिबॉडीज बनवल्या जात आहेत. सन २००६ मध्ये वनस्पतींमध्ये हे तंत्र वापरून बनवलेल्या अँटिथ्रोम्बिन ह्या प्रथिनाला युरोपीयन युनियनने बाजारात आणण्यास GTC बायोफार्मास्युटीकल्सला परवानगी दिली. हे drug ATryn® नावाने उपलब्ध आहे.

आधी नमूद केल्याप्रमाणे फार्मिंगलाच खूप सारे कायदेशीर, नैतिक आणि सामाजिक अडचणींना सामोरे जावे लागत आहे. माणसाचे प्राण वाचवणारा हा जैवतंत्रज्ञानाचा शोध पर्यावरणावर नेमके काय परिणाम करेल ह्याचा अंदाज अजून बांधता येत नाही. फार्मिंगला वापरात असलेले हे प्राणी आणि वनस्पती, इतर पशु-पक्ष्यांपासून आपल्याला किती काळ वेगळे ठेवता येतील. तसेच, त्यांच्यामधली काही विषे, प्रथिने ह्या उत्पादनात मिसळली गेली तर उपचार घेणाऱ्यावर त्याचा काय परिणाम होईल ह्याचे आकलन होणे गरजेचे आहे. सन २००२मध्ये फार्मिंग आधारित भेसळीची नोंद अमेरिकेत करण्यात आली. त्यामध्ये १३०० टन लसयुक्त सोयाबिन सापडला होता. सन २००६ मध्ये युरोपातसुद्धा अवैधरितीने बनवलेले LL RICE ६०१ हे भाताचे पीक नष्ट करण्यात आले होते.

विज्ञानातील शोधांना मानसशास्त्राच्या आणि नैतिकतेच्या आधारावरच अभ्यास करून मग वापरत आणणे गरजेचे असते. सुरुवातीला सांगितलेले जैवतंत्रज्ञानाचे रंग एकमेकांत मिसळले की काय होऊ शकते ह्याचा अंदाज बांधणे गरजेचे असते. Phytopharming म्हणजे हरीत आणि लाल जैवतंत्रज्ञानाचे उत्तम उदाहरण आहे. आपल्यापैकी बरेच जण हे स्पायडर मॅनचे चाहते असतील. त्याच्या एका सिनेमामध्ये त्याचा अंकल बेन मरणाच्या दारात असताना पीटर पार्कर म्हणजेच स्पायडरमॅनला सांगतो, 'Son! With great power comes great responsibility' जैवतंत्रज्ञानाला हे तंतोतंत लागू आहे.

**– डॉ. वर्षा केळकर माने**
प्राध्यापक आणि विभागप्रमुख, जैवतंत्रज्ञान विभाग, मुंबई विद्यापीठ
varshakelkar@hotmail.com

# बद्धकोष्ठ आणि मलावरोध

## डॉ. अकल्पिता परांजपे

**जून** महिन्याच्या अंकात आपण बघितले की आपल्या शरीरात अनंत सूक्ष्मजीव असतात आणि ते आपले शरीरस्वास्थ्य राखण्यासाठी अत्यंत महत्त्वाचे असतात. आपल्या रक्तातले अनेक घटक हे त्यांच्यामुळे निर्माण झालेले असतात आणि त्यांचे आरोग्य बिघडले, त्यांची संख्या कमी किंवा जास्त झाली की त्याचे आपल्या स्वास्थ्यावर खोलवर परिणाम होतात. दररोज पोट साफ होणे, भूक लागणे, नीट आणि झोप पुरेशी होणे या क्रिया अत्यंत महत्त्वाच्या आहेत. पोटातील अन्न पचून ते वेळीच बाहेर पडत नसल्यास अनेक कारणे असू शकतात. त्यासाठी सर्वप्रथम आपल्या जीवनशैलीकडे लक्ष देणे गरजेचे आहे. बद्धकोष्ठाची काही कारणे-

- पुरेशा प्रमाणात पाणी आणि पातळ द्रव्ये आहारात नसणे.
- तंतुमय पदार्थ म्हणजे फायबर आहारात नसणे. फळे, भाज्या तसेच तृणधान्यांचा आहारात अभाव
- सतत एका जागेवर बसून राहणं, व्यायाम किंवा हालचालीचा अभाव, बसून राहाण्याबरोबर सतत पडून राहणे
- शौचाला जाण्याच्या भावनेकडे लक्ष न देणे
- ताणतणाव, चिंता तसेच नैराश्य
- काही वेळेस विशिष्ट औषधांमुळेही असा त्रास होऊ शकतो. त्याकडेही लक्ष देणे गरजेचे आहे.

अनारोग्याची सुरुवात होते ती मलावरोधापासून. आपल्या पूर्वजांना हे फार पूर्वीपासून माहीत होते आणि म्हणूनच आयुर्वेदात असे सांगितले आहे की सर्व रोगांची सुरुवात पोटापासून होते. परंतु याचा अर्थ आपल्यापैकी अनेकांना अजिबात समजलेला नाही. सर्व रोगांची सुरुवात पोटात, पोटापासून होते परंतु त्या सुरुवातीची बद्धकोष्ठ ही पहिली पायरी आहे. आणि त्याला हे आपले बिघडलेले सूक्ष्मजीव कारणीभूत असतात. त्यांचे आरोग्य सांभाळणे हे आपले आद्य कर्तव्य आहे. तिकडे आपण दुर्लक्ष केले तर मग पुढे उच्चरक्तदाब किंवा रक्तशर्करा वाढणे या व्याधींना सुरुवात होते. आणि क्रमाक्रमाने दुर्धर व्याधींनी शरीर ग्रासले जाते.

मलावरोधाची (बद्धकोष्ठाची) सामान्य लक्षणे :

- साध्या सोप्या भाषेत बद्धकोष्ठ म्हणजे रोज पोट साफ न होणे किंवा मलावरोध. ढोबळमानाने शौचास अत्यंत कष्टाने होणे, अनियमितता, शौच विसर्जनास जोर लावावा लागणे किंवा कुंथावे लागणे, शौचास झाले तरी पोट पूर्ण साफ झाले नाही अशी भावना असणे, शौचाच्या वेळी पोटात दुखणे, पोट फुगलेले असणे अशी लक्षणे असतात.
- दररोज पोट साफ झाले नाही तर अत्यंत अस्वस्थ वाटते, पोटात गॅस होतो, पोट फुगते.
- पोट डब्ब होते, सुस्ती येते, ढेकरा येतात किंवा गुदद्वारातून वारा सुटतो. भूक नीट लागत नाही आणि त्यामुळे कोणत्याच कामात मन लागत नाही. शौचाला जावेसे वाटते. पण होत नाही.

बद्धकोष्ठ ही पुढील गंभीर रोगांची नांदी आहे आणि वरील लक्षणांवर उपचार म्हणून वेदनाशामक किंवा प्रतिजैविके किंवा इतर रासायनिक औषधे घेतली गेली की आपले यकृत आणि मुत्राशय, स्वादुपिंड, हृदय, पांथरी, मेंदू, फुप्फुसे अशा सर्व मर्मस्थळांवर (vital organs) गंभीर परिणाम होऊन डोके दुखणे, उच्च रक्तदाब, रक्तशर्करा वाढणे, कंपवात, नैराश्य, स्मृतिभ्रंश, असे आजार होतात. इंग्रजीत एक म्हण आहे, A stitch in time saves nine. सुरुवातीलाच पचनसंस्थेची आणि सूक्ष्मजीवांची काळजी घेतली गेली तर पुढील रोगांपासून आपण मुक्त राहतो.

मलावरोधासाठी आपण ग्रहण करणारे सर्व पदार्थ कारणीभूत असतात. अन्नग्रहणात आपली सर्व पंचज्ञानेंद्रिये समाविष्ट असतात. जीभ, त्वचा, कान, नाक, मेंदू-- अर्थात चव, स्पर्श, शब्द, वास, व बुद्धी यांनी जे जे आकलन होते ते सर्व ग्रहण केले जाते. पोटातील अन्न पचून ते वेळीच बाहेर पडत नसल्यास ते शुष्क होते व मलावरोधाला कारणीभूत होते. फवारणी केल्यामुळे असलेली विषे, प्रतिजैविके आणि अन्न टिकवण्याकरता घातलेली प्रतिजैविके अशी अनेक कारणे जिवाणूंचा समतोल बिघडण्यास/ बिघडवण्यास

आणि/किंवा त्यांना बदलण्यास कारणीभूत असतात. परंतु आपण सूक्ष्मजीवांचा आपल्या पचनसंस्थेवर होणारा परिणाम आणि त्यातून निर्माण होणारी बद्धकोष्टता याच्यावर आधी विचार करू

आनुवंशिकता, अयोग्य आहारविहार, आहारातील विविध घटक असे पातळ पदार्थ तंतुमय पदार्थ, पिष्टमय पदार्थ, स्निग्ध पदार्थ, प्रथिने, यांच्यातील समतोल बिघडला विषयुक्त अन्न, शरीरातील सूक्ष्मजिवाणूंचा नाश, कामानिमित्त जीवनात शिस्तबद्धतेचा अभाव, या व इतर अनेक कारणांमुळे बद्धकोष्टाची समस्या उद्‌भवू शकते. शिवाय दैनंदिन जीवनातील ताणतणाव, धावपळ, मानसिक व शारीरिक त्रास, या सर्वांचापण आपल्या पचनसंस्थेवर परिणाम होत असतो.

परंतु या सर्वात अत्यंत महत्त्वाचा घटक, आपल्या शरीरातील जिवाणूंचे स्वास्थ्य राखणे, याबद्दल आपण अनभिज्ञ असतो. सूक्ष्मजीवांचा नाश होण्यास किंवा ते बदलण्यास व त्यांच्यातील वेगवेगळ्या प्रजातींचा समतोल बिघडणे खाणाऱ्या अन्न  या जिवाणूंमध्ये बदल घडण्याची कारणे मागील लेखात दिलेली आहेत. ढोबळ मानाने आपल्या शरीरात विषे अनावधानाने जात असतात, जसे- अन्नधान्य पिकवताना वापरली जाणारी रासायनिक खते, त्यावर येणाऱ्या विविध रोगांना रोखण्यासाठी केलेल्या फवारण्या, बाजारातून आणलेल्या अन्नामधील अन्न टिकवण्यासाठी वापरलेली  रसायने, आजारी पडल्यावर घेण्यात येणारी प्रतिजैविके व विविध रासायनिक औषधे, या सर्वांचा विपरीत परिणाम आपल्या शरीरातील जिवाणूंवर होतो आणि त्यामुळे बद्धकोष्ठाची समस्या उद्‌भवू शकते. या विषयावर अधिक माहिती घेण्यापूर्वी बद्धकोष्ठ कशाला म्हणायचे हे आपण जाणून घेऊया.

बद्धकोष्ठ हा प्रश्न इतका मूलभूत झालेला आहे की त्यावर जगभरातील वैज्ञानिक काम करत आहेत आणि बद्धकोष्ठ आणि सूक्ष्मजीव याच्यावर जागतिक दर्जाच्या वैज्ञानिक मासिकांमध्ये अनेक प्रबंध प्रसिद्ध झालेले आहेत, जे उपलब्ध आहेत.

आपल्या पचनसंस्थेवर काम करणाऱ्या जगातल्या अनेक वैज्ञानिकांनी एकत्र येऊन या प्रश्नाला तडीस नेण्याचे ठरवले. त्यात सर्वप्रथम बद्धकोष्ठ कशाला म्हणायचे याकरता काही वैज्ञानिक मानक ठरवता येईल का याचा विचार केला गेला. आणि त्यातून बद्धकोष्ठाची एक परिभाषा मान्य केली गेली. तिला आजच्या विज्ञानामध्ये रोमन चार हे मानक मानले जाते. वैज्ञानिकांनी बद्धकोष्ठाची पुढील लक्षणे मान्य केलेली आहेत-

काय आहे हे रोमन चार मानक?

रुग्णाला खालीलपैकी एक समस्या सतत सहा महिने असेल किंवा त्यापैकी दोन समस्या तीन महिने सतत असतील तर त्याला बद्धकोष्ठ आहे असे समजले जाते.

१. शौचालयात भरपूर वेळ बसून राहणे, शौचाला गेल्यावर फार जोर लावावा लागरे, शौचाच्या वेळी कुंथावे लागणे, शौच करताना जोर लावावा लागणे.

२. शौच बांधून (केळ्यासारखे एकत्र होत नाही) होत नाहीच. ते कडक असते. बकरीच्या लेंड्यांप्रमाणे असते. तसेच शौचासाठी रेचक द्रव्ये घ्यावी लागणे.

३. पोट पूर्ण साफ झाले नाही अशी भावना होणे.

४. गुदद्वारात शौच बाहेर येण्यास काहीतरी अडथळा होत असल्याची भावना होणे.

५. बोटाने शौच बाहेर काढावे लागणे.

६. आठवड्यातून तीन दिवसांपेक्षा कमी वेळा आपण होऊन शौच न होणे.

७. पोटात दुखून ते फुगणे किंवा आजारी वाटणे.

बऱ्याच वेळा पातळ शौच होणे किंवा काहीही खाल्ल्यानंतर पातळ शौच होणे ही लक्षणे बद्धकोष्ठतेमध्ये गणली जात नाहीत आणि ज्यांना अशा प्रकारच्या तक्रारी असतात त्यांना संग्रहणी झाली असे म्हणू शकतो, पण बद्धकोष्ठ आहे असे मानले जात नाही.

आता आपण बद्धकोष्ठ आणि सूक्ष्म जिवाणू यांचा संबंध काय हे समजून घेऊया-

आपल्या शरीराला लागणारी अनेक पोषणद्रव्ये हे जिवाणू तयार करत असतात. त्यात मग पुढे सरकवण्याकरता लागणारी द्रव्ये, पचनाकरता लागणारे पित्त आणि पित्ताचे विविध प्रकार, पोटात निर्माण होणारे वेगवेगळे वायू जसे मिथेन, हायड्रोजन सल्फाइड वगैरे. आपला आहार योग्य नसला तर पचनक्रियेमध्ये हे अशा प्रकारचे वायू आणि द्रव्ये जी गरजेची नाहीत ती निर्माण होतात. याशिवाय जिवाणूंचे आरोग्य बिघडलेले असेल तर ते योग्य पोषणद्रव्ये निर्माण करू शकत नाहीत. मळ मृदू राहण्याकरता लागणारी द्रव्ये मळात मिसळत नाहीत. याशिवाय जिवाणूंना सहजगत्या पचवता येणारे तंतुमय पदार्थ जेवणात नसतील तर त्यांच्या अभावामुळे मळ पुढे ढकलण्यास सोपे जावे तसा तयार होत नाही. या सर्व कारणांमुळे बद्धकोष्ठ होते. याचाच अर्थ आपल्या आहारावर आपले नियंत्रण असायला हवे. शरीरातील सूक्ष्मजीव कशा रितीने निरोगी राहतील हे आपल्याला माहीत असायला हवे. तंतुमय पदार्थ कोणते खाल्ले तर ते जास्त उपयोगी असतात याचा विचार व्हायला हवा. उदाहरण द्यायचे झाले तर तंतुमय पदार्थांमध्ये तंतूंची लांबी जास्त असणारे पदार्थ आपल्याला फारसे उपयोगाला येत नाहीत. परंतु छोट्या लांबीचे तंतुमय पदार्थ, जसे वरीच्या तांदळासारखी छोटी तृणधान्ये, यांनी आपल्या पचनसंस्थेचे आरोग्य योग्य राखण्यास मदत होते आणि म्हणून आपल्या आहारात त्यांचा योग्य प्रमाणात समावेश व्हायला हवा. आपल्या योग्य आहारासंदर्भात आपण एक वेगळा लेख लिहू.

वैज्ञानिक कोणत्या जिवाणूमुळे बद्धकोष्ठ निर्माण होते हे शोधून काढण्याचा प्रयत्न करत आहेत. बद्धकोष्ठाच्या तक्रारी असलेल्या रुग्णांमध्ये काही जिवाणू अभावाने आढळतात आणि काही जिवाणू जास्त प्रमाणात आढळतात असे आढळून आलेले आहे. जे जिवाणू अभावाने आढळतात ते तंतुमय पदार्थ पदार्थांचे

सेवन करणारे असतात अशी शक्यता दिसलेली आहे. अर्थातच ज्या व्यक्तींच्या आहारात तंतुमय पदार्थांचा अभाव असतो त्यांना बद्धकोष्ठ होण्यास हे जिवाणू कारणीभूत असतात. त्यांची तसेच इतर बद्धकोष्ठांच्या तक्रारींमध्ये काही जिवाणूंची संख्या वाढलेली आढळते. शिवाय, ज्यांना बद्धकोष्ठ झालेले आहे त्यांचा मळ साचून राहिल्यामुळे तिथे जिवाणूंची संख्या प्रचंड प्रमाणात वाढते हेपण आपण लक्षात घेतले पाहिजे. त्यामुळे बद्धकोष्ठ होण्यास नियमित शौचास न जाणे हेपण एक महत्त्वाचे कारण असू शकते. शौचास आल्यानंतर रोखून ठेवणे आणि त्याच्यानंतर शौचास अवरोध होणे हे बद्धकोष्ठासाठी एक फार महत्त्वाचे कारण असू शकते.

उपाय काय?

बद्धकोष्ठ दूर होण्यासाठी काही उपाय करणे गरजेचे आहे. सर्वात प्रथम म्हणजे आपल्या रोजच्या आहारात पातळ पदार्थांचे प्रमाण वाढवले पाहिजे. तसेच, तंतुमय पदार्थ म्हणजे फायबर मिळतील असे पदार्थ खाल्ले पाहिजेत. यात फळे, भाज्या, कठीण कवचाची फळे, कवचासकट (बिना पॉलिश केलेली) तृणधान्ये यांचा समावेश होतो.

आहारात अचानक फायबर वाढवणे त्रासदायक ठरू शकते. काही लोकांना पोट फुगणे किंवा अस्वस्थ वाटू शकते. त्यामुळे फायबरचे प्रमाण हळूहळू वाढवले पाहिजे.

लक्षात ठेवा, सूक्ष्मजीव आपल्यावाचून जगू शकतात, पण आपण त्यांच्यावाचून चार दिवसही जगू शकत नाही.

**– अकल्पिता परांजपे**
भ्रमणध्वनी : ९३२२२ ६४८१५
akalpitaparanjpe@gmail.com

## ड्युसेनबर्ग कार्स

अमेरिकन स्वयंचलित वाहनांच्या आणि विशेषतः मोटारगाड्यांच्या इतिहासात, ड्युसेनबर्ग ऑटोमोबाईल्स नेहमीच प्रतिष्ठित समजल्या जात असत. त्यांची रचना आणि बांधणी अतिशय रेखीव आणि आकर्षक असायची. काही ऑटोमोटिव्ह इतिहासकारांनी ड्युसेनबर्ग ऑटोमोबाईल्सला वैज्ञानिक आद्य रचनाकार म्हटले आहे. हा ड्युसेनबर्गचा मोठाच सन्मान आहे, आणि त्याला ते पात्रही आहेत. ड्युसेनबर्ग नेमप्लेट असलेली पहिली ऑटोमोबाईल सन १९२०मध्ये लोकांसमोर आणली गेली. ड्युसेनबर्ग कंपनी सुरू करणारे दोन भाऊ फ्रेडरिक ड्युसेनबर्ग (१८७६–१९३२) आणि ऑगस्ट ड्यूसेनबर्ग (१८७९–१९५५) होते, त्यांचा जन्म जर्मनीतील लिप्पे येथे झाला होता. ते फ्रेड आणि ऑगी म्हणून ओळखले जात होते. हे दोन भाऊ शेतीतील यंत्रसामग्री दुरुस्त करण्यासाठी प्रसिद्ध होते. पुढे, १९००च्या दशकाच्या सुरुवातीस सायकली बनवण्यासाठी त्यांनी उद्योग सुरू केला. त्यांनी एक रोटरी व्हॉल्व्ह इंजिन विकसित केले होते. ते त्यांच्या सायकल डिझाइनचा एक भाग बनले. सन १९०५ मध्ये फ्रेड ड्युसेनबर्गने दोन–सिलेंडर ऑटोमोबाईलची रचना केली आणि डेस मोइन्स या आयोवाच्या मेसन मोटार कार कंपनीची स्थापना केली गेली. ड्युसेनबर्ग मोटार्स कंपनी नंतर विकसित करण्यात आली. रेस कार बनवण्याचे श्रेय त्यांनाच दिले जाते. तथापि, या उपक्रमात दोन्ही भावांचा आर्थिक सहभाग नव्हता. दोन्ही भाऊ सन १९१९ पर्यंत ड्युसेनबर्ग मोटार्सशी कराराखाली होते. सन १९२१ ते १९३७ पर्यंत, इंडियानापोलिस इंडियानामध्ये ड्युसेनबर्ग्सचे उत्पादन केले गेले. दोन्ही भाऊ आता ड्यूसेनबर्ग ऑटो अँड मोटार्स इंक नावाच्या नवीन कंपनीशी करारात होते, ज्याला त्यांनी ड्युसेनबर्ग नेम प्लेट अंतर्गत कार आणि इंजिन तयार करण्याचे अधिकार विकले. सन १९२० आणि १९३० च्या दशकात, ड्युसेनबर्ग हा ऑटोमोबाईल उद्योगातील राजा होता. त्यांच्या लक्झरी कारची किंमत खूप महाग होती, ८,५००! ड्युसेनबर्ग जाहिरातींनी ती ड्युसेनबर्ग चालवते किंवा 'जगातील सर्वोत्कृष्ट मोटार कार' यासारख्या मथळ्यांचा वापर करून सुंदर आणि देखण्या दिसणाऱ्या पुरुष आणि स्त्रियांनी त्यांची वाहने विकण्याचे चित्रण केले. १९३० च्या दशकात, गॅरी कूपरसारख्या अनेक अभिनेत्यांनी अमेरिकन जनतेला दर्जा आणि प्रतिष्ठा दाखवण्यासाठी ड्युसेनबर्ग मोटारगाड्या खरेदी केल्या होत्या. फ्रेड ड्युसेनबर्ग त्याचे वाहन एका डोंगराच्या रस्त्यावर वेगाने चालवत असताना पालटले आणि त्याच्या मणक्याला दुखापत झाली. सुरुवातीला त्याला बरे होण्याची अपेक्षा होती, तरीही गुंतागुंत निर्माण झाली आणि न्यूमोनियामुळे त्याचा मृत्यू झाला. आज ड्युसेनबर्गबंधूंचे वाहनउद्योगातील योगदान आणि त्याचा इतिहास पुढील अनेक पिढ्यांसाठी अभिमानाने सांगितला जात राहील. त्यांचे यश त्याच्यातच आहे!

# बाळाचा आहार

**डॉ. संगीता गोडबोले**

**प्रत्येक** सजीवाला अन्नाची गरज असते. वाढीसाठी ते आवश्यक तर खरेच पण सजीवतेचे ते लक्षण आहे. मानवाच्या बाबतीत आपण इथे विचार करूया. प्रत्येकाला त्याच्या वयानुसार, त्याच्या वाढीच्या टप्प्यानुसार, आणि त्या त्या वेळच्या गरजेनुसार कमीअधिक प्रमाणात अन्नाची आणि विविध अन्नसत्त्वांची गरज असते. स्त्रीबीजांडातील बीज आणि पुरुष बीजांडातील शुक्राणूच्या संयोगातून निर्माण झालेल्या पेशींपासून माणसाच्या जन्माची कहाणी सुरू होते. चाळीस आठवड्यांनंतर मातेच्या गर्भाशयातून बाहेरील जगाच्या वातावरणात हा जन्माचा प्रवास सुरू होतो. या कालावधीत अनेक स्थित्यंतरे घडतात.

या सर्वात महत्त्वाचे असते ते गर्भाचे पोषण.

गर्भावस्थेतील पोषणाची जबाबदारी असते ती मातेवर. आणि म्हणूनच मातेचा आहार, तिची मानसिक अवस्था यावर गर्भाची वाढ अवलंबून असते. गर्भाच्या कुपोषणासाठी अपूर्ण रक्तपुरवठा वा इतरही काही कारणे आहेत, पण आपण इथे अन्नाचा विचार करणार आहोत. गर्भावस्थेतील बारा आठवडे पूर्ण झाले की प्लासेंटा किंवा वारेची पुरेशी वाढ झालेली असते, त्यापासून निघणाऱ्या नाळेतून बाळाला आईच्या रक्तातून अन्नसत्त्वे मिळतात. म्हणून आईने आता स्वतःचे आणि गर्भाचे अशा दोन जिवांचे पोषण व्हावे अशा प्रकारे आहारात बदल करायला हवा असतो. यामध्ये प्रोटिन, फॅट्स, कर्बोदके, जीवनसत्त्वे यांच्याशिवाय अत्यंत सूक्ष्म प्रमाणात लागणारी पण आवश्यक असणारी काही द्रव्ये लागतात. ती नियमित आणि चौरस आहारातून मिळतात.

आपापल्या आवडीनुसार आणि शाकाहारी-मांसाहारी आहाराच्या सवयीनुसार अन्नातूनच ती जास्तीत जास्त जावीत असा प्रयत्न करायला हवा असतो. शिवाय लोह, कॅल्शियम, कमी पडणारी प्रोटिन, जीवनसत्त्वे यांचाही डॉक्टरी सल्ल्यानुसार वापर नियमितपणे केला गेला तर बाळाचे पोषण हा प्रश्न उद्भवत नाही. गमतीची बाब अशी असते, की गर्भावस्थेत बाळ हे परजीवी (पॅरासाईट) म्हणून जगते. त्यामुळे लोहाचे प्रमाण आईकडे कमी असेल तरी त्याला हवा तेवढा भाग ते तसेही शोषून घेते, पण हे प्रमाण अधिककमी असेल तर आईबरोबर बाळही कुपोषित होते. गर्भावस्थेत कुपोषण झाले तर बाळ कमी वजनाचे आणि कमी प्रतिकारशक्ती असलेले जन्मास येते. त्याची बौद्धिक वाढही इतरांपेक्षा कमी होते.

लोहाच्या गोळ्या आणि कॅल्शियमच्या गोळ्या एकत्र किंवा दुधाबरोबर घेऊ नयेत. तिन्हींचाही परिणाम कमी होतो. लोहाची गोळी आणि सी जीवनसत्त्व असणारे फळ लिंबू, संत्र एकत्र सेवन केल्यास फायद्याचे ठरते. आता मी किती जास्त खाऊ असा प्रश्न पडतो तेव्हा नेहमीपेक्षा चार घास जास्त खावेत. एका वेळेस खूप खाल्ले जात नसेल तर दर दोन तासांनी काहीतरी खावे, त्यात जंक फूड, अती तेलकट पदार्थ नकोत आणि फळांचा, काकडी-टोमॅटो, गाजर यांचा समावेश असायला हवा असतो.

चार-पाच बदाम, काजू, पिस्ते यांच्यासारख्या ड्राय फ्रूटचा रोजच्या आहारात आलटूनपालटून समावेश असावा. रोज खजुराच्या दोन ते तीन बिया खाव्यात. ड्रायफ्रूटना शेंगदाणे, गूळ अथवा चिक्की, चण्याची डाळ, गूळ, चणे हा चांगला आणि स्वस्त पर्याय आहे. काही खाल्ल्यानंतर उलटी झाली तरी पुन्हा थोड्या वेळाने काहीतरी खावे. आवळा, लिंबूरस किंवा सरबत यांचा समावेश असावा. आवळा हा कोणत्याही स्थितीत म्हणजे कच्चा, शिजवलेला, गोड/खारा असो, तो सी जीवनसत्त्व देणारा पदार्थ आहे. दूध जात नसेल किंवा आवडत नसेल तर तितक्याच दुधाचे विरजण लावून दही तयार करून आंबट होण्याआधी फ्रीजमध्ये न ठेवता तसेच अथवा घुसळून घट्ट ताक करून प्यावे. दह्यामुळे सर्दी होते हा गैरसमज आहे. उलट ते पचनास सोपे असते.

दिवस गेले ही बातमी कळली की लगेचच नारळपाणी देऊ का प्रश्न विचारला जातो ते चालेल, पण ते रोज पिणे

अत्यावश्यक आहे असे मुळीच नाही. द्रवपदार्थ मात्र पुरेसे घेतले गेले पाहिजेत. बाळ जन्मल्यानंतर जितक्या लवकर त्याला आईचे दूध देता येईल तितक्या लवकर ते सुरू करावे. त्यामुळे गर्भाशयातील वातावरणातून बाहेरच्या जगातील प्रवेश सुकर होतोच, शिवाय आई आणि मूल यातील बंधही अधिक लवकर तयार होतो. याशिवाय गर्भाशयाची आकुंचन प्रक्रियाही लवकर होते आणि रक्तस्त्राव कमी होतो, हे मातेला होणारे फायदेही असतात.

स्तनपान हे बाळाला भूक लागली की किंवा ठरावीक वेळानंतर अशा दोन पद्धतीने देता येते. पहिल्या महिन्यात एकदा पोट भरल्यानंतर बाळ साधारणपणे दोन तासांनी पुन्हा भुकेले होते. त्यानंतर हळूहळू हा कालावधी वाढत जातो. बाळाचे वजनही वाढू लागते. मातेचे दूध हे माणसाच्या मुलासाठीच खास बनवले असल्यामुळे ते त्याचे नैसर्गिक अन्न ठरते. ते तयार करावे लागत नाही आणि आवश्यक त्या ठरावीक तापमानास उपलब्ध असते. ते ताजे असून त्यात रोगाप्रतिकारक शक्तीही असते. त्यामुळे बाळाला फारसे आजारपण येत नाही. फ्लुराईड आणि व्हिटॅमिन डी या दोन गोष्टी सोडल्यास मातेचे दूध हे सर्वगुणसंपन्न म्हणावे लागेल. दोन महिन्यांनंतर प्रत्येक स्तनपानावर पोसल्या जाणाऱ्या बाळाला व्हिटॅमिन डी द्यावे लागते. बाळ मोठे होते तसतशी ही गरज बदलत जाते. सुरुवातीला साधारण सहा महिन्यापर्यंत मातेच्या दुधातून लोहसुद्धा पुरेसे मिळते. चौथ्या महिन्यापासून हळूहळू इतर अन्नाचाही समावेश करावा लागतो. पहिल्या वर्षात बाळाची नाट्यमय वाढ होते. जन्मतः असलेल्या वजनात तिप्पट वाढ आणि उंचीत ५०% वाढ होत असल्याने त्याच्या आहारातही त्याप्रमाणात वाढ होत राहते. याच काळात त्याला नव्या चवींची ओळख करून द्यावी लागते.

शरीर आणि मेंदूची वाढ अर्थात बौद्धिक क्षमताही वाढण्याचा हा काळ असतो (तक्ता क्रमांक १). या झपाट्याने होणाऱ्या वाढीसाठी पुरेशी पोषक द्रव्ये आवश्यक असतात. ती योग्य प्रमाणात न मिळाल्यास शारीरिक आणि बौद्धिक वाढीवर परिणाम होऊ शकतो. तोंडात दात नसणे, पचनसंस्था पुरेशी प्रगत नसणे आणि बाळाची काळजी घेणारी व्यक्ती यांचाही यावर परिणाम दिसून येतो. बाळाला लागणाऱ्या ऊर्जेच्या गरजेचे प्रमाण ठरावीक असते. ती अधिक झाल्यास वजन प्रमाणापेक्षा अधिक वाढते आणि कमी पडल्यास आवश्यक वजनापेक्षा कमी होते. पहिले तीन महिने बाळाला फक्त मातेचे दूध पुरेसे असते. परंतु वजन वाढत नसेल, दूध पाजल्यावरही बाळ रडतच असेल तर डॉक्टरांना विचारून त्या त्या वयास उपयुक्त असे एक तर फॉर्म्युला मिल्क अथवा गायीचे/म्हशीचे पाश्चराइज्ड दूध त्यातील फॅट किती आहेत याचा विचार करून द्यावे.

चौथ्या महिन्यात भाताची पातळ पेज थेंबभर तुपासह सुरुवातीस एकदा, नंतर दोनदा अशा प्रकारे देता येईल. तिचा पातळपणाही कमी करत आणता येईल. चार महिने होता होता मुगाची डाळही तांदळात घालून शिजवून हिंग, हळद, थोडेसे तूप घालून चालू करता येते. हळूहळू सफरचंद, संत्र अशा फळांचे रस चालू करता येतील. नाचणीचे सत्त्व, रवा, खीर असे पदार्थ चालू करता येतील. प्रत्येक वेळी साधारण एक नवा पदार्थ सुरू करावा. गोड एके गोड किंवा फक्त दूध घातलेलाच पदार्थ देणे टाळावे. वेगवेगळ्या चवी त्यांना दाखवायला हव्यात. तसेच, एकदा देऊन तर ते खाल्ले नाही म्हणून ते आवडतच नाही हा भ्रमही टाळावा. कधी कधी जाडसर पदार्थ गिळणे बाळाला सुरुवातीला सवय नसल्याने अवघड जाते किंवा त्यातले अर्धे तोंडाबाहेर येते. त्यामुळे खायला घालणाऱ्याला थोडा दम हवा! या मऊसर सेमीसॉलिड डाळतांदळाच्या खिचडीत गाजर/बीट/बटाटा, दुधी भोपळा अशा पूर्ण शिजणाऱ्या भाजीचा तुकडा शिजतानाच टाकता येतो. मीठ कमी प्रमाणात असावे. कारण अधिक प्रमाण ठेवल्यास किडनीवर ते अनावश्यक मीठ शरीराबाहेर टाकण्याची जबाबदारी येऊन पडते.

आता हे पदार्थ किती द्यावेत, तर एखादा घास शिल्लक राहील इतपत, कारण बाळाचे पोट भरले की ते आवडले म्हणून मोठ्या माणसांसारखे विनाकारण जास्त खात नाही! शिवाय असे घट्ट पदार्थ चालू केल्यावर पाणी देणेही आवश्यक असते. सुरवातीला दर दोन तासांनी दूध पिणारे बाळ आता खिचडीसारखे घट्ट पदार्थ सुरु केल्यावर तीन तासांनी अन्न खाऊ लागते. दोन वेळा जेवणाच्या वेळी हे द्यावे. मध्ये इतर वेळी फळांचे रस, रव्याची खीर, नाचणी सत्त्व, गोड अथवा खारी आरारूट पेज असे पदार्थ द्यावेत. हळूहळू उपमा, शिरा यांचा समावेश करावा. अशा तऱ्हेने बाळाला नऊ ते बारा महिन्यांपर्यंत सर्व पदार्थ थोड्या थोड्या प्रमाणात चालू केल्यास जेवणासाठी बाळ त्रास देत नाही.

तक्ता क्रमांक १ – बालकाच्या वयाप्रमाणे वजन आणि उंची प्रमाण तक्ता

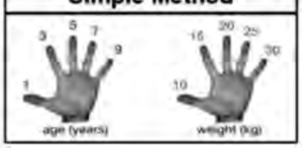
**Pediatric Weight Formula**

| Best Guess Formula | |
|---|---|
| Age | Weight (kg) |
| < 1 yr | [age in mo + 9] / 2 |
| 1-4 yr | 2 x [age in yr + 5] |
| 5-14 yr | 4 x age in yr |

| APLS Formula | |
|---|---|
| Age | Weight (kg) |
| < 1 yr | [0.5 x age in mo] + 4 |
| 1-5 yr | [2 x age in yr] + 8 |
| 6-12 yr | [3 x age in yr] + 7 |

| Weech's Formula | |
|---|---|
| Age | Weight (kg) |
| 3-12 mo | [age in mo + 9] / 2 |
| 1-6 yr | [2 x age in yr] + 8 |
| 7-12 yr | [7 x age in yr - 5] / 2 |

**Simple Method**



बाळाला गुटी देणे वाईट नाही, पण त्यातील बदाम, खारीक, मुरडशेंग, जायफळ यांचे प्रमाण प्रमाणित करणे अवघड असते. शिवाय त्याला दमटपणामुळे बुरशी येण्याचा संभव असतो. त्यामुळे बदाम उगाळायचा आसेल तर उरलेला बदाम आईला देऊन रोज नवा घ्यावा. शिवाय आता तयार गोळ्याही मिळू लागल्या आहेत. आजीचा बटवा उपयुक्त असला तरी ते अनुभवावरही अवलंबून असते, हे लक्षात घेतले पाहिजे. एक वर्ष झाल्यानंतर बाळाला सगळे पदार्थ खायला द्यायला हरकत नाही. फक्त अजून तोंडात दात पूर्णपणे आले नसल्याने मऊ करून अथवा छोटे तुकडे करून अन्न द्यावे, हळूहळू त्याला स्वतःच्या हाताने खायला द्यायलाही सुरुवात करावी.

हाताने खाताना आरंभी ते सांडणार, थोड्याफार अन्नपदार्थांचा नाश होणार हे गृहीत धरून स्वतः खाण्यातल्या आनंदाची आणि समाधानाची गोडी त्याला अनुभवू दिली तर ते आई आणि बाळ दोघांनाही सुखाचे होते. एक वर्षानंतर बाळाच्या वाढीचा वेग मंदावतो आणि ओघाने अन्नाचे आवश्यक प्रमाणही कमी होते. यात गमतीचा भाग असा की वाढ होत असताना हालचाली अधिक होत जातात, त्यामुळे पहिल्या वर्षाच्या तुलनेत अन्नाची गरज कमी होत नाही. वयाच्या पहिल्या आणि दुसऱ्या वर्षीच्या खाण्याच्या सवयी पुढे परिणाम दाखवत राहतात.

मुलाने हे असे आणि असेच खाल्ले पाहिजे या आई-वडिलांच्या संकल्पना आणि हट्ट बऱ्याचदा मुलाला आणि आईवडील दोघांनाही त्रासदायक ठरतात. त्यांच्या आवडीनिवडी, घरातील इतर कुणाची आवडनिवड, आईकडे जास्त वेळ नसल्यामुळे खायला पुरेसा वेळ न देणे, घाईघाईने खा असे मागे लागणे, अन्न पुरेशा प्रमाणात तयार नसणे, नावडतेच अन्न सतत देणे यांचाही परिणाम होतो. बाळाच्या भुकेचा आदर करा. कधी कधी त्याने कमी खाल्ले तर अती जबरदस्ती करू नका. जेवणाच्या वेळी वातावरण प्रसन्न असणे गरजेचे आहे. बाळाला चिऊकाऊचे घास भरवण्याची पद्धत अशासाठी महत्त्वाची होती, की छोटे छोटे घास, आईआजीचा सहवास, निसर्गातल्या पक्षीप्राण्यांची ओळख आणि गोष्टीत रमलेले बाळ मग आनंदाने खातेही! गोष्ट छोटी असली तरी महत्त्वाची आहे.

दैनंदिन आहारातील काही पोषक घटकांच्या कमतरतेमुळे होणाऱ्या आजाराला कुपोषण म्हणतात. हा संसर्गजन्य आजार नाही. बालकांच्या आहारातील कर्बोदके, प्रथिने, जीवनसत्त्वे, खनिजे यांच्या कमतरतेमुळे होणारा आजार आहे. कुपोषणाचे तीन प्रकार आहेत.

१. वयाच्या मानाने वजन कमी

२. वयाच्या मानाने उंची कमी

३. सूक्ष्म घटकांशी संबंधित कुपोषण (खनिजे आणि जीवनसत्त्वांचा अभाव.)

बाळाचे वजन किती असावे हे मोजण्यासाठीचे सूत्र-

**बारा महिन्यापर्यंत**

(महिन्यात वय + ९) / २

उदाहरणार्थ, सहा महिन्यांच्या बाळाचे वजन

(६+९/२=७.५ किलो)

**१ ते ५ वर्षे**

२ (वय वर्षे + ५)

उदाहरणार्थ, तीन वर्षांच्या मुलाचे वजन २ (३+६)=१८ किलो असायला हवे.

**५ ते १४ वर्षे** ४ वय वर्षे

उदाहरणार्थ, सहा वर्षाच्या मुलाचे वजन ४ x ६ = २४ किलो असायला हवे.

बाळ चिडचिड करू लागले, विनाकारण सतत रडू लागले, बाळाचे वजन कमी होऊ लागले किंवा त्यात वाढ होणे थांबले, वजनवाढ थांबली आणि उंची वाढणे थांबले, बाळ सतत आजारी पडू लागले, अंगावर सूज येऊ लागली, अशक्त दिसू लागले, फिकुटलेले दिसू लागले तर बाळ कुपोषणाचा बळी ठरत आहे असे समजावे.

जीभ लालसर दिसणे. कमी तिखट पदार्थही अधिक तिखट लागून आग होणे, हिरड्यांतून रक्त येणे, अंगावर पुरळ येणे, चेहऱ्यावर पांढरट डाग दिसणे यांसारखी लक्षणे दिसल्यास वैद्यकीय सल्ला घ्यावा. नियमित वजन आणि उंची यांचे मोजमाप ठेवावे. जितक्या लवकर ही कुपोषणाची लक्षणे कमी होतील तितकी लवकर बाळाची वाढ पुन्हा पूर्ववत होईल. शारीरिक आणि मानसिकदृष्ट्या सशक्त सुदृढ बाळ असणे यासारखे दुसरे सुख नाही.

आईच्या हातात सतत मोबाइल, आणि त्याचे दुष्परिणाम, जंक फूड त्याचे दुष्परिणाम हे सारे लक्षात घेऊन आपल्या बाळाला सुदृढ ठेवणे हे केवळ कर्तव्य न समजता आपल्याही आनंदाचा भाग समजल्यास बाळाचा आहार आणि पोषण हे सहजसाध्य ठरेल.

अन्न हे पूर्णब्रह्म

उदरभरण नोहे जाणिजे यज्ञकर्म..

हे सत्य असले तरी या यज्ञातील आहुती या सर्वसमावेशक अन्नाच्या असाव्यात आणि बाळासाठी त्या हव्याहव्याशा चवीच्याही असायला हव्यात. शेवटी आनंद आणि समाधानासाठी तर सारा खटाटोप असतो ना!

**– संगीता गोडबोले**

sgodbolejoshi@gmail.com

# शतायुषी होण्यासाठी आपण तयार आहोत का?

**श्याम तारे**

१०० वर्षांचे आयुष्य जमेला धरले तर आपल्याला किमान ६० वर्षे किंवा त्याहून अधिक वर्षे काम करावे लागेल. परंतु या काळात आपण जे काम करणार आहोत, ते वेगळ्या पद्धतीचे असेल आणि महत्त्वाचे म्हणजे या दीर्घ आयुष्याच्या वेगवेगळ्या टप्प्यांवर भरपूर लवचीकता बघायला मिळणार आहे.

**आपल्या** जीवनातील काही क्षणांचा विचार केला आणि त्यावर अभ्यास केला तर बहुतांश लोकांच्या समोर काही क्षण असे असतात की ज्यावेळी 'आपण इथवर जगलोच कशाला?' हा ज्याचे उत्तर त्यांना देता येत नाही असा प्रश्न उभा राहतो. काही क्षण असे असतात की वाटते आणखी काही वर्षे मिळाली तर संसारातील काही गोष्टींचा निकाल लावता येईल. प्रत्यक्षात असे काही घडेलच असे सांगता येत नाही. या दोन्ही उदाहरणांमध्ये दीर्घायुष्य मिळावे की मिळू नये याबद्दल केवळ मतभेदच नव्हे तर घनघोर प्रसंग समोर उभे राहू शकतात या बाबीदेखील आपल्याला परिचित आहेत.

कल्पना करा, की आपले वय आता ५० वर्षे किंवा त्याच्या आसपास आहे आणि आपण निरोगी आहात. तपासणी नियमित करीत आहात आणि त्यात उणे दुणे काहीही निघालेले नाही. अशा वेळी दीर्घायुष्य तज्ज्ञ तुम्हाला सांगतील की तुम्ही अंदाजे नव्वदी गाठू शकाल असे दिसते. पूर्वीच्या काळात व्हायचा तसा आजकालच्या जगात केवळ शतायुषी होऊन गिनेस बुकमध्ये नावाचा समावेश होऊ शकत नाही. कारण शंभरी ओलांडलेले अनेक जण आहेत. त्यामध्ये आपला नंबर लागणे कठीणच!

आपल्या मनावर असे ठसवले गेले आहे की बहुतांश मंडळींना जितका अधिक काळ जिवंत राहणे शक्य आहे तेवढे राहायचे आहे कारण विवाह, अर्थ, जनन (जन्म), अन्न, मरण (मृत्यू) या पाच बाबी परमेश्वर अथवा असामान्य शक्तीने आपल्या हाती ठेवल्या आहेत आणि जशी ज्याची वेळ येईल तसे त्याला जावे लागते. आपली इच्छा असली तरी आपल्याला जगता येत नाही आणि इच्छा नसली तरी जगावेच लागते ही जीवांची अवस्था आहे.

असे असले तरी आपण एका बाबीचा विचारच करीत नाही. ती अशी, की समाजामध्ये अशी शतायुषी माणसे पूर्वी अपवादात्मक असायची. आज जणू सैन्य तयार व्हावे इतक्या संख्येने ती आपल्याला दिसताहेत आणि जिवंत असल्याचे लक्षण म्हणून आपल्याशी संवाद साधू शकत आहेत.

हे सगळे सांगायचे कारण असे की अमेरिकेतील स्टॅनफोर्ड विद्यापीठाच्या मनोविज्ञानशास्त्र विभागाच्या प्राध्यापक आणि स्टॅनफोर्ड दीर्घायुष्य केंद्राच्या संचालिका डॉ. लॉरा कार्स्टेनसेन यांनी नुकताच '**आयुष्याचा नवा नकाशा**' या शीर्षकाचा एक अहवाल प्रसारित केला आहे. यात त्यांनी जो मुख्य मुद्दा मांडला आहे तो असा की 'शतायुषी जीवन' आपल्यासमोर उभे आहेच, आपण मात्र त्यासाठी तयार असल्याचे दिसत नाही.

या संशोधन अहवालाची सुरुवात २०१८ मध्ये झाली आणि यासाठी दोन महनीय प्रतिष्ठानांनी आर्थिक मदत केली होती. या संशोधनचमूमध्ये शैक्षणिक, वैज्ञानिक तसेच इतर अनुषंगिक विषयांतले ५० तज्ज्ञ होते. येथे वृद्धत्वाकडे मार्गक्रमण सुरू केलेल्या लोकसंख्येच्या बाबतीत निर्माण होणारे प्रत्यक्ष सामाजिक, सांस्कृतिक आणि आरोग्यासंबंधीचे प्रश्न यांचा अभ्यास सुरू झाला. या अभ्यासात २०१७ साली केले गेलेले एक सर्वेक्षण होते. यात स्पष्टपणे असे म्हटले होते की वृद्धत्वाकडे जाणारे बहुतांश लोक वार्धक्याबद्दलच्या व्यापक भीतीने ग्रस्त असून विशेषत: अल्झायमर आणि स्मृतिभ्रंश यांच्यासोबतच त्यांना आपल्याजवळ आवश्यक तेवढी बचत नाही ही भावनाही छळते.

तज्ज्ञ मंडळींचा हा संवाद त्यातील गहन प्रश्नांमुळे एक बहुआयामी अशा संशोधनाचा विषय असल्याचे सर्व तज्ज्ञांनी मान्य केले आणि एक नवी मोहीमच जणू सुरू झाली. या मोहिमेत आरोग्याशिवाय ज्या घटकांचे मोजता येण्याजोगे परिमाण कमी आहे अशा जीवनाची पूर्तता, वृद्धी आणि जीवनाचा हेतू यांचाही प्राथमिकतेने आणि संपूर्णपणे अभ्यास केला जायला हवा असे ठरले.

डॉ. लॉरा कार्स्टेनसेन यांनी आपल्या संस्कृतीचा विचार

करीत असताना वृद्धत्वाकडे मार्गक्रमण सुरू केलेल्या मंडळींशी आपण कसे गुंफून राहू शकतो आणि आरोग्याच्या बाबतीतले सातत्य कायम राखतानाच आपण समाधानी कसे होऊ शकतो याबद्दलचे विचार मांडले. यासाठी आपल्याला अधिक काम करावे लागेल आणि प्रसंगी विजयाच्या निशाणापर्यंत पोचताना आपली सजग वृत्ती कायम ठेवावी लागेल.

आपली पालकत्वाची वर्षे ही नेमकी आपल्या सर्वोच्च कमईच्या वर्षांमध्येच कशी असतात, हा एक प्रश्न आहे आणि आज तरी त्याचे उत्तर देता येणार नाही. मात्र नुकत्याच आलेल्या एका माहितीनुसार आपले आठवड्याचे कामाचे दिवस आणि तास कमी होणार अशी लक्षणे आहेत. काही देशांत त्याची सुरुवातदेखील झाली आहे. यातच वय वाढत जाईल तेव्हा आपले कामाचे तास वाढले तरी कदाचित हरकत असणार नाही. ती तडजोड असेल दीर्घायुष्यासाठी...

डॉ. लॉरा कार्स्टेनसेन पुढे म्हणतात, की भविष्यात असे घडू शकेल की नोकरीला ठेवणारे आणि ठेवू शकणारे मालक देखील मान्य करतील की लोक आता ६० आणि ७० या वयात काम करू शकतात आणि त्यांची इच्छादेखील आहे. अशा वेळी उत्पादनक्षम आणि समर्पित असे हे कर्मचारी सामावून घेण्यासाठी नवी धोरणे अमलात येऊ शकतील.

शंभर वर्षांचे आयुष्य जमेला धरले तर आपल्याला किमान साठ वर्षे किंवा त्याहून अधिक वर्षे काम करावे लागेल. परंतु या काळात आपण जे काम करणार आहोत ते वेगळ्या पद्धतीचे असेल. आणि महत्त्वाचे म्हणजे या दीर्घ आयुष्याच्या वेगवेगळ्या टप्प्यांवर भरपूर लवचीकता बघायला मिळणार आहे, असे त्या म्हणतात.

मग आयुष्याची ही दुसरी इनिंग किंवा गेलाबाजार अपवादसुद्धा मानली जाणार नाही तर सर्वसाधारण असेल. आपल्या पूर्वजांनी 'म्हातारा उतुका न अवघे पाउणशे वयमान...' असे जणू भविष्यच सांगून ठेवले होते की काय असा भास व्हावा.

आयुष्यातील ५० वर्षे वयाच्या वळणानंतर ज्यांनी आपल्या उपक्रमाची सुरुवात केली आणि जगभरात प्रसिद्धी मिळवली त्यांच्यामध्ये कोकाकोलाचे संशोधक जॉन स्टिथ तसेच मॅकडोनाल्डचे रे क्रॉक यांचा समावेश आहे. १९६८ मध्ये 'इंटेल' या कंपनीची स्थापना करणारे रॉबर्ट नॉइस यांचेही नाव घेता येईल. भारतातही अशी माणसे आहेत आणि त्यांची प्रचंड कामगिरीसुद्धा आहे. काही काळापूर्वी जे अशक्य वाटत होते अशी कामे आता थेट ८० आणि ९० या वयातील माणसे करीत आहेत आणि त्यांची संख्या वाढती आहे.

डॉ. लॉरा कार्स्टेनसेन यांनी यापुढील पिढ्यांना उपयुक्त ठरेल अशी भविष्यवाणी करून ठेवली आहे. त्या म्हणतात की अशा लोकांसाठी विविध प्रकारची कामे आणि नोकऱ्या उपलब्ध असतील. अशा वेळी एकाच कंपनीमध्ये दोन पिढ्यांमधले कर्मचारी सोबत काम करत आहेत असे दिसेल. मानवाच्या इतिहासात प्रथमच असे दिसेल की आपले आयुष्य आणि आपली कामाची जागा येथे पाच पिढ्या बघता येतील.

वयस्क कर्मचारी स्थिर वृत्तीचे आणि अनुभवी असतात तर त्या मानाने तरुण कर्मचारी यांच्याकडे नावीन्यपूर्ण विचार करण्याची क्षमता असते असे एका संशोधनात आढळले आहे. या आंतरपिढीच्या सामर्थ्याचा विचार केला तर नोकरी देणाऱ्यांना त्यांच्या कामगारवर्गाबद्दल पुनर्विचार करावा लागेल. दोन पिढ्यांनी एकत्र काम करणे यशस्वी होणार आहे आणि त्यासोबतच किंबहुना त्याचा परिणाम आपल्या सामाजिक वर्तुळावर होण्याची शक्यता आहे.

परंतु एक प्रश्न आहेच. तरुणाईच्या मनात अशा भविष्याबद्दल सकारात्मक कल्पना निर्माण होणार नसतील तर ही तरुणाई कदाचित शतायुषी आयुष्याकडे वळणार नाही. दोन किंवा अधिक पिढ्यांनी तयार झालेले समाज ज्येष्ठ वयाच्या नागरिकांच्या मानसिक अधिकाराखाली असलेले म्हणजे आज आपण ज्या समाजामधून आलो आहोत तसेच ठरण्याची शक्यता आहे. वृद्धापकाळामध्ये आनंदी राहायचे असेल तर व्यापक कुटुंब आणि समाज या कल्पनांशी तडजोड करावीच लागेल. तरुणाईशी संपर्क माणसाला तरुण राहायला मदत करतो हे तर ब्रह्मवाक्य मानले गेले आहे. त्यामुळे अशी वयस्क माणसे नव्या कल्पनांमध्ये वावरतील आणि त्यांच्या विचारात सकारात्मक बदल होईल. आपण आयुष्यभर विद्यार्थीच राहायला हवे हे त्यांना पटेल.

आणखी एक विचारात घेण्यासारखी बाब म्हणजे वयाच्या विशीमध्ये शिक्षण संपते असा विचार करणे सोडावे लागेल. कारण आपल्या मेंदूला नेहमी प्रेरणा हवी असते. ती मिळाली तर तो उत्तम काम करतो. जे लोक सतत कशात ना कशात गुंतलेले असतात त्यांना सहसा म्हातारपण येत नाही आणि त्यामुळे म्हातारचळ लागण्याचा प्रश्नच नसतो.

दीर्घायुष्याशी यशस्वी बांधिलकी ही केवळ आपल्यावर अवलंबून नसते. त्यात कुटुंब आणि समाज यांचा सहभाग असणे जसे गरजेचे असते तसेच आर्थिक ताण आणि सामाजिक भेदभाव नसला तर यश सहज मिळू शकते. त्यातच व्यावहारिक आरोग्याचे महत्त्वदेखील अपार आहे. शारीरिक आणि मानसिक स्वास्थ्य असेल तरच सकारात्मक वार्धक्य शक्य आहे.

मनोविज्ञान विषयाच्या तज्ज्ञ असल्यामुळे डॉ. लॉरा कार्स्टेनसेन यांचा आणखी एक विचार मनाला स्पर्शून जाणारा आहे.

'तुम्ही वर्गात बसले आहात असे तुमच्या मेंदूला कळत नाही मात्र काहीतरी नवीन प्रेरणा मिळते आहे हे नक्की कळते. त्यामुळे शिक्षण हे कुठेही मिळवणे शक्य आहे. अट फक्त एकच आणि ती म्हणजे नवीन प्रेरणेसाठी तयार असणे...'

**– श्याम तारे**
shyamtare@gmail.com

# सूक्ष्मजीवांच्या जगात

**डॉ. राजेंद्र देवपूरकर**

**पृथ्वीवरच्या** जैविक विविधतेवर सातत्याने अभ्यास होत आला आहे. त्यातून पुढे आलेले काही निष्कर्ष परस्परविरोधी आहेत. एका अभ्यासानुसार २०११पर्यंत असा कयास होता की ह्या आपल्या ग्रहावर प्राणिविविधता सर्वाधिक आहे. अगदी अलीकडे २०१७च्या एका संशोधनामध्ये जीवाणू (bacteria) विविधता सर्वाधिक असल्याचे प्रतिपादन करण्यात आले आहे. (तक्ता क्रमांक १). सतराव्या शतकापर्यंत डोळ्यांना न दिसणाऱ्या सजीवांचा माणसाला पत्ताच नव्हता. अँटोनी व्हॉन ल्युवेनहॉक ह्या डच संशोधकाने काचेच्या भिंगापासून सूक्ष्मदर्शक बनवून सूक्ष्मजीवांचे आपल्याला दर्शन घडवले. अँटोनी लिवेनहॉक हे सूक्ष्मजीवशास्त्राचे जनक म्हणून ओळखले जाऊ लागले.

तक्ता क्रमांक १ – पृथ्वीवरील जैवविविधतेसंबंधी विविध निष्कर्ष (टक्केवारी)

| | सन १९९२ | सन २०११ | सन २०१७ |
|---|---|---|---|
| प्राणी | ७३.१ | ९०.५ | ७.३ |
| वनस्पती | १७.६ | २.८ | ०.०२ |
| कवके | ४.९ | ५.६ | ७.४ |
| सूक्ष्मजीव | ०.४ | ०.१ | ७८ |
| आदिजीव | ४.१ | १.० | ७.३ |

आज एकविसाव्या शतकापर्यंत सूक्ष्मजीवांच्या अभ्यासामध्ये अत्यंत प्रभावी नवनवीन तंत्रे उपलब्ध झाली आहेत. प्रकाशीय सूक्ष्मदर्शकातून सूक्ष्म जीवाणूंचे निरीक्षण, मग इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शक. प्रयोगशाळेत जीवाणूंचे संवर्धन, मग संवर्धित न होणाऱ्या जीवाणूंचा शोध, गुणसूत्रांच्या अभ्यासातून सूक्ष्मजीवांचा अभ्यास अशी विविध तंत्रे विकसित झाली आणि अजूनही विकसित होत आहेत. अर्थातच जैविक विविधतेसंबंधी नवनवीन निष्कर्ष हा त्याचा स्वाभाविक परिणाम आहे. ल्युवेनहॉक ह्यांना आधुनिक सूक्ष्मजीवशास्त्राचे जनक मानले जात असले तरी विविध मानवी संस्कृतींमध्ये सूक्ष्मजीवांच्या अस्तित्वाबद्दल माहिती होती, आणि त्यांचा वापर करण्याची कला विकसित झाली होती. दुधापासून दही हे त्याचे उत्तम उदाहरण म्हणता येईल. दासबोधात श्री रामदासस्वामींनी सूक्ष्मजीव निरूपण नावाचा समास लिहिला आहे. ल्युवेनहॉक यांच्या आधी साधारण शंभर वर्षे हा समास लिहिला गेला होता. अर्थात त्यावेळी प्रयोगांची जोड नव्हती, तसेच रॉयल सोसायटीसारख्या प्रथितयश वैज्ञानिक संस्थेने प्रयोगांचे संकलन करण्यास सुरुवात केली, तशी सोय रामदासांच्या काळात नव्हती! त्यामुळे अशा ह्या सूक्ष्मजीवांची माहिती आपण करून घेऊयात.

**सूक्ष्म जीवांचे प्रकार :** जीवाणू (Bacteria), विषाणू (Virus), शैवाल (lgae), बुरशी (Fungus), आदिजीव (Protozoa) असे सूक्ष्मजीवांचे ढोबळ प्रकार केले जातात. या प्रत्येकाबद्दल आपण निश्चितच स्वतंत्रपणे विस्तृत माहिती करून घेणार आहोतच. त्यापूर्वी ह्या डोळ्यांना न दिसणाऱ्या सूक्ष्मजीवांची माहिती कशासाठी करून घ्यायची हा प्रश्न खरोखरच अधिक सयुक्तिक आहे असे वाटते. झाडे, प्राणी, पक्षी किडेमकोडे ह्यांची गोष्टच निराळी आहे. ते सर्व आम्हाला दिसतात, आमच्या उपयोगी पडतात आणि हिंस्र किंवा त्रासदायक असतील तर त्यांचा बंदोबस्त कसा करायचा, त्याच्यासाठी त्यांची माहिती असणे जरुरीचं आहे. त्यांचा अभ्यास करण्यासाठी ही अशी सहजसाधी स्पष्टीकरणे आहेत. मग न दिसणाऱ्या सूक्ष्मजीवांबद्दल आमची भूमिका कशी असायला हवी आणि ती का?

आपल्या शरीरात आपल्या पेशींपेक्षा हे जीवाणूच संख्येने अधिक आहेत! सर्व सजीवांचे (प्राणी–पक्षी–वनस्पती) शरीर

असंख्य पेशींपासून बनलेले असते आणि म्हणून आपण त्यांना बहुपेशीय सजीव म्हणतो. अमीबा, जीवाणू हे मात्र एकपेशीय सजीव आहेत. माणसाच्या शरीरात ३० ट्रिलियन म्हणजे ३० x $१०^{१२}$ एवढ्या स्वतःच्या पेशी आहेत तर ४० ट्रिलियन म्हणजे ४० x $१०^{१२}$ एवढ्या संख्येने जीवाणूपेशी आहेत. ह्या सूक्ष्मजीवांना एकत्रितपणे Human Microbiome म्हणून संबोधतात. येथे आपण त्यांना 'निवासी जीवाणू' म्हणूयात आपल्या शरीराच्या आरोग्यामध्ये ह्या Microbiomeचे अनन्यसाधारण महत्त्व असल्याचे आधुनिक संशोधनातून स्पष्ट होत आहे. आपल्या चयापचयक्रियांमध्ये (metabolism), आपल्या रोगप्रतिकारक (immune system) संस्थेच्या कार्यामध्ये हे 'निवासी जीवाणू' मोलाची भूमिका बजावतात. आपल्याला त्याच्यापासून जीवनसत्त्वे (vitamins) मिळतात. निवासी जीवाणूमुळे रोगजंतूंना शरीरात मुक्काम ठोकणे अवघड होते, आणि आपल्याला रोगापासून काही अंशी संरक्षण मिळते. सूक्ष्म जीवाणूविरहित उंदरांवर प्रयोग केले असता असे दिसून येते की त्या उंदरांचे आरोग्य प्रचंड प्रमाणात खालावते.

आपले शरीर आपल्याला आपले वाटत असले तरी ते कोट्यवधी सूक्ष्मजीवांसाठी त्यांचेच घर असते. माणूस आणि जीवाणू यातील हे सहजीवन काळाच्या ओघात उत्क्रांत होत गेले. सूक्ष्मजीवांसाठी हे सहजीवन अतिशय महत्त्वपूर्ण असते, कारण त्यांना आसरा आणि अन्न दोन्ही आपल्याकडून मिळतात. हे असंख्य सूक्ष्मजीव आपली मदतही करत असतात, तर कधी कधी आपल्यासाठी समस्याही निर्माण करत असतात. सुदैवाने समस्या निर्माण करणाऱ्या सूक्ष्मजीवांची संख्या ही मदत करणाऱ्या सूक्ष्मजीवांच्या संख्येपेक्षा खूप कमी असते. त्यामुळे सूक्ष्मजीवांची ही दुनिया ही आपल्याला मदत करणारीच आहे असे म्हटले पाहिजे. बालक जन्मले की त्याच्या इवल्याशा शरीरात सूक्ष्मजीवांची सृष्टी निर्माण होण्यास सुरुवात होते. आईच्या दुधातून त्याच्या शरीरात जीवाणूंचे विरजण लावले जाते. या विरजणात प्रामुख्याने बिफिडोबॅक्टेरिया नावाच्या जीवाणूंचा समावेश असतो. बालकाच्या वाढीत, त्याच्या प्रतिकारशक्तीचा विकास होण्यासाठी आणि मेंदू व चेतासंस्थेच्या जडणघडणीत सूक्ष्मजीवांचा सहभाग असतो आणि तो अतिशय महत्त्वाचा असतो. तरुण वयात शरीरातील सूक्ष्मजीव पूर्ण विकसित झालेले असतात. प्रत्येक व्यक्तीच्या शरीरातील सूक्ष्मजीवसृष्टी ही त्याच्यासाठी एकमेव स्वरूपाची असते. एकाच इमारतीत एकसारखी निवासस्थाने बांधली तरी प्रत्येक निवासस्थानाची आतली सजावट, सुखसोयी ह्या जशा वेगवेगळ्या असतात, तसेच विविध शरीरांमध्ये अवयव तेच असले तरी ही सूक्ष्मजीवसृष्टी मात्र वेगवेगळी असते. व्यक्तींमध्ये जे फरक असतात, त्याच्या अनेक महत्त्वाच्या कारणांपैकी ह्या सूक्ष्मजीवसृष्टीचे वेगळेपण हे एक कारण असते. रोगप्रतिकारकप्रणाली आणि पचनसंस्थेतील जी नित्यकार्ये असतात, नित्य रासायनिक क्रिया होत असतात, नित्य बदल होत असतात, त्या सर्वांमध्ये जे वेगळेपण येते, त्यात सूक्ष्म जीवसृष्टीचा सहभाग असतो. प्रतिजैविके आणि आहारातील विविध प्रकारचे पदार्थ यांच्यामुळे आपल्या शरीरातील या सूक्ष्मजीवांच्या सृष्टीत कधी कधी बदल होऊ शकतात.

सूक्ष्म जीवाणू आपल्या परिसरातील जैविक पदार्थांचे विघटन करतात. कार्बन, नायट्रोजन, फॉस्फरस, सल्फर अशा अनेक मूलद्रव्याच्या स्थित्यंतरामध्ये सूक्ष्मजीवाणूंचा फार मोठा वाटा असतो. सर्व सजीवांना ही मूलद्रव्ये योग्य त्या स्वरूपात मिळणे जरुरीचे असते आणि म्हणून मूलद्रव्याच्या स्थित्यंतरामधील जीवाणूंचे कार्य सर्व सजीवांसाठी अत्यंत महत्त्वाचे ठरते. नत्रवायूचे स्थिरीकरण, फॉस्फरसच्या अविद्राव्य स्वरूपाचे विद्राव्य स्वरूप करणे, पोटॅशियम ह्या मूलद्रव्यांचा वनस्पतींना पुरवठा करणे ह्या महत्त्वाच्या कार्यामुळे सूक्ष्मजिवाणूंचे शेतीमध्ये फार महत्त्व आहे. किंबहुना ह्या जीवाणूंशिवाय शेती अशक्यप्राय आहे. ह्याशिवाय आपण सूक्ष्मजीवांचे औद्योगिक प्रमाणावर संवर्धन करून त्यांच्यापासून प्रतिजैविके, जीवनसत्त्वे, अमिनो आम्ले, संप्रेरके, आणि विकरे (enzymes) अशा अगणित उपयोगी रसायनांचे उत्पादन करतो.

खरे तर सूक्ष्म जीवाणू हे आपले मित्र आहेत. नव्हे आपण त्यांच्या जिवावर जगत आहोत. एकूण जीवाणूंपैकी फार तर ४-५% जीवाणू हे रोगकारक (pathogenic) आहेत. पण दुर्दैवाने (अर्थात साहजिकच) ह्या रोगकारक जंतूंकडे आपले लक्ष प्रथम गेले आणि मग सूक्ष्म जीवाणू म्हणजे रोगजंतू असे समीकरण झाले. चांगली गोष्ट ही की अधिकाधिक अभ्यासामुळे आपल्याला सूक्ष्मजीवाणू हे नुसतेच उपयोगी नव्हे तर आपल्या अस्तित्वासाठी, गुणवत्तापूर्ण जीवनासाठी, चांगल्या आरोग्यासाठी आवश्यक असल्याचे लक्षात आले आहे. सूक्ष्म जीव विविध क्षेत्रांचे अविभाज्य घटक तर आहेतच, त्याशिवाय त्यांची सुप्त गुणवत्ता संशोधनक्षेत्राला नेहमीच आकर्षित करत आहे. 'सूक्ष्मजीवांना काहीही अशक्य नाही' या अर्थाचे 'मायक्रोबियल इनफॅलिएबिलिटी' तत्त्व सूक्ष्मजीवशास्त्राचा अभ्यास करताना सांगितले जाते. आय.टी. क्षेत्राचा जो आपल्या रोजच्या जीवनात सहभाग आहे, त्यामुळे भौतिक जीवन सुखी होत आहे, तद्वतच सूक्ष्मजीवांच्या सहभागामुळेही आपल्या जीवनशैलीची गुणवत्ता वाढली आहे. म्हणूनच या मालिकेतून आपण सूक्ष्मजीवांबद्दल माहिती करून घेऊया.

**आपला डोळा, प्रकाशीय सूक्ष्मदर्शक (Light Microscope) आणि इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शक (Electron Microscope)** : साध्या किंवा नुसत्या डोळ्यांना दिसत नाहीत ते सूक्ष्मजीव ही झाली साधी व्याख्या. म्हणजे सर्व सजीवांचे आकारमानामुळे दोन

गट झाले - डोळ्यांना दिसणारे आणि डोळ्यांना न दिसणारे. डोळ्यांना दिसणे हा कळीचा मुद्दा आहे तर मग त्याबद्दल आधी माहिती घ्यायला हवी. आपल्या ३० सेंटिमीटरच्या मोजपट्टीवर आपल्याला एक मिलीमीटर सहज दिसतो. त्यापेक्षा लहान आकार आपल्याला दिसत नाही. अमीबा हा एकपेशीय सजीव १ मिलीमीटरच्या आसपास आहे. ह्या एका मिलीमीटरचा १/१००० वा भाग म्हणजे एक मायक्रोमीटर. जीवाणू किंवा बॅक्टेरियाचे मोजमाप हे १-२ मायक्रोमीटरच्या जवळपास असते. १ मिलिमीटर ही जर डोळ्याची क्षमता आहे तर मग जीवाणूची १०००पट मोठी केलेली प्रतिमा आपल्याला दिसू शकेल, नाही का? नेमके हेच १००० पट मोठी प्रतिमा करण्याचे काम सर्वसाधारण प्रयोगशाळेतील प्रकाशीय सूक्ष्मदर्शक (Light Microscope) करतो. आता एखाद्या विषाणूच्या आकारमानाबद्दल माहिती घेऊ. विषाणू तर १ मायक्रोमीटर-पेक्षाही लहान असतो. उदाहरणार्थ, लाळ्या खुरकत (Foot and Mouth) हा खुरे असलेल्या (गाय/म्हैस वा शेळी/बकरी) जनावरांचा एक रोग विषाणूंमुळे होणारा आहे. त्या विषाणूंचा आकार आहे ००.०१ मायक्रोमीटर! आता प्रकाशीय सूक्ष्मदर्शक याची १००० पट म्हणजे १० मायक्रोमीटर एवढी प्रतिमा तयार करेल, पण तीही आपल्या डोळ्यांच्या क्षमतेपेक्षा (१ मिलीमीटरपेक्षा) कमी आहे. त्यामुळे विषाणू पाहण्यासाठी प्रकाशीय सूक्ष्मदर्शक अपुरा पडतो. त्यासाठी लागतो इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शक (Electron Microscope) जो १०,०००,००० पट मोठी प्रतिमा बनवू शकतो.

प्रकाशीय सूक्ष्मदर्शकामध्ये प्रकाशकिरण आणि काचेच्या विविध भिंगांद्वारे प्रतिमा बनते तर इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शकामध्ये इलेक्ट्रॉनचे किरण आणि (काचेच्या भिंगाऐवजी) चुंबकीय क्षेत्रे (Magnetic fields) ह्याचा वापर केलेला असतो. इलेक्ट्रॉनचे किरण हे प्रचंड शक्तिशाली आहेत आणि म्हणूनच इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शकामध्ये निर्वात वातावरण (vacuum) असते. इलेक्ट्रॉन-निर्मितीची व्यवस्था, निर्वात वातावरणाची व्यवस्था, चुंबकीय क्षेत्रांची व्यवस्था, इलेक्ट्रॉन किरणांची प्रतिमा प्रकाशीय प्रतिमेत रूपांतरित करावी लागते, त्यासाठीची व्यवस्था आणि इतर गरजांमुळे इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शक प्रकाशीय सूक्ष्मदर्शकापेक्षा महाग असतो. (प्रकाशीय सूक्ष्मदर्शक २०,००० ते ५०,००० रुपये तर इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शक १० लाख रुपये). ह्याशिवाय इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शक वापरण्यासाठी प्रशिक्षित तज्ज्ञाची गरज असते.

**सूक्ष्मजीव सक्षम जीव** : अत्यंत लहान आकाराचा सूक्ष्मजीवांना फारच फायदा मिळतो. भूमितीच्या नियमाने एखाद्या लहान गोळ्याचे पृष्ठफळ/आकारमान हे गुणोत्तर मोठ्या गोळ्यापेक्षा खूप जास्त असते. पेशीच्या आत पोषक द्रव्ये जाणे आणि पेशींमधील त्याज्य द्रव्ये बाहेर जाणे ह्या क्रिया पृष्ठफळाशी संबंधित आहेत. पेशीचे आकारमान लहान आणि पृष्ठफळ मोठे ह्यामुळे द्रव्यांची पेशीच्या आतबाहेर होण्याची क्रिया अत्यंत प्रभावी आणि गतिशील होते. त्याचा अंतिम परिणाम म्हणजे पेशीच्या वाढीचा वेग वाढतो. नेमके ह्यामुळे सूक्ष्मजीवांची वाढ आणि पुनरुत्पादन हे मोठ्या पेशीपेक्षा खूपच वेगाने होते. एका जीवाणूचे दोन जीवाणू होण्यासाठी १० ते २० मिनिटे पुरू शकतात तर माणसाच्या शरीरातील एका पेशीच्या दोन पेशी होण्यासाठी साधारणतः ५ ते १५ तास लागतात.

दर १० मिनिटाने जीवाणूचे विभाजन होऊन दोन जीवाणू निर्माण होत असतील तर एका जीवाणू पासून २४ तासामध्ये २ x २ x २ - असे १४४ वेळा २ चा गुणाकार ($2^{144}$) एवढे सूक्ष्मजीवाणू निर्माण होतील. उघड्या जखमेत, आपल्या शरीरात सूक्ष्मजीवांची अशी वेगाने वाढ म्हणजेच रोगास कारण असते. उघड्या अन्नपदार्थांमध्ये सूक्ष्मजीवांची अशी वेगाने वाढ म्हणजेच अन्नपदार्थांचे नासणे, कुजणे होय.

अर्थात अशा वेगाने वाढणाऱ्या सूक्ष्म जीवाणूंचा आपण कचराव्यवस्थापन, जैविक रसायनांचे (प्रतिजैविके, जीवनसत्त्व इत्यादी) औद्योगिक प्रमाणावर उत्पादन ह्यासाठी अतिशय उत्तम वापर करून घेतो.

सूक्ष्म आकारामुळे सूक्ष्म जीव भोवतालच्या वातावरणाशी जुळवून घेण्याच्या बाबतीतही अधिक सक्षम ठरले. त्यामुळे अती थंड तपमानापासून ते अती उष्ण तापमानास वाढणारे सूक्ष्मजीव आहेत. अती क्षार, अती आम्ल, अती अल्कली अशा वातावरणातही सूक्ष्मजीव आढळतात.

**जीवाणूंचे वास्तवस्थान :** जीवाणू कोठे आढळतात ह्या प्रश्नाचे उत्तर ते कोठे आढळत नाहीत ह्या प्रश्नानेच द्यावे लागेल. जीवाणू सर्वत्र आढळतात. जमिनीतील मातीत, भोवतालच्या हवेत, पाण्यात, प्राणी-वनस्पती ह्यांच्या शरीरावर, आपल्या शरीरात असे सर्वत्र जीवाणू आढळतात.

**जीवाणू पेशी वर्गीकरण :** जीवाणू म्हणजेच बॅक्टेरिया हे एकपेशीय सजीव आहेत. साधारणतः गोलाकार (spherical) दंडाकृती (rod shaped) किंवा सर्पिल (spiral) असे जीवाणूंचे आकार असतात. त्यांची लांबी १ ते २ मायक्रोमीटर तर व्यास ०.५ ते १ मायक्रोमीटर असतो. स्टॅफिलोकॉकस (Staphylococcus), स्ट्रेप्टोकॉकस (Streptococcus) हे गोलाकार जीवाणू तर इस्करिशिया (Escherichia), साल्मोनेला (Salmonella) हे दंडाकृती जीवाणू आहेत. सर्पिल जीवाणूंना स्पायरोचीट (Spirochete) असे संबोधले जाते. तक्ता क्रमांक २ मध्ये सजीवांचे वर्गीकरण दाखवले आहे. त्याप्रमाणे व्हिटेकर ह्या संशोधकाने पाच प्रमुख गटांपैकी जीवाणूंसाठी मोनेरा (Monera) असा गट केला होता; ह्याशिवाय इतर सूक्ष्म

**तक्ता क्रमांक २ – सजीवांचे वर्गीकरण**

| व्हिटेकर १९५९ | वोसे १९९० | कॅवेलीयर स्मिथ १९९८ | कॅवेलीयर स्मिथ २०१५ |
|---|---|---|---|
| ५ राज्ये | ३ विभाग | २ साम्राज्ये, ६ राज्ये | २ साम्राज्ये, ७ राज्ये |
| मोनेरा | विभाग १ – जिवाणू | साम्राज्य १ – जिवाणू | साम्राज्य १ – जिवाणू |
| | | साम्राज्य १ – आदिजीव | साम्राज्य १ – आर्किया |
| प्रोटिस्टा | | साम्राज्य १ – क्रोमिस्ट | साम्राज्य १ – आदीजीव |
| वनस्पती | विभाग २ – आर्किया | | साम्राज्य १ – क्रोमिस्ट |
| कवके | | साम्राज्य २ – वनस्पती | साम्राज्य २ – वनस्पती |
| | विभाग ३ – युर्कॅरिय | साम्राज्य २ – कवके | साम्राज्य २ – कवके |
| प्राणी | | साम्राज्य २ – प्राणी | साम्राज्य २ – प्राणी |

जीवांसाठी प्रोटिस्टा (protista), फंजाय असे गट केले होते. सध्या वनस्पती (Plants) आणि प्राणी (nimals) असे दोन प्रमुख भाग (Empires) आणि त्याचे सात उपभाग (Kingdoms) असे सर्व सजीवांचे वर्गीकरण मान्य केले आहे. नव्या वर्गीकरणाप्रमाणे जीवाणूंचे बॅक्टेरिया (Bacteria) आणि आर्किया (Archaea) असे भाग सर्वमान्य आहेत. अगदी सुरुवातीच्या काळात म्हणजे १८०० ते १९७०पर्यंत जीवाणूंचा आकार, त्यांच्या रंगद्रव्याशी (stains and dyes) होणाऱ्या क्रिया ह्या गुणधर्मांना प्रमाण समजून वर्गीकरण केले जात असे. पुढील काळात जीवाणूंच्या चयापचय पद्धती (metabolism), जीवाणूंमधील जैवरासायनिक घटकपदार्थ ह्यांनाही प्रमाण समजून वर्गीकरण केले गेले. सध्या मॉलिक्युलर बायॉलॉजी विकसित झाल्यामुळे काही जनुकांच्या (16S rRNA, 23S RNA, ITS region, gyrB) घटकाच्या अभ्यासावरून केलेले जीवाणूंचे वर्गीकरण सर्वमान्य आहे.

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

## शास्त्रज्ञांची भांडणे

सन १८०० च्या दशकाच्या उत्तरार्धात आणि १९०० च्या सुरुवातीच्या काळात डायनासोरच्या शोधाच्या वावटळीत दोन संशोधकांनी डायनो जीवाश्मांच्या शोधात एकमेकांवर कुरघोडी करण्यासाठी विविध डावपेचांचा वापर केला. येल युनिव्हर्सिटीच्या पीबॉडी म्युझियममधील जीवाश्मशास्त्रज्ञ ओथनीएल चार्ल्स मार्श आणि फिलाडेल्फिया, पेन येथील ॲकॅडमी ऑफ नॅचरल सायन्सेसमध्ये काम करणारे एडवर्ड ड्रिंकरकोप यांनी या संशोधनास मैत्रीपूर्ण सुरुवात केली, परंतु ते लवकरच एकमेकांचा तिरस्कार करू लागले. एका जीवाश्म–शिकार सहलीवर, मार्शने एका विशिष्ट जीवाश्म खड्ड्याच्या रक्षकांना त्यातील जीवाष्म फक्त आपल्यालाच मिळावेत म्हणून लाच दिली. दुसऱ्या एका मोहिमेवर, मार्शने कोपच्या एका मोहिमेवर हेर पाठवले होते. त्यांनी एकमेकांविषयी अफवा पसरवल्या, की त्यांनी एकमेकांचे शोध रोखण्यासाठी एकमेकांच्या जीवाश्म परिसरात डायनामाईट लावले! त्यांनी अभ्यासपूर्ण लेखांमध्ये एकमेकांचा जाहीर अपमान करण्यात, खिल्ली उडवण्यात तर वृत्तपत्रांमध्ये एकमेकांवर आर्थिक गैरव्यवहार आणि अयोग्यतेचे आरोप करण्यात अनेक वर्षे घालवली. तरीही, या दोन्ही संशोधकांनी जीवाश्मविज्ञानाच्या क्षेत्रात मोठे योगदान दिले: स्टेगोसॉरस, ट्रायसेराटॉप्स, डिप्लोडोकस आणि ॲपॅटोसॉरस यांसारखे आयकॉनिक डायनासोर त्यांच्या प्रयत्नांमुळे सापडले.

महाराष्ट्र प्रदूषण नियंत्रण मंडळ

LiFE
Lifestyle for Environment

Azadi Ka Amrit Mahotsav

सिंगल यूज प्लॅस्टिकला
**नकार द्या**
**#ChooseLiFE**

# खरेदीला जाताना प्लॅस्टिकच्या पिशव्या न वापरता कापडी पिशव्या वापरा.

Scan the QR Code to know more

moefcc Moefcc moefccgoi moef.gov.in