

ऑगस्ट - सप्टेंबर ०९

शैक्षणिक

# संदर्भ

अंक ५९

शिक्षण आणि विज्ञान  
यात रुची असणाऱ्यांसाठी



**संपादक :**

नीलिमा सहस्रबुद्धे, प्रियदर्शिनी कर्वे  
नागेश मोने, संजीवनी कुलकर्णी

**विश्वस्त :**

नागेश मोने, नीलिमा सहस्रबुद्धे,  
प्रियदर्शिनी कर्वे, मीना कर्वे,  
संजीवनी कुलकर्णी, विनय कुलकर्णी,  
रामचंद्र हणबर, गिरीश गोखले.

**साहाय्य :**

ज्योती देशपांडे, यशश्री पुणेकर,  
स्वाती केळकर.

**अक्षरजुळणी :**

न्यू वे टाईपसेटर्स अँड प्रोसेसर्स

**मुखपृष्ठ मांडणी, छपाई :**

रमाकांत धनोकर, ग्रीन ग्राफिक्स.

एकलव्य, होशंगाबाद यांच्या सहयोगाने  
हा अंक प्रकाशित केला जात आहे.

शैक्षणिक

# संदर्भ

अंक ५९

ऑगस्ट-सप्टेंबर ०९

**पालकनीती परिवारसाठी**

**निर्मिती आणि वितरण : संदर्भ**

पत्ता : संदर्भ, १३१/२९, वंदना अपार्टमेंट्स,  
ब्लॉक नं. ९, आयडियल कॉलनी,  
कोथरूड, पुणे ३८. दूरध्वनी : २५४६१२६५  
ई-मेल : sandarbh.marathi@gmail.com

**पोस्टेजसहित**

**वार्षिक वर्गणी रु. १२५/-**

**ऑक्टोबर २००९ पर्यंत.**

**त्यानंतर वर्गणी रु. २००/-**

**अंकाची किंमत : रुपये २०/-**

मुखपृष्ठावर सातपुडा पर्वतातील  
खडकांचे चित्र आहे. अग्निजन्य  
आणि वालुकाश्म खडकांबद्दल  
अधिक माहिती वाचा पान २९  
वर. मागील कव्हरवर २२ जुलै  
०९ रोजी झालेल्या सूर्यग्रहणाच्या  
वेळी टिपलेली छायाचित्रे. लेख  
वाचा पान २० वर.



## प्रिय वाचक,

शैक्षणिक संदर्भला आता दहा वर्षे झाली. १९९८ सालच्या दिवाळीमध्ये आम्ही शैक्षणिक संदर्भची पूर्वतयारी म्हणून दोन नमुना अंक काढण्यासाठी कामाला लागलो. त्यानंतर सर रतन टाटा ट्रस्टचे अनुदान मिळाले आणि ऑगस्ट ९९ मध्ये ट्रैमासिकाचा पहिला अंक प्रकाशित झाला.

या काळात सर्व वाचक, लेखक, देणगीदार यांचा तर आधार होताच शिवाय युनिसेफने दिलेली यवतमाळ व चंद्रपूर जिल्ह्यातील शाळांची वर्गणी आणि सर रतन टाटा ट्रस्टचे अनुदान यामुळे आजपर्यंत फारशी वर्गणी न वाढवताही आम्ही जवळजवळ सर्व अंक वेळेवारी काढून पाठवू शकलो.

गेल्या तीन वर्षांपासून फक्त कागद, डीटीपी, छपाई एवढासुद्धा खर्च वर्गणीमधून देता येईनासा झाला आहे. लेखकांना आणि संपादकांना मानधन दूरच. इतरही सर्व खर्च संदर्भ गटाने अनुदानित पद्धतीने चालवला आहे. यापुढे खर्च भागवण्यासाठी वर्गणी वाढवावी लागते आहे. ऑक्टोबर २००९ नंतर वार्षिक वर्गणी रु. २००/- होत आहे.

आमच्या आधीच्या वाचकांसाठी मात्र विशेष योजना म्हणून

पुढील वर्षाचीही वर्गणी रु. १२५/- इतकी स्वीकारू.

मात्र ही ऑक्टोबर ०९ च्या आधीच भरावी लागेल.

२ वर्षांची रु. २५०/-, ३ वर्षांची रु. ३७५/-

ऑक्टोबर ०९ पर्यंत भरल्यास स्वीकारली जाईल.

तुमची वर्गणी पुढे केव्हाही संपत असली, तरी तुम्ही त्यापुढच्या वर्षभरासाठी वर्गणी ऑक्टोबरमध्येच भरू शकता, कारण वर्गणीतली सवलत ऑक्टोबरपर्यंतच आहे. त्यानंतर वार्षिक वर्गणी रु. २००/- होईल याची कृपया नोंद घ्यावी. त्याचबरोबर आपल्याकडून देणग्यांचेही स्वागत आहे. संदर्भ सोसायटीला दिलेल्या देणग्यांना ८०जी कलमाखाली आयकर सवलत मिळते, याची कृपया नोंद घ्यावी. आपले असेच सहकार्य यापुढेही मिळेल ही आशा. धन्यवाद.

**संपादक, शैक्षणिक संदर्भ**

# अनुक्रमणिका

शैक्षणिक संदर्भ अंक - ५९

-  'प्रकल्प पाहिजेत' ? हे घ्या ..... ३
- उंच माझा झोका गं ..... ७
-  जैविक विश्व फक्त पृथ्वीवरच का ? ..... १३
- सूर्यग्रहण ..... २०
-  खडक : अग्निजन्य आणि वालुकाश्म ..... २९
- टोळधाडीचे रहस्य ..... ३४
  - वनस्पती आणि खनिजांची कमतरता ..... ३९
-  सम आणि विषम ..... ४७
- स्टेम सेल म्हणजे काय ? ..... ४९
  - परग्रहनिवास ..... ५८
  - 'मांसाहार' निषिद्ध ? ..... ६४
  - खास पाहुणा आपल्या भेटीला ..... ७१
  - सूची ..... ७९
-  हे लेख शालेय पाठ्यक्रमाला पूरक आहेत.

# ‘प्रकल्प’ पाहिजेत ? हे घ्या !

लेखक : विनय र. र.

‘प्रकल्प’ हा शब्द पूर्वी प्रकल्पकर्त्यांना प्रेरणा द्यायचा, राज्यकर्त्यांना विकासाचे समाधान द्यायचा आणि प्रकल्पग्रस्तांना सर्वस्व उखडले जाण्याची धास्ती बसवायचा. त्यात आजही फारसा फरक पडलेला नाही परिस्थितीत काही बदल झाला आहे तो शैक्षणिक वर्तुळात. इथे ‘प्रकल्प’ धडकी भरवतो शिक्षकांना. नवीन ‘शिक्षा’ नीतीमध्ये विद्यार्थ्यांकडून ‘प्रकल्प’ करून घेणे बंधनकारक आहे. ‘प्रकल्प’ पद्धतीने शिक्षण सकस होते हे निर्विवाद. पण, केव्हा ?

मुळातच शिक्षण सकस होते ते शिकणाऱ्याची इच्छा आणि शिकविणाऱ्याची तळमळ यांचा संयोग झाला की ! द्रोणाचार्याची मातीची मूर्तीही मग गुरू होते, शिकण्याची जबर इच्छा असणाऱ्या एकलव्याची ! गुरू नसतानाही शिकता येते पण शिष्य नसताना शिकविता येत नाही. गुरू असेल तर शिष्याच्या कुवतीनुसार, समजुतीनुसार शिक्षणाचे कार्य सुरळीत होते. आश्रमात शिकणाऱ्या शिष्यांना केवळ लिहिणे-वाचणे आकडेमोड एवढ्यापुरतेच शिक्षण मिळायचे नाही तर जगण्याचेच शिक्षण अहोरात्र मिळायचे.

त्याचप्रमाणे ‘प्रकल्प’ करण्याच्या माध्यमातून विविधतापूर्व शिक्षण मिळण्याची संधी प्राप्त झाली आहे.

## प्रकल्पग्रस्त

‘प्रकल्प’ प्रकरणामुळे अनेक शिक्षक प्रकल्पग्रस्त झालेले आढळतात. प्रत्येकाच्या वर्गात साठ ते सत्तर विद्यार्थी. प्रत्येकाला वेगवेगळा प्रकल्प द्यायचा. एवढे प्रकल्प आणायचे तरी कुठून ? शिक्षण मार्गदर्शिका, पाठ्यपुस्तके, स्वाध्यायमाला, सेल्फ स्टडी वगैरे गोष्टींच्या वापरातून काही प्रकल्प मिळतात पण ते पुरेसे नसल्याची तक्रार अनेक शिक्षक करतात. शिवाय प्रत्येक विद्यार्थ्याला स्वतंत्र प्रकल्प असल्याने, त्यांचे लिखाण करून घेणे, त्या प्रकल्पांच्या वह्या तपासणे, ही कामे अनेक पटींनी वाढतात. निबंध, गृहपाठ त्यामानाने तपासायला सोपे जाते कारण प्रश्न एकाच प्रकारचे असतात. त्यांची नमुना उत्तरे असतात. त्यात बसणाऱ्या उत्तरांना गुण द्यायचे ; त्या बाहेरच्या उत्तरांना गुण द्यायचे नाहीत. ही पद्धत सोपी म्हणजे डोक्याला विचाराचा त्रास नाही. या उलट प्रकल्प म्हणजे अनेक प्रश्न, अनेक उत्तरे, अनेक प्रकार, अनेक विचार — गुणपट्टी

थिटी पडते. खरं तर त्यामुळेच शिक्षकांना नवीन काही शिकण्याची संधी मिळते. ताजे वेगळे अनुभव मिळतात, तेही अनायासे.

काही शिक्षकांना प्रकल्प शोधण्याचा ताण येतो. त्याचे एक कारण म्हणजे त्यांना सर्व विद्यार्थ्यांना आपणच प्रकल्प पुरविले पाहिजेत असे वाटते. आपल्या विद्यार्थ्यांचे प्रकल्प पूर्ण करून घेण्याची जबाबदारी आपली असल्याने आणि तो कामाचा डोंगर खरोखरच मोठा असल्याने त्याचे दडपण येते. आईला आपल्या लेकरांबाबत वाटणाऱ्या काळजीशी याची तुलना करता येईल. एक-दोन मुलांच्या आईच्या काळजीच्या तुलनेत त्रैशिक मांडून साठ-सत्तर विद्यार्थ्यांच्या शिक्षकांच्या काळजीचे प्रमाण खरोखरच दडपण आणणारे आढळून येईल.

काळजी घेणे आणि काळजी करणे यातला फरक समजून घेतला तर पालकत्व सुजाण होते. अवलंबन आणि स्वावलंबन यातला फरक वर्तनात आला तर नागरिकत्व सुजाण होते. त्याच धर्तीवर प्रकल्प करायला देणे आणि प्रकल्प करू देणे यातला फरक ध्यानात आला तर शिक्षकांवरचा भार कमी होईल.

**विषय कसा सुचणार ?**

विद्यार्थ्यांना प्रकल्प करू देण्यासाठी पहिली पायरी म्हणजे त्यांना प्रकल्प सुचू देणे. आपल्याला काय करायचे आहे, हे विद्यार्थ्यांच्या मनातूनच उमटले तर ते करण्याची प्रेरणा अंतर्मानात सतत राहिल. त्याच्या जोरावर प्रकल्पाचे काम सतत

करण्याची आणि पूर्ण करण्याची शक्यता वाढेल. त्या अनुभवांमधून नवे काही शिकायला मिळेल. अनेकदा शिक्षणाच्या बांधीवणामुळे काही नवे, वेगळे करण्याची भावना कोमेजून जाऊ शकते. एक प्रयोग करून पहा. तुम्ही तुमच्या समोर असणाऱ्या लोकांच्या किंवा विद्यार्थ्यांच्या गटाला कागद आणि रंग देऊन 'कोणतेही' चित्र काढायला सांगा. 'कोणतेही' म्हटल्यावर काही जण 'कोणते चित्र काढू ?' असे विचारतील. तरीही 'कोणतेही' असेच म्हणा. बघा कोणी कोणी कोणकोणती चित्रे काढली आहेत. माझ्या अनुभवानुसार, बऱ्याच जणांनी एकाच प्रकारचे चित्र काढलेले असेल, ते म्हणजे - त्रिकोणी डोंगर, उगवता सूर्य, सर्पाकार नदी, एखादे झाड, एखादी झोपडी, चारच्या आकारातले पक्षी आणि असेच काही. संधी मिळाल्यावरही बरेच जण तिचा वापर काही नवीन स्वतःचे असे करण्यासाठी करतीलच याची खात्री नाही.

**नेहमीच्या शिक्षणात असे स्वतःचे नवे काही करायला वाव थोडाच असतो. अक्षर, शब्द, आकडे, वाक्ये, व्याकरण, प्रयोग, पाठे तसेच्या तसे काढायला लागणारच पण निबंध, चित्र, कल्पनाविस्तार करताना तोच पठडीबद्धपणा कशाला हवा ? जिथे शक्य आहे तिथे कल्पना करायला, त्या अंमलात आणायला वाव दिला पाहिजे. एखाद्याने ज्ञानेश्वरी पाठ केली आणि जशीच्या तशी सांगितली किंवा लिहिली म्हणजे तो**

ज्ञानेश्वर होत नाही. विज्ञानाच्या पुस्तकात सांगितलेले प्रयोग जसेच्या तसे सिद्ध झाले म्हणजे करणारी व्यक्ती वैज्ञानिक होत नाही. ज्ञानेश्वरीचे निरूपण करताना ज्ञान वाढते. विज्ञानाचे प्रयोग करताना अपेक्षेपेक्षा वेगळी निरीक्षणे आली तर ती का वेगळी आली याचा मागोवा घेण्यासाठी धडपडून पुन्हा पुन्हा प्रयोग करणारी व्यक्ती वैज्ञानिक बनते. प्रकल्प या संकल्पनेत ही शक्ती आहे.

माझी मुलगी शाळेत होती तेव्हाची गोष्ट. तिने एकदा शाळेतून आल्या आल्या सांगितले, “आम्हाला प्रकल्प करायला सांगितलाय. कोणता करू ?” मी विचारले “कोणत्या विषयाचा ? कोणत्या धड्यावर ?” ती म्हणाली “असं काही नाही. कोणताही करायला सांगितलाय.” मी म्हणालो, “मग, कोणताही कर.” ती म्हणाली, “पण, कोणता ?” “मी म्हणालो “तुला दिसेल तो.” ती म्हणाली मला सगळंच दिसतंय.” इथे मला पोपटाचा डोळा आणि अर्जुनाची नेमबाजी ही गोष्ट आठवली. मी म्हणालो, “हात लांब करून बोट दाखव. डोळे मीट. स्वतः भोवती चकरा मार. थोड्या वेळाने थांब. डोळे उघड आणि तू दाखवलेलं बोट कुठे जातंय ते बघ.” तिने तसे केले. डोळे उघडल्यावर तिच्या बोटाने दाखवला होता — स्वयंपाकाच्या ओट्यावरचा मिसळणीचा डबा ! मग तोच झाला तिचा प्रकल्प- मिसळणीचा डबा ! त्यात कोणकोणते पदार्थ असतात ? ते कुठून येतात ? ते कसे बनवितात ? त्यांचे गुणधर्म,

उपयोग कोणते ? मग काय-मोहरी, हळद, तिखट, मसाले, हिंग, मेथी, मीठ यांचाच एक ‘प्रकल्प’ झाला आणि तो तिच्या शाळेत नावाजला गेला.

असाच आणखी एक प्रसंग घडला. तेव्हा प्रकल्पासाठी विषय मागणाऱ्या व्यक्तीला मी विचारले, “तुझ्या मनात आता कोणता शब्द आला ?” तिने सांगितले, ‘गवत’. झाली प्रकल्पाला सुरुवात. आपल्या परिसरात कोणकोणत्या प्रकारचे गवत उगवते ? त्याची वाढ कशी होते ? त्याला फुले कधी येतात ? बिया कधी येतात ? ते कधी कोमेजते ?

### निरीक्षणे व निष्कर्ष

एका मुलाला वैज्ञानिक प्रकल्प स्पष्टेतर भाग घ्यायचा होता. तेव्हाही मी हाच प्रयोग करून पाहिल्या. तेव्हा शब्द आला ‘प्रदूषण’. मग गेल्या दोन महिन्यात वर्तमानपत्रात छापून आलेले प्रदूषणाचे आकडे आणि तापमानाच्या नोंदी यांची संगत लावण्याचा प्रकल्प तयार झाला. तो प्रकल्प बक्षीस विजेता ठरला. काही अनोखेपण असेल तर प्रकल्प वेगळा ठरतो. वैज्ञानिक प्रकल्पात काही आकडेवारी पाहिजेच आणि त्यांची संगती लावून काही सूत्र शोधता आले पाहिजे.

अकरावीच्या वीस जणांचा गट माझ्याकडे प्रकल्पासाठी होता. त्यांना मी सांगितले की आपल्या प्रकल्पात एक तृतीयांश भाग तरी स्वतःचा पाहिजे. मग त्यापुढे निष्कर्ष, अनुमान स्वतंत्र येते. चर्चा झाली. सर्वांनी मिळून एक विषय ठरवला. तो होता — ‘कॉलेजच्या चौकातील वाहतूक कोंडी.’ चौकाचा नकाशा

काढला. त्यात रस्त्याच्या कडेच्या काही जागा निश्चित केल्या. ज्यांना जशी सवड होईल त्याप्रमाणे त्यांनी ठरावीक जागी उभे राहून, ठरावीक दिशेने जाणाऱ्या वाहनांची संख्या नोंदवायची, त्यातल्या प्रवाशांची संख्या नोंदवायची. सिग्नलची वेळ नोंदवायची, चालणाऱ्यांचीही नोंद करायची. असे महिनाभर करून एक जंगी आकडेवारी मिळवली.

आता प्रत्येकाने त्यातल्या विशिष्ट प्रकारच्या वाहनाचे व प्रवाशांचे एकूण वाहने व प्रवाशांशी गुणोत्तर काढायचे आणि या प्रत्येकाचा वाहतूक कोंडीशी असणारा संबंध शोधायचा. कोणी सायकलींच्या कोणी रिक्षांच्या, कोणी मोटारींच्या, कोणी बसच्या, कोणी पादचाऱ्यांच्या, कोणी सिग्नलच्या वेळाच्या, तर कोणी पोलिसांच्या असण्या-नसण्याच्या, असल्यास त्याच्या उभ्या रहाण्याच्या जागेवरून वाहतूक कोंडीशी त्यांचा काय संबंध आहे याचे निष्कर्ष काढले. कोणते बदल अपेक्षित आहेत तेही सुचविले. शहरातील वाहनांची संख्या, वाहतूक कोंडी, वाहनांचे प्रदूषण, त्यांचे परिणाम ही माहिती मिळविली. माहिती सर्वांच्या प्रकल्पात सारखीच होती. पण प्रत्येकाचे निष्कर्ष स्वतंत्र होते.

### तात्पर्य

एकूणात काय ? तर प्रकल्पकर्त्यांच्या मनातच तो निर्माण व्हायला पाहिजे. प्रकल्प कसे लिहावेत, कसे तपासावेत याचे काही तंत्र आहे. ते विविध ठिकाणी उपलब्ध आहे. त्याबद्दल अनेकांना माहिती आहेच.

असे प्रकल्प एकदा झाले की त्यातून

पुढच्या प्रकल्पांचे विषय सामोरे येतात. त्यासाठी थोडा वेळ, थोडे डोके, थोडी कृती, थोडी वाटचाल करायला पाहिजे. विज्ञान किंवा पर्यावरणातच नाही तर अगदी भाषा, गणित, समाजशास्त्रे यामध्येही असे प्रकल्प आढळतील.

शब्दांचा उच्चार आणि त्यांचे लेखन, दोन भाषांमधील समान उच्चार पण भिन्न अर्थ असणारे शब्द, म्हणी-वाकप्रचार यांचे उगम, त्यांच्या गोष्टी, बोलीत असणारे पण प्रमाणभाषेत नसणारे शब्द, दुसऱ्या भाषेतून येऊन रुळलेले शब्द, वाकप्रचार असे कितीतरी प्रकल्प भाषा प्रकल्प म्हणून घेता येतील. इतिहासाचा प्रकल्प म्हटला तर आपल्या रस्त्याला, चौकाला, भागाला असलेल्या नावामागचा इतिहास शोधता येईल. हवामान पिके यांचा संबंध शोधता येईल. भौमितिक आकार आहेत. रोज बदलत जाणारे वस्तूंचे दर हा अर्थशास्त्राचा प्रकल्प होऊ शकतो.

पहाल तिथे प्रकल्प सापडेल. तो गाभ्याशी धरला की त्याच्या आसपास काय काय रचता येईल ते समजण्यासाठी प्रश्न विचारायचे — का ? कसे ? केव्हा ? कुठे ? कधीपासून कधीपर्यंत ? कोणी ? कशामुळे ? कोणामुळे ?

उत्तरांमध्ये सापडतील प्रकल्प. पहा तर खरे !

लेखक : विनय र. र., स.प. महाविद्यालयात विज्ञानाचे प्राध्यापक. पुणे मराठी विज्ञान परिषदेचे सदस्य



# उंच माझा झोका गं..



लेखक : डी. लीला आणि वर्गमैत्रिणी ● अनुवाद : गो. ल. लोंढे

लीला व तिच्या मैत्रिणी सुटीच्या दिवशी, विज्ञान उद्यानात फिरायला जात आहेत.

विज्ञान उद्यानात निरनिराळे झोके टांगलेले होते. त्यातील मोठ्या झोक्याकडे पाहून माया ओरडून म्हणाली 'मी मोठ्या झोक्याकडे जाणार.' तिच्या पाठोपाठ लीला आणि निवेदिता किंचाळल्या - मी पण !

तिघीजणी झोक्यांच्या दिशेने जोरात पळाल्या. त्यांच्या मागोमाग कविता आणि आई झोक्यापर्यंत सावकाश गेल्या. तोपर्यंत तिघीजणी झोका खेळूही लागल्या होत्या व त्यांचा मजेने आरडाओरडा चालू होता.

माया (ओरडून लीलास) - मी तुझ्यापेक्षा जास्त वेगाने झोका घेते आहे. तुला माझ्याइतक्या वेगाने झोका घेता येणारच नाही. याबद्दल तुझी माझी पैज!

लीला-का घेता येणार नाही? मी तर तुझ्यापेक्षा दणकट आहे. तूच बघ आता की मी सुद्धा तुझ्याइतक्याच वेगाने झोका घेऊ शकते.

आता लीला अधिक वेगाने झोका

घेण्याचा प्रयत्न करू लागली. झोका जमिनीजवळ आला, की ती जमिनीला पाय लावून मोठा रेटा देऊ लागली. तसा झोका उंच उंच जाऊ लागला.

माया (तालासुरात ओरडून तिला वेडावून दाखवते)-तुलाऽ ते ऽ जमणार नाऽही. माया मजेत झोके घेत होती. इकडे लीलाचा मात्र झोक्याचा वेग वाढवण्यासाठी कसोशीने प्रयत्न चालू होता. आता ती दमली होती. तिला धाप लागली होती. तिचा चेहरा लालबुंद झाला होता. त्याचवेळी माया मजेत आणि जास्त वेगाने झोके घेत आहे हे तिच्या मैत्रिणी पहात होत्या. शेवटी आईला तिच्याशी बोलावेसे वाटते.

आई-अगं लीला, तू थोडासा विचार कर.

लीला-कसला विचार करू?

आई-अग बालोद्यानातले झोके साधे असतात. पण हे विज्ञान उद्यान आहे खरं ना? मग इथले झोके साधे कसे असतील?

लीला (आश्चर्याने उसासा टाकीत)-



अय्या खरंच की! म्हणजे काहीही केलं तरी कमी वेगानं जाणारा हा खास झोका असणार! कविता (हसून)-हो, लीला तुझ्यापेक्षा निवूच्या झोक्याचा वेग जास्त आहे. आणि निवूपेक्षा मायाच्या झोक्याचा वेग जास्त आहे.

नंतर कविता तेथे असलेल्या झोक्यांपैकी एका झोक्यावर बसून स्वतःच झोके वाढवू लागली आणि म्हणाली माझ्या झोक्याचा वेग सर्व झोक्यांच्या वेगापेक्षा जास्त आहे.

आपलाच झोका सगळ्यात जास्त वेगवान आहे अशी बढाई मारणारी मायासुद्धा कविताच्या झोक्याची मागेपुढे होणारी हालचाल पाहू लागली. लीला व निवेदिता या दोघीही आपापल्या झोक्यावरून खाली उतरल्या आणि कविताच्या झोक्याची पुढेमागे वेगाने होणारी हालचाल पाहू लागल्या. झोक्यांच्या कमी जास्त वेगाचे इंगित

कविताला बरोबर समजले होते; पण ते लीला व निवेदिता या दोघींनाही समजले नव्हते.

माया हेटाळणीच्या स्वरात हसत हसत म्हणाली तुम्ही दोघी आता तरी कबूल करा की तुम्ही माझ्यापेक्षा जास्त वेगाने झोका घेऊ शकत नाही. कविता माझ्यापेक्षा मोठी आहे म्हणून तीच कदाचित माझ्यापेक्षा जास्त वेगाने झोके घेऊ शकेल.

आता कविता झोक्यावरून उतरली व त्याच झोक्यावर लीला बसली व तिने जोर लावून झोके घ्यायला सुरुवात केली.

माया (भीतभीत) - त्या झोक्यावर नक्कीच कोणीतरी चेटूक केले आहे.

यावर तिच्या मैत्रिणी हसू लागल्या.

आई-माया तू जरा विचार करून बोल....

तत्क्षणी लीला म्हणाली मला समजलं.

एका हाताने स्वतःच्या झोक्याची साखळी धरून व दुसऱ्या हाताने बाकीच्या झोक्यांकडे बोट दाखवीत लीला म्हणाली, या झोक्यांच्या साखळ्यांची लांबी वेगवेगळी आहे.

निवेदिता – होय, आणि ज्या झोक्याच्या साखळीची लांबी खूप जास्त आहे, त्या झोक्याला वर जायला आणि खाली यायला खूप जास्त वेळ लागतो.

माया झोक्यावरून खाली उतरली व सर्व झोक्यांचे काळजीपूर्वक निरीक्षण करू लागली.

माया-काकू, सगळ्यात कमी लांबी असलेल्या साखळ्यांच्या झोक्यावर कविता बसली होती. त्यापेक्षा थोड्या जास्त लांबीच्या झोक्यावर मी बसले होते आणि लीला तर सर्वात मोठ्या झोक्यावर बसली होती. लीलाचा झोका बघ ना. त्या साखळीची लांबी सर्वात जास्त आहे.

निवेदिता – काकू, झोका उंच जाण्याचे हेच कारण असेल कां ?

यावर कविताने होकारार्थी मान डोलावली व म्हणाली – अग हे सर्व मी पूर्वी शाळेत शिकले होते. पण त्यामुळे अशी गंमत येत असेल असे मला कधीच वाटले नाही.

कविता जरा दबकत दबकत बोलत आहे असे वाटले. आई तिला धीर देत म्हणाली, तुझी माहिती बरोबर आहे. तू अगदी न घाबरता सगळं नीट सांग.

आईने दिलेल्या प्रोत्साहनामुळे कविताला



हुरूप आला व ती हसून सांगू लागली 'खरं म्हणजे शाळेत आम्ही याविषयी एक सूत्र शिकलो होतो, पण ते कसं सांगू हेच मला कळत नाही'

लीला – आपण तर पूर्वी येथे कितीतरी वेळा येऊन गेलो आहोत पण झोक्यांची ही गंमत आपल्यापैकी कोणाच्याही कधीच लक्षात आली नाही.

आई – आता तुमच्यापैकी दोघींजवळ मनगटी घड्याळ आहे. जास्त लांब साखळीच्या झोक्याला किती जास्त वेळ लागतो. ते आपण घड्याळानेच मोजू या.

निवेदिता – काकू, एक नंबरच्या झोक्याची लांबी जितकी आहे. त्याच्या बरोबर दुप्पट लांबी तीन नंबरच्या झोक्यांची आहे.

आई - अगदी बरोबर. आता आपण याच दोन झोक्यांचा वेळ मोजू.

माया (उत्साहाने) - मी प्रत्येक झोक्यावरून दहा झोके घेते. त्यासाठी लागणारा वेळ तुम्ही घड्याळ पाहून मोजा. असे म्हणून ती पहिल्या झोक्याकडे पळाली व वेगाने झोके घेऊ लागली आणि म्हणाली मी वेगाने झोके घेऊ का हळूहळू झोके घेऊ?

लीला - अगोदर दहा झोके वेगाने घे. नंतरचे दहा झोके सावकाश घे.

(मायाने वेगाने दहा झोके घेतल्यानंतर)

निवेदिता - जवळजवळ ३० सेकंद लागले. आता हळूहळू झोके घे. हे ऐकल्यावर मायाने झोका थांबवला नंतर हळूहळू दहा झोके घेतले.

निवेदिता - आता सुद्धा ३० सेकंदच लागले की! आश्चर्यच आहे.

कविता - आम्ही हे सुद्धा शिकलो होतो. पण आता मी सगळं विसरून गेले आहे. झोक्याचा वेग नैसर्गिक असतो. झोका कोण घेत आहे. यावर झोक्याचा वेग अवलंबून नसतो.

माया - अग पण पहिल्यांदा मी इतके

झोक्याचा वेग आपल्याला मोजता येतो. झोका एखाद्या घड्याळाच्या लंबकाप्रमाणे पुढे / मागे होत असतो. झोक्याची लांबी मीटरमध्ये मोजा. झोक्याला मध्यातून एका टोकाकडे (पुढे किंवा मागे) जाण्यासाठी लागणारा वेळ म्हणजे झोक्याच्या लांबीचे वर्गमूल असते. म्हणजे ४ मीटर लांबीचा झोका मध्यातून एका टोकाकडे जायला ४ चे वर्गमूल म्हणजे २ सेकंद इतका वेळ लागेल.

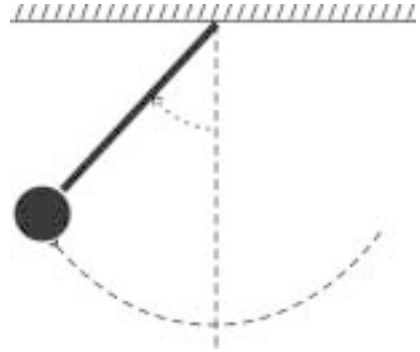
पण झोक्याचे एक आवर्तन म्हणजे मध्यातून सुरू करून मागे जाऊन पुढे यायचे आणि परत मध्यावर यायचे. त्यामुळे अगदी बरोबर सूत्र सांगायचे तर,

$$T : \text{time} = 2$$

$$g : 9.8 \text{ m/s}^2 \quad (\text{गुरुत्वाकर्षण बल})$$

झोक्यांच्या वेगवेगळ्या लांबीसाठी करून पहा. ही उत्तरे काढल्यावर तुमच्या लक्षात

येईल की  $\frac{T}{2}$  याची किंमत साधारण लांबीच्या वर्गमुळाइतकी असते.



जोरात झोके घेतले की त्यामुळे वेळात थोडा तरी फरक पडला असेलच.

कदाचित तो फरक अगदी सूक्ष्म असेल म्हणून तुम्हाला मोजता आला नसेल.

लीला (थोडी अस्वस्थ होत)-माया, आता तू तीन नंबरच्या झोक्यावर बैस.

(माया उडी मारून लगेच तीन नंबरच्या झोक्यावर बसते)

माया- मी आता अगदी आरामात झोके घेईन. तुम्ही घड्याळाकडे बघा.

(यानंतर माया अगदी शांतपणे दहा झोके घेते)

त्यानंतर निवेदिता - आता ४० सेकंद लागले. दहा झोक्यांमध्ये दहा सेकंदाचा फरक. म्हणजे एका झोक्याला १ सेकंदाचा फरक दोन्ही झोक्यांमध्ये पडतो. हा फरक एरवी (घड्याळ न वापरता) सहज लक्षात येत नाही. पण सर्व झोके एकाच वेळी चालू केले तर त्यांना वेगवेगळा वेळ लागतो. हे लक्षात येईल.

सगळ्याजणी पुन्हा झोक्याकडे आल्या. लीलाने यावेळी हटकून सगळ्यात लहान साखळ्यांचा झोका निवडला. तर कविताने सगळ्यात जास्त लांबीच्या साखळ्यांचा झोका निवडला. झोके घेता घेता थोड्या वेळाने कविता म्हणाली, या झोक्याची मला गंमत वाटते. हा झोका फारसा वेगात जात नाही, पण तो अगदीच जमिनीसरसा जात असल्यामुळे काहीतरी वेगळे पण छान वाटते.



आई - हो, कविता तुझे म्हणणे खरे आहे. सर्वच झोके पुढे आणि मागे आणि उंच जात असले तरी लीलाचा झोका सगळ्यांपेक्षा उंच जात आहे व तुझा झोका मात्र मोठ्या मुशिलीने थोडासाच वर जात आहे कारण तुझ्या झोक्याच्या साखळ्यांची लांबी जास्त आहे.

बागेत तुला अशा प्रकारचा झोका मिळणार नाही. अग, तुझ्या झोक्याच्या साखळ्यांची लांबी नक्कीच सहा मीटर (दुमजली उमारतीच्या उंचीएवढी) असेल!

लीला झोका थांबवीत आईला म्हणाली, लहान झोक्यावरून झोके घेताना कसं भिरभिरल्यासारखं वाटतं, तसं मोठ्या झोक्यावरून वाटत नाही. इथे (लहान झोक्यावर बसून) मला वाटतं जणू काय मेरी-

गो-राऊंड मध्येच बसलो आहोत.

घरी जाताना कविता म्हणाली, आज खूप मजा आली.

निवेदिता विचारात गढून गेली होती. थोड्या वेळाने घरी पोहोचल्यावर तिने मुलांच्या खेळातली खरी रिंग बोटाभोवती फिरवायला सुरूवात केली.

मी पण एक गंमत करते बघ असे म्हणून लीलाने एक बशी स्वतःच्या तळहातावर ठेवली व स्वतःभोवती एक वेगाने गिरकी मारली. बशी उभी झाली तरीसुद्धा खाली पडली नाही. नंतर तिने बशी धरलेला हात भर्रिदिशी वरून खाली उलटा करून, पुन्हा सुलटा केला तरी ती तळहातावरच राहिली. नंतर ती म्हणाली किती छान आहे नाही कां? हे झोके सुद्धा न थांबवता गोल, गोल फिरवता आले तर किती मजा येईल ना?

कविता - पाण्याचे भांडे वापरूनही आपल्याला हा प्रयोग करता येईल. भांड्यात पाणी घेऊन भांडे भर्रिदिशी फिरवून पहा. पाणी सांडणार नाही.

लीला - का बरं पाणी सांडणार नाही? निवेदिता - आपण आधी करून तर पाहू....

नंतर सगळ्याजणी प्रयोग करण्यासाठी अंगणामध्ये पळाल्या. तेवढ्यात आईने स्वयंपाकघरातून सांगितले 'तिथेच करा प्रयोग. पाणी बाहेर सांडले तरी चालेल.'

थोड्याच वेळात अंगणामधून हास्यध्वनि येऊ लागले.

जंतरमंतर मार्च ०९ मधून साभार.

लेखक : डी. लीला आणि वर्गमैत्रिणी  
अनुवाद : गो. ल. लोंढे, निवृत्त प्राचार्य

## हिंदी - संदर्भ

'एकलव्य' ही मध्यप्रदेशातील शालेय शिक्षणामध्ये सुधारणा घडवून आणण्यासाठी सतत कार्यरत असणारी संस्था आहे. त्यांच्यातर्फे चालविले जाणारे 'शैक्षणिक संदर्भ' हे एक शैक्षणिक विज्ञान आशयाचं हिंदी 'ट्रिमासिक' आहे. प्रत्येक अंकामध्ये विविध विषयांवरील मनोरंजक लेख वाचायला मिळतात. हिंदी भाषिक मित्रांसाठी अनमोल असं ज्ञान साधन!

हिंदी संदर्भची वार्षिक वर्गणी रुपये १०० आहे.

पत्ता : एकलव्य, संपादन- चक्कर रोड, मालाखेडी, होशंगाबाद-४६१००१

वितरण : एकलव्य, ३-७, एचआयजी, ४५३,

अरेरा कॉलनी, भोपाळ-४६२०१६

# जैविक-विश्व फक्त पृथ्वीवरच का?

लेखक : पु. के. चितळे

पृथ्वीवर सजीवांना राहाण्याची जागा फार मोठी दिसत असली तरी तिच्या थोड्याशा म्हणजे फक्त १५-२० किलोमीटर उंचीच्या भागातच सजीवसृष्टीचा वास असतो. या भागाला जीवमंडळ (Biosphere) म्हणतात. तिच्या शेष भागात सजीव सृष्टी नसते. पृथ्वीवर असलेल्या आवरणांमुळे सर्वसाधारणपणे तिचे ३ भाग पाडता येतील - जलावरण, मृदावरण आणि वातावरण.

पृथ्वीचा सुमारे २/३ भाग पाण्याने व्यापलेला आहे. यालाच जलावरण (Hydrosphere) म्हणतात. पाण्याशिवाय सजीव जगूच शकत नाही. समुद्राच्या पाण्यात समुद्रसपाटीपासून सुमारे ८-९ कि.मी. खोलीपर्यंतच सजीवसृष्टी आढळून येते. पृथ्वीभोवती सुमारे १६०० कि.मी उंचीपर्यंत पसरलेल्या हवेच्या वेष्टनाला वातावरण (Atmosphere) हे नाव देण्यात आले आहे. या भागात नायट्रोजन, ऑक्सीजन, कार्बन-डाय-ऑक्साईड आणि काही निष्क्रिय वायू असतात. यातील निष्क्रिय वायू वगळता इतर सर्व घटक सजीवसृष्टीसाठी

आवश्यक असतात. हे घटक पाण्यात विरघळू शकत असल्याने समुद्राच्या पाण्यात राहाणाऱ्या सजीवांनाही त्यांचा उपयोग होतो. वातावरणात पृथ्वीतलापासून सुमारे ८-१० कि.मी उंचीपर्यंत सजीवसृष्टी सापडते. पृथ्वीच्या घन भागाला मृदावरण म्हणतात. या मध्ये पृथ्वीवरील माती, वाळू, खडक वगैरेचा समावेश असतो. यातूनच सजीव सृष्टीसाठी आवश्यक असलेल्या खनिज पदार्थांचा पुरवठा होतो.

## जलावरण

जलावरणामुळे सजीव सृष्टीला फक्त जीवनावश्यक पाणी प्राप्त होते, एवढेच नव्हे



तर त्याचे इतरही अनेक महत्त्वाचे फायदे आहेत. जलावरणामुळेच पृथ्वीच्या सुमारे ९९.५ टक्के भागात सजीवसृष्टीचा शिरकाव होण्यास मज्जाव होतो. पाण्यात सर्व सजीव श्वासोच्छ्वास करू शकत नाहीत. पाण्यात आपण जेवढ्या जास्त खोलात जातो तेवढा जास्त दाब शरीरावर वाढतो. जमिनीवर जगातील सर्वात उंच उमारतीवर गेल्यावरसुद्धा शरीरावर पडणाऱ्या हवेच्या दाबात फरक पडत नाही. पण समुद्रसपाटीपासून प्रत्येक

१० मीटरच्या खोलीवर गेलो की, शरीरावरील दाब ३० पाउंड प्रति वर्गइंच या दराने वाढतो. म्हणून माणसाला पाण्यात कुठल्याही कृत्रिम मदती शिवाय ७२ मीटरच्या खोलीपेक्षा जास्त खोल जाणे शक्य नाही. १९९२ साली एक इटालियन माणसाने कुठलीही मदत न घेता ७२ मीटरची खोली गाठली होती आणि तो हे सांगण्यास जिवंत राहिला होता. ७२ मी. म्हणजे जास्त अंतर नव्हे. आपले फुटबॉल खेळण्याच्या मैदानाची लांबीसुद्धा यापेक्षा

### जलावरण

पृथ्वीवर पाणी सगळीकडेच आहे. ७५ टक्के पाणी बहुतेक सर्वच वनस्पतीतून असते. काही वनस्पतीत तर हे प्रमाण ९० टक्क्यांच्याहीवर असू शकते. माणसाच्या शरीरात पण ६५ टक्के पाणीच असते. अन्य द्रवांप्रमाणे पाण्याचेही कमी तापमानावर आकुंचन होते. पण पाण्याचे तापमान ४ अंश ते ० अंश सेल्सियस च्या दरम्यान असताना त्याचे प्रसरण होते व त्याचे घनत्व कमी होते. म्हणूनच बर्फ पाण्यावर तरंगतो. म्हणून पाण्यात राहणाऱ्या सजीवांना जिवंत राहणे शक्य होते. १ लिटर समुद्राच्या पाण्यात सुमारे २-३ चहाचे चमचे मीठ असते. मीठ सजीवांच्या शरीरातील एक महत्त्वाचा घटक असला तरी समुद्राचे पाणी पिण्याने मृत्यू होऊ शकतो. पृथ्वीवर पिण्यायोग्य गोड पाण्याचे प्रमाण फक्त ३ टक्केच आहे. नद्या जलाशय वगैरेत असलेल्या पाण्याचे प्रमाण फक्त ०.०३६ टक्के एवढेच आहे. ०.००१ टक्के पाणी ढगात बाष्परूपात असते व उरलेले सर्व गोड पाणी बहुतेक बर्फाच्या रूपात असते. पृथ्वीवरील बर्फाच्या ९० टक्के बर्फाचा थर फक्त १५ फूट जाडीचाच आहे. पाण्याच्या प्लावक बलामुळे (Buoyant force) फार मोठ्या वजनाचे सजीव समुद्रात राहू शकतात. उदा. निळा देवमासा ज्याच्या फक्त जिभेचे वजन एका हत्तीच्या वजनाएवढे, हृदय एखाद्या कार एवढे असते. काही रक्तवाहिन्यांचा आकार एवढा मोठा असतो की, माणूसही त्यात सहज पोहू शकेल.





जास्त असते. समुद्रातील काही प्राण्यात याहीपेक्षा जास्त खोलवर राहाण्याची क्षमता असते. समुद्राची कमाल खोली ११.३ कि.मी समजण्यात येते. इतक्या खोलवर गेल्यावर तिथला दाब सुमारे १६,००० पाऊंड प्रति वर्गइंच होईल. समुद्राची सरासरी खोली सुमारे ४ कि.मी असते, पण त्या खोलीवरही असणारा दाब सिमेंटने भरलेले १४ ट्रक एकावर एक ठेवल्याएवढा असतो.

आश्चर्य वाटेल अशा एका गोष्टीचा उथे उल्लेख करावासा वाटतो. आपल्या शरीराचा अधिकांश भाग पाणीच असते आणि नैसर्गिकपणे पाणी संपीडनशील (Compressible) नसल्याने त्याचे फारसे संपीडन करणे शक्य नसते. म्हणजे खरे पाहिले तर जास्त खोलीवर शरीरावर पडणारा पाण्याचा दाब फारसा वाढत नाही, पण तिथे शरीरातील आणि मुख्यकरून फुफ्फुसातील वायूंचे कण दाबामुळे एकमेकांच्या फार जवळ आल्याने आपला मृत्यू होतो.

फार खोलीवरून पाण्याच्या बाहेर येतानाही घाई केली तर त्याचेही दुष्परिणाम होतात. आपण श्वासोच्छ्वासासाठी ज्या हवेचा उपयोग करतो त्यात ८० टक्के भाग नायट्रोजन या वायूचा असतो. उच्च दाबामुळे या नायट्रोजन वायूचे लहान-लहान बुडबुडे

होतात व ते आपल्या रक्तात शिरतात. पाण्याच्या बाहेर येताना फार घाई केली तर हे बुडबुडे रक्तवाहिन्यांच्या भिंतीतून रक्ताच्या बाहेर येतात व मृत्यूस कारणीभूत होतात. ३० मीटर पेक्षा जास्त खोलीवर गेल्यास नायट्रोजन वायू मादकही ठरू शकतो. जलावरणामुळे कार्बन-डाय-ऑक्साईडचे प्रमाण कमी होण्यास मोलाची मदत होते.

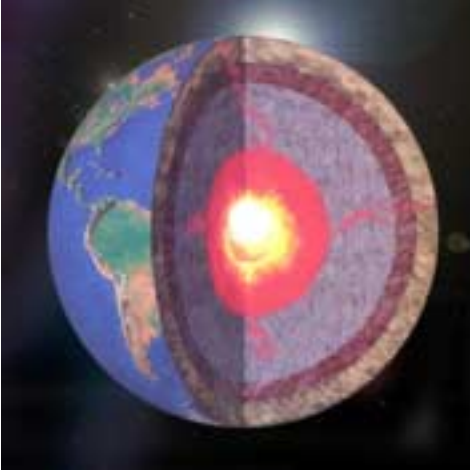
### मृदावरण (Lithosphere)

पृथ्वीच्या मृदावरणाबद्दलही अनेक महत्त्वाच्या व उपयोगी अशा गोष्टी सांगता येतील.

### पृथ्वीच्या गाभ्याची विशिष्ट रचना

पृथ्वीसारखा वितळलेल्या लाव्हारसाचा गाभा असलेल्या ग्रहावर राहायला सर्वसाधारण लोकांना सहसा आवडणार नाही. पण त्यांना कदाचित या गोष्टीची कल्पना नसावी की पृथ्वीच्या अंतरंगातून आपल्याला अनेक वायूंचा सतत पुरवठा होत





३३ मूलद्रव्ये पृथ्वीवर भरपूर प्रमाणात आढळतात, आणि सजीवांसाठी यातील फक्त ६ मूलद्रव्यांचीच अत्यंत आवश्यकता असते. नायट्रोजन व ऑक्सीजन या वायूंप्रमाणे पृथ्वीवर सर्वाधिक प्रमाणात सापडणाऱ्या मूलद्रव्यात सिलिकॉनचा (सिलिकॉन वाळूमधील महत्त्वाचे मूलद्रव्य आहे) क्रम लागतो. असे वाटते की, कुठल्याही मूलद्रव्यांची उपलब्धतेच्या प्रमाणाशी व त्याचा सजीवांसाठी

असतो. यामुळेच पृथ्वीवर वातावरणाची निर्मिती होते तसेच पृथ्वीला चुंबकीय शक्ती प्राप्त होते. पृथ्वीच्या चुंबकीय शक्तीमुळेच पृथ्वीला अनेक प्रकारच्या वैश्विक उत्सर्जनाचा त्रास होत नाही. (यामुळेच पृथ्वी सपाट नाही. आज पृथ्वी सपाट असती तर पृथ्वीवर सगळीकडे कमीत कमी ४ कि.मी एवढे खोल पाणी असते. या परिस्थितीत पृथ्वीवर सजीवसृष्टीच्या आजच्या प्रगतीची कल्पना करणेही अशक्य वाटते.)

### विविध रासायनिक मूलद्रव्यांचे पृथ्वीवर उचित परिमाणात अस्तित्व

पृथ्वीवर नैसर्गिकपणे सापडणाऱ्या ९२ रासायनिक मूलद्रव्यांचा (Chemical elements) शोध लागला आहे. या शिवाय सुमारे २० रासायनिक मूलद्रव्यांची प्रयोगशाळेत निर्मिती करण्यात आली आहे. नैसर्गिकपणे सापडणाऱ्या मूलद्रव्यांपैकी सुमारे

असलेल्या महत्त्वांशी फार संबंध नसतो. उदा. कार्बन सजीवांसाठीचे महत्त्वाचे मूलद्रव्य आहे - पण पृथ्वीवर मात्र ०.०४८ टक्केच कार्बन सापडते. कार्बनशिवाय सजीवांचे अस्तित्व असूच शकत नाही. आपल्या शरीरातही कार्बनचे प्रमाण कमीच असते. आपल्या शरीरातील प्रत्येक २०० अणूपैकी १२६ अणू हायड्रोजनचे ५१ अणू ऑक्सीजनचे पण कार्बनचे फक्त १९ अणू असतात. इतर मूलद्रव्ये सजीवांच्या निर्मितीसाठी आवश्यक नसली तरी त्यांना जिवंत ठेवण्यासाठी आवश्यक असतात. उदा. लोह रक्तातील हिमोग्लोबीनच्या निर्मितीसाठी, कोबाल्ट व्हिटामिन ब-१२ च्या निर्मितीसाठी, पोटॅशियम व थोडे सोडियम चेतांसाठी, मॉलिब्डेनम, मॅंगनीझ व आणि व्हॅनेडियम शरीरातील विकरांसाठी (Enzymes) आवश्यक असतात. थोडक्यात असे म्हणणे

वावगे हलगर नरही की. पृथ्वीवर सजीवांसाठी आवश्यक असणारी सर्व मूलद्रव्ये उचित परिणामात उपलब्ध आहेत. हे ही पृथ्वीवरच सजीवसृष्टी का उपजली याचे एक महत्वाचे कारण म्हणता येईल.

### आपले वायुमंडळ

वायुमंडळामुळेच सजीवसृष्टीला ऀब मिळते. वायुमंडळ नसते तर पृथ्वीचे सरासरी तापमान-५० अंश सेल्सियस राहिले असते व येथील सजीवसृष्टी कधीच बर्बाचा गोळा झाली असती. आपले वायुमंडळ बाहेरून येणारी वैश्विक उत्सर्जने (Cosmic radiation) पृथ्वीवर पोचू देत नाही. १०० टक्के वायूपासून बनलेले पृथ्वीभोवतीचे हे आरक्षण-कवच सिमेंटपासून बनलेल्या ४.५ मीटर जाडी असलेल्या कवचाप्रमाणे प्रभावी असते. वायुमंडळामुळेच पावसाच्या मोठ्या थेंबांपासून आपले संरक्षण होते. वायुमंडळ पृथ्वीतलापासून फक्त १०० कि.मी. असते. वातावरणाच्या एकूण वस्तुमानातील ९९.९९९९७% वस्तुमान १०० कि.मी. उंचीच्या खालचे आहे. शास्त्रीय दृष्ट्या सोयीसाठी वायुमंडळाचे भिन्न जाडी असलेले ४ भाग करण्यात येतात. पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून २० कि.मी उंचीपर्यंतचा भागाला क्षोभमंडळ (Troposphere) म्हणतात, २० ते ५१ कि.मी पर्यंतच्या भागाला समतापमंडळ (Stratosphere), त्यापुढे ५० ते ८५ कि.मी. मध्यमंडळ



(Mesosphere) आणि शेवटी ५० ते १००० कि.मी. आयनमंडळ Ionosphere पर्यंत (त्यातील सुमारे ५०० ते १००० कि.मी. या भागाला Exosphere असे नाव आहे.

पृथ्वीतलाला लागून असलेला वायुमंडळाचा भाग म्हणजेच क्षोभमंडळ आहे. विषुवरेषेजवळ याची जाडी थोडी जास्त असते. तरीही आधुनिक वेगवान लिफ्टला त्या उंचीला पोचायला फक्त २० मिनीटे पुरी होतील. आपल्याला श्वासोच्छ्वासासाठी लागणाऱ्या ऑक्सिजनचा पुरवठा याच मंडळातून होतो. वायुमंडळातील सर्वात मोठा म्हणजे सुमारे ८० टक्के भाग नायट्रोजन या मुळीच ज्वलनशील नसलेल्या वायूचा असतो. मोठ्या प्रमाणात असलेल्या नायट्रोजन वायूमुळे आपल्याला आर्गीपासून संरक्षण मिळते. नायट्रोजन वायूचे प्रमाण

जास्त नसते तर पृथ्वीवर आगी लागण्याचे प्रमाण आजच्यापेक्षा अनेक पटीने वाढले असते. आपण जसजसे वर जातो तसे वायुमंडळाच्या वरील थरात हवेचे प्रमाण म्हणजेच ऑक्सिजन वायूचे प्रमाण कमी-कमी होत जाते व श्वासोच्छ्वास करायला त्रास होतो. वायुमंडळात वर गेल्यावर तिथल्या तापमानामधेही अनेक महत्वाचे बदल होतात. पृथ्वीतलापासून १० कि.मी. वर गेलो की, तिथले तापमान -५७ अंश सेल्सियसपर्यंत खाली येते. या पुढे मध्यमंडलात प्रवेश केल्यावर तापमान ४ अंश

सेल्सियसने वाढते. ही किमया तिथे असलेल्या ओझोन या वायूच्या थरामुळे होते. या पुढे आणखी जास्त उंचीवर गेलो की, तापमान -९० अंश सेल्सियसपर्यंत खाली येते. या पुढे मात्र तापमान वाढत जाते आणि ते १५०० अंश सेल्सियसच्याही वर जाऊ शकते. जलावरणाप्रमाणे वायुमंडळातही उंचीत फार कमी काळात मोठा बदल झाला तर तो मृत्यूला कारणीभूत होऊ शकतो.

### रासायनिक योगायोग

प्रत्येक सजीवाच्या शारीरिक निर्मितीसाठी प्रथिनांची आवश्यकता असते. तसेच प्रत्येक

### सजीवसृष्टीसाठी योग्य जागा

जैवसृष्टीने आपल्या उदयासाठी निवडलेली जागा फार योग्य आहे, असे विश्वासाने म्हणता येईल. फार मोठ्या प्रमाणात सतत ऊर्जा देणारा एक मोठा तारा म्हणजे सूर्य, पृथ्वीपासून योग्य अंतरावर आहे. निसर्गाचा नियम आहे की, ऊर्जा देणारा तारा जेवढा मोठा असेल तेवढा लवकर जळून भस्मसात होतो. सूर्य लवकर जळून भस्मसात होणार नाही कारण तो तेवढा मोठा नाही. जर सूर्य आहे त्यापेक्षा वजन व आकाराने १० पट मोठा असता तर त्याचा अंत १० अब्ज वर्षांमध्ये होण्याऐवजी १० दशलक्ष वर्षांतच झाला असता. पृथ्वीच्या भ्रमणाची कक्षा सूर्यापासून योग्य अंतरावर आहे. जर सूर्य पृथ्वीपासून असलेल्या त्याच्या अंतराच्या ५ टक्के जरी जवळ असता तर आता पर्यंत उष्णतेमुळे भाजून आपला अंत झाला असता आणि हे अंतर जर आज असलेल्या अंतरापेक्षा १५ टक्क्याने जास्त असते तरीही आपला केव्हाच बर्फ झाला असता. शुक्रतारा पृथ्वीच्या तुलनेत सूर्यापासून फक्त २५ दशलक्ष मैल जवळ आहे. सूर्याची उष्णता तिथे पृथ्वीपेक्षा फक्त २ मिनीटे अगोदर पोचते. तिथे अगोदर समुद्र असावेत पण आज तिथे फक्त कार्बन-डायऑक्साइड वायूचाच भरणा असल्याचे वाटते. एके काळी शुक्रावर सजीवसृष्टी असल्याचे अनेक लोकांना वाटत होते, पण ती अपेक्षा आता फोल ठरली आहे. तिथले तापमान ४७० अंश सेल्सियस असल्याचे आढळते. पृथ्वी सूर्यापासून अगदी योग्य अंतरावर असल्याने आजही पृथ्वीवरील परिस्थिती सजीवसृष्टीला योग्य असून तशीच टिकली आहे.

प्रथिनाचा एक रेणू अनेक अमायनो आम्लांच्या अनेक रेणूंपासून बनलेला असतो. आपल्या शरीरात कोलॅजन नावाचे एक प्रथिन असते. कोलॅजनच्या प्रत्येक रेणूत अमायनो आम्लांचे १०५५ रेणू असतात. अमायनो आम्लांचे हे सर्व रेणू एका विशिष्ट क्रमात एकमेकाला जोडले गेले तरच कोलॅजनचा रेणू तयार होतो. शरीरात हजारो अमायनो आम्लांपासून



बनलेली असंख्य प्रथिने असतात. प्रथिनांची निर्मिती होताना अमायनो आम्लांच्या रेणूंच्या साखळीतील प्रत्येक दुवा एका विशिष्ट क्रमात जोडला जाणे हा एक विलक्षण योगायोग आहे. हीच गोष्ट सजीवसृष्टीच्या निर्मितीतील प्रत्येक पायरीला लागू पडते.

### सजीवसृष्टीचा उदय योग्यवेळी झाला

पृथ्वीवर होणारा सजीवसृष्टीचा उदय अनेक आश्चर्यजनक गोष्टींशी निगडित आहे. याच्या अचूक वेळाबद्दलही तसेच म्हणता येईल. सजीवसृष्टीचा उदय आणि वृद्धी योग्यवेळी झालेल्या अनेक गोष्टींची एक फार लांब साखळी आहे. उदा. जर पुरातन काळी डायनोसॉर यांचा नाश झाला नसता तर कदाचित आजच्या प्रगतिशील माणसाचा जन्मच झाला नसता किंवा तो आजही फक्त

काही से.मी. उंची असलेला, केसाळ, शेपटीवाला आणि गुहेत वास करणाऱ्या एखाद्या प्राण्यासारखाच राहिला असता. माणसाच्या उदयाला अनेक अब्ज वर्षांचा काळ लागल्यानेच तो आजच्याएवढा प्रगतिशील होऊ शकला. या गोष्टीला पृथ्वीवर एकेकाळी झालेल्या लांब-लचक अशा हिम-युगाचाही मोठा लाभ झाला असावा हे नक्की.

लेखक : पु. के. चितळे, जैवशास्त्राचे प्राध्यापक, निवृत्तीनंतरही सातत्याने लेखन, अनेक पुस्तके प्रकाशित व पुरस्कार प्राप्त.

# सूर्यग्रहण

लेखक : माधव सहस्रबुद्धे

मित्रानो, २२ जुलै २००९ रोजी नुकतेच खग्रास सूर्यग्रहण होऊन गेले. भारतातल्या सूरत-इंदोर-भोपाळ-पाटणा-वाराणसी या बऱ्याच मोठ्या टप्प्यातून हे दिसणार होते. परंतु ढगाळ हवामान व पाऊस यामुळे बऱ्याच भागातून ते दिसू शकले नाही अन हौशी निरीक्षक व अभ्यासकांचा चांगलाच हिरमोड झाला.

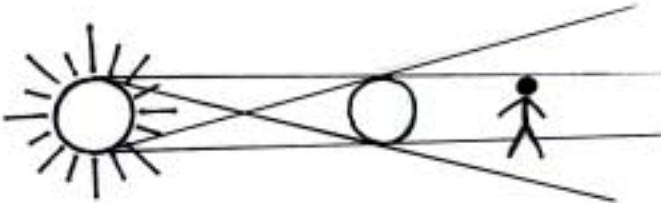
या सूर्यग्रहणाच्या निमित्ताने अनेक ठिकाणी अनेक प्रकारची माहिती तुम्ही वाचली असेल. तुमच्या मनातही काही प्रश्न किंवा शंका आल्या असतील. अशाच काही प्रश्नांची उत्तरे समजावून घेत घेत १५ जानेवारी २०१० ला दिसणाऱ्या कंकणाकृती सूर्यग्रहणासंबंधी अधिक माहिती मिळवूया.

## ग्रहण म्हणजे काय ?

आपण पृथ्वीवरून पहात असताना जेव्हा आपण व सूर्य यांच्या मध्ये चंद्र येऊन सूर्यबिंब अंशतः अथवा पूर्णपणे झाकले जाते तेव्हा सूर्यग्रहण होते. ही अवस्था अमावस्येलाच येऊ शकते. तसेच पौर्णिमेच्या रात्री चंद्राचा काही भाग अथवा पूर्ण भाग जेव्हा पृथ्वीची सावली चंद्रावर पडल्यामुळे अंधारात जातो तेव्हा चंद्रग्रहण होते.



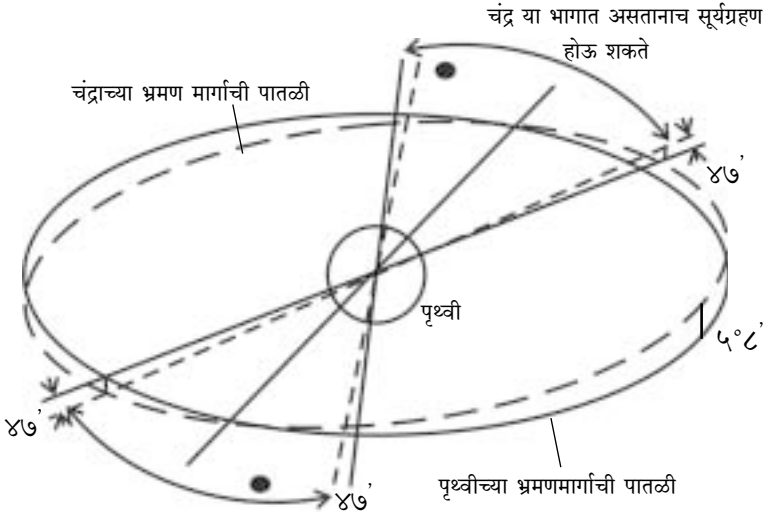
चंद्रग्रहण म्हणजे चंद्रावर माझी सावली



सूर्यग्रहण म्हणजे चंद्राच्या सावलीत मी

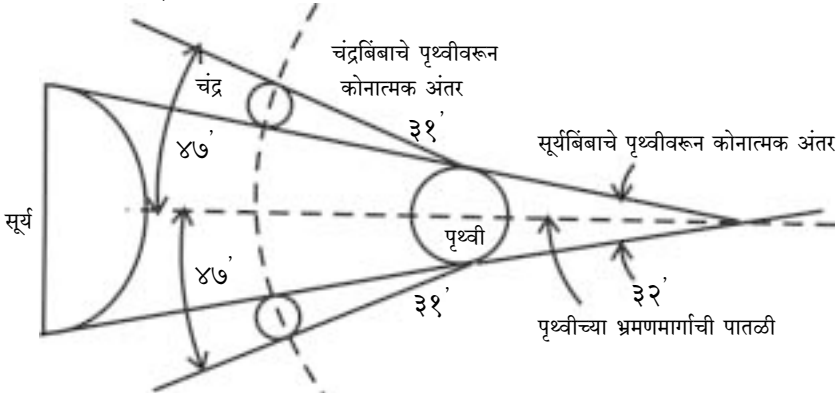
## प्रत्येक अमावस्येला सूर्यग्रहण का दिसत नाही ?

पृथ्वीची सूर्याभोवती फिरण्याची व चंद्राची पृथ्वीभोवती फिरण्याची पातळी यांच्यात सुमारे  $5^{\circ} 17'$  कोन आहे.



सूर्यग्रहण दिसण्यासाठी पृथ्वी आणि सूर्य यांच्या मध्ये चंद्र यावा लागतो.

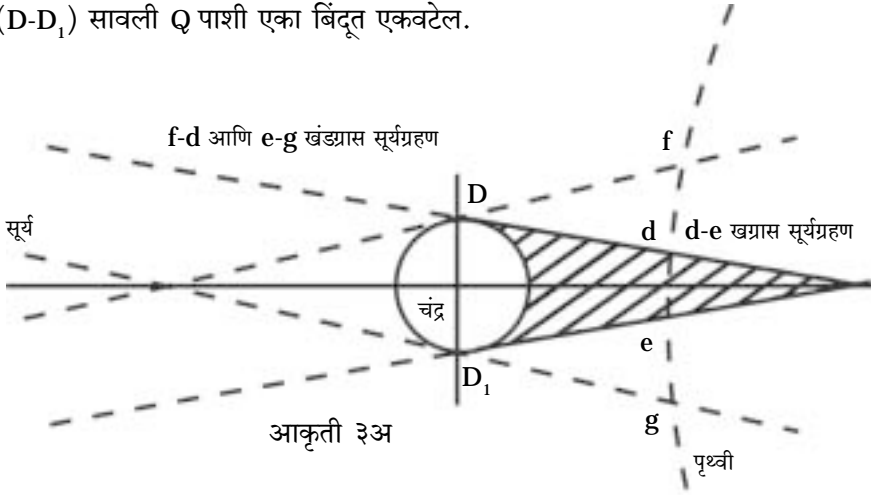
पृथ्वीवरून सूर्याकडे पाहताना पृथ्वीच्या भ्रमण मार्गाच्या पातळीच्या दोन्ही बाजूस  $47 \div 2 = 23.5$  इतक्या कोनात्मक अंतरात चंद्र असेल आणि सूर्य-चंद्र-पृथ्वी एका रेषेत असतील तरच सूर्यग्रहण होऊ शकते. दर अमावस्येला ही परिस्थिती असेलच असे नाही.



पृथ्वीवरून पाहताना पृथ्वीच्या भ्रमणमार्गाच्या दोन्ही बाजूस  $(31' + 31' + 32') / 2 = 47'$  या कोनात्मक अंतरात चंद्र असेल, आणि सूर्य-चंद्र-पृथ्वी एका रेषेत असतील तरच सूर्यग्रहण होऊ शकते.

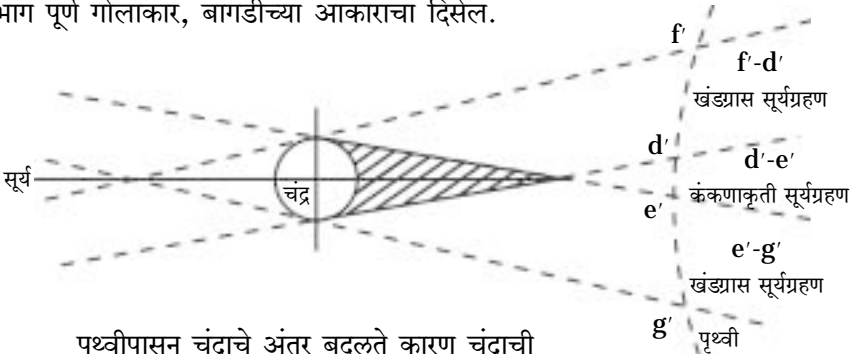
ग्रहणाचे वेगवेगळे प्रकार कोणते व ते कधी संभवतात ?

येथे सूर्यग्रहणाच्या वेळची स्थिती दाखवली आहे. सूर्य किरणांमुळे पडणारी चंद्राची (D-D<sub>1</sub>) सावली Q पाशी एका बिंदूत एकवटेल.



चंद्र जेव्हा आकृती ३ अ प्रमाणे जवळ असेल तर पृथ्वीवरील d-e या ठिकाणाहून सूर्य पूर्णपणे चंद्रामागे झाकलेला दिसेल. (खग्रास ग्रहण). f-d आणि e-g या जागेवरून सूर्य अर्धवट झाकलेला दिसेल. (खंडग्रास सूर्यग्रहण)

परंतु चंद्र जर आकृती (ब) प्रमाणे लांब अंतरावर असेल तर d'-e' या जागेवरून चंद्रामुळे सूर्य पूर्ण झाकला जाणार नाही व त्याची बाहेरील कड प्रकाशित दिसू शकेल. यालाच कंकणाकृती सूर्यग्रहण असे म्हणतात. d'-e' या मधून पाहताना सूर्याचा प्रकाशित भाग पूर्ण गोलाकार, बांगडीच्या आकाराचा दिसेल.

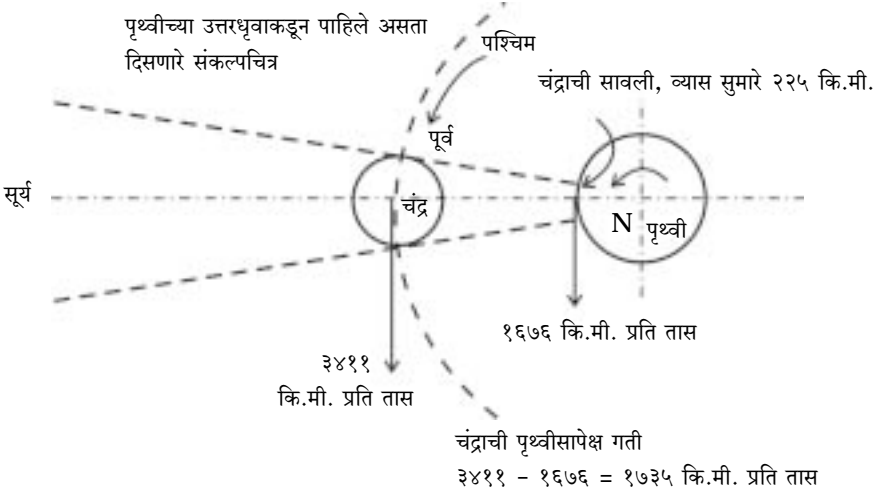


पृथ्वीपासून चंद्राचे अंतर बदलते कारण चंद्राची पृथ्वीभोवतीची कक्षा लंबवर्तुळाकार आहे.



दोन्ही आकृती ३ आ आणि ३ ब मधील f-d-e-g आणि f'-d'-e'-g' या व्यतिरिक्तच्या पृथ्वीच्या भागावरून सूर्यग्रहण दिसणार नाही.

**पृथ्वीवर चंद्राची सावली पश्चिमेकडून पूर्वेकडेच कां सरकते, व तिचा वेग काय ?**



आकृतीत पृथ्वी (E) व (M) चंद्र दाखवला आहे. पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील e या बिंदूची, पृथ्वीच्या आसाभोवतीच्या फिरण्यामुळे असणारी, गती सुमारे १६७६ कि.मी/तास आहे. तसेच चंद्राची m याठिकाणी, पृथ्वी भोवती फिरण्यामुळे असणारी, गती सुमारे ३४११ कि.मी/तास आहे. पृथ्वी व चंद्र दोन्हीही पश्चिमेकडून पूर्वेकडे फिरतात. चंद्राची गती अधिक असल्यामुळे त्याची पृथ्वीवरील सावली पश्चिमेकडून पूर्वेकडे सरकताना दिसते व त्या सरकण्याचा वेग ३४११-१६७६ कि.मी/तास म्हणजेच १७३५ कि.मी/तास असतो. ग्रहणकाळात पूर्णावस्था सर्वाधिक किती वेळपर्यंत असू शकते ?

पूर्णावस्थेची वेळ म्हणजे पृथ्वीवरील एका बिंदूवरून चंद्राची सावली सरकण्यास लागणारा वेळ. सर्वसाधारणपणे चंद्राच्या सावलीचा व्यास सुमारे २२५ कि.मी. असतो. व तेवढे अंतर जाण्यासाठी  $225 \div 1735$  कि.मी/तास इतका वेळ लागेल. = सुमारे ७.७ मिनिटे.

टीप : वरील सर्व विवेचनात अगदी ढोबळमानाने अंतरे, अंश, वेग इ. घेतले आहेत.

पृथ्वी व चंद्र यांच्या भ्रमण कक्षा लंबवर्तुळाकार आहेत. त्यांची पातळीही वेगवेगळी आहे व त्यामुळे सूर्य, चंद्र, पृथ्वी यांची एकमेकांपासून अंतरे व कोनात्मक अंतरे थोड्या फार प्रमाणात बदलत असतात. आकृती काढताना ती समजण्यास सोपी जावी या उद्देशाने काढल्या आहेत. त्या प्रमाणबद्ध नाहीत.

संदर्भ : एलिमेंटरी मॅथेमॅटिकल अॅस्ट्रॉनॉमी लेखक : सी.डब्ल्यू.सी. बार्लो व जी.एच. ब्रायन.





भारतात धनुष्कोडीहून ग्रहण सर्वांत चांगले दिसेल. त्याशिवाय पुढील ठिकाणाहून ग्रहणस्थिती अनुभवता येईल. पालयनकोट्टई (तामिळनाडू) व नागरकोईल (तामिळनाडू) या दोन्ही ठिकाणी ११ वा. ५ मिनिटांपासून ३ वा. ५ मिनिटांपर्यंत खंड्यास ग्रहण दिसू शकेल. १.१० ते १.२० वेळात सर्वाच्च म्हणजे ९१.८% सूर्य झाकला जाणार आहे.

तुतीकोरीन आणि तिरुचिचेंदूर इथं ११ वा. १९ मिनिटांपासून ३ वा. ७ मिनिटांपर्यंत ग्रहण बघता येईल.

# सूर्यग्रहण : एक अनुभव

लेखक : नीलिमा सहस्रबुद्धे

‘दे दान सुटे गिराण’ आणि ‘हा सूर्य आणि हा जयद्रथ’ अशा प्रकारांनी ग्रहणाने आपल्या परंपरांमध्ये, महाभारतामध्ये ठसा उमटवलेला आहे. सूर्य-चंद्र-पृथ्वी यांच्या गिरक्या आणि फेऱ्या यांच्यामुळे आपोआप घडणारं हे अपरिहार्य नाट्य.

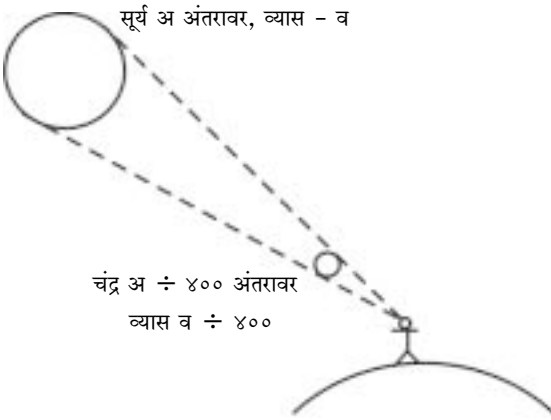
आणि या नाट्याचे प्रेक्षक ? पृथ्वीवरचे फक्त काही मोजके भाग्यशाली मानवमात्र.

ग्रहण म्हणजे आपण आकाशात जे सूर्य/चंद्रबिंब पाहतो ते सावलीमुळे झाकले जाणे. सूर्य पृथ्वीपासून ‘अ’ अंतरावर आहे आणि त्याचा व्यास व कि.मी. इतका आहे. त्यापुढचा योगायोग असा की चंद्र पृथ्वीपासून अ ÷ ४०० कि.मी. आणि त्याचा व्यास व ÷ ४०० कि.मी. त्यामुळे पृथ्वीवरून कोणालाही या दोन्हीचा आकार सारखाच दिसतो. आता या सारख्याच आकाराच्या बिंबांचा प्रवास आकाशातून सदैवच चालू असतो, तोही त्यांच्या ठराविक वेगाने. पण

हे वेग (म्हणजे पृथ्वीचा स्वतःभोवती फिरण्याचा आणि चंद्राचा पृथ्वीभोवती फिरण्याचा) सारखे नाहीत. त्यात थोडा फरक आहे. त्यामुळे साधारण दर १५ दिवसांनी त्यांच्यामध्ये १८० अंशाचे अंतर पडते. आणखी एक गोष्ट लक्षात घ्यायला हवी - त्यांच्या मार्गातील फरक. या दोहोंचे आकाशातले मार्ग सारखे नाहीत. त्यांच्या पातळीमध्ये ५ अंशाचा कोन आहे. म्हणजे ही दोन्ही बिंबे एकावर एक येण्यासाठी मध्ये ठराविकच काळ जावा लागतो. दर १५

दिवसांनी / दर अमावास्या-पौर्णिमेला ग्रहण दिसत नाही त्याचे हेच कारण आहे. हा काळ ज्योतिर्विद्येच्या अभ्यासकांना गणिताने काढता येतो. याचा एक पुरावा तर महाभारत काव्यामधल्या त्या युद्धप्रसंगामध्ये आपल्याला मिळतो.

मला वाटतं महाभारत



काळामधल्या काहींना ग्रहणाची काळवेळ अगदी अचूक काढता येत असली पाहिजे. हे ग्रहण दिसेल असा पृथ्वीवरचा भागही अगदी मर्यादित असतो. तोही गणिताने काढता येतो. किंबहुना हे गणित आता लोकांनी इतक्या वेळा करून ठेवले आहे की इंटरनेटवर याबद्दलची सगळी माहिती, चित्रे, ॲनिमेशन, नकाशे सगळ्यासह अगदी सहज उपलब्ध आहे.



पण मला सांगायचं आहे ते ग्रहणाच्या अनुभवाबद्दल. खंडग्रास ग्रहणाचा अनुभव या मानाने अनेक वेळा आपल्या घरापाशी, गावापाशी घेणं शक्य असतं. कारण ते घडण्याची शक्यता खूप जास्त असते. पृथ्वीवरच्या बऱ्याच मोठ्या भागातून ते दिसू शकतं. पण खग्रास ग्रहणाचं तसं नाही. ते फार दुर्मिळ. गेल्या शतकात भारतातून... खग्रास ग्रहणे दिसली.

गेल्या महिन्यात झालेलं खग्रास सूर्यग्रहण या शतकातलं शेवटचं म्हणून भर पावसाळा असूनही ते पाहण्याचा प्रयत्न आम्ही अगदी ओढीनं केला. शेवटी पावसाळ्याच्या घनघोर ढगांनी ते अडवलंच. नर्मदेच्या काठी, उंचशा काठावर उभं राहून आम्ही सूर्याची, चंद्राच्या सावलीची वाट पाहत राहिलो. ते सगळे ढगाआडच राहिले पण आम्हाला हे नाट्य

त्या ढगाआड घडतंय याचा पुरावा दिसत राहिला.

सूर्य जसजसा झाकत गेला, तसतसा अंधार भराभरा वाडू लागला. आधी छान उजळलेला नर्मदेचा हिरवागार काठ, वाहतं पाणी, समोरच्या काठावरचा उजळलेला डोंगर पटापट अंधारू लागले. आधी पाणी दिसेनासं झालं. मग डोंगर. आभाळ तर काळंकुट्ट होतंच. काठावर लांब कुठेतरी लावलेला दिवा मग स्पष्ट दिसू लागला. त्या झोताचं प्रतिबिंबही पाण्यात दिसलं. दोन-अडीच मिनिटं हा अंधार तसाच राहिला. पण स्तब्ध असलं तरी हे चित्र शांत नव्हतं. गोंधळलेले पक्षी अंधाराआधी पुन्हा घरट्यात परतले होते. आता वटवाघळं आवाज करत होती. माणसंही जीव डोळ्यात आणून अंधार पाहत होती. मग पुढच्या दोन मिनिटात तो अंधार नाहीसा होऊ लागला. पाणी डोंगर, हिरवाई त्याच क्रमानं दिसायला सुरुवात



झाली. आणि ग्रहणामुळे घडलेला हा उजेड अंधाराचा अद्भुत खेळ आम्ही पाहिला.

प्रत्यक्ष सूर्य, पूर्ण ग्रासलेली (टोटॅलिटीची) अवस्था. (करोना) मुकुट, डायमंड रिंग या आधी अनेक वेळा ऐकलेल्या, टी.व्हीवर पाहिलेल्या आणि खूप वाट पाहिलेल्या गोष्टी मुळीच न दिसूनही, आमचा अनुभव अगदी न भूतो न भविष्यति असाच ठरला (माझ्या आयुष्यात तरी नक्कीच.) आता वाट बघायची तरी जानेवारी २०१० मध्ये धनुष्कोडीहून दिसणाऱ्या कंकणाकृती सूर्यग्रहणाची.

कंकणाकृती सूर्यग्रहणात चंद्राची सावली

सूर्याला खग्रास सूर्यग्रहणासारखी तंतोतंत झाकत नाही. चंद्राची सावली अशा वेळी जराशी लहान असते. परिणामी सूर्याचा बांगडीसारखा भाग दिसू शकतो.

हा अद्भुत निसर्ग चमत्कार पहायला जायची तयारी आत्तापासूनच करायला हवी. या लेखात अनुभवलेल्या सूर्यग्रहणाची छायाचित्रे कव्हर ४ वरती पहा.

---

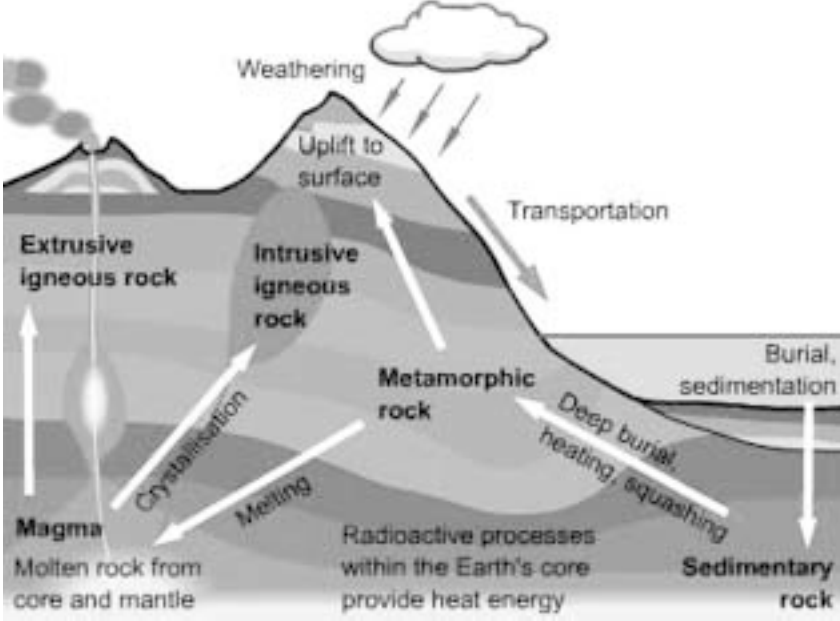
लेखक : नीलिमा सहस्रबुद्धे, पालकनीती  
संपादक गटात सहभागी.

# खडक : अग्निजन्य आणि वालुकाश्म

लेखक : यशश्री पुणेकर

तुम्ही कधी माथेरानला गेला आहात ? खूप छान थंड हवा आणि त्याचबरोबर भरपूर निसर्गसौंदर्य तिथे पहायला मिळतं. सगळीकडे डोंगर आणि गर्द झाडी. मुंबईपासून महाबळेश्वरपर्यंत पसरलेल्या सह्याद्रीतलं माथेरान हे एक ठिकाण. तिथले डोंगर वैशिष्ट्यपूर्ण आहेत. नीट पाहिलं तर सह्याद्रीतले सगळेच डोंगर हे एकावर एक

थर रचून तयार झाल्यासारखे दिसतात. ते तसेच तयार झाले आहेत. पृथ्वीच्या अंतर्भागातून उकळता लाव्हा बाहेर पडतो आणि सगळीकडे पसरत थंड होत जातो. त्यापासून जे डोंगर/खडक तयार होतात त्यांना अग्निजन्य खडक म्हणतात. इंग्रजीत त्यांना igneous असं म्हणतात. लॅटीनमध्ये rock चा अर्थ अग्नी असा आहे.





वाहणाच्या पदार्थांमध्ये भरपूर प्रमाणात खनिजे असतात. थंड होताना त्यांचे स्फटिकीकरण होते. काही ठिकाणी, साधारणपणे जमिनीच्यावर स्फटिकीकरण जलद गतीने होते त्यामुळे स्फटिक लहान असतात. जमिनीखाली थंड होण्यासाठी जास्त वेळ लागत असल्याने स्फटिक मोठमोठे

### ज्वालामुखी

पृथ्वीच्या अंतर्गत भागातून लाव्हा जिथून बाहेर पडतो त्याला ज्वालामुखी म्हणतात. पृथ्वीवर बहुतेक वेळा ज्वालामुखीचा उद्रेक खोल समुद्राच्या तळाशी होतो. सागरतळाला भेगा पडतात त्यामुळे पृथ्वीगर्भात असलेल्या लाव्हारसावरचा दाब कमी होतो आणि तो वितळू लागतो. बाहेर येऊ लागतो. जमिनीखाली असताना त्याला मॅग्मा असे म्हणतात. काही वेळेला या मॅग्मामध्ये पाणी मिसळते आणि तो जोरदारपणे उसळून बाहेर येतो. बाहेर आल्यानंतर तो सगळीकडे पसरू लागतो आणि हळूहळू थंड होतो. वेळोवेळी होणाऱ्या या उद्रेकांमधून पृथ्वीवर लाव्हारसाचे थराथर थर साचत जातात आणि त्यांचेच बनतात अग्निजन्य खडक. भारतात सह्याद्री हे त्याचे उत्तम उदाहरण आहे. संपूर्ण दख्खनचे पठार हे ज्वालामुखी वाहत येऊन पसरल्याने तयार झाले आहे.

मॅग्मा किंवा लाव्हा या द्रव स्वरूपात

असतात. स्फटिकीकरणाच्या प्रक्रियेत स्फटिक तयार झाल्यानंतर उरलेल्या लाव्हारसाचे रासायनिक घटक निराळे असतात. त्यामुळे अग्निजन्य खडकांमध्ये प्रत्येक थरामध्ये वेगवेगळे खनिज असल्याचे दिसते. खडकात असलेल्या खनिजांवरून खडकाचा रंग ठरतो. ज्या खडकात सिलिकाचे प्रमाण जास्त असते, ते फिकट रंगाचे असतात तर सिलिकाविरहित खडक गडद रंगाचे असतात.

खडकात असलेल्या खनिजांवरूनच अग्निजन्य खडकांचे वेगवेगळे प्रकार आहेत - बेसॉल्ट आणि ग्रॅनाईट

बेसॉल्ट हा गडद रंगाचा खडक असतो. त्यामध्ये मॅग्नेशियम, लोह भरपूर प्रमाणात असते तर ग्रॅनाईटमध्ये फेल्टस्पायर, क्वार्ट्झ (सिलिका), मायका अशी खनिजे भरपूर असतात त्यामुळे त्यांचा रंग फिकट असतो. सामान्यतः या खडकांना बेसॉल्ट किंवा ग्रॅनाईट या नावानेच ओळखले जाते. व्यवहारातही





त्यांची हीच नावे वापरतात. स्वयंपाकासाठी ग्रॅनाईटचा ओटा बनवतात हे आठवतंय ना!  
**अग्निजन्य खडक कुठे आहेत ?**

महासागरांच्या तळाशी हमखास अग्निजन्य खडक आढळतात. ज्वालामुखीतून तयार झालेल्या बेटांवर बेसॉल्ट खूप आढळतो. समुद्रकिनाऱ्यावरील डोंगर-रांगांमध्येही बेसॉल्ट खडक असतो. पण खंडांच्या अंतर्गत भागात मात्र ग्रॅनाईटचे प्रमाण जास्त असते. ग्रॅनाईट खडकांची घनता बेसॉल्ट खडकांपेक्षा कमी असते.

### शिव ज्वालामुंड

भारताच्या पश्चिमेला समुद्रतळाशी नुकतेच एक ज्वालामुंड आढळले आहे. ते साधारणतः ६५० हजार वर्षांपूर्वी तयार

यॉर्कशायर येथील लाईम-स्टोनचे पावसाच्या पाण्याने झालेले विघटन

झाले असावे असा अंदाज आहे. तज्ज्ञांच्या मतानुसार सह्याद्रीच्या उभारणीत या ज्वालामुंडाचा उद्रेक हेच कारण असावे. काहींच्या मते भारताची भूमीही त्यामुळे पूर्वेकडे ढकलली गेली. पण याबाबत मतैक्य नाही. या शिव ज्वालामुंडाचा विस्तार २००० मीटरपेक्षा जास्त आहे आणि क्षेत्रफळ ५ लाख चौरस मीटर आहे. एवढ्या मोठ्या ज्वालामुंडातून लाव्हारस बाहेर पडत असताना मोठ्या प्रमाणावर वायूंचे उत्सर्जन झाले. त्यामुळे तापमानात मोठ्या प्रमाणात बदल घडले आणि हेच बदल डायनासॉरच्या विनाशाला कारणीभूत ठरले असावेत असा अंदाज आहे.

सह्याद्रीपासून पुढे सगळीकडे पसरत गेलेल्या लाव्हामुळे दख्खनचे पठार तयार झाले. त्यामध्ये बेसॉल्टचे प्रमाण खूप आहे अशा कठीण खडकात लेणी कोरणं शक्य होतं. शिवाय ती तिथे टिकतातही. त्यामुळेच सह्याद्रीत अनेक ठिकाणी लेणी आढळतात.





माल्टिज क्रॉस नावाचा दक्षिण आफ्रिकेतील वेस्टर्न केप प्रोव्हिन्स इथल्या केडरबर्ग डोंगरातला हा सुळका. खडकाला पडलेल्या उभ्या भेगांचे विघटन होत गेले आणि असा विशिष्ट आकार तयार झाला.

औरंगाबादजवळची वेरूळ लेणी आणि अजिंठ्याच्या गुंफा बेसॉल्टमधेच आहेत.

महाराष्ट्रात आपण सर्व अग्निजन्य भूमीवरच राहत आहोत. पण महाराष्ट्रातील सगळ्याच डोंगररांगा अग्निजन्य खडकाच्या आहेत का ?

### वालुकाश्म

महाराष्ट्राच्या उत्तरसीमेवर म्हणजे गुजरात, मध्यप्रदेश आणि महाराष्ट्राच्या सीमेवर असणारा सातपुडा पर्वत हा अग्निजन्य खडक नाही, तर तो वालुकाश्म आहे. म्हणजे वाळूचा खडक.

मुखपृष्ठावर आपण जे छायाचित्र पाहिलं त ते सातपुडा पर्वतातील भीमबेटका येथील आहे. वालुकाश्म वाळू आणि चुनखडीयुक्त असतात. त्यात सिलिका भरपूर प्रमाणात आढळते. वाळू प्रमाणेच वालुकाश्म तपकिरी, पिवळा, पांढरा, राखाडी अशा विविध रंगात आढळतो. वालुकाश्म खडकांच्या मोठमोठ्या

रांगा आणि त्यामधल्या दऱ्यांमध्ये अशी विविधता पहायला मिळते.

काही वालुकाश्म विघटनरोधक असतात त्यामुळे इमारतीच्या बांधकामात त्यांचा मोठ्या प्रमाणावर वापर केला जातो. जयपूर, जोधपूर, जैसलमीर, ग्वाल्हेर इथले राजवाडे तुम्हाला आठवतात ना ?

वालुकाश्मातील खजिनांचा कठीणपणा आणि घनता त्यामुळे त्यांचा धारदार कटर बनवण्यासाठीही उपयोग होतो.

हा खडक तयार होताना सुरुवातीच्या काळात त्यात पावसाचे पाणी पडून तो सच्छिद्र होतो. काही ठिकाणी मोठमोठे खडे पडून पाणी साठते. भोवतीचा खडक सच्छिद्र असल्याने पाणी गाळून निघते. त्यातील अशुद्धता कमी होते.

### वालुकाश्म कसे तयार होतात ?

वालुकाश्म खडक वाळूचे थरावर थर जमून तयार होतो. ह्याचे दोन प्रकार



असतात. वाळवंटाखाली आणि नदी किंवा समुद्राखाली दोन्ही वरच्या दाबामुळे तळातल्या थराचे खडक बनतात. वाळवंटात वारंवार होणाऱ्या तुफान वावटळींमुळे वाळूचे ढीगच्या ढीग स्थलांतरित होतात. घट्ट झाल्याने त्यांचेही खडक बनतात. या प्रक्रियेत वाळूच्या कणांमधल्या जागेत खनिजे साठू लागतात आणि थर घट्ट होत जातात.

या खनिजांमध्ये मुख्यत्वे करून सिलिका आणि कॅल्शियम कार्बोनेट असतात. त्यांच्यामुळे वालुकाश्म पिवळा किंवा फेल्स्पार असेल तर गडद रंगाचा होतो. नैऋत्य अमेरिकेत वालुकाश्मात लोह ऑक्साईड स्वरूपात आढळते आणि खडकाला गुलाबी ते गडद लाल (टेराकोटा) रंग प्राप्त होतो. यात मँगनीज असेल तर खडक जांभळ्या रंगाचा होतो. उदा. आपल्याकडे कोकणात सापडणारा जांभा दगड. असा खडक इंग्लंडच्या पश्चिम भागात, मध्ययुरोपातही आढळतो.

वालुकाश्मातील घटक आणि वैशिष्ट्ये भोवतीच्या वातावरणावर अवलंबून असतात. वाळूच्या कणांचा आकार, त्यातील खनिजे इत्यादी गोष्टी वालुकाश्म कुठे तयार झालाय यावर ठरते. त्यानुसार त्यांचे आणि असे प्रकार पडतात.

भारतात राजस्थानात जोधपूर, कोटा, सवाई माधोपूर, बिकानेर, भिलवाडा इथं वालुकाश्म भरपूर प्रमाणात आढळतो. कदाचित म्हणूनच त्या भागात भव्य राजवाडे उभे राहिले असावेत. मध्यप्रदेशातील इंदोर, दामोह, बिलासपूर, रेवा, सागर, सटना, शाहडोल या जिल्ह्यातही वालुकाश्म आहे.

भोपाळजवळ तीसेक कि.मी. वर भीमबेटका नावाच्या जागी अशा खडकांमध्येच बऱ्याच गुहा तयार झाल्यात. प्राचीन काळी तिथे राहणाऱ्या माणसांनी त्या गुहांमध्ये दगडांवर चित्रेही काढली आहेत. त्याबद्दल पुन्हा कधीतरी.

●



# टोळधाडींचे रहस्य

लेखक : पु. के. चितळे

**भारतीय** संस्कृतीत पूर्व दिशेला फार महत्त्वाचे स्थान आहे. सूर्योदय पूर्वेलाच होतो आणि तिथूनच प्रकाश सगळीकडे पसरतो. पण भारताच्या इतिहासात पश्चिम दिशेलाही एक महत्त्वाचे स्थान आहे. अर्थातच ते वेगळ्या प्रकारचे आणि भिन्न अर्थाने आहे.

## पश्चिमेकडून होणारी आक्रमणे

भारताला फार प्राचीन काळापासून परकीय आक्रमणांचे ग्रहण अनेकवेळा लागले आहे. ग्रीक, कुशाण, हूण, अरब, तुर्क, अफगाण, लोधी, मुघल अशी कितीतरी आक्रमणे पश्चिम दिशेकडून झाली आहेत.

भारतावर होणाऱ्या या मानवी आक्रमणाशिवाय अशाच एका प्रकारची पण अमानवी आक्रमणे आणि तीसुद्धा पश्चिम दिशेकडूनच वेळोवेळी होत असतात. यात महत्त्व या गोष्टीला आहे की, ही आक्रमणे मानवी आक्रमणांच्याही कितीतरी अगोदर पासून होत आहेत आणि मानवी आक्रमणे भविष्यात थांबली तरीही ही आक्रमणे चालूच राहणार आहेत. इतिहासकारांच्या दृष्टिकोनातून कदाचित या आक्रमणांना फारसे

महत्त्व नसेल पण जैव-शास्त्रज्ञांना या आक्रमणांकडे दुर्लक्ष करून चालणार नाही.

ही अमानवी आक्रमणे टोळांची असतात आणि त्यांना 'टोळधाड' असे नाव देण्यात आले आहे. टोळधाडींचा दणका फक्त भारतालाच सहन करावा लागतो असे नाही. जगातील बहुतेक सर्व देशांना टोळांच्या उपद्रवाचा अनुभव कधी ना कधी आला असेलच. पण काही देशांना वरचेवर त्यांच्या आक्रमणाला तोंड द्यावे लागते.

माणसाला टोळधाडींच्या उपद्रवाचा शाप फार पुरातन आहे. बायबल आणि अनेक प्राचीन ग्रंथांमधून टोळधाडींची अत्यंत चमत्कारिक वर्णने सापडतात. काही वेळा तर या आक्रमणांचे रूप मानवी आक्रमणापेक्षा कितीतरी भयानक आणि सर्वनाशी असते. तेव्हा आक्रमक टोळांची संख्या एवढी प्रचंड असते की त्यांच्यामुळे सूर्य, खग्रास ग्रहण लागल्या प्रमाणे झाकला जाऊन दिवसासुद्धा काळोख होतो. काही वेळा या आक्रमक टोळांच्या प्रचंड सैन्याला एखादे ठिकाण उडत ओलांडण्यास अनेक दिवसही लागू शकतात. हे सैन्य आकाशात अनेक मैलांपर्यंत पसरलेले असते. त्यातच या सैन्याने वाटेत कुठेतरी

तळ ठोकला तर तेथील वनस्पतींची प्रचंड हानी होते. त्यांनी तळ ठोकलेल्या परिसरातील उभी शेते, झाडे, सर्वप्रकारच्या वनस्पती आदींचा तर चट्टा-मट्टा होतोच, त्या शिवाय गुरं, घोडे, कुत्री, मांजरी आणि प्रसंगी माणसेही त्यांच्या तावडीत सापडली तर अल्पकाळात त्यांचाही फडशा पाडला जातो आणि उरतात फक्त त्यांचे कोरडे सापळे. अशा अनेक भयंकर घटनांचे उल्लेख उपलब्ध आहेत. पूर्व आफ्रिकेत आलेल्या एका प्रचंड टोळधाडीची रूंदी १५०० मीटर व जाडी ३० मीटर एवढी होती. टोळांचा हा मोठा जमाव एखाद्या प्रचंड काळ्याकुट्ट ढगासारखा होता. त्या जमावामुळे सूर्यप्रकाश रोखला गेला होता. त्या टोळांच्या जमावाची लांबी एवढी मोठी होती की त्यांना कुठलेही ठिकाण उडत ओलांडण्यास तब्बल ९ तास लागत असत.

या टोळधाडी म्हणजे काय ? त्यांच्या प्रचंड सैन्याची जमवा-जमव कशी होते ? ते इतके आक्रमक कसे होतात ? या सर्व प्रश्नांची उत्तरे अत्यंत रोचक आणि अनाकलनीय आहेत.



टोळ विशेष प्रकारचे कीटक असतात. एखाद्या शेतात किंवा बागेत गेल्यावर आपल्याला हिरव्या, पिवळ्या, करड्या, तपकिरी, काळ्या आदी विविध रंगाने १-२ इंच लांबीचे, लांब पाय आणि आखूड मिशा असलेले कीटक इकडून-तिकडे उड्या मारताना दिसतात. यांना 'नाकतोडा' (Grass Hoppers) म्हणतात. हे कीटक टोळांचे जवळचे नातलग असतात. एवढेच नव्हे तर त्यांच्याचपैकी काही कीटकांचे स्वरूप बदलल्यामुळे त्यांच्यापासून टोळ तयार होतात असे उघडकीस आले आहे. त्याचे हे रूपांतर कुठल्या परिस्थितीत, कुठल्या कारणाने आणि कसे घडते हे पाहणे महत्त्वाचे होईल.

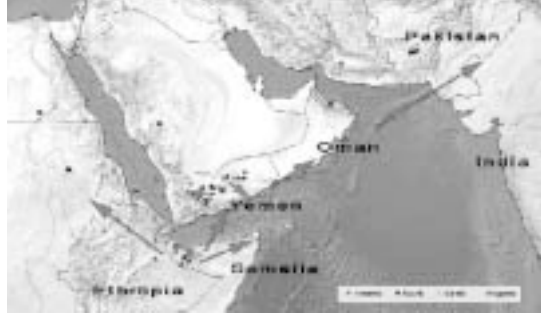
### टोळांच्या दोन भिन्न अवस्था

टोळांच्या अनेक जाती आहेत. त्यांच्यापैकी अनेक जातींचे सखोल अध्ययन के ल्यावर त्यांच्याबाबतीत अनेक विस्मयकारक गोष्टी लक्षात आल्या आहेत. टोळांच्या इतर जातीतही असेच काहीतरी घडत असावे. टोळांची सर्वसाधारणपणे ३ रूपे किंवा अवस्था (phases) असतात. या तीन अवस्थांना १) एकाकी अवस्था (Solitary phase.) २) संघचारी अवस्था (Gregarious phase) ३) संक्रमक अवस्था (Migratory phase) म्हणतात.

१. एकाकी अवस्थेतील टोळांचे मोठे - मोठे समूह नसून ते एकट्या-दुकट्यानेच

## Locust Watch

टोळधाड या आपल्या भाषेतील शब्दावरून आपण कल्पना करू शकतो की टोळांची धाड पडणं, टोळधाड येणं ही आपल्या भागातली दुष्काळासारखी बऱ्याचदा होणारी घटना नव्हे तर संकट असणार. पण प्रत्यक्षात आपल्या किंवा नव्या पिढीनं प्रत्यक्ष टोळधाडीचा अनुभव / दर्शन घेतलेलं नाही म्हणून असं कदाचित वाटू शकेल की ही फार जुनी, आता नष्ट झालेली गोष्ट असणार. अशा एक जुन्या



टोळधाडीचे फोटो पूर्वी संदर्भच्या अंकात दिले होते.

मात्र या टोळधाडीच्या शक्यता अजूनही आहेतच. Food and Agricultural Association of the U.N. यांचे लोकस्ट वॉच नावाचे एक पत्रक निघते. ५ मे २००९ च्या पत्रकात दिलेल्या या नकाशात टोळांच्या पैदाशीबद्दल आणि धोक्याबद्दल सूचना दिल्या आहेत. सध्या येमेन, सोमालिया आणि इथिओपियात टोळांनी अंडी घातली आहे. लवकरच टोळ त्यातून बाहेर पडतील. पाऊस झाला तर ते तिथेच राहतील. अन्यथा सुदान आणि इंडोपाक सीमेकडे या झुंडी येण्याचा धोका आहे.

२ जुलै २००० मधे चीनच्या झिन झियांग प्रांतात टोळधाडी आल्या. ३८ लाख हेक्टरवरचं पीक, हिरवळ त्यांनी नष्ट केली. मग त्यावर उपाय म्हणून चीनने सात



लाख बदकांचे एक सैन्यच तयार केले. खाण्याच्या वेळी ठरावीक शिष्टी वाजवून त्यांना प्रशिक्षण दिलं गेलं. खालच्या फोटोत हे सैन्य टोळधाडीवर तुटून पडण्यासाठी निघाले आहे. दहा कोटी कीटक त्यांनी खाऊन नष्ट केले असा अंदाज आहे.

न्यूज (बी. बी. सी. १२ जुलै २०००)



राहातात. संघाचारी टोळ लहान - मोठे समूह करून राहातात. त्यांना एकटे राहाणे आवडत नाही. संक्रमक टोळ मोठमोठ्या समूहात एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी उडून आक्रमण करतात. यात विस्मयकारक गोष्ट ही की, या कीटकात आपली अवस्था बदलण्याची विलक्षण क्षमता असते. विशेष परिस्थितीत ते आपले रूप बदलून एका अवस्थेतून दुसऱ्या अवस्थेत जाऊ शकतात. म्हणजे टोळ उत्तम बहुरूपी असतात. एकाच जातीच्या विभिन्न अवस्थेतील टोळ एकमेकापासून एवढे निराळे दिसतात की, आतापर्यंत त्यांना निरनिराळ्या जातींचे टोळ समजण्यात येत असे. पण संशोधनातून हे स्पष्ट झाले आहे की, या टोळांच्या भिन्न जाती नसून त्याच जातीतील टोळांच्या भिन्न अवस्था आहेत. टोळांच्या विभिन्न अवस्थांचे फक्त बाह्य रूपच भिन्न असते असे नाही. त्यांचे वागणे, सवयी, आवडी-निवडी,

आक्रमक वृत्ती यांच्यातही फार मोठा फरक आढळतो. शास्त्रज्ञांना ही सर्व माहिती त्यांनी प्रयोगशाळेत केलेल्या अनेक अवघड प्रयोगांतून मिळाली आहे. ही माहिती मिळविण्यात रशियन शास्त्रज्ञ आघाडीवर आहेत.

एकाकी अवस्थेतील टोळ सहसा मोठे स्थलांतर करत नाहीत आणि त्यांच्यामुळे फारसे नुकसानही होत नाही. या अवस्थेतील टोळांचा विशेष रंग नसतो. त्यांचा रंग त्यांच्या परिसरावर अवलंबून असतो.

२. संघचारी अवस्थेतील टोळांचे मोठे-मोठे समूह एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी स्थलांतर करतात आणि तेव्हा त्यांच्यापासून फार मोठे नुकसान घडून येते. त्यांच्या या अवस्थेलाच 'संक्रमक' अवस्था म्हणतात. या टोळांचा रंग काळसर, पिवळा-नारंगी असतो. त्यांचा रंग त्यांच्या परिसरातील रंगावर अवलंबून नसतो. त्याचे पाय, पाठीवरील कवच, त्यांच्या मापांचे परस्पर प्रमाण त्यांच्या एकाकी अवस्थेतील टोळांपेक्षा भिन्न असते.

तांबड्या समुद्राच्या आसपासचा प्रदेश बहुतांशी वाळवंटी आहे. तिथे काही ठिकाणी कमी-जास्त प्रमाणात हिरवळ असलेल्या जागाही सापडतात. हिरवळीचे हे लहान-मोठे टापू एकमेकापासून काही अंतरावर असतात. हे अंतर कुठे कमी तर कुठे जास्त असते. शिस्टोसरका जातीचे टोळ इथल्या

हिरवळीच्या टापूंतच अंडी घालतात. अंड्यांमधून निघालेल्या पिलांची संख्या प्रत्येक टापूत फारशी नसल्याने त्यांच्या वस्त्या विरळ असतात. म्हणून या सर्व पिलात एकाकी अवस्थेतील लक्षणे दिसून येतात.

पुढे जसजसा उन्हाळा वाढतो तसतसा हिरवळ असलेल्या टापूंचा विस्तार कमी होत जातो. त्यामुळे टोळांच्या पिलांना मग एकामेकाच्या जास्त जवळ जावे लागते आणि त्यांचा एकांत कमी होतो. उन्हाळा आणखी वाढल्यावर हिरवळीचे काही टापू अगदी सुकून जातात आणि तिथल्या टोळांना जवळपासच्या एखाद्या हिरवळीच्या टापूवर स्थलांतर करावे लागते. त्या बरोबर त्या टापूतील टोळांची संख्या आणि दाटी वाढते.

अशा तऱ्हेने उन्हाळा वाढत गेल्यावर हिरवळीच्या टापूंचा विस्तार व संख्या कमी होत जाते. तिथल्या टोळांनाही हिरवळ असलेल्या दुसऱ्या टापूत यावे लागते. याचा परिणाम शेवटी असा होतो की, उरलेल्या हिरवळीच्या टापूत टोळांची संख्या उत्तरोत्तर वाढतच जाते व तिथे टोळांची दाटीही वाढते.

३. अशाप्रकारे टोळांच्या लहानलहान तुकड्यांपासून त्यांचे मोठमोठे जमाव तयार होतात. या जमावांचा आकार वाढत असताना त्या टोळांच्या बाह्य रूपात व वागण्यातही बदल होत जातो. त्यांच्यातील एकाकी अवस्थेतील लक्षणे हळूहळू लुप्त होऊ लागतात आणि त्यांची जागा संघचारी

अवस्थेतील लक्षणे घेऊ लागतात. त्यांच्या शरीराचा रंग बदलून हळूहळू काळसर, पिवळा-नारंगी होतो. त्यांचा आकार वाढतो. आता त्यांच्या चयापचयाच्या क्रिया वाढतात. शरीराचे तपमान वाढते. या सर्व गोष्टींबरोबर त्यांच्या वागणुकीत बरेच बदल होतात. त्यांची अस्वस्थता वाढते व ते उत्तेजित झालेले वाटतात.

असे आढळले की, माणसांचीही अशीच गर्दी एखाद्या बंदिस्त जागेत बऱ्याच काळ राहू दिली तर त्या गर्दीतील माणसांचीही अस्वस्थता अशीही वाढत जाते आणि ते उत्तेजित होतात. काही वेळा असा जमाव इतका उत्तेजित होतो की, त्याला आवरणे कठीण असते. अशा उत्तेजित, विवेक हरवलेल्या, बेबंद जमावाने विकृत, पाशवी कृत्ये केल्याच्या घटना घडतात.

याचप्रमाणे या उत्तेजित टोळांच्या अवस्थेचीही एक सीमा असते आणि ती ओलांडली गेली की, त्यांच्या 'झुंडशाहीला' सुरुवात होते. या टोळांच्या मोठ्यामोठ्या झुंडी एखाद्या मोठ्या सैन्याप्रमाणे मुलुख-गिरीसाठी बाहेर पडतात. त्यांची ही भरारी कुठल्या दिशेला आणि किती अंतरावर धडक मारेल ही आधीपासून सांगणे कठीण असले तरी एवढे निश्चित असते की, त्यांनी धाड घातलेला मुलुख अगदी उजाड होतो.

लेखक : पु. के. चितळे.



# वनस्पती आणि खनिजांची कमतरता

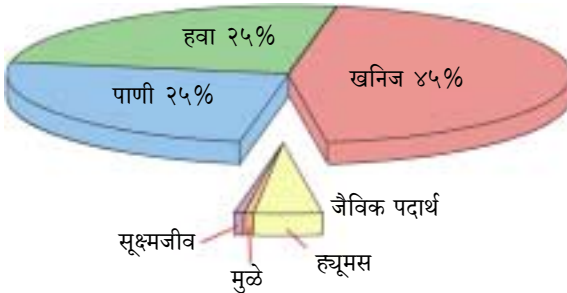
लेखक : डॉ. आ. दि. कर्वे

रासायनिक खते घालणाऱ्यांच्या शेतात उत्पादन वाढलेले दिसते. आणि नंतर त्या जमिनीचा कस कमी होतो. म्हणून मग वाढीव खते घालावी लागतात. परिणामी जमीन नापीकच होते. यावर उपाय काय - खते वापरावीत की नाही ? कोणती वापरावीत ? ती नक्की काय काम करतात ? या सगळ्याचीच उत्तरे वाचूया.

आपल्या वाढीसाठी आवश्यक असलेल्या द्रव्यांपैकी कार्बन, ऑक्सिजन आणि हायड्रोजन हे घटक वनस्पती हवा आणि पाण्यातून घेतात तर खनिज द्रव्ये जमिनीतून घेतात. सुमारे २०० वर्षांपूर्वी जर्मन रसायनशास्त्रज्ञ युस्टुस फॉन लीबिग याने शेतात वाढणाऱ्या वनस्पतींचे रासायनिक पृथक्करण करून आपण पिकांद्वारे जमिनीतून कोणती खनिजे किती प्रमाणात काढून घेतो याचा अभ्यास केला. त्याने सन १८२६ साली लिहिलेल्या एका लेखात या संशोधनाचे निष्कर्ष प्रसिद्ध करून

असे मत मांडले की आपण जर हे खनिज घटक बाहेरून जमिनीला पुरवले नाहीत तर आपल्या जमिनी कालांतराने नापीक होतील. हा विचार अत्यंत तर्कशुद्ध होता.

खनिजे संपल्यामुळे खाणी बंद कराव्या लागतात आणि शेतात योग्य ते रासायनिक क्षार घातल्यास पिके अधिक उत्पन्न देतात हे दोन्ही पुरावे लोकांसमोर होते. त्यामुळे हा विचार त्यावेळी शेतकरी व शास्त्रज्ञ या दोन्ही गटांनी बिनविरोध मान्य केला. शेतात मोठ्या प्रमाणात रासायनिक खते वापरण्याइतकी



रासायनिक कारखानदारी त्यावेळी मोठी झालेली नव्हती; पण मुळात हा विचार लोकमान्यता पावलेला असल्याने आणखी १०० वर्षांनी जेव्हा युरोपात

रासायनिक कारखानदारी फोफावली, तेव्हा रासायनिक खतांची निर्मिती आणि वापर हळूहळू वाढू लागले.

### रासायनिक खते

रासायनिक खते सहजी उपलब्ध होऊ लागल्याने अधिक खते दिल्यास अधिक उत्पन्न देतील अशी पिकांची वाणे वनस्पतिपैदासकारांनी विकसित केली. आणि त्यातूनच पुढे शेतमालाचे उत्पन्न वाढेल अशी एक नवी कृषिपद्धती विकसित करण्यात आली. या पद्धतीत प्रति क्षेत्रफळ रोपांची संख्या वाढवून, रासायनिक खतांचा, सिंचनाचा आणि कृषिसंरक्षक रसायनांचा सढळ हाताने वापर करून अधिक उत्पन्न मिळविले जाते. या नवीन पद्धतीची परिणती झाली ती १९६५ ते १९७५ या दशकात घडून आलेल्या हरितक्रांतीमुळे. हरितक्रांतीपासूनच रासायनिक खते तयार करण्याच्या उद्योगाला खरी चालना मिळाली. आजमितीस सर्वाधिक वापरले जाणारे रासायनिक खत आहे यूरिया. ते हवेतल्या



नायट्रोजनपासून बनविलेल्या अमोनियापासून निर्माण केले जाते.

अमोनियाची निर्मिती करण्यासाठी इतक्या मोठ्या प्रमाणात ऊर्जा लागते की आज रासायनिक खतांची निर्मिती हा जगातला सर्वाधिक ऊर्जा वापरणारा उद्योग झाला आहे. उद्योगांसाठी वापरल्या जाणाऱ्या एकूण ऊर्जेपैकी १.२ टक्के एवढी ऊर्जा केवळ हा एकच उद्योग वापरतो. एवढी ऊर्जा लोखंड आणि पोलाद निर्मितीसाठीसुद्धा जागतिक पातळीवर वापरली जात नाही.

हरितक्रांतीमुळे जगातल्या अन्न-धान्योत्पादनात लक्षणीय वाढ झाली. पण तिच्यातून रासायनिक खतांसंबंधीचे एक नवे सत्य उघडकीस आले. ते म्हणजे, रासायनिक खतांवर आधारित शेती ही शाश्वत टिकणारी कृषिपद्धती नव्हे. आपण जर आपल्या शेतात सतत मोठ्या प्रमाणात रासायनिक खतांचा वापर करीत राहिलो तर शेवटी आपली जमीन नापीक होते. अशा जमिनीला श्रांत जमीन असे म्हटले जाते. जमीन श्रांत का होते याची नक्की कारणे अजून उपलब्ध नाहीत, पण अशा जमिनीला कितीही प्रमाणात रासायनिक खते घातली तरी तिच्यातून पूर्वी इतके पीक निघत नाही. श्रांत जमिनीच्या समस्येने शास्त्रज्ञांना रासायनिक खतांच्या वापराचा पुनर्विचार करायला भाग पाडले आणि या प्रकारच्या शेतीला पर्याय शोधण्यास सुरुवात

झाली. त्यांपैकी एक पर्याय असा होता की वनस्पतींना आवश्यक असणारे खनिज घटक रासायनिक स्वरूपात न देता ते सेंद्रिय पदार्थांद्वारे द्यावयाचे.

## पर्याय

या पर्यायाला सर्व कृषिशास्त्रज्ञांची मान्यता होती, कारण रासायनिक खतांचा शोध लागण्यापूर्वी शेतकरी आपल्या शेतात सेंद्रिय खतांचाच वापर करित असत, व तेव्हा कधी श्रांत जमिनीची समस्या उभी राहिली नव्हती. परंतु वनस्पतींना लागणारे सर्व खनिज घटक सेंद्रिय पदार्थांद्वारे पुरविण्यात एक अडचण अशी आहे, की जमिनीत घालण्यासाठी जे सेंद्रिय पदार्थ उपलब्ध आहेत, ते मुख्यतः शेतातून निघणारे त्याज्य पदार्थच असतात आणि त्यांच्यातल्या खनिज घटकांचे प्रमाण अत्यल्प असते. त्यामुळे आजकालच्या सुधारित वाणांची खनिज घटकांची गरज आणि सेंद्रिय खतांमधील खनिजद्रव्यांचे प्रमाण यांची सांगड घालावयाची असेल तर आपल्याला सुमारे १० हेक्टरमधून निघालेल्या त्याज्य शेतमालाचे कंपोस्ट एक हेक्टर क्षेत्रात घालावे लागेल. यावरून एक गोष्ट स्पष्ट होते की सेंद्रिय शेती अव्यवहार्य आहे. कारण आपण जरी देशातला सर्व त्याज्य शेतमाल शेतजमिनीत परत घालावयाचे ठरविले तरी आपण तो एकूण कृषिक्षेत्रापैकी केवळ १० टक्के क्षेत्रावरच वापरू शकू.



आपण जगात कोठेही गेलो तरी आपणांस तेथे तिथल्या हवामान आणि पाण्याला अनुरूप अशा कोणत्या ना कोणत्या वनस्पती वाढताना दिसतातच, आणि त्या केवळ शेतातच नव्हे तर निसर्गातही दिसतात. याचा अर्थ असा होतो की जगातल्या सर्व जमिनींमध्ये हिरव्या वनस्पतींच्या वाढीला आवश्यक अशी सर्व खनिज द्रव्ये पुरेशा प्रमाणात उपलब्ध असतात. ही द्रव्ये खरोखरीच पुरेशा प्रमाणात उपलब्ध आहेत की नाहीत हे अजमावण्याची सर्वमान्य पद्धती म्हणजे मातीपरीक्षण. या चाचणीत मातीत उपलब्ध असणाऱ्या विविध घटकांपैकी जे घटक पाण्यात विरघळू शकतात त्यांचाच विचार केला जातो, कारण अविद्राव्य घटक वनस्पतींना जमिनीतून घेता येत नाहीत. अशाप्रकारचे अविद्राव्य घटक हे मुख्यतः दगड, वाळू आणि माती या स्वरूपात असतात. हे सर्व पदार्थ अनेकविध खनिजांनी

बनलेले असतात. सर्वसामान्यांच्या मते हे घटक जरी अविद्राव्य असले तरी पाणी हे वैश्विक द्रावक असल्याने त्याच्या संपर्कात येणारे सर्व पदार्थ त्यात कमी-अधिक प्रमाणात विरघळतात हे एक शास्त्रीय सत्य आहे. अगदी गारगोट्यासुद्धा पाण्यात विरघळतात आणि त्यांच्यातले सिलिका हे खनिज काही वनस्पती मोठ्या प्रमाणात आपल्या पेशिकाभित्तीमध्ये साठवतात. उदाहरणार्थ तृणधान्ये जमिनीतून दरवर्षी दर हेक्टरी सुमारे २५० किलोग्रॅम एवढी सिलिका काढून घेतात. उसाच्या बाबतीत तर हे प्रमाण ५०० कि.ग्रॅ. एवढे असते. आपण शेतात जी रासायनिक खते वापरतो त्यात सिलिका अजिबात नसते. सिलिका असते जमिनीतल्या कार्टेझ आणि ओपल या दोन प्रकारच्या गारगोट्यांमध्ये आणि सिलिकेटयुक्त खनिजांमध्ये. हे पदार्थ एक लिटर पाण्यात सुमारे ५ ते १५ मि.ग्रॅ. इतक्या कमी प्रमाणात विरघळतात. जमिनीत मातीच्या कणांदरम्यान केशाकर्षणाने साठवल्या गेलेल्या पाण्यात नेहमीच सिलिका आणि इतरही खनिजे विरघळलेली आढळतात.

### खनिज द्रव्यांचा समतोल

खनिजांचे पाण्यात विरघळण्याचे प्रमाण जरी अत्यल्प असले तरी त्यांच्यातला किती भाग पाण्यात विरघळावयाचा याचे एक ठरावीक प्रमाण असते. जमिनीत उपलब्ध

असणारे पाणी आणि त्यात विरघळलेल्या क्षारांचे प्रमाण यांच्यात एक विशिष्ट समतोल जमिनीत नेहमी राखला जातो. त्यामुळे जरी या द्रावणातले काही रेणू वनस्पतींनी शोषून घेतले तरी हा समतोल कायम राखण्यासाठी खनिजांतले रेणू पाण्यात उतरतात. त्यामुळे या समतोलाला 'चल समतोल' असे म्हटले जाते. कारण मातीतल्या पाण्याचे पृथक्करण केल्यास त्यात विरघळलेल्या खनिजाचे प्रमाण जरी कायम दिसले तरी या द्रावणातल्या रेणूंचे मात्र खनिजांमधून पाण्यात आणि पाण्यातून वनस्पतींमध्ये सतत स्थलांतर चालू असते.

कोरडवाहू जमिनीत शेती करणारा शेतकरी आपल्या शेतात रासायनिक किंवा सेंद्रिय यांपैकी कोणत्याच खतांचा वापर करीत नाही. कारण जर पाऊस कमी पडला तर त्याचे केवळ पीकच हातचे जाते असे नाही तर शेतात घातलेले बी आणि खते हेही वाया जातात. महाराष्ट्रात अशा पद्धतीने कोरडवाहू ज्वारीची लागवड हजारो वर्षांपासून चालू आहे पण अशा जमिनींचे मातीपरीक्षण केल्यास असे दिसेल की वर्षानुवर्षे या जमिनींच्या सुपीकतेत काही फरक पडत नाही. दरवर्षीच्या पाऊसमानानुसार जितके उत्पन्न मिळायला हवे तेवढे उत्पन्न या जमिनी दरवर्षी देतातच.

जगाच्या पाठीवर कोठेही गेले तर तिथे कोणत्या ना कोणत्या वनस्पती वाढत असतातच याचा उल्लेख वर आलेला

आहेच. हे उदाहरण आणि कोरडवाहू शेतीचे उदाहरण यांवरून हे लक्षात येईल की वनस्पतींच्या वाढीला आवश्यक असणारी सर्व खनिज द्रव्ये सर्व प्रकारच्या मातीत उपलब्ध असतात, आणि ती मातीत केशाकर्षणाने धरून ठेवलेल्या पाण्यात समतोलाने प्रमाणात विरघळलेली असतात.

वनस्पतींच्या एकूण जैवभारापैकी सुमारे ९५ टक्के जैवभार हा कार्बन, हायड्रोजन व ऑक्सिजन यांपासून बनलेला असतो व केवळ ५ टक्के एवढाच भाग मातीतून घेतलेल्या खनिजांचा असतो. शेतात लावलेल्या वनस्पती आपणांस लागणारी सर्व खनिजे केवळ मातीतूनच घेतात असे नसते. शेतात पहिल्या पिकाचा अवशेष नेहमीच थोड्या फार प्रमाणात शिल्लक असतो व त्यातूनही काही खनिजे नव्या पिकाला मिळतात. साधारणतः एक मीटर जाडीच्या मातीच्या थरात उपलब्ध असणारी खनिज द्रव्ये आणि दरवर्षी शेतात शिल्लक राहणारा सेंद्रिय अवशेष या दोहोंचा हिशेब केला तर असे दिसेल की या मातीत सुमारे ३० हजार वर्षे सतत शेती करता येईल इतकी खनिजे उपलब्ध असतात. आपल्या पायाखाली पृथ्वीचा सुमारे १०० किलोमीटर जाडीचा खडक-मातीचा थर आहे. तसेच वनस्पतींनी जमिनीतून काढून घेतलेले कोणतेही खनिज हा पृथ्वीतल सोडून बाहेर जात नाही, तर ते

नव्याने निर्माण होणाऱ्या खडकांमध्ये व त्यांद्वारे मातीत येते. त्यामुळे खते न घालता कोणत्याही जमिनीत सतत वनस्पती वाढवणे हे तात्विकदृष्ट्या शक्य आहे. परंतु आपणांस हेही विसरून चालणार नाही की कोणत्याही जमिनीला जर बाहेरून रासायनिक किंवा सेंद्रिय खते पुरविली तर त्या जमिनीत वाढणाऱ्या वनस्पती अधिक जोमाने वाढतात. याचे कारण असे की जमिनीत उपलब्ध असणाऱ्या खनिजद्रव्यांची पाण्यात विद्राव्यता अत्यंत कमी असल्याने ती वनस्पतींद्वारे जमिनीतून शोषून घेण्याचा वेग कमी असतो. याउलट जर ही खनिजद्रव्ये पाण्यात सहजी विरघळतील अशा स्वरूपात वनस्पतींना उपलब्ध करून दिली तर ती अधिक वेगाने शोषून घेऊन वनस्पती अधिक वेगाने वाढतात.

### मातीमधले जीवनचक्र

जमिनीतल्या खनिजद्रव्यांवर फक्त वनस्पतीच अवलंबून असतात असे मात्र अजिबात नाही. तर जमिनीत वास्तव्य करणाऱ्या सूक्ष्मजीवांनाही आपली वाढ आणि चयन यांसाठी याच खनिजद्रव्यांवर अवलंबून रहावे लागते. हे सूक्ष्मजीव आकाराने अत्यंत लहान असल्याने ते आपल्याला साध्या डोळ्यांना दिसूही शकत नाहीत. पण त्यांची संख्या मात्र प्रचंड असते.

**चांगल्या कसदार जमिनीत एक ग्रॅम मातीत १ अब्ज इतक्या मोठ्या संख्येने**

सूक्ष्मजंतू सापडतात. सूक्ष्मजीव आपल्या संपूर्ण पृष्ठभागातून मातीतले पाणी आणि पाण्यात विरघळलेली खनिजद्रव्ये शोषून घेऊ शकतात तर वनस्पतींना या क्रियेसाठी केवळ आपल्या मुळांच्या टोकाशी असणाऱ्या केशमुळांच्या एवढेच अवयव उपलब्ध असतात.



संपूर्ण वनस्पतींच्या घनफळाच्या मानाने या केशमुळांचे क्षेत्रफळ फारच कमी असल्याने जमिनीतून खनिजद्रव्ये शोषून घेण्याच्या बाबतीत सूक्ष्मजंतूंच्या मानाने वनस्पती अकार्यक्षम ठरतात. त्यामुळे जमिनीत घातलेली खते वनस्पतींना उपलब्ध होण्याअगोदर जमिनीतले सूक्ष्मजंतूच ती शोषून का घेत नाहीत असाही एक प्रश्न येथे उपस्थित होऊ शकतो. पण असे होत नाही याचे कारण असे आहे, की जमिनीतल्या सूक्ष्मजंतूंना आपल्या वाढीसाठी कार्बनयुक्त पदार्थही लागतात आणि ते जमिनीत पुरेशा प्रमाणात उपलब्ध नसतात. वनस्पती प्रकाशसंश्लेषणाच्या क्रियेने आपल्याला पाहिजे तेवढा कार्बन हवेतून काढून त्यापासून आपले अन्न तयार करू शकतात. पण मातीतल्या सूक्ष्मजंतूंना प्रकाशसंश्लेषण करता येत नसल्याने त्यांना जमिनीवर पडणारी पाने, फुले, फांद्या, जनावरांची विष्टा आणि मातीत वास्तव्य करणाऱ्या छोट्या-मोठ्या प्राण्यांची कलेवरे, अशा मर्यादित स्रोतांवरच अवलंबून राहावे लागते. जर या जंतूंना बाहेरून मोठ्या

प्रमाणात कार्बनयुक्त पदार्थांचा पुरवठा केला तर त्यांची संख्या अमर्याद वाढून ते जमिनीतली सर्व उपलब्ध खनिजद्रव्ये आपल्या पेशिकांमध्ये बंदिस्त करून ठेवतात आणि त्यामुळे त्या जमिनीत वाढणाऱ्या हिरव्या वनस्पती खनिज द्रव्यांच्या अभावामुळे पिवळ्या पडतात. याचे व्यवहारातले उदाहरण म्हणजे आपण जमिनीत सेंद्रिय खत घालतो तेव्हा ते जर चांगले कुजलेले नसेल तर त्यामुळे पिके पिवळी पडतात, कारण अशा न कुजलेल्या खतातल्या कार्बनयुक्त घटकांमुळे जमिनीतल्या सूक्ष्मजीवांची मोठ्या प्रमाणात वाढ होते आणि खतातले सर्व खनिजघटक तेच खाऊन बसतात. जेव्हा आपण सेंद्रिय पदार्थांचे कंपोस्ट खतात रूपांतर करतो तेव्हा आपण ते कुजवतो. या प्रक्रियेत त्यांतल्या कार्बनचे कार्बन डायॉक्साइडमध्ये रूपांतर होते. हा वायू हवेत उडून जातो, त्यामुळे सेंद्रिय पदार्थांमधल्या कार्बनचे प्रमाण कमी होते आणि त्यामुळे सूक्ष्मजंतूंच्या वाढीवर

आपोआपच नियंत्रण पडते.

### परस्पर पोषण

वरिल सर्व विवेचनाचा सारांश असा, की सूक्ष्मजंतूंच्या वाढीसाठी त्यांना बाहेरून कार्बनयुक्त सेंद्रिय पदार्थ मिळणे आवश्यक असते. असे सेंद्रिय कार्बनयुक्त पदार्थ त्यांना वनस्पतींकडून मिळतात. आपल्या वाढीसाठी लागणारे खनिज घटक वनस्पतींना जमिनीतून मिळविता येतात पण ते जर त्यांना विद्राव्य स्वरूपात बाहेरून उपलब्ध करून दिले तर त्यांची वाढ अधिक जोमाने होते. हे कार्य निसर्गात सूक्ष्मजंतू करतात. वनस्पती आणि मातीतील सूक्ष्मजंतू यांच्या अशा या परस्परपूरक गुणधर्मांमुळे त्यांच्यात एक विशिष्ट प्रकारचे परस्परावलंबित्व निर्माण झाले आहे. वनस्पतींची पाने, फुले, फळे, तुटलेल्या फांद्या इ. अवयव जमिनीवर पडतात. ते अन्न म्हणून वापरून सूक्ष्मजंतू आपली वाढ करून घेतात. सूक्ष्मजंतूंनाही आपल्या वाढीसाठी खनिज द्रव्ये लागतात आणि ते ती मातीतून घेतात. ही खनिजद्रव्ये त्यांच्या पेशिकांमध्ये सेंद्रिय रसायनांच्या रूपाने साठवली जातात आणि हे सूक्ष्मजंतू मेले की ती त्यांच्या पेशिकांमधून बाहेर पडून वनस्पतींना उपलब्ध होतात. जमिनीतल्या सूक्ष्मजंतूंची संख्या वाढावी यासाठी काही वनस्पती आपल्या पानांमधून साखर बाहेर टाकतात (उदा. ज्वारी) तर काही वनस्पतींच्या पानांमधून सेंद्रिय आम्ले बाहेर पडतात (उदा. हरभरा). हे पदार्थही

सूक्ष्मजंतूंना अन्न म्हणूनच उपयोगी पडतात. या बाबतीत मी केलेल्या प्रयोगात असे आढळून आले की १ किलोग्रॅम मातीत पाण्याबरोबर केवळ अर्धा ग्रॅम इतकी साखर घातली तर जमिनीतल्या बॅक्टेरियांची संख्या केवळ २४ तासात ५०० पटींनी वाढते. वर दिलेल्या विविध उपायांनी वनस्पती आपल्या पायाशी असणाऱ्या मातीतल्या सूक्ष्मजंतूंचे संख्याबळ वाढवितात. मातीचा अभ्यास करणाऱ्या शास्त्रज्ञांच्या मते सुपीक जमिनीतल्या एक ग्रॅम मातीत सुमारे १ अब्ज सूक्ष्मजंतू असतात आणि त्यांच्याद्वारे वनस्पतींना योग्य प्रमाणात खनिजद्रव्यांचा पुरवठा होत असतो. सेंद्रिय कार्बनचे प्रमाण कमी असलेल्या जमिनीतले जंतूंचे प्रमाणही कमी असते आणि त्या प्रमाणात जमिनीची सुपीकता कमी होते.

वनस्पती आणि जमिनीतले सूक्ष्मजंतू यांच्यातल्या ह्या परस्परावलंबित्वाचा वापर करून आपणांस रासायनिक किंवा कंपोस्ट खतांविनाही शेती करता येते. महाराष्ट्रातले अनेक शेतकरी सध्या या पद्धतीने शेती करीत आहेत. हे शेतकरी एका टाकीत २५ किलोग्रॅम शेण, २५ लिटर गोमूत्र आणि सुमारे ५०० लिटर पाणी यांचा काला करून ठेवतात. तो दोन-तीन दिवस आंबल्यानंतर ते तो झारीने एक हेक्टर शेतात शिंपडतात किंवा शेतीला पाणी देताना हा काला पाण्यात मिसळून देतात. शेताला याशिवाय कोणतेही अन्य रासायनिक किंवा कंपोस्ट खत दिले

जात नाही. ही पद्धती महाराष्ट्रात अमृतपाणी या नावाने प्रसिद्ध आहे. ही पद्धती जरी शेतकऱ्यांच्यात लोकप्रिय असली तरी तिला आत्तापर्यंत कोणताच शास्त्रीय आधार नसल्याने तिला कृषिशालांमधून मान्यता मिळालेली नाही. प्रस्तुत लेखात दिलेल्या विवेचनाच्या आधारे आपण अमृतपाणी या पद्धतीचे खालीलप्रमाणे शास्त्रीय स्पष्टीकरण देऊ शकतो.

### अमृतपाणी

अमृतपाणी या नावाने जो काला शेतातल्या जमिनीला दिला जातो. त्याचा उपयोग मुख्यतः जमिनीतल्या सूक्ष्मजीवांना अन्न म्हणूनच होतो व त्यामुळे जमिनीतल्या सूक्ष्मजीवांची संख्या वाढते. संख्यावाढीच्या प्रक्रियेत जीवमात्रांना आवश्यक असणारी जमिनीतली खनिजद्रव्ये या सूक्ष्मजंतूंच्या पेशिकांमध्ये समाविष्ट केली जातात. पुढे जमिनीत बाहेरून घातलेले हे सेंद्रिय कार्बनयुक्त अन्न जेव्हा संपते. तेव्हा हे सूक्ष्मजंतू मरतात आणि त्यांच्या पेशिकांमधील खनिजद्रव्ये वनस्पतींना उपलब्ध होतात व त्यामुळे वनस्पती अधिक जोमाने वाढतात. शेतकरी अमृतपाण्याचा प्रयोग सर्वसाधारणतः दर तीन महिन्यांनी एकदा करतात. म्हणजे शेतजमिनीतल्या सूक्ष्मजंतूंची संख्या दर तीन महिन्यांनी एकदा एकदम वाढते आणि पुढल्या तीन महिन्यांमध्ये ती हळूहळू कमी होत जाते. सूक्ष्मजंतूंची संख्या घटण्याच्या या तीन महिन्यांच्या काळात त्यांच्या पेशिकांमधील

खनिजे शेतात वाढत असलेल्या वनस्पतींना उपलब्ध होतात, व त्यामुळे त्या जोमाने वाढतात.

थोडक्यात म्हणजे जमिनीला दर तीन महिन्यांनी उच्च पोषणमूल्य असणारा एखादा पदार्थ प्रति हेक्टर सुमारे २५ किलोग्रॅम (शुष्कभार) इतक्या प्रमाणात देत राहिल्यास जमिनीला इतर कोणत्याही रासायनिक किंवा सेंद्रिय खताची आवश्यकता भासणार नाही. आमच्या संस्थेत आम्ही या विषयावर संशोधन सुरू केले आहे. सध्या शहरी भागातल्या ओल्या कचऱ्याच्या विल्हेवाटीची एक मोठी समस्या सर्वच नागरी प्रशासनांसमोर उभी आहे. त्या समस्येवर तोडगा म्हणून त्यापासून गांडूळखत तयार करा असा प्रचार सध्या केला जातो. पण त्याऐवजी आपण न कुजवलेला कचराच जर शेतात वापरला तर तो कितीतरी अधिक क्षेत्राला उपयोगी पडेल. अर्थात अशा ओल्या कचऱ्याची वाहतूक, साठवण आणि तो शेतात वापरता येईल अशा स्वरूपात शेतकऱ्यांना कसा उपलब्ध करून द्यावयाचा यावर संशोधन करावे लागेल.

लेखक : डॉ. आनंद कर्वे, सुप्रसिद्ध वनस्पतीशास्त्रज्ञ, अप्रोप्रिएट ररल टेक्नॉलजी ह्या संस्थेचे संस्थापक संचालक.



# सम आणि विषम

१

२

३

४

लेखक : किरण बर्वे

१५ १६

बऱ्याच दिवसांची वाट संपून पाऊस एकदाचा पडायला लागला होता. 'आम्ही मित्र' आणि अभयदादा पावसाच्या रिपरिपीला कंटाळून घरातच बसले होते. सुहृद म्हणाला 'कोडी घाला' अभयदादाने जरासा विचार केला आणि म्हणाला चला एका सोप्या विषयावरची कोडी घालतो.

१,३,५ हे आकडे एकंदरीत १० वेळेला घेऊन त्या घेतलेल्या आकड्यांची बेरीज २५ करून दाखवा.

उदा. १ चार वेळेला घेतले, ३-चार वेळेला घेतले, ५-दोन वेळेला घेतले म्हणजेच, १,३,५ ह्यांच्यातील एकंदर १० आकडे निवडले, त्यांची बेरीज केली.  $४ + १२ + १० = २६$ . थोडक्यात हुकले.

आता तुम्ही वेगवेगळ्या प्रकारे १,३,५ दहा वेळा निवडून बघू शकता.

हिमांगीने १-तीन वेळा, ३ - सहा वेळा, ५-एक वेळा घेतले. बेरीज आली, ३ +

$$१८ + ५ = २६.$$

सुहृदने १ - सहा वेळा, ३ - एक वेळा, ५ - तीनदा घेऊन बघितले. बेरीज आली  $६ + ३ + १५ = २४$ .

२४, २६, २२, २८ अशा बेरजा येत होत्या पण २५ बेरीज काही केल्या येत नव्हती. अभयदादा गालातला गालात हसत होता. अखेर थोड्या वेळाने तो म्हणाला, "हे अशक्य आहे. कारण १० ही सम संख्या आहे. १, ३, ५ ह्या विषम संख्या आहेत. दोन विषम संख्यांची बेरीज नेहमी सम येते. आता १० वेळेला विषम संख्यांची बेरीज नेहमी समच येणार.

१० विषम संख्या पहिली विषम संख्या वि१, दुसरी वि २,.....वि १० अशा दर्शवू १० विषम संख्यांची बेरीज

$$\begin{aligned} & \text{वि } १ + \text{वि } २ + \text{वि } ३ + \text{वि } ४ + \\ & \text{वि } ५ + \text{वि } ६ + \text{वि } ७ + \text{वि } ८ + \\ & \text{वि } ९ + \text{वि } १० \end{aligned}$$

अशी जोड्यांच्यात लिहूया. वि१ + वि२ = समसंख्या, वि३ + वि४ + वि५ + वि६, वि७ + वि८ + वि९ + १० ह्या सर्व सम संख्याच आहेत. आणि सम संख्यांची बेरीज नेहमी समच असते. म्हणून ह्या १० विषम संख्यांची बेरीज सम येईल. म्हणूनच १,३,५ यातील कोणत्याही प्रकारे १० संख्या निवडल्या तरी त्या सर्व विषमच असणार म्हणून त्यांची बेरीज समच असणार. २५ असणार नाही.”

“ही आयडीया भारी आहे” इति, हिमांगी, आभा आर्या, “एकदम कडक” इति सुहृद, प्रकाश इ.

आता पुढचे कोडे.

महेशने ९६ पाने असलेली वही आणली. प्रत्येक पृष्ठावर अनुक्रम घातले. वही १ ते १९२ पृष्ठांची झाली. किशोरने त्यातील २५ पाने फाडली आणि त्या २५ पानांवरील ५० आकड्यांची बेरीज केली. किशोरची ती बेरीज १९९० असू शकेल काय?”

ह्या वेळी ५ ते ७ मिनीटात सुहृद आणि हिमांगीने आपापसात चर्चा करून सांगितले, “नाही, ती बेरीज १९९० कधीच असू शकणार नाही. प्रत्येक पानावर एक सम क्रमांक आणि एक विषम क्रमांक असणार आहे. त्यामुळे प्रत्येक पानावरील संख्यांची बेरीज विषम असणार आहे. व २५ पाने म्हणजे विषम संख्येची पाने आहेत. विषम

वेळेला विषम संख्यांची बेरीज नेहमी विषम येते. म्हणजेच ती बेरीज १९९० असू शकणार नाही.”

“बरोबर, बरोबर, आता शेवटचे कोडे. २२ पूर्णांक संख्यांचा गुणाकार १ आहे तर त्यांची बेरीज ० कधीच असणार नाही हे सिद्ध करा.”

ह्या वेळी आभाने दोन मिनीटातच उत्तर दिले

“पूर्णांक संख्यांचा गुणाकार १ आहे. म्हणजेच त्या पूर्णांक संख्या एकतर १ असतील वा -१ असतील. गुणाकार १ म्हणजे धन असणार आहे म्हणजेच सम वेळा - १ आणि उरलेलेही समवेळा १ असणार. १, आणि -१ अशा २२ संख्यांची बेरीज शून्य तेव्हाच येईल जेव्हा १,११ वेळेला आणि -१, ११ वेळेला घेतले जातील पण त्यावेळेला गुणाकार -१ येईल.”

तर अशी सम आणि विषमची गंमत. छोट्या छोट्या निरीक्षणांतून गमतीदार व सुरस निष्कर्ष निघतात. ह्या विषयीच अजून काही पुन्हा केव्हातरी.

लेखक : किरण बर्वे, गणित आणि शिक्षणात रस, आंतरराष्ट्रीय ऑलिम्पियाड आणि आयआयटी, जेईईला शिकवतात.  
मो. : ९४२३०१२०३४.

# स्टेम सेल म्हणजे काय?

अनुवाद : स्मिता जोगळेकर

ही घटना आहे २००१ मध्ये घडलेली. अमेरिकेतील न्यूयॉर्क मेडिकल कॉलेजचे व नॅशनल इन्स्टिट्यूट ऑफ हेल्थचे तज्ज्ञ, रूथ पॉवेलकोच्या तब्येती बदल चिंतीत होते. तिला धमनीतील अडथळ्यामुळे ५० व्या वर्षाआधीच पहिला हृदयविकाराचा झटका आला तिची बायपास झाली. तिच्याच पायातील नस वापरली गेली तरीही आणखी पाच वर्षात दोन झटके येऊन डाव्या बाजूच्या झडपा निकामी झाल्या, ऑक्सिजन अभावी मृत झाल्या, या ऊती पुन्हा जिवंत होण्याची किंवा दुरुस्तीची सुतराम शक्यता नव्हती, म्हणूनच तिच्या आजाराकडे असहाय्यपणे बघणे हा एकच पर्याय उरत होता.

बरेचदा असे रूग्ण नव्या शोधांसाठी 'गिनी पिग' म्हणून वापरले जातात. पॉवेलकोच्या लेखी संमती नंतर तिच्यावर स्टेम सेलचा प्रयोग करण्याचे ठरले. तिच्या (बोन मॅरो) अस्थिमज्जेतील एक प्रौढ adult स्टेम सेल बाजूला काढला गेला. त्याला प्रयोगशाळेत पौष्टिक द्रवामध्ये वाढ (कलचर) करण्यासाठी ठेवला गेला. या

प्रक्रिये दरम्यान त्या पेशीसमूहाचे विविध प्रकारच्या ऊतीमध्ये विभेदीकरण/ differentiation होत अनेक ऊती बनू लागल्या. या प्रत्येक प्रकाराला निरनिराळ्या पात्रांमध्ये वेगळे ठेवले गेले, यातून एका समूहाचे तर थेट स्थितीस्थापक स्नायूंचे सतत धडधडणारे हृदयही बनणार होते. जेव्हा मायक्रोस्कोपमधून डॉक्टरांनी पात्रामधील तो पेशीसमूह निरखला तेव्हा त्यांना गगन ठेंगणे झाल्यासारखे वाटले. कारण अजून त्याचे रूपांतर प्रत्यक्ष हृदयात झाले नसले तरी ही त्याने धडधडण्याचे कार्य सुरू केले होते, म्हणजेच एका नव्या जीवाचे संकेत मिळाले होते. हा प्रयत्न जरी डॉक्टरांनी केला होता तरी आधार निसर्गाचा होता.

मग काय... पुढे डॉक्टरांना नवाच जोम आला. कॅथेटरच्या साह्याने टोकदार सुई हृदयाच्या स्नायूपर्यंत पोहोचली व अलंगद एक एक करत तीन कोटी नव्या पेशी थेट त्या झडपेमध्ये दाखल झाल्या. सुरुवातीच्या रुग्णांमध्ये १००% आशादायी परिणाम मिळत नव्हते हेही तेवढेच खरे. परंतु सहा

महिन्यांनंतर पॉवेलकोने काढलेले उद्गार नव्या आशा जागवणारे होते. त्या म्हणाल्या स्टेमसेल रोपण होण्यापूर्वी त्यांना जिना चढताना कोणत्या ना कोणत्या आधाराची गरज भासायचीच. परंतु नवीन उपचारानंतर हे काम त्यांच्यासाठी अगदी सहज सोपे झाले. दिवसात अनेकदा जिने चढउतर करणे शक्य झाले. वरच्या मजल्यावर अनेक तास त्या राहू लागल्या. उपचार घेण्यापूर्वी तर त्या बागेच्या आवाराबाहेरील पत्रपेटीपर्यंतही पोहोचू शकत नव्हत्या. पण नंतर मात्र त्या रोज अर्धा किलोमीटर सहजी फिरायला जाऊ लागल्या. या सर्व घटनांदरम्यान तज्ज्ञ डॉक्टरांचे त्यांच्यातील सुधारणांवर बारीक लक्ष होते. तेही या प्रगतीबद्दल समाधानी होते.

पॉवेलकोंच्या तब्येतीत घडलेल्या या बदलांवरून त्यांचे हृदय दुरुस्त झाल्याच्या दाव्याला पुष्टी मिळायला हवी. परंतु स्टेमसेल थिअरी एवढी जटिल आहे की त्याच्या निष्कर्षाबद्दल इतक्या सहजपणे भाष्य करणे धाडसाचे ठरावे. ही उपचार पद्धती पूर्ण सिद्ध होऊन समोर येईल किंवा नव्या पेशींचे केवळ इंजेक्शनच्या सुईने रोपण होण्याइतपत सोपीही होईल पण दरम्यान अनेक प्रश्नांची उत्तरे शोधणे आवश्यक ठरते. यातील सर्वच प्रश्न वैद्यकीय नसून त्यातील काही प्रश्न नैतिक पण आहेत.

मानवी शरीरात हृदय, फुफ्फुसे, यकृत,

मूत्रपिंड वगैरे अनेक अवयव अतिमहत्त्वाची भूमिका बजावत असतात. यांचे जैविक कार्य सुरळीतपणे चालणे अतिशय आवश्यक असते. परंतु हे नेहमीच शक्य होते असे नाही. हे अवयव ज्या पेशींच्या साहाय्याने जोडलेले असतात, त्यातील काही पेशींचा अकाली मृत्यू होतो व हे अवयव कमजोर पडत जातात. पॉवेलकोबाईंच्या बाबतीत तर हृदयातच झालेल्या या बदलाने त्यांना थेट मृत्यूच्या दारात नेऊन ठेवले. १९६७ साली अमेरिकेतील डॉ. क्रिश्चन बर्नार्ड यांनी हृदयरोपण शस्त्रक्रिया प्रथमच सफलतापूर्वक करून दाखवली व जगभरच्या हृद्रोग्यांना आशेचा किरण दाखवला. नुकत्याच मृत झालेल्या व्यक्तीचे हृदय काही विशिष्ट तासांच्या आत काढून दुसऱ्या हृदय रूणाच्या शरीरात त्याचे रोपण केले गेले. पन्नासेक वर्षापूर्वी ही घटना निश्चितच अतिशय रोमांचकारी होती. याप्रमाणे जर शरीरातील नादुरुस्त अवयवांच्या जागी कार्य करण्यास समर्थ असे अवयव बसवता येऊ लागलो तर!

आज परिस्थिती खूप वेगळी आहे. डॉ. बर्नार्डनी दाखवलेला आशावाद खोटा ठरला. हृदय प्रत्यारोपण ही तेवढी सहज गोष्ट नव्हे. तसेच मागणी आणि पुरवठा या मधेही खूप तफावत आहे. अमेरिकेचा विचार करता वार्षिक साधारण २३०० ते २५०० शस्त्रक्रिया प्रत्यक्ष होतात, खरी गरज असते ४००००

नव्या हृदयांची. व्यक्तीचा मृत्यू झाल्यानंतर त्वरितच अवयव काढून घ्यावे लागतात ही एक समस्या आहे. सर्व अवयवांमध्ये टिकाऊ असा अवयव आहे मूत्रपिंड. त्याच्या पेशी अति खालच्या तापमानात ४८ तासांनंतर व्हास पावू लागतात. परंतु हृदय व फुफ्फुसाची प्रत्यारोपण क्रिया चार तासांच्या आत व्हावी लागते. दाता ३००-४०० कि.मी. दूर असल्यास त्याचे अवयव योग्य वेळेच्या आत रुग्णापर्यंत पोहोचू शकत नाहीत.

तज्ज्ञांच्या मते आणखी एक गंभीर मुद्दा आहे 'रिजेक्शन'चा. बरेचदा रक्ताचा संबंध (नाते) असल्यास सफलतेची शक्यता जास्त असते. एरव्ही रुग्णाचे शरीर ति-हाइत अवयवाचा सामना करण्यासाठी (Antibodies) प्रतिद्रव्यांचे सैन्यच्या सैन्य पाठवू पाहते. त्याला आधी औषधांच्या साहाय्याने नेस्तनाबूद करावे लागते. यापुढे रुग्ण साध्या बॅक्टेरीयाचा संसर्गसुद्धा झेलू शकत नाही. प्रत्यारोपणाची मोठी व अवघड शस्त्रक्रिया पार पाडून यशस्वीरित्या बाहेर पडलेला रुग्ण

गर्भातल्या पेशींमधून फार तर तीस मूळपेशी मिळतात. स्टेमसेल ट्रीटमेंटला लागतात कित्येक लाख मूळ पेशी. त्या कल्चर करून वाढवेपर्यंत पाच-सहा महिने लागतात. आपल्या शरीरातल्या गॅरेजमध्ये छोटीमोठी रिपेअरची कामं सतत शरीरातल्याच मूळपेशी करत असतात. बोनमॅरोमधल्या पेशी, स्नायूंमधल्या पेशींवर प्रयोग चालू आहेत. यशही मिळत आहे. या पेशीही तशा कमीच असतात. आपल्या नाकातील वरच्या कपारीत, पाच सें.मी. जागेत पाच ते दहा कोटी गंधग्रहण कोशी असतात. त्यांचं आयुष्य असतं फक्त एक महिना. त्यांच्या तळाशी असलेल्या मूळपेशी या पेशींची सतत निर्मिती करत असतात. सुईच्या अग्रावर या लाखो पेशी मिळतात. या काढून त्यांचं संवर्धन करतात.

स्त्रीबीज फलित झालं की त्याचं विभाजन सुरू होतं. एकाच्या दोन, चार अशा तीस मूळ पेशी पाचव्या दिवशी होतात. या पुंजक्याला ब्लास्टोसिस्ट म्हणतात. इथपर्यंतच्या या पेशींचा प्रवास अगदी हातात हात घालून होतो. नंतर त्यांचे मार्ग बदलतात. कुणी मेंदूची, कुणी हृदयाची तर कुणी यकृताची वगैरे. या मूळपेशींचं संवर्धन करून त्या वाढवायच्या व रोग्याच्या शरीरात टोचायच्या."

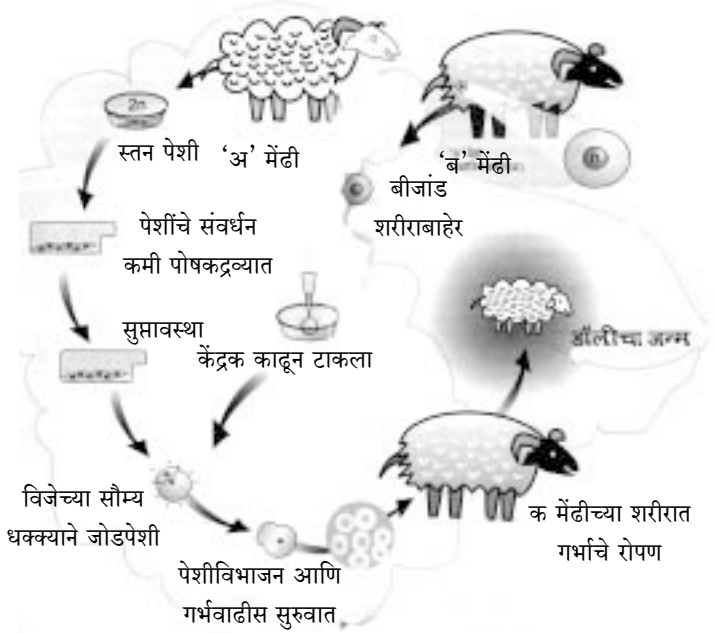
आभार - म.वि.प. पत्रिका जुलै २००८  
(विज्ञानकथा - डॉ. शशिकांत प्रधान)



## डॉलीचा जन्म

क्लोनिंगच्या प्रयोगात ६ वर्ष वयाच्या फिन डॉसेंट जातीच्या मेंढीच्या ('अ' मेंढी) आचळातील पेशी प्रयोगशाळेत वाढविण्यात आल्या. ही मेंढी गभार होती. काचेच्या बशीत या पेशींचे संवर्धन केले. विल्मट आणि सहकाऱ्यांनी ह्या पेशींना उपाशी ठेवले. वाढीसाठी लागणारे अन्नघटक उपलब्ध न झाल्याने त्यांची वाढ खुंटली - त्या सुप्तावस्थेत गेल्या. ह्या पेशीमध्ये ५६ गुणसूत्रे होती, आणि त्यांचे केंद्रक प्रयोगामध्ये वापरण्यात आले. ह्याव्यतिरिक्त स्कॉटिश ब्लॅकफेस जातीच्या मेंढीचे ('ब' मेंढीचे) बीजांड वापरले. ह्या बीजांडातील केंद्रक काढून टाकून त्याची गुणघटक संहिता काढून टाकली. त्या पेशींना पोषक द्रावणात ठेवले. असे केंद्रक विरहित बीजांड आणि सुप्तावस्थेतील पेशी यांना एकमेकाजवळ ठेवून विजेचा सौम्य धक्का दिला. त्यामुळे ह्या पेशी एकत्र येऊन जोडपेशी बनली. अजून एका धक्क्यामुळे त्यांच्या वाढीस सुरुवात झाली. ब मेंढीच्या बीजांडात अ मेंढीच्या पेशीकेंद्रकाचे रोपण झाले. गुणघटक संहिता पूर्णपणे मेंढीची होती. बऱ्याच पेशीविभाजनानंतर त्यापासून गर्भ तयार झाले. या गर्भाचे क मेंढीच्या शरीरात रोपण केल्यानंतर ते वाढू लागले. या मेंढीची योग्य पोषण व आहार या दृष्टीने सतत देखभाल केली गेली. ह्या प्रयोगात ६२% गर्भ पूर्ण वाढू शकले नाहीत पण २७७ पैकी एक प्रयोग सफल होऊन छोटे कोकरू जन्माला आले. त्याचे नाव डॉली. जून १९९६ मध्ये तिचा जन्म झाला. पूर्ण वाढ झालेल्या मेंढीच्या पेशीपासून बनलेली ही पहिली क्लोन.

(दिप्ती देवबागकर यांच्या 'डॉली द क्लोन' मधून साधार.)



साध्या धुळीच्या संसर्गाला बळी पडण्याचा अनुभवही बरेचदा येतो.

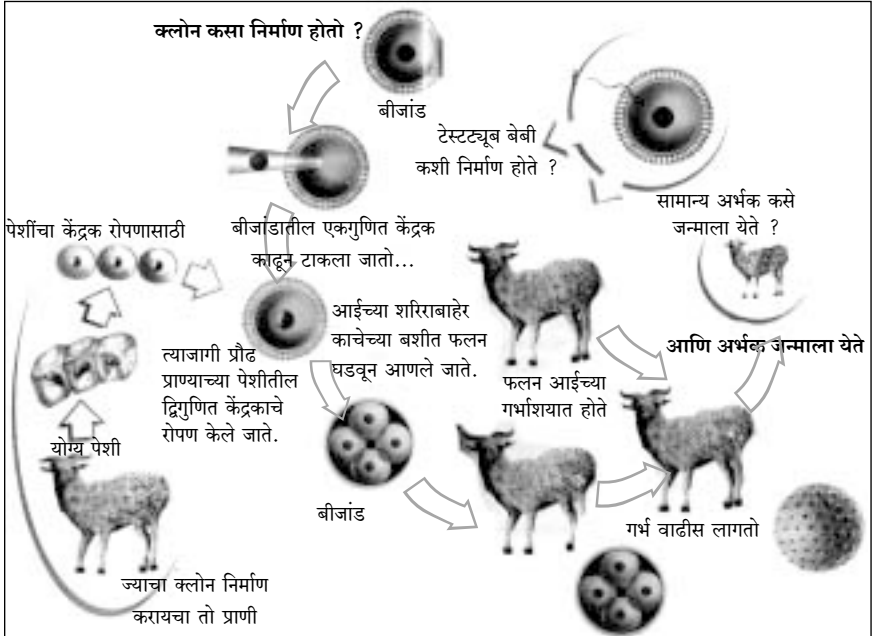
एक प्रश्न असा उपस्थित होतो की खरेच या नादुरुस्त अवयवाला संपूर्णतः बदलून टाकण्याची गरज असते का? आधी पाहिलेल्या पॉवेलको बाईंच्या केसमध्ये असे आढळले की विशिष्ट पेशींचा मृत्यू झाल्या कारणाने एखादा अवयव निकामी बनत चालला होता. अवयव न बदलता जर पेशींचे नवसर्जन करता आले तर? विटा मजबूत केल्या तर इमारत आपोआपच मजबूत बनेल.

उ.स. १६६५ पूर्वी इंग्रजी भाषेचा cell हा शब्द छोटी खोली या अर्थाने वापरला जात असे. परंतु इंग्रज वैज्ञानिक रॉबर्ट हूक यांनी प्रथमच त्याचा वापर सेंद्रिय पदार्थांच्या संदर्भात केला. त्याने स्वतः; बनवलेल्या मायक्रोस्कोपच्या साहाय्याने बूचाच्या झाडाच्या सालीचा क्लोजअप अभ्यासला तेव्हा त्याच्या लक्षात आले की हे साल अनेकानेक सूक्ष्म कण्यांमध्ये विभागलेले आहे. याला त्याने cell हे नाव दिले. पुढे बऱ्याचशा सजीवांच्या उतींमध्ये अशीच कण्यांची रचना आढळली. अधिक अभ्यासांती असा निष्कर्ष निघाला की बहुतेक cellsचा जास्तीत जास्त व्यास ०.००२५ किंवा त्याहून कमी होता. साधारण एक पूर्णविरामाचा ठिपका बनवण्यासाठी अंदाजे ५०० पेशी लागू शकतात. पेशींचे आकार व कार्य निराळे असून त्यांची संख्याही वेगळी असते. मेंदूच्या

पेशींचे मूलभूत कार्य विद्युत सिग्नल वाहून नेणे, हाडांच्या पेशींचे काम शरीराचे वजन पेलणे, हृदयाच्या पेशींचे काम सतत आकुंचन प्रसरण करणे, फुफ्फुसांच्या पेशींनी प्राणवायू घेणे, आतड्याच्या पेशींनी पौष्टिक द्रव्य शोषणे असे शरीरभर २२० प्रकारच्या पेशी निरनिराळ्या जबाबदाऱ्या स्वतंत्रपणे पार पाडत असतात.

नवजात अर्भकामध्ये जन्मतः तर एवढ्या प्रकारच्या पेशी असणे शक्य नाही, तर स्टेम सेल्स या पेशींची निर्मिती करतात. Stemचा अर्थ आहे खोड. म्हणजेच एका खोडातून फांद्या, त्यांना उपफांद्या, पाने, फळे, फुले फुटत राहतात त्या प्रमाणे हे २२० प्रकारच्या पेशी निर्माण होतात. ब्लास्टोसिस्ट नावाने ओळखल्या जाणाऱ्या प्राथमिक गर्भावस्थेमध्ये ही क्रिया होते. चहूबाजूंनी सेंद्रिय पदार्थांचे आवरण असलेले हे ब्लास्टोसिस्ट आतून पोकळ असले तरीही त्यात शे-दिडशे स्टेमसेल्स असतात. कालांतराने वरील कवच गळून पडते आणि स्टेमसेल्स आपले रूपांतर विशिष्ट कार्य करणाऱ्या specialised पेशींमध्ये करतात, व हळूहळू अवयवांची रचना होऊ लागते. लॅटिन भाषेमध्ये स्टेमसेल्सना pluripotent म्हणजेच अनेक प्रकारच्या क्षमता असलेला भाग म्हणतात.

स्टेमसेल्स सर्वच अवयवांमध्ये असतात. क्षणोक्षणी मरणाऱ्या जुन्या पेशींची जागा



### सामान्य प्रजनन, टेस्ट ट्यूब बेबी आणि क्लोन यातील फरक

टेस्टट्यूब बाळांबद्दल आपण ऐकले आहेच. आईच्या शरिराबाहेर काचबशीत (किंवा परिक्षानलिकेत) ही बाळे त्यांचा सुरवातीचा काही काळ काढतात आणि म्हणूनच त्यांना टेस्टट्यूब बाळे असे संबोधण्यात येते. प्रयोगशाळेमध्ये केल्या गेलेल्या फलनातून टेस्टट्यूब बाळ तयार होते. ह्यामध्ये मादीच्या शरिरातून बीजांड मिळवून, त्याचे फलन तिच्या शरीराबाहेर घडवून आणले जाते आणि मग गर्भ वाढीस लागल्यावर त्याचे त्याच किंवा उसन्या आईच्या उदरामध्ये रोपण केले जाते. ह्यानंतर आईच्या उदरात गर्भाची वाढ पूर्ण होऊन बाळ जन्माला येते. प्रयोगशाळेतील फलन हे प्राणी किंवा मानवामध्ये करता येते व त्यामधून जन्माला येतात टेस्टट्यूब पिढे किंवा बाळे. नैसर्गिकरित्या प्रजननात फलन तसेच गर्भाची वाढ पूर्णपणे आईच्या शरिरामध्ये होते आणि मग बाळ जन्माला येते. टेस्टट्यूब बाळे आणि क्लोन ही दोन्ही उसन्या आईच्या शरिरामध्ये वाढतात आणि तिच्या पोटी जन्माला येतात. टेस्टट्यूब बेबी आपल्या आयुष्याचा सुरुवातीचा कालावधी शरीराबाहेर असली तरी सुद्धा त्या बाळाला आई आणि वडील दोन्ही असतात. पहिले टेस्टट्यूब बाळ १९७८ साली जन्माला आले. क्लोन मात्र एका व्यक्तीपासूनच बनलेला असतो. डॉलीच्या बाबतीत ती एका प्रौढ मेंढीच्या स्तनपेशीपासून बनलेली आहे. क्लोनला आई-वडील नसतात. नैसर्गिक रित्या जन्माला आलेले बाळ आणि टेस्टट्यूब बेबी दोन्हींचे आईशी ५०% आणि वडिलांशी ५०% आनुवंशिक साधर्म्य असते. क्लोनचे मात्र तो ज्या व्यक्तीपासून बनलेला असतो त्या व्यक्तीशी १००% साधर्म्य असते. (दिप्ती देवबागकर यांच्या 'डॉली द क्लोन' मधून साभार.)



नव्या पेशी सतत घेत असतात. माणसाची त्वचा दर दोन आठवड्यांनी पूर्णपणे नवी होत असते. मज्जारज्जूतील स्टेमसेल्स दर १२० दिवसांनी संपूर्ण रक्तकणांची पूर्ण बदली turnover करून टाकतात. यकृताचे ३०० दिवसात, हाडांचे १० वर्षात व स्नायूंचे १५ वर्षात पूर्णतः रूप पालटले जाते. प्रत्येक व्यक्तीच्या शरीरात ही 'रिसायकलिंग' ची क्रिया सतत चालू असते, अगदी वृद्ध

व्यक्तींमध्ये सुद्धा. या वृद्ध व्यक्तींच्या किंवा प्रौढ व्यक्तींच्या शरीरातील स्टेम सेल्सना प्रौढ (adult) स्टेम सेल म्हणतात. या प्रौढ स्टेम सेलची कार्यक्षमता काही अंशी मर्यादित असते. म्हणजे ते ज्या अवयवात असतात, त्याच अवयवाची पुनर्निर्मिती ते करू शकतात. मात्र याला काही अपवादही आढळतात. उदा. प्रौढ स्टेम सेलच्या साहाय्याने यकृताच्या पेशी इन्शुलिन नियंत्रक

आत्तापर्यंत तयार केलेल्या 'क्लोन' प्रयोगांमध्ये एक बीजांड भ्रूण पेशी आणि दुसरी स्टेम पेशी वापरली गेली होती. भ्रूणपेशीचे केंद्रक काढले गेले होते. मात्र जानेवारी २००९ मध्ये एक वेगळाच प्रयोग केला गेला. अमेरिकेतल्या चिनी शास्त्रज्ञांच्या दोन गटांनी भ्रूणपेशी न वापरताच फक्त त्वचा पेशींचा वापर करून क्लोन जन्माला घातला आहे. २४ जुलैला या अशा क्लोनचा (Tiny) फोटो प्रकाशित झाला. प्रौढ उंदराच्या त्वचापेशींवर प्रयोग करताना सुरुवातीला पहिल्या पिढीमध्ये अनेक विकृती निर्माण झाल्या, अनेक मृत्यू घडले. मात्र एका गटाच्या प्रयोगांमधून पुरेसे स्वस्थ उंदीर जन्मले. मग त्यांच्या दुसऱ्या आणि तिसऱ्या पिढ्यांमधले शेकडो उंदीरही जन्मलेत. नेचर आणि सेल-स्टेम सेल या दोन्ही विज्ञान मासिकात ह्या संशोधनाबद्दल जुलै २००९ मध्ये लेख प्रकाशित झाले.



त्वचापेशींपासून स्टेम सेल निर्माण करण्यासाठी एक प्रकारचा विषाणू वापरला गेला. त्यानंतर नाळ तयार करणाऱ्या पेशींची जोड त्याला देण्यात आली. एका गटाच्या प्रयोगांपासून चार उंदीर जन्मले पण एकच जगला तर दुसऱ्या गटाच्या प्रयोगांमधून सत्तावीस जगले. अर्थात या दोन यशस्वी प्रयोगांआधी असंख्य अयशस्वी प्रयत्न झाले आहेत. या प्रयोगांचा उपयोग रोगांची मूळ कारणे शोधणे आणि योग्य उपचार पद्धती शोधून काढण्यासाठी होईल असे शास्त्रज्ञांचे म्हणणे आहे.

The Hindu 25 July 2009मधून साभार

पेशी तयार करू शकतात. वास्तविक हे काम स्वादुपिंडाचे आहे.

आता थोडे स्टेम सेल थेरपीकडे वळूया. गर्भातील (embryonic) स्टेम सेल वापरून उपचार करावयाचा असल्यास डॉक्टर गर्भरूपी ब्लास्टोसिस्ट मिळवतात. नंतर प्रवाही द्रवाच्या सहाय्याने त्याचे बाह्यावरण दूर करतात. प्रयोगशाळेतील प्लेटमध्ये रुग्णाच्या जिवंत पेशी अंथरून (त्यांचा एक थर लावून) त्यावर स्टेम सेल्सचा अतिसूक्ष्म ढीग अंथरतात. जिवंत पेशींचे काम म्हणजे स्टेम सेल्सच्या सतत संपर्कात राहून त्यांना जिवंत ठेवणे. कारण पुढे या स्टेमसेलचे विभाजन होत होत अधिकाधिक नव्या पेशी निर्माण होतात.

स्टेमसेलचे अंथरलेले ढीग तीन गटात विभागलेले असतात. समजा रुग्णाला हृदय, यकृत, स्वादुपिंड या तीनही अवयवांचा आजार आहे, तर तीन वेगवेगळ्या प्लेटस्वर हे तीन अवयव बनवू शकतात. यासाठी, शरीरांतर्गत तो तो अवयव बनवताना जी रसायने वापरली जातात, त्या रसायनांचा चपखल वापर केला जातो. आणि शेवटी निरनिराळे अवयव बनवले जातात. गर्भातील स्टेमसेल्स वापरताना रुग्णाचे आयुष्य वाढविण्यासाठी कोणाच्या तरी (गर्भातील स्टेम सेल्समुळे) आयुष्याचा बळी दिला जातो, ही यातील नकारात्मक व गंभीर बाब आहे.

उपचारांसाठी वापरल्या जाणाऱ्या दुसऱ्या

पद्धतीचे नाव आहे थेरप्युटिक क्लोनिंग. येथे दाता स्त्रीच्या अंडपेशीचे केंद्र सुईच्या मदतीने दूर सारून, त्या ठिकाणी रुग्णाच्या त्वचेमधून मिळवलेल्या पेशीच्या केंद्राची स्थापना करतो म्हणजेच जेनेटीक ब्लूप्रिंटच ठेवतो. त्यानंतर तज्ज्ञ मंडळी अंडपेशीला रासायनिक किंवा विद्युत सिग्नल देऊन विभाजित होण्यास प्रेरित करतात. विभाजनानंतर वाढ होणारा कोष पाच ते सहा दिवसात चेंडूच्या आकाराच्या ब्लास्टोसिस्ट मध्ये रूपांतरित होतो. याच्या आत पुन्हा १००-१५० स्टेमसेल्स असतात. पुढील क्रिया आधी वर्णन केलेल्या embryonic थेरपी प्रमाणेच आहे.

स्टेम सेल थेरपीबद्दल १००% यशाचा दावा कोणीच करू शकलेले नाही. आजही या साऱ्या प्रक्रियेमध्ये अनेक जर आणि तर आहेतच. कधीकधी सिरीजच्या साहाय्याने शरीरात सोडलेल्या पेशी त्यांना सांगितलेली कामगिरी करण्यास असमर्थ ठरतात. उदा. मेंदूच्या (न्यूरोन्स) पेशी यांचा अवेळीच मृत्यू होतो. मात्र त्या प्रमाणात नव्या पेशी निर्माण मात्र होत नाहीत. यालाच अल्झायमर म्हणतात. पक्षाघात पॅरालिसिसचे कारणही हेच आहे. मेंदूमध्ये केवळ स्टेम सेल सोडून भागत नाही. मेंदूचे नेटवर्किंग आपल्या कल्पनेपलीकडचे आहे. त्यातील प्रत्येक न्यूरोन आपल्या सभोवतालच्या हजारेक न्यूरोन्स बरोबर जोडलेला असतो, बाहेरून पाठवलेल्या स्टेमसेलच्या क्षमतेबाहेरील हे

आव्हान असते. म्हणूनच या उपचार पद्धतीने अल्झायमर किंवा पॅरालिसीस बरा होण्याची सुतराम शक्यता नाही. हीच गोष्ट हृदयाच्या बाबतीतही घडते. हृदयाच्या स्टेम सेलचे ठोकेतर पडतात. परंतु ते शरीराच्या अन्य पेशींच्या धडधडीशी जुळवून घेऊ शकत नाहीत.

२००१ साली अमेरिकेतील नॅशनल इन्स्टिट्यूट ऑफ हेल्थच्या संशोधकांनी इन्शुलिन निर्माण करणाऱ्या स्वादुपिंडाच्या पेशी बनवल्या. याच आधारावर पुढे हावर्ड युनिव्हर्सिटीच्या संशोधकांनी असाच प्रयोग केला असता, स्टेम सेल्स नवे इन्शुलिन बनवण्याऐवजी डिशमध्ये असलेले इन्शुलिनच शोषून घेत असलेले आढळले. याचे कारण ते कधीच शोधू शकले नाहीत.

सर्वसाधारणपणे ज्या त्या अवयवाचे स्टेम सेल तोच अवयव बनवतात. म्हणजे हृदयाचा स्टेम सेल यकृत नाही बनवणार, परंतु निसर्गाच्या प्रयोगशाळेतही क्वचित गडबड होते. कृत्रिम रासायनिक सिग्रल देण्याच्या प्रक्रियेत जरासा जरी चुकीचा सिग्रल गेला तर काहीतरी तिसरेच निर्माण होते. उदा. हृदयासाठी तयार केलेल्या स्टेमसेलमध्ये चुकीचा सिग्रल गेल्याने हृदयातच हाडांचे कण निर्माण होऊ लागतात.

तज्ज्ञांसमोरचे एक मोठे आव्हान आहे ते म्हणजे काळाबरोबर वाढ होत जाणाऱ्या स्टेमसेल्सची ही प्रक्रिया थांबवावी कशी? म्हणजेच त्यांची वाढ निरंकुशपणे तर होऊ दिली जाता कामा नये, अन्यथा बेबंद वाढलेला हा अवयवच एक मोठा प्रश्न बनून जाईल.

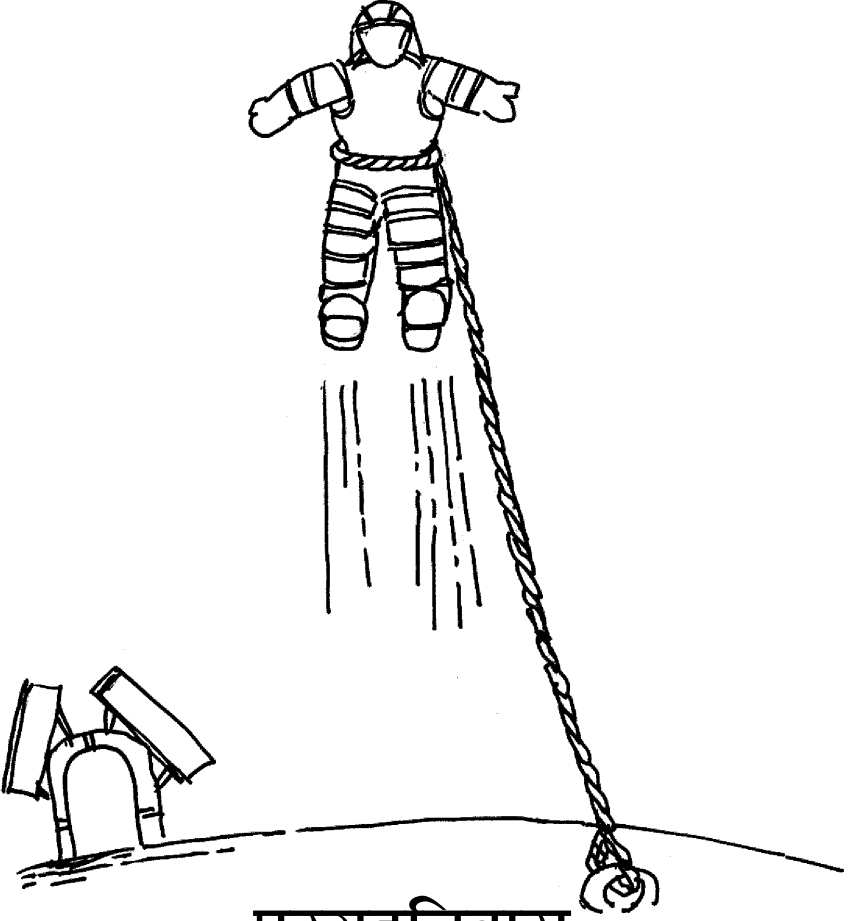
एरव्ही निसर्ग हा सगळा समतोल साधत असतो पण स्टेम सेलच्या बाबतीत मात्र केमिकल प्रक्रियेचे योग्य नियंत्रण झाले तरच ते उपयोगी ठरेल.

प्रत्यक्षात येणाऱ्या अनेक विचित्र समस्यांना तोंड देत शास्त्रज्ञ या क्षेत्रात अधिकाधिक शोधकार्य करतच आहेत. २००४ साली ब्रिटनच्या किंग्ज कॉलेजमध्ये उंदराचा प्रौढ स्टेम सेल वापरून त्याचा दात तयार करण्यात यश आले. मात्र हा दात द्रव्ययुक्त डीशमध्ये उगवला, उंदराच्या जबड्यात नाही. ब्रिटनच्याच क्वीन व्हिक्टोरिया हॉस्पिटलच्या तज्ज्ञांनी २००५ साली नेत्रकोषाचे स्टेमसेल वापरून अनेक रुग्णांना बरे केल्याचा दावा केला आहे. अमेरिकेच्या कॅलिफोर्निया युनिव्हर्सिटीच्या म्हणण्याप्रमाणे पक्षाघात झालेल्या उंदरावर स्टेम सेलचा प्रयोग करता चार महिन्यात त्याच्यात बरीच सुधारणा दिसून आली.

स्टेमसेल बदल छातीठोकपणे आज कोणी काही सांगू शकत नसले तरीही या बाबतीत नवे प्रयोग मात्र नेटाने चालू आहेत. एक दिवस निश्चितच असा येईल की हृदयरोग, अल्झायमर, पक्षाघातासारखे दुर्धर रोगही स्टेमसेलच्या साहाय्याने दूर होऊ शकतील. खरे तर प्रत्येकाच्या मनात आशेच्या स्टेमसेलचे रोपण मात्र निश्चितच व्हायला हवे.

गुजराती 'सफारी सप्टें' २००६ मधून साभार.

अनुवाद : स्मिता जोगळेकर,



## परग्रहनिवास

तीन हजार नऊ सालातला ऑगस्ट महिना. पृथ्वीवर लोकसंख्या भरपूर वाढली होती पण तरी गर्दी होऊ नये म्हणून माणसांनी अगदी नियोजनपूर्वक वेगवेगळ्या ग्रहांवर वसाहती केल्या होत्या. त्यासाठी त्यांना अर्थातच कितीतरी प्रयोग करून येणाऱ्या अडचणींवर मात करायला लागली होती.

आता हेच बघा ना शंभरेक वर्षापूर्वी बुधावर राहायला गेलेल्या माझ्या पणजोबांना कसलं कसलं प्रशिक्षण घ्यावं लागलं. मुख्य म्हणजे बुधावर राहताना त्यांना तिथल्या कॅप्सुल घरांमधून बाहेर येऊन आपल्यासारखं मोकळ्या आकाशाखाली आणि उघड्या जमिनीवर कधीच फिरता यायचं नाही. तिथं



फिरण्यासारखं फारसं काही नव्हतंही म्हणा ना हिरवळ, ना झाडी, ना प्राणी, ना पक्षी! पुरेशी हवा सुद्धा नव्हती.

कॅप्सुलमधून बाहेर पडलं तर पाठीवर प्राणवायूचे सिलिंडर घेऊनच जावं लागायचं. हं, पण त्या ओझ्याचं काहीच वाटायचं नाही कारण गुरुत्वाकर्षण अगदीच कमी. फक्त पृथ्वीच्या ३८ टक्के. खुशाल उंचउंच उड्या माराव्यात. पण सौरवाऱ्यामुळे उडून जाऊ नये म्हणून कमरेला दोर मात्र बांधावा लागे. शिवाय स्पेससूट घालावा लागे तो वेगळाच.

दिवसा थंड ठेवणारा स्पेस सूट आवश्यक होता. कितीही सवय झाली तरी आपण ४३० सेल्सियसला कसे टिकणार? आणि पुन्हा रात्र झाली की स्पेस सूट बदलायचा, म्हणजे बाहेर पडताना. कॅप्सुलमध्ये ~ म्हणजे घर, शाळा, ऑफिस सगळं तिथे आतच असायचं ~ ठरावीक तापमान, ठरावीक उजेड ठेवावा लागायचा. पण त्यासाठी तिथे सूर्यफलक वापरून हवी ती ऊर्जा तयार केली जायची.

तर काय सांगत होतो, रात्री बाहेर फिरताना घालायचा स्पेस सूट. हा बराच



उबदार असायला लागतो. कारण रात्रीचं तापमान फार म्हणजे फारच थंड असतं. उणे एकशे सत्तर डिग्री सेल्सियस.

असा कसा एवढा फरक होईल? दिवस रात्रीच्या तापमानात ६०० सेल्सियस फरक?

अहो एवढा तर होणारच ना? बघा तर.. बुध सूर्यापासून खूप जवळ असतो.

(कधी कधी सात कोटी कि.मी. वर आणि कधी कधी अकरा कोटी कि.मी.वर) त्यामुळे त्यावर तापमान फार वाढतं. महत्त्वाचं म्हणजे एकदा सूर्य उगवला की तो उथल्या पृथ्वीसारखा बारा तासात मावळत नाही. जवळजवळ महिनाभर तो आकाशात दिसत राहतो. मग एवढ्या मोठ्या काळात तापमान असं वाढणारच ना! आणखी धमाल गोष्ट म्हणजे तिथे सूर्य एकाच आकाराचा दिसत नसे. कधी कधी तो उगवल्यावर मोठा होत जाई. कधी कधी तो आकाशात मध्येच स्थिर होई. थोडासा मागे जाई आणि मग पुन्हा

पहिल्यासारखा पुढे जाई. ही गंमत कधी कधी सूर्य उगवताना होई तर कधी मावळताना सुद्धा होई.

म्हणजे पृथ्वीवर कसं पंचांगात किंवा कॅलेंडरमध्ये दिलेलं असतं ना कधी चंद्रग्रहण होणारे कधी सूर्यग्रहण होणार; तसं बुधावरच्या पंचांगात देतात-सूर्य कधी सुलटा जाणार, कधी आकाशात थांबणार कधी उलटा जाणार, कधी मोठा होणार आणि कधी परत लहान दिसणार! आणखी एक गोष्ट आहे की सूर्य जेव्हा मोठा दिसतो. तेव्हा तो आकाशातून भराभर पुढे जातो. उथून सूर्य पृथ्वीवरून दिसतो त्यांच्या तिप्पट मोठा दिसतो अन् साडेसहापट प्रकाश देतो.

पृथ्वीवर जसं दरवर्षी अन् दर दिवशीचं वेळापत्रक ठरलेलं असतं, तसं बुधावर होत नाही. आपल्या पृथ्वीवर कसं-रोज सूर्य उगवला की उठायचं, वर आला की शाळेत जायचं सूर्य उतरायला लागला की घरी

यायचं, खेळून जेवून झोपायचं.  
तसं बुधावर गेलं की जमतच नसे.

बुधावर सूर्य उगवला की तो  
मावळायला फार जास्त वेळ  
लागतो. बुधाला स्वतः भोवती एक  
गिरकी घ्यायला लागतात ५९  
दिवस (पृथ्वीवरचे) आणि  
सूर्याभोवती एक फेरी मारायला

लागतात ८८ पृथ्वी दिवस. या दोन्हीचा  
परिणाम असा होतो की कोणत्याही एका

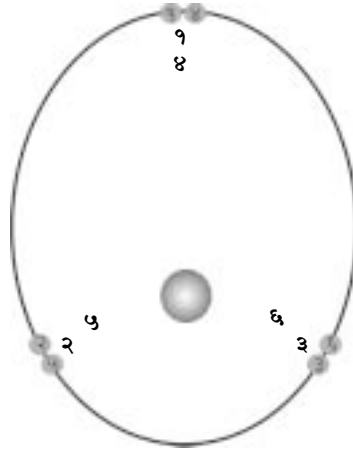


ठिकाणी राहिल्यास, एका सूर्योदयापासून  
त्याच ठिकाणी दुसरा सूर्योदय व्हायला दोन

बुध पृथ्वीच्या जेव्हा जवळ येतो तेव्हा तो निरीक्षणायोग्य असतो. बुध व पृथ्वी दर  
सुमारे ११६ दिवसांनी सूर्यापासून सरळ रेषेत येतात. म्हणजे बुधाच्या पूर्ण दोन  
गिरक्यानंतर तो पृथ्वीच्या जवळ येतो. पण अशा दरवेळच्या बुधाच्या निरीक्षणात  
पृथ्वीवरून नेहमी बुधाचा तोच पृष्ठभाग दिसायचा. त्यामुळे अगदी १९६२ सालापर्यंत  
खगोलशास्त्रज्ञांना असं वाटतं की बुधाचा स्वतः भोवतीच्या गिरकीचा काळ आणि  
सूर्याभोवती फिरण्याचा काळ सारखाच आहे. म्हणजे चंद्राचा जसा स्वतः भोवती व  
पृथ्वीभोवती फिरण्याचा काळ सारखा असतो आणि त्यामुळे चंद्राची जशी एकच बाजू  
पृथ्वीला दिसते तसे बुधाचे सूर्याशी असावे अशी  
कल्पना होती.

पण १९६५ साली केलेल्या रडार संशोधनात  
असं आढळलं की बुधाच्या पृष्ठभागांची तपमाने  
अपेक्षेपेक्षा वेगळी आहेत कारण बुधाचा एकच  
पृष्ठभाग सूर्याकडे रहात असता तर त्या भागाचे  
तपमान खूप जास्त तर विरुद्ध भागाचे खूप  
कमी असायला पाहिजे. तसं ते नव्हतं. मग  
अधिक निरीक्षणात असं आढळलं की बुध सुमारे  
५८.६ म्हणजे साधारण ५९ दिवसात स्वतः  
भोवती एक फेरी पूर्ण करतो आणि सूर्याभोवती  
८८ दिवसात एक फेरी मारतो.

ह्याचा अर्थ बुधाच्या स्वतः भोवती जेव्हा तीन  
फेऱ्या पूर्ण होतात तेव्हा सूर्याभोवती दोन फेऱ्या पूर्ण होतात.



बुध-वर्षे किंवा तीन बुध-दिवस (१७६ पृथ्वी दिवस) लागतात.

एका सुर्योदयानंतर एक गिरकी पूर्ण करून बुध पुन्हा त्याच ठिकाणी येतो तेव्हा तिथे सूर्य नसतो, दिवस नसून रात्र असते. म्हणजे बुधाची गिरकी आणि सूर्याभोवतीची फेरी दोन्हीही एकाच वेळी पूर्ण होण्यासाठी बुधाची २ वर्षे म्हणजेच ३ दिवस एवढा काळ

लागतो.

मला असं वाटलं होतं की तिथल्या मुलांना काय धमाल येत असेल एकेका वर्षात दीडच दिवस शाळा एक दिवस पूर्ण आणि एक दिवस अर्धा! मग आजोबांनी सांगितलं खरं काय ते.

तिथे सगळा व्यवहार, शाळा, ऑफिस, दुकानं सगळ्यासाठीच विशिष्ट घड्याळाची

मात्र बुध सूर्याभोवतीची फेरी ८८ दिवसांत (पृथ्वीच्या) तर स्वतः भोवतीच्या गिरकीला सुमारे ५९ दिवस (पृथ्वीचे) घेतो. म्हणजे बुधाची गिरकीची गती त्याच्या कक्षीय गतीच्या सुमारे दिडपट (५०%) च जास्त असते. शिवाय बुधाच्या खूप लंबगोल कक्षेमुळे तो फेरीमध्ये जेव्हा सूर्याजवळ येऊ लागतो तेव्हा त्याची कक्षीय गती वाढू लागते आणि अगदी सूर्याजवळून जाऊ लागतो तशी त्याची कक्षीय गती सुमारे दिडपटीपेक्षा वाढते.

अशा गोष्टींमुळे बुधाच्या आकाशात सूर्याची विचित्र चाल दिसून येते.

सूर्याची चाल मध्येच अशी विचित्र होण्याचं कारण सूर्याचा आकाशात आपल्याला दिसणारा रोजचा आभासी मार्ग एखाद्या ग्रहाच्या दोन गर्तींवर ठरतो. ग्रहाच्या उत्तर ध्रुवाकडून पाहिल्यास दोन्ही गती घड्याळांच्या काट्यांच्या उलट्या दिशेत असतात. मात्र सूर्याच्या आभासी मार्गावर ह्या दोन गर्तींचा परीणाम एकमेकांच्या विरुद्ध होत असतो.

ह्या दोन गर्तींपैकी सरशी कोणाची होते त्यावर सूर्याचा मार्ग ठरतो. पृथ्वीच्या बाबतीत सरशी नेहमीच गिरकीच्या गतीची होते त्यामुळे पृथ्वीवरून सूर्य सलग पूर्वेकडून पश्चिमेकडे जाताना दिसतो. पण बुधाची कक्षीय गती सूर्याजवळून जाताना खूप वाढत असल्यामुळे जेव्हा ती वाढून त्याच्या गिरकीच्या गतीएवढी होते तेव्हा दोन्ही गतीतला फरक शून्य होतो व सूर्य आकाशात थांबल्यासारखा वाटतो.

आणि कक्षीय गती जेव्हा गिरकीच्या गतीपेक्षा जास्त होते तेव्हा सूर्य चक्क मागे जाताना दिसतो आणि बुध नंतर सूर्यापासून लांब जाऊ लागतो अशी कक्षीय गती गिरकीच्या गतीपेक्षा कमी होऊ लागली की सूर्य परत आपला मार्ग पुढच्या दिशेने क्रमू लागतो.

अर्थात बुधाच्या अतिशय हळू फिरण्याने अशा उलट्या-पुलट्या प्रवासाला सुमारे ८ दिवस (पृथ्वीचे) लागतात.



वेळ लावून ठेवलेली असे. पृथ्वीवरच्या दिवस-रात्रीशी मिळती जुळती. कारण इथूनच गेलेल्या माणसांना इथल्या दिवस रात्री प्रमाणे भूक लागे, झोप येई. मग कॅप्सुलबाहेर बुधावरचा दिवस असो वा रात्र, आतमध्ये पृथ्वीच्याच वेळेनुसार दाढी-अंधोळ-जेवण-झोप आणि मुख्य म्हणजे शाळा चालू ठेवत. घड्याळात पृथ्वी सकाळचे ६ वाजले की दिवे लावून उजेड केला जाई. पृथ्वी दिवस सुरू झाल्याचं जाहीर करायला तिथे सनईचे सूर वापरत. आणि पृथ्वी रात्रीचे दहा वाजले की ऑर्गेनचे सूर ऐकवून उजेड कमी केला जाई. त्यामुळे लोकांना उठण्या-झोपण्याचं चक्र बदलायला लागत नसे.

सुरवातीला जेव्हा असं केलं नाही, तेव्हा

प्रत्येकानं आपापल्या मनाप्रमाणं उठायचं-झोपायचं असं झालं आणि मग भलतेच गोंधळ झाले. शिवाय लोकांच्या तब्येती बिघडायला लागल्या.

हे असले खूप गोंधळ झाल्याचं माझ्या पणजोबांनी पाठवलेल्या ई-मेलसमधून सापडतं. माझ्या आजोबांनी मला ते सगळं वाचायला दिलंय. पण मला अजून सगळ्या गोष्टी समजल्या नाहीयेत. मुख्य म्हणजे माझे आजोबा बुधावरच रहायचं सोडून पृथ्वीवर परत का आले ते काही मला कोणी सांगत नाही.

आभार : किरण फाटक

लेखक : नीलिमा सहस्रबुद्धे



## दैनंदिन संदर्भ हे पुस्तक पाहिलेत ना ?

आपल्या सुहदांना  
भेट देण्यासाठी उत्तम पुस्तक  
किंमत रु. १००/-

रोजच्या आयुष्यातल्या  
ठळक गोष्टींमागचं विज्ञान  
माहीत असायला हवं म्हणून !

सर रतन टाटा ट्रस्ट यांच्या अनुदानातून हे पुस्तक प्रकाशित केले आहे.

# ‘मांसाहार’ निषिद्ध ?

लेखक : अ. वि. सहस्रबुद्धे

मानव जातीला मांसाहार खरोखरीच अयोग्य आहे का? तो का अयोग्य आहे? धर्मासाठी की हिंसा होते म्हणून? का तो मानवी शरीराला अयोग्य आहे म्हणून?

प्रथम धर्माच्या दृष्टिकोनातून विचार करू. ख्रिश्चन धर्मालाही मांसाहार मान्य आहे. बौद्ध धर्मीयांचा हिंसेला विरोध असला तरी सर्व बौद्ध धर्मीयांच्या देशात मांसाहाराला पाप समजले जात नाही. किंबहुना भारत सोडल्यास सर्वच देशात मांसाहार गैर मानला जात नाही. मानव जातीचा आढावा घेतल्यास असे दिसून येते, की आजवर मनुष्य जात ही मांसाहारावरच पोसली गेली आहे. शिकार करून पोट भरणे ही मनुष्याची हजारो वर्षांची परंपरा आहे. यज्ञात किंवा धार्मिक कार्यात बळी देऊन ‘प्रसाद’ वाटप करण्याची परंपरा हिंदू धर्मासकट सर्व धर्मात सर्रास रूढ होती. जवळ जवळ सर्व देशांमध्ये (भारत सोडून) मांस हे प्रमुख अन्न आहे.

आता हिंदू धर्माचा विचार करू. मानवजातीचे विशेषतः हिंदू धर्माचे नीतिनियम मनु नावाच्या ऋषींनी तयार केले आहेत

असे मानले जाते. खुद्द मनुनेच ‘प्राणास्यान्त मिदम सर्वम्’ असे मनुस्मृती (५-२८) मध्ये म्हटले आहे. ‘यज्ञासाठी पशुवध वेदांनीही मान्य केला आहे.’ असे मनुस्मृती (५-३१) मध्ये म्हटले आहे. मनुस्मृतीमध्ये तर कोठल्या प्राण्याचे मांस खावे याचेही विवेचन आहे. मनुने ‘पंचा पंचनखाभक्ष्यः’ म्हटले आहे. म्हणजे पाच नखे असलेल्यापैकी पाच प्राण्यांचे मांस खाणे अयोग्य आहे असे म्हटले आहे. जर मनुला ‘मांस खाणेच वर्ज्य आहे’ तर मांस कोणाचे खावे व कोणाचे खाऊ नये याचे विवेचन करण्याची जरूरीच पडली नसती.

हल्ली काहींच्या मते मांस खाणे ही गोष्ट मनुष्यास स्वाभाविक नसून ती मनुष्याने आत्मसात केलेली सवय आहे पण प्रत्यक्ष मनु आणि पुराण शास्त्रेच मांसाहार म्हणजे अभक्ष्य नाही असे सांगत आली आहेत. मांसाहार म्हणजे त्याज्य-गैर, वंशाट म्हणजे काहीतरी कुकर्म समजण्याची पद्धत कधी आणि कशी सुरू झाली हे समजणे अवघड आहे. कदाचित बौद्ध काळांनंतर भारतात

संन्यास धर्माची लाट आली त्या काळात मांसाहार गैर मानला जाऊ लागण्याची शक्यता आहे.

अहिंसेच्या भयाने मांस खाणे, सोडणे कितपत योग्य आहे? 'अहिंसा परमो धर्म : ' अशा अर्थाची शिकवण अनेक धर्मात सांगितली आहे त्याचबरोबर 'जीवो जीवस्य जीवनम्' हे भागवतातील वाक्यही विचारात घेणे आवश्यक आहे. एक जीव दुसरा सजीव पदार्थ खाऊन जिवंत राहू शकतो. जिवंत राहायचे असेल तर सजीव पदार्थ, मग तो वनस्पतिजन्य असेल किंवा प्राणिजन्य असेल, तोच खावा लागतो. वनस्पतीमध्येही जीव असतो हे भारतीय शास्त्रज्ञ जगदीशचंद्र बोस यांनी सिद्ध केले आहे. किंबहुना एक भाकरी किंवा पोळी खाण्यासाठी आपण हजारो जिवांचे मूळ असलेले दाणे भरडून खातो. ही हत्या नव्हे? महाभारतात अर्जुन म्हणतो, 'सुक्ष्म योनीनि भूतानि तर्कगम्यानि-कानिचित् पक्ष्मणौपि निपोतन येजा स्यात स्कंधपर्यम : '

डोळ्यांच्या पापण्या हलल्या तरी कित्येक जीवजंतूंची हत्या होते. आपल्या पचनसंस्थेत किंवा रक्तात किती जीवजंतूंची हत्या होते?

स्मृतिकारांनी व उपनिषदां तूनही स्पष्ट सांगितले आहे की आपत्काली तर



'प्राणास्यान्तं मिदं सर्वम्' असे म्हटले आहे.

एका प्राण्याने दुसऱ्या प्राण्याला मारून त्याचे मांस खाणे ही निसर्गाने योजनाबद्धपणे केलेली रचना आहे. जर कोणीच कोणाला खाल्ले नसते तर प्राणी मेल्यानंतर त्यांची प्रेते सडत राहून संपूर्ण पृथ्वीतलावर घाणीचे साम्राज्य पसरले असते. पण प्राणी मरायच्या आधीच किंवा प्राणी मेल्यानंतर त्यांचे अचेतन शरीर खाऊन त्यातून पुन्हा चेतनामय जीवन सुरू करण्याची निसर्गाची किंवा परमेश्वराची योजना असेल. जर एखादा प्राणी दुसऱ्या प्राण्याने मारून खाल्ल्याने मेलेल्या प्राण्याच्या शिब्याशापाने किंवा तळतळाटाने मारणाऱ्या प्राण्याचे काही नुकसान होते का? तसे दिसत तर नाही, उलटपक्षी मृत प्राण्याचे शरीर हे मारून खाणाऱ्या प्राण्याच्या शरीरातील रक्तामांसाचा भाग बनून खाणाऱ्या प्राण्याशी एकरूप होऊन जाते असे दिसून येते.

वरील प्रमाणे हिंसा ग्राह्य धरली याचा अर्थ हिंसा राजरोसपणे किंवा स्वैरपणे करावी असा नाही. सृष्टीतील प्राण्यांचा नीट विचार केला तर असे दिसून येते की भक्ष्य किंवा

खाद्य असेल तरच प्राणी दुसऱ्या प्राण्याला मारतात किंवा इजा करतात. तसेच जिवावर दुसऱ्या प्राण्याकडून संकट असेल तरच

स्वसंरक्षणार्थ हल्ला करतात. वाघाचे किंवा सिंहाचे पोट भरले असेल आणि बकरी किंवा हरिण जवळून जरी गेले तरी ते दुंकूनही पाहत नाहीत. माणूस प्राण्याव्यतिरिक्त इतर प्राणी छंद, मौज म्हणून मारत नाही किंवा साप दिसला म्हणून माणसाप्रमाणे पाठलाग करून जीव घेत नाहीत. निसर्ग नियमाप्रमाणे खाद्य किंवा स्वसंरक्षण यासाठीची हिंसा माफ आहे. माणसालादेखील खाण्यासाठी किंवा स्वसंरक्षणासाठी केलेली हिंसा ही हिंसा ठरत नाही.

आता मुद्दा, मांसाहाराच्या दृष्टीने मनुष्याची शरीररचना योग्य की अयोग्य ?

पहिली गोष्ट मनुष्य प्राण्याला मांसाहारी प्राण्याप्रमाणे सुळे असतात. शाकाहारी प्राण्याला मांसाहार दिला तर त्याला तो पचत नाही किंवा घातक ठरतो. काही वर्षांपूर्वी युरोपीय देशात गाईना, त्यांचे दूध वाढावे म्हणून मांसयुक्त आहार दिला आणि मॅडकाऊ यासारख्या भयानक रोगाची लागण झाली. तो आटोक्यात येण्यासाठी हजारो गुरांची कत्तल करावी लागली. माणसाची शरीर रचना जर केवळ शाकाहाराचीच असती तर माणसावरदेखील असे संकट आले असते.

ब्राह्मण मंडळींच्या कित्येक पिढ्या मांसाला शिवल्या नव्हत्या. आज कोणत्या ना कोणत्या कारणाने बहुसंख्य ब्राह्मण मांसाहार करू लागले आहेत. ज्यांनी पहिल्यांदा मटण खाल्ले त्यांच्यापैकी

कोणालाही कसलीही बाधा झाली नाही. जर माणसाची पचनसंस्था केवळ शाकाहारासाठीच योग्य असली असती तर नव्याने मांसाहार सुरू करणाऱ्या मंडळींना भयानक त्रास झाला असता.

धर्माच्या दृष्टिकोनातून, अहिंसेच्या दृष्टिकोनातून किंवा मानवी रचनेच्या दृष्टिकोनातून पाहू गेले असता मांसाहाराकडे 'अपराधी' दृष्टीने पाहणे योग्य नाही. शाकाहारी व मांसाहारी माणसांची तुलना केल्यास असे दिसते, की मांसाहारी माणसे शूर, धष्टपुष्ट व तगडी वाटतात. त्यामानाने फक्त शाकाहारी लोक जरा कमी धष्टपुष्ट असतात. सोपटलेली वाटतात. नुसत्या शाकाहाराने कदाचित कुपोषण होत असेल. मुख्यत : शाकाहारात कॅल्शियमची कमतरता असते कारण तिखट खाऊन मांसाहाराची ओढ भागवली जाते. म्हणजे दुधाची तहान ताकावर भागवण्याचा प्रकार होय. आपण फळांना व अन्य पदार्थांना मीठ लावून खातो. क्षारयुक्त मांस खाण्याची मूळ प्रकृती असल्याने मीठ लावून तो आभास निर्माण केला जातो.

मांसाहारामध्ये अजून एक दोष दाखवला जातो तो म्हणजे मांसाहारामुळे मेद चरबी भरमसाठ वाढते. हे म्हणणे खरे आहे. निसर्ग नियम पाहता मांसाहार करणाऱ्याला अन्न मिळवण्यासाठी जास्त कष्ट करावे लागतात. सिंहाला किंवा अन्य वन्यमांसाहारी प्राण्याला

## प्रतिक्रिया

(आणि पूर्वी मनुष्याला) आपले भक्ष्य मिळवण्यासाठी जोरदार पाठलाग करावा लागतो. शूरपणा चपळाई दाखवावी लागते. थोडक्यात मांसाहारासाठी आवश्यक तेवढा व्यायाम/कष्ट होणे जरूरी आहे. शाकाहारी प्राण्याला मात्र आपले अन्न मिळवण्यासाठी प्रतिकार होत नाही. सृष्टीमध्ये गवत, पालापाचोळा, कडबा, फळे उत्पादी अन्न विपुल असते व ते सहज व भरपूर मिळू शकते. हा सृष्टीचा नियम आहे की मांसाहारी प्राण्याला यातायात फार असते. याचाच अर्थ मांसाहार पचवण्यासाठी भरपूर कष्ट, व्यायाम आवश्यक आहे. ज्यांना कष्ट, काम जास्त त्यांना मांसाहार आवश्यक आहे. त्यांना चरबी धरणे, मेद वाढणे हे विकार होणार नाहीत. उलटपक्षी ज्यांना बैठे काम आहे. शारीरिक कष्ट कमी आहेत त्यांनी मात्र मांसाहार टाळावा. याचसाठी बसून तपश्चर्या करणारे, जागीच बसून ध्यानधारणा, पोथी पठण करणारे लोक पूर्वीच्या काळी मांसाहार वर्ज्य करत असावेत.

आपल्या भारतात असंख्य गैरसमज मधल्या काळात रूढ झाले आहेत. धार्मिक प्रथांना विचित्र रूप मिळाले आहे. आपल्या ग्रामीण भागात 'माळ' घालून 'वशाट' खाणे सोडणारे असंख्य आहेत. माळ घालून दारू सोडावी, अन्य गैर व्यसने सोडावीत पण मांसाहाराकडे 'अपराधी' भावनेने पाहू नये.



या लेखावर आहार-शास्त्राच्या अभ्यासक वसुमती धुरू यांनी मांडलेले विचार.

लेखाच्या सुरुवातीला सहस्रबुद्धे म्हणतात, की 'जगात फक्त भारतदेशात शाकाहारावर भर दिला गेला आहे व मांसाहार निषिद्ध मानला गेला आहे.' हे विधान अर्धसत्य आहे. भारत हा सुजला, सुफला देश(होता) असल्यामुळे शेतीप्रधान अर्थव्यवस्था व शाकाहारावर भर स्वाभाविक आहे. परंतु भारत देशाने मांसाहार निषिद्ध मानलेला नाही. केवळ येथील काही विशिष्ट वर्ग मांसाहार निषिद्ध मानतात. संपूर्ण देश नव्हे. तसे जगात वेगवेगळ्या कारणास्तव वेगवेगळ्या कालावधीत मांसाहार निषिद्ध मानत आले आहेत. उदाहरणार्थ, ख्रिश्चन-धर्मीयांचा 'लेंट' महिना. मुसलमान लोक रमझानचा उपवास पाळतात. तो संपूर्ण महिना ते मांस निषिद्ध मानत नसले तरी त्या महिन्यात सूर्योदयापासून सूर्यास्तापर्यंत कडकडीत उपवास करतात, म्हणजेच दिवसा मांस निषिद्ध आहे.

त्यांचे दुसरे विधान, 'जवळजवळ सर्व देशांमध्ये (भारत सोडून) मांस हे प्रमुख अन्न आहे.' हे सुद्धा पटणारे नाही. मांस हे प्रमुख अन्न केवळ रानटी लोकांमध्ये शक्य आहे. इतर देशवासी-शहरी किंवा खेड्यातील-भारतीयांपेक्षा मांस अधिक प्रमाणात खात असले तरी त्याच्या जोडीला भात, रोटी, ब्रेड नूडल, पास्ता वगैरे धान्यप्रकारही मुबलक

खातात. जमेल तितकी फळे व भाज्यापण खातात. म्हणजे इतरत्र मांस हा आहाराचा एक महत्त्वाचा घटक म्हणता येईल. प्रमुख अन्न नव्हे.

आता हिंदू धर्माविषयी. हिंदू धर्मनि मांस निषिद्ध म्हटलेले नाही हे म्हणणे योग्य आहे. वेदकाळात यज्ञात प्राण्याचा मुख्यतः बोकडाचा बळी देऊन ते मांस प्रसाद म्हणून ऋत्विज भक्षण करत होते ही गोष्ट सर्वश्रुत आहे.

आज भारत देशात एक विशिष्ट वर्ग (हिंदू, ब्राम्हण, जैन व इतर काही) सोडता कोणी मांस निषिद्ध मानत नाही. भारतीय मुसलमान, ख्रिश्चन, पारशी वगैरे सर्व धर्मीय आवडीने मांसाहार करतात. मग हा विशिष्ट वर्गाच मांस निषिद्ध का मानतो? मला वाटते, हे अहिंसेच्या चुकीच्या कल्पनेमुळे घडत असावे. तो वर्ग 'जीवो जीवस्य जीवनम्' हा सृष्टीचा चिरंतन नियम विसरला असावा. कदाचित हे अस्वच्छतेच्या भावनेतून असेल. कारण प्राणी मारून

त्याचे रूचकर खाद्यान्नात रूपांतर करीपर्यंत पुष्कळ सोपस्कार करावे लागतात. ते सर्व करण्यास तर काय पण नुसते पाहण्यासही सुसह्य नसतात. हाच विचार पुढे चालवून मांस न खाणे हा आपले श्रेष्ठत्व सिद्ध करण्याचा एक सोपा व खात्रीशीर उपाय वाटला असावा.

सहस्रबुद्धे यांना मांसाहार म्हणजे केवळ 'मांस' अभिप्रेत दिसते. व्यापक मांसाहारात

दूध, अंडी, मासे हे पदार्थही येतात. आपल्याकडे ब्राम्हण मंडळी दूध आवडीने व अभिमानाने घेतात. कित्येक ब्राम्हण अब्राम्हणाकडे अन्नग्रहण करणार नाहीत, पण त्यांना दूध चालते. अलिकडे काहीजण अफलित अंडीसुद्धा दुधाप्रमाणे ग्राह्य समजतात. बंगाली ब्राम्हण व दक्षिण भारतात सारस्वत ब्राम्हण मासे आवडीने खातात. त्यांना हा मांसाहार म्हणजेच पर्यायाने हिंसा कशी चालते? हे पदार्थ रूचकर व आरोग्यदायक आहेत हे तर झालेच, पण मला वाटते, की आपली रूढिप्रियता, गतानुगतिकता ही त्यास प्रामुख्याने कारण असावी. वाडवडिलांना चालत होते ते आपल्याला चालते हा प्रमुख विचार!



या उलट कोकणातील कुणबी लोक जन्माष्टमीच्या दिवशी, म्हणजे श्रीकृष्ण जन्मापूर्वी, दुधाच्या थेंबालाही शिवत नाहीत. कारण श्रीकृष्णाला दूध फार प्रिय होते. त्याची आई प्रसूतिवेदनांनी

तळमळत असताना आपण दूध कसे प्यावे? माझी आई पिठोरी अमावास्येचे (मातृदिन) व्रत पाळत असे. कडक उपवास करत असे. पूर्वी उपवासाला नक्की चालणारे पदार्थ म्हणजे दूध व केळी; तिला ती त्या दिवशी वर्ज्य होती. का? हा उपवास मुलांसाठी म्हणजेच वंशवृक्षाच्या फळांसाठी आहे, मग फळे, दूध कसे भक्षण करणार? थोडक्यात म्हणजे 'या विश्वाचा आकार केवढा? ज्याच्या

त्याच्या डोक्याएवढा!’

## मांसाहार पचायला कठीण नाही

आज माणसाला मांसाहाराचे महत्त्व, त्यातील प्रथिनांमुळे, म्हणजेच शरीरपेशी स्नायू वाढवण्याच्या गुणामुळे वाटते. पचन होऊन शरीरपेशीत रूपांतर होण्याच्या दृष्टीने मांसाहारी प्रथिने शाकाहारी प्रथिनांपेक्षा खूप सोपी आहेत हे शास्त्रीय सत्य आहे. पूर्ण पचन होऊन शरीरात सामावले जाण्याच्या व शरीरपेशीत रूपांतर होण्याच्या दृष्टिकोनातून आदर्श अशा एका काल्पनिक प्रथिनाची गुणवत्ता शंभर भरली, तर उतर प्रथिनांची प्रतवारी पुढीलप्रमाणे लावता येईल. अंडी-९०, दूध, मांस, मासे-७०, डाळी व कडधान्ये ४० ते ५०, सुकामेवा व तेलबिया ३० ते ४०.

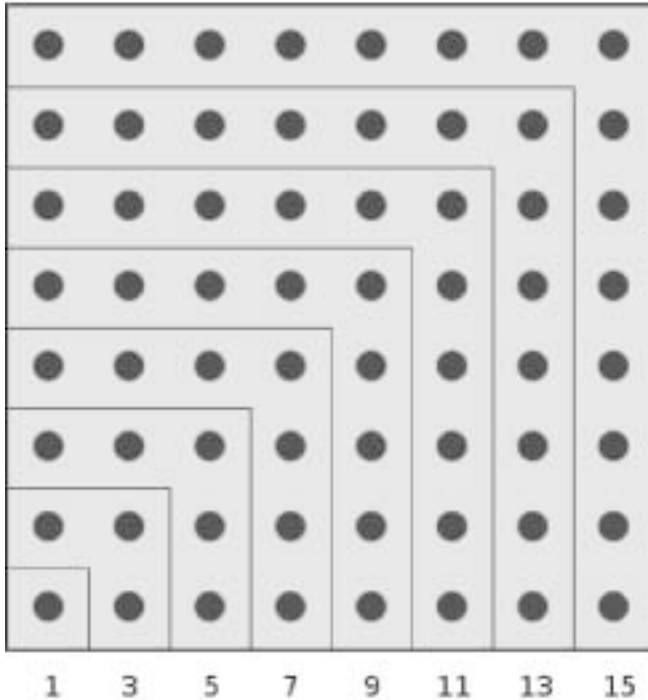
म्हणूनच अशक्त किंवा आजारातून उठलेल्या माणसाला लवकर शक्ती यावी यासाठी डॉक्टर अर्धकच्चे उकडलेले अंडे किंवा हड्डीसहित मांसाचे सूप किंवा चिकन सूप यांची शिफारस करतात.

आता हे खरे, की अतिरिक्त मांसाहारामुळे पचनसंस्था, मूत्रपिंडे, रक्तवाहिन्या या सर्वांवर नको एवढा ताण पडून अनिष्ट परिणाम होतात. पण येथे दोष मांसाहाराचा नव्हे तर त्याच्या अतिरेकाचा आहे. आपण भारतीय, विशेषतः महाराष्ट्रीय मंडळी मांस (मटण) क्वचितच, बहुधा आठवड्यातून एकदा व तेही रविवारी दुपारी म्हणजे सुट्टीच्या दिवशी खातो. त्याला आपण भरपूर मीठ-मसाले, तेल-तूप, उतर व्यंजने घालून चमचमीत

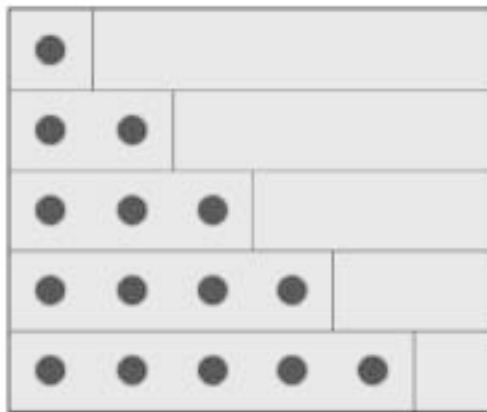
करतो. कधीकाळी म्हणून चापून खातो. दुपारची झोप काढतो. मग आळसावतो आणि म्हणून मांसाहार आपल्याला जड वाटतो.

हेही खरे, की पचनसंस्थेच्या आजारात किंवा साथीच्या आजारात डॉक्टर मांसाहार वर्ज्य करतात. त्याचे कारण ज्या प्राण्याचे मांस असेल त्यालाच मुळात लागण झालेली असण्याचा धोका संभवतो. अशा वेळी भाज्या, फळे हा शाकाहारसुद्धा वर्ज्य असतो. फक्त मऊ शिजवलेले धान्य (रव्याची पातळ पेज, भाताचे खिमट वगैरे) चालते.

दिवसेंदिवस आहार या एकूण संकल्पनेत जगभर बदल होत आहेत. धार्मिकता, रूढिप्रियता, रूचकरपणा (अत्यंत व्यक्तिनिष्ठ बाब) या गोष्टी मागे पडून आरोग्य, आपल्यापेक्षा सुस्थितीत असणाऱ्याबरोबर येण्याची ईर्ष्या आणि मुख्य म्हणजे आर्थिक विचार अधिक प्रभावी ठरत आहेत. आपल्याकडील मंडळी आर्थिक सुबत्तेपाठोपाठ अधिक प्रमाणात मांसाहार करू लागली आहेत. मटण स्वस्त मिळते म्हणून काही प्रांतांमध्ये पांढर पेशे लोकसुद्धा बीफ (गोमांस) व बफेलो मीट (रेडा) खातात. या उलट पाश्चात्य देशांतील मंडळी आरोग्याच्या दृष्टिकोनातून मांसाहाराचा अतिरेक टाळू लागली आहेत. काही विचारवंत मंडळी तर खाद्य पशूंना वाढवण्यासाठी वारेमाप अन्न व पाणी खर्च करण्याऐवजी त्याचा उपयोग गरीब देशांतील वंचित जनतेसाठी करता यावा म्हणून मांसाहार पूर्णतः टाळत आहेत. ●



Sum of odd numbers  $1 + 3 + 5 + 7 + 9 + \dots = (2n - 1)^2 = n^2$



Sum of first n integers  $1 + 2 + 3 + 4 + 5 + \dots = n(n + 1) / 2$



# ख्रास पाहुणा आपल्या भेटीला !

लेखक : शशी बेडेकर

## पात्र परिचय.

- १) सर
- २) मनु
- ३) कान हद्द  $B_1$
- ४) कर्णनलीका हद्द  $B_2$
- ५) पडदा हद्द  $B_3$
- ६) तीन हाडांची साखळी हद्द  $G_1$
- ७) कॉक्लीआ हद्द  $G_2$
- ८) मज्जातंतू हद्द  $G_3$



\* कान... ते मज्जातंतू ह्या भूमिका तीन मुलगे व

\* ह्या मुलामुलींनी हातात कानाचे ते ते भाग घेऊन (शेवटी) स्टेजवर यायचे आहे.

(दृश्य १ रे)

(मुलं येतात.)

सर : या या शूवीरांनो या, बसा. पाणी प्या. जरा शांत व्हा.

$G_1$  : सर गर्दी, आवाज आणि ट्रॅफिक जॅम ह्यामुळे....

$B_1$  : आम्हाला उशीर झाला सॅरी सर.

सर : पण तुम्ही आलात हेच खूप झालं. बरं, सगळ्यांचा दम खाऊन झाला ?

सगळे : हो.

सर : आजच्या कार्यक्रमात सगळ्यात शेवटी माझी वाक्यं आहेत ती मी म्हणून दाखवतो म्हणजे कुठे चुकलं राहिलं तर मला थांबवून आठवण करून द्या म्हणजे सगळं नीट होईल, चालेल ?

सगळे : हो.

सर : तर मग आपण सुरू करूया.

B<sub>2</sub> : पण सर आपला कार्यक्रम TV वर होणार आहे ना ?

मनू : हो रे, आपण त्याचीच तर तालीम करत आहोत. सर, प्रदूषणावर तुम्ही आम्हाला सांगणार होतात ना ?

सर : हो. आता सुरू हं.

बालदोस्तानो प्रदूषणं अनेक प्रकारची आहेत म्हणजे जमिनीचे प्रदूषण, हवेचे प्रदूषण, पाण्याचे प्रदूषण वगैरे. सगळी प्रदूषण वाईटच, त्यांचे आपल्या शरीरावर वाईट परिणाम होतातच पण त्यापैकी सर्वात जास्त अपायकारक आणि न कळत होणारे प्रदूषण म्हणजे ध्वनी प्रदूषण. जर ध्वनीची तीव्रता १८० डेसिबल पेक्षा जास्त झाली तर त्याला कर्कश ध्वनी म्हणतात.

ह्या ध्वनी प्रदूषणामुळे मानवाच्या शरीरावर अनिष्ट परिणाम होतात. म्हणजे माणसाचे मानसिक संतुलन बिघडते. हृदयाचे ठोके जलद पडू लागतात. छातीत धडधड जास्त वाढल्याने हार्ट अ‍ॅटकही येऊ शकतो. पण त्याही पेक्षा शरीरातल्या इंद्रियावरही वाईट परिणाम होतो.

कानांना ध्वनीप्रदूषण सहन न झाल्याने माणसाची ऐकण्याची शक्ती क्षीण होते किंवा तो माणूस बहिरा होतो. (आता सरांचे नुसते ओठ हलत असतात मुले सरांकडे पहात आहेत.)

B<sub>1</sub> : ए तुला ऐकू येतय सर काय बोलत आहेत ते ?

G<sub>2</sub> : नाही मला नाही ऐकू येत

B<sub>3</sub> : आपण आपली ऐकण्याची शक्ती गमावली की काय ?

G<sub>1</sub> : नाही रे तुझे शब्द येतायत मला पण सरांचे नाही. ए मनू तुला ऐकू येतंय ?

मनू : छे...सर..सर तुम्ही काय बोलताय ते काही ऐकू येत नाहीये.

सर : (हसत) मुलांनो....ऐकू आलं.

सगळे : हो.

G<sub>1</sub> : मी दोन मिनीटं काय घाबरले होते... सर... वाटलं होतं....

सर : की तुम्ही बहिरे झालात म्हणून हो की नाही.

सगळे : हो ना.

B<sub>1</sub> : पण सर, मग ध्वनी कसा उत्पन्न होतो ?

सर : जेव्हा एखादी वस्तू कंप पावते ना, तेव्हा ध्वनी उत्पन्न होतो.

G<sub>2</sub> : सर वस्तू कंप पावते म्हणजे...

सर : कंप पावते म्हणजे जोर जोरात हलते.

B<sub>1</sub> : मघाशी तुमचे ओठ हलत होते म्हणजे कंपन निर्माण होतच असणार.

सर : हो.

B<sub>1</sub> : मग सर आम्हाला तुमचे शब्द ध्वनी का ऐकू आला नाही ?

सर : अरे ती आपल्या कानाची क्षमता आहे. ज्याप्रमाणे सात रंगांपासून तयार झालेला प्रकाश आपल्याला दिसतो पण त्याच्या आधीचा किंवा नंतरचा प्रकाश दिसत नाही कारण आपल्या डोळ्याची क्षमता. तसंच काहीसं ध्वनीच आहे. आपल्या कानाला २० हर्ट्झ ते २०००० हर्ट्झ इतक्या कंपनांचा ध्वनी ऐकण्याची क्षमता आहे. त्यापेक्षा सूक्ष्म किंवा त्यापेक्षा जास्त ध्वनी आपल्याला ऐकू येत नाही.

B<sub>2</sub> : म्हणजे सर, तो ध्वनी कुणालाच ऐकू येत नाही ?

सर : मी असं नाही म्हणालो. सृष्टीमध्ये असे काही प्राणी आहेत की त्यांना असे ध्वनी ऐकण्याची क्षमता आहे.

G<sub>3</sub> : कोणते सर ?

सर : असा एक प्राणी म्हणजे वटवाघूळ. वटवाघूळ रात्री उडताना आपल्या तोंडाने उच्च कंपनांचा ध्वनी निर्माण करते. माणसांना तो ध्वनी ऐकू येत नाही पण रात्री अंधारात उडणाऱ्या किटकांवर-भक्ष्यांवर तो ध्वनी आपटून त्यांच्याकडे परत येतो आणि वटवाघूळ ते भक्ष्य पकडते.

B<sub>1</sub> : सर ध्वनी हवेतून कसा जातो ?

सर : ध्वनीचे प्रसारण हवेत लाटांप्रमाणे किंवा लहरींप्रमाणे होतं. शांत पाण्यात आपण दगड टाकला की ज्याप्रमाणे केंद्रस्थानापासून दूरदूर जाणाऱ्या लाटा किंवा लहरी उत्पन्न होतात तसंच हवेत आपल्या शब्दामुळे, ध्वनीमुळे लाटा किंवा लहरी उत्पन्न होतात आणि त्यातील काही लाटा आपल्या कानात शिरल्या की....

मनू : आपल्याला ऐकू येतं.

B<sub>3</sub> : सर ध्वनीचा हवेतील वेग किती आहे हो ?

सर : ध्वनीचा हवेतील वेग साधारणपणे ३४० मीटर/सेकंद आहे. पण मुलांनो एक लक्षात ठेवा ध्वनीचे प्रसारण होण्यासाठी माध्यमाची आवश्यकता असते. माध्यम नसेल तर ध्वनी नाही

G<sub>1</sub> : म्हणजे सर !

सर : मुलांनो सूर्यापासून आपल्याला प्रकाश, उष्णता, ऊर्जा मिळते पण ती ऊर्जा

सूर्यावर सतत होणाऱ्या हैड्रोजन बॉम्बच्या स्फोटामुळे तयार होत असते. पण अवकाशात पोकळी आहे, माध्यम नाही त्यामुळे ते स्फोटाचे ध्वनी आपल्यापर्यंत पोहोचू शकत नाही.

**B<sub>1</sub>** : सर चंद्रावर पण वातावरण नाही म्हणजे माध्यम नाही त्यामुळे चंद्रावरही आपल्याला ध्वनी ऐकू येणार नाही, हो ना ?

सर : अगदी बरोबर

**B<sub>1</sub>** : सर, मघाशी बोलताना तुम्ही डेसिबल हा शब्द वापरलात त्याचा अर्थ काय ?

सर : अरे, ज्याप्रमाणे आपण मापनासाठी मीटर, वजनासाठी किलोग्रॅम, वेळेसाठी सेकंद ही परिमाणे वापरतो त्याप्रमाणेच ध्वनीची तीव्रता मोजण्यासाठी म्हणजे कर्कशपणा मोजण्यासाठी डेसिबल हे परिमाणे आहे. मग मुलांनो तुम्हाला ध्वनी म्हणजे काय हे आता कळलं असेलच.

सगळे : हो.

सर : अरे हो काय ? मी T.V कॅमेरापुढे आहे नां. चला उठा आता आपण T.V स्टुडियोत जाऊया. हे पहा अजिबात घाबरू नका आणि जास्त आवाजही करायचा नाही समजल ! चला.

(मुले सर जातात.)

दृश्य २ रे -

(T.Vच्या चौकोनात मनु T.V निवेदक म्हणून आहे.)

T.V निवेदक मनु: नमस्कार बाल दोस्तानो आज आपला शालेय कार्यक्रमाचा दिवस. आजपासून दर आठवड्याला आम्ही तुम्हा मुलांसाठी एक खास कार्यक्रम सुरू करत आहोत. कार्यक्रमाचं नांव आहे.

खास पाहूणा आपल्या भेटीला !

दोस्तानो, इश्वरानं आपल्याला सुंदर शरीर दिलं आहे. आणि सृष्टीच ज्ञानं प्राप्त करून घेण्यालाही ज्ञानेंद्रिये दिली आहेत.

ह्या ज्ञानेंद्रियांचीच माहिती आपण आजपासून सुरू होणाऱ्या कार्यक्रमात करून घेणार आहोत. ह्या कार्यक्रमात आपण एकेक ज्ञानेंद्रियाची मुलाखत घेऊन त्याची रचना, कार्य ह्याबद्दल माहिती घेणार आहोत आजचा कार्यक्रम सादर करणार आहोत, मुलुंडचे वामनराव मुरांजन विद्यालयाचे विद्यार्थी. लेखक व दिग्दर्शक शाळेचे मुख्याध्यापक शशी बेडेकर. चला तर मग आपण कार्यक्रमाला सुरवात करू या.

खास पाहूणा आपल्या भेटीला !

(मनू T.V कॅमेरा सोडून स्टेजवर येते स्टेजवर खुर्च्या मांडल्या आहेत.)

मनू : मग बाल दोस्तानो आजच्या आपल्या प्रमुख अतिथींना आपण बोलवू या. या. (कान येतो.) (हातात कानाचा कट आऊट)

मनू : या या आपण बसा कान महाराज.

कान : तुम्ही मला चुकीच्या नावांनी हाक मारू नका हो ?

मनू : म्हणजे तुमचं नाव कान नाही.

कान : माझं खरं नाव बाह्यकर्ण असं आहे आणि पूर्ण सृष्टीत फक्त सस्तन प्राण्यांनाच मी असतो.

मनू : ठीक ठीक, मला आता अस सांगा बाह्यकर्ण....तुम्ही कशापासून बनला आहात ?

कान : मी स्नायू आणि कास्थी यापासून बनलो आहे

मनू : आणि तुमचे कार्य ?

कान : वातावरणात निर्माण झालेल्या ध्वनीलहरी मी गोळा करून पुढे आत पाठवतो.

मनू : बाह्यकर्ण तुम्हाला एवढ्या घड्या का पडल्या आहेत, कारण इतर सस्तन प्राण्यांचे कान कसे सपाट असतात.

कान : ह्याचं कारण इतर प्राण्यांना ध्वनीच्या दिशेने कान वळवण्यासाठी स्नायू असतात आणि मानवाला असे स्नायू नसतात त्यामुळे जास्तीत जास्त लहरी गोळा करता याव्या म्हणून माझ्या अंगाला घड्या पडलेल्या असतात.

मनू : दोस्तानो बाह्यकर्णाने गोळा केलेल्या लहरींचे पुढे काय होतं ते समजून घेण्यासाठी आपण पुढच्या पाहण्यांना बोलावू. या....या....या.

(कर्णनलिका येते.)

मनू : आपलं नांव ?

कर्णनलिका : माझं नांव कर्णनलिका

मनू : आणि आपलं कार्य ?

कर्णनलिका : बाह्यकर्णाने गोळा केलेल्या लहरी शक्यतो

तशाच पुढे पाठवण्याचे मी कार्य करते.

मनू : शक्यतो ह्याचा अर्थ काय ?

कर्णनलिका : मी इतर शरीराप्रमाणे पेशींचीच बनलेली असते, पण माझ्या पेशीतून मेणासारखा



द्रव स्रवत असतो, अर्थात त्यामुळे धुळीपासून मी कानाचं रक्षण करते पण काही वेळा मळ साठून कर्णनलिका बंद होते.

मनू : अशावेळी ?

कर्णनलिका : अशावेळी डॉक्टरांकडे जाऊन मळ काढून घ्यायला हवा नाहीतर मुलं, काही मोठी माणसं कानात काड्या, पिना घालतात आणि मळ निघायच्या ऐवजी इजा मात्र होते.  
(पडदा येतो)

पडदा : हो हो मला खूप इजा होते. काहीवेळस मला छिद्रही पडतं.



मनू : पण आपण कोण ते तर सांगा आधी !

पडदा : मी कर्णपटल किंवा कानाचा पडदा कर्णनलिकेलाच जोडलेला असतो त्यामुळे काडी कानात घातली की काहीवेळा मला इजा होते आणि त्यामुळे त्या व्यक्तीला कमी ऐकू येते.

मनू : बालदोस्तांनो नीट लक्ष देऊन ऐकताय ना...कानात काड्या घालू नयेत. कारण त्यामुळे आपल्यालाच इजा व्हायची शक्यता असते...बरं आपलं कार्य काय ?

पडदा : कार्य तर मी सांगेनच पण त्या आधी एक लक्षात घ्या, सृष्टीत बरेच असे प्राणी आहेत की त्यांना बाह्यकर्ण, कर्णनलिका नसते तर कान म्हणून मीच असतो

मनू : असे कोणते प्राणी आहेत...काही उदाहरणे...

पडदा : बेडूक, सरडा, साप ह्यांना मीच असतो.

मनू : बरं आणि पक्ष्यांना सुद्धा.

पडदा : नाही, पक्ष्यांना फक्त बाह्यकर्ण नसतो कर्णनलिका असते.

मनू : मी नाही कधी पाहिली !

पडदा : बरोबर आहे कारण पक्ष्यांच्या कर्णनलिकेचं छिद्र पक्ष्यांच्या पिसांनी झाकलेलं असतं म्हणून दिसत नाही पण कधी पाळलेल्या पक्ष्याच्या डोक्याची पिसे बाजूला केली तर तुम्हाला कर्णनलिकेचं छिद्र दिसेल.

मनू : बरं पण आपलं कार्य ?

पडदा : कर्णनलिका ज्या लहरी पाठवेल त्याप्रमाणे स्वतःमध्ये कंपन निर्माण करणं हे माझं कार्य आहे.

मनू : बरं आता पुढे त्या लहरीचं काय होतं ते जाणून घेण्यासाठी आपण पुढच्या पाहुण्याला बोलावू या.

(तीन हाडाची साखळी येते.)

मनू : अरेच्या, आपण तर एखाद्या चैनप्रमाणे, साखळीप्रमाणे दिसताय.

साखळी: अगदी बरोबर, आम्ही तीन नाजूक हाडांपासून बनलेली अशी साखळीच आहोत.

मनू : आणि ह्या पहिल्या साखळीच्या भागाचा आकार अगदी....

साखळी : अगदी रिकीबीसारखा आहे ना. त्यामुळेच ह्या हाडाला रिकीब असंच नांव आहे.

मनू : आपलं कार्य ?

साखळी: माझे रिकीबाचे हाड कानाच्या पडद्याला जोडलेले असते त्यामुळे पडदा जसा कंप पावेल त्याप्रमाणे लहरी आमच्यात उत्पन्न होतात आणि त्या आम्ही पुढे पाठवतो.

मनू : अजून पुढे....बरं त्या लहरी कुठे जात असतील हे तर जाणून घ्यायलाच पाहिजे त्यासाठी आपण बालदोस्तांनो पुढच्या पाहुण्याला बोलावू या.

(कॉक्लीआ येतो.)

मनू : या...या बसा उथे. आपण

कॉक्लीआ : मी कॉक्लीआ. माझा आकार गोगलगाईच्या घरासारखा आहे मी माणसाच्या जबड्याच्या हाडामागे असतो.

मनू : पण कॉक्लीआ आपण महाराज वगैरे आहात का ?

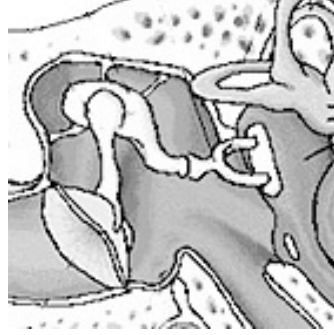
कॉक्लीआ : नाही. का हो ?

मनू : मग आपल्या डोक्यावर मुकूटासारखं काय आहे ?

कॉक्लीआ : तो काही मुकूट नाही तर तीन अर्धवर्तुळाकृती नलिका आहेत आणि त्यांचं फार महत्वाचं कार्य आहे.

मनू : म्हणजे ?

कॉक्लीआ : माझं शरीर हे द्रवानं भरलेलं असतं ह्या अर्धवर्तुळाकृती नलिकाही द्रवानं भरलेल्या असतात. या नलिका मानवाच्या शरीराचा तोल संभाळण्याचे महत्त्वाचे कार्य करतात.



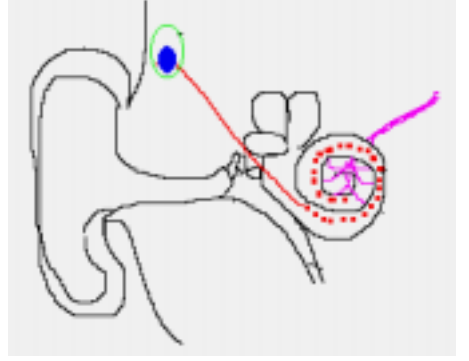
मनु : बालदोस्तानो ऐकताय ना ? खूप महत्त्वाची माहिती आहे ही. बरं मग तुमचं कार्य काय ?

कॉक्लीआ : माझं शरीर द्रवानं भरलेलं असतं हे मी सांगितलंच आहे. ह्या द्रवात मज्जातंतूंची सूक्ष्म टोकं तरंगत असतात.

तीन हाडांच्या साखळीतून आलेल्या लहरी माझ्या द्रवात निर्माण होतात आणि त्या लहरी...

(मज्जातंतू येतो.)

मज्जातंतू : आम्ही मज्जातंतू पकडून मेंदुकडे पाठवतो. मेंदुच्या श्रवणकेंद्रात ह्या लहरींचा अर्थ लावला जातो आणि तुम्हाला ऐकू येतं.



मनु : हो...हो तुम्ही कोण ? थांबा मीच ओळखते तुम्ही..मज्जातंतू ना ?

मज्जातंतू : अगदी बरोबर ओळखलंत.

मनु : बालदोस्तानो ऐकलतंना की नुस्त ऐकण्याची क्रिया किती किचकट आहे ती. आपण आपल्या ह्या सर्व पाहुण्यांना एकत्र उभं रहायला सांगू म्हणजे कानाची रचना तुमच्या लक्षात येईल.

चला सगळे एकत्र या -

(सगळे बाह्यकर्ण, कर्णनलिका, पडदा, तीनहाडांची साखळी, कॉक्लीआ, मज्जातंतू एकत्र उभे रहातात.)

मनु : सर्व बालदोस्त आणि दूरदर्शनतर्फे आम्ही सर्व तुम्हाला धन्यवाद देतो.

बालदोस्तानो ह्याच बरोबर खास पाहुणा आपल्या भेटीला हा विशेष कार्यक्रम आपल्याला कसा वाटला किती आवडला हे आम्हाला जरूर पत्र लिहून कळवा. आमचा पत्ता आहे खास पाहुणा आपल्या भेटीला -

लेखक - दिग्दर्शक- शशी बेडेकर

आणि सादरकर्ते वामनराव मुरांजन माध्यमिक विद्यालयाचे विद्यार्थी.

(पडदा.)

लेखक : शशी बेडेकर, मुलुंड येथील वामनराव मुरांजन शाळेचे मुख्याध्यापक, अनेक पुस्तके प्रसिद्ध



**५३ ते ५८ या अंकातील लेखांची सूची**  
(लेखाच्या पुढे अंक आणि पान क्र. दिले आहेत)

<b>भौतिकशास्त्र</b>		<b>प्राणीशास्त्र</b>	
हवामानबदल व		माकडाच्या हातात संगणक	५३.१५
शाश्वत उर्जा	५३-	कीटकांची पचनसंस्था	५३.२९
प्रकाशाचे तेज	५४.३०	किटक संगीतकार आणि	
भौतिकशास्त्रातील मौज	५५.५१	त्यांची वाद्ये	५४.३
अदृश्य अंगरखा	५६.१०	कथा पतंगांची	५४.३९
भौतिकशास्त्र व खेळ	५६.२३	पतंगाचे जीवनचक्र	५५.५४
बॅटरी - साधी आणि स्पेशल	५७.३३	बिच्चारे खेचर	५६.४
नवीन प्रकारच्या बॅटऱ्या	५८.९	कासवे चाले हळू त्याच्या	
अवकाशाची वक्रता	५८.३८	पायाला झालेय गळू	५८.२६
<b>रसायनशास्त्र</b>		<b>वनस्पतीशास्त्र</b>	
ऑक्सिजनचा शोध		अमृताची गोडी	५३.३
कोणी लावला ?	५३.२६	वनस्पतीतील संतती-योजन	५५.३
बुडबुडे ! साबणाचे -शब्दांच	५३.३८	वनस्पतींची उत्क्रांती-१	५६.६१
काचेची दुनिया	५४.१४	वनस्पतींची उत्क्रांती-२	५७.४१
शाई	५५.८	वनस्पतींची उत्क्रांती-३	५८.१४
<b>जीवशास्त्र</b>		<b>खगोलशास्त्र</b>	
सजीवांची उत्क्रांती-१	५३.५४	पृथ्वीचे परिभ्रमण आणि ऋतू	५३.६५
सजीवांची उत्क्रांती-२	५४.६३	अस्मानी संकटे-१	५४.२४
मेंदू व शिक्षण	५४.७१	अस्मानी संकटे-२	५५.२५
एक शास्त्रोक्त 'ध'चा 'मा'	५५.१६	चंद्रायण	५६.३८
रंग-अंधत्व	५६.१३	आय.वाय.ए. २००९	५६.६८
बालमेंदू संगोपन	५६.१९	ग्रहांची चाल	५७.५६
आदिपासून अंतापर्यंत	५७.२०	अवकाशाची वक्रता	५८.३८
नेत्रदान	५८.४८		

## पर्यावरण

रात्री संपत चालल्या	५६.४७
कार्बन फूटप्रिंट	५८.२१

## गणित

पिजनहोल तत्त्व	५३.५१
द्विपदीचे घात चक्र- वाढ व्याज	५४.१२

**Sin 90 = 1** का? भाग १ ५४.५७

**Sin 90 = 1** का? भाग २ ५५.१०

१३ व १७ ने

भागण्याची कसोटी ५५.४२

हेरॉनचे सूत्र आणि

दोन सिद्धता ५६.५५

फिबोनासी मालिका व

पायथागोरस त्रिकुटे - ५७.११

आचार्य हेमचंद्र आणि

फिबोनासी संख्या ५७.१६

वर्तुळ, गोल आणि

समाविष्टता ५७.५२

काही अधिक काही उणे ५८.६३

## इतिहास

पॉल गॉग ५३

व्हिन्सेट व्हॅन गॉग ५४.४६

पाब्लो पिकासो ५५.३०

साल्वादोर दाली ५६.२८

आधुनिक चित्रकला १९४५

ते आजपर्यंत ५७.४८

भारतीय कलेचा इतिहास - ५८.५४

## भूगोल

वेळ पृथ्वीच्या पाठीवरची	५६.५२
ऋतु आणि आर्यन	५७.५

## पुस्तकपरिचय

तो एक सागरपक्षी ५३.६७

मेंदू व शिक्षण ५४.७१

३००१ द फायनल ओडिसी ५५.६४

लोकविज्ञान दिनदर्शिका ५६.७३

विजेचा इतिहास ५७.२८

जीवनशाळा-कलिकाकेंद्र ५८.६७

## गोष्ट

दक्षिण ध्रुवाकडे भाग-२ ५३.४०

शून्य+शून्य+शून्य+शून्य ५४.७६

सल्ला ५६.७७

वांका ५७.६९

## इतर

विक्रम, वेताळ आणि

आर्थिक संकट ५५.४५

सर आर्थर सी क्लार्क ५५.५८

आधुनिक प्रथमोपचार पेटी ५५.७६

लहान प्रयोगांचे महत्त्व ५७.२४

मराठीतून विज्ञान शक्य

आहे, आवश्यक आहे ५६.६१

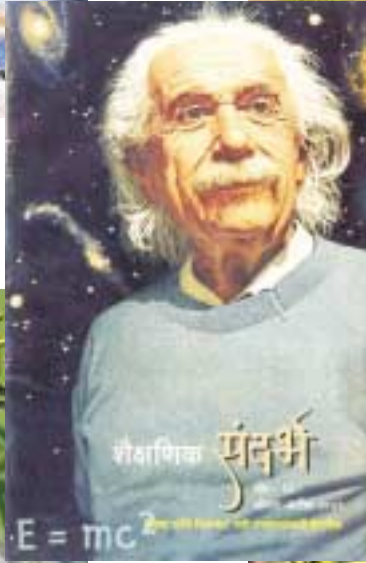
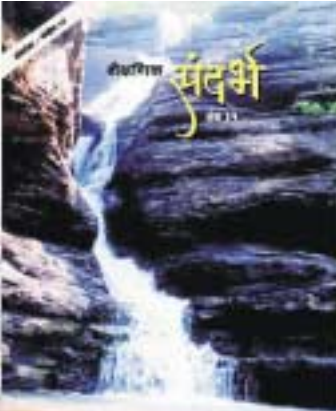
निवडणूक ५८.३

किती वाढत जाणार ही

लोकसंख्या ५८.३०

लोकसंख्या आणि विकास ५८.३६

उत्तरावली ५८.७३



गेल्या दहा वर्षातील शैक्षणिक संदर्भची ही काही मुखपृष्ठ तुम्हाला आठवताहेत ना ?

शैक्षणिक संदर्भ : ऑगस्ट - सप्टेंबर २००९ RNI Regn. No. : MAHMAR/1999/3913

मालक, मुद्रक, प्रकाशक पालकनीती परिवार करिता संपादक नीलिमा सहस्त्रबुद्धे यांनी  
अमृता क्लिनिक, संभाजी पूल कोपरा, कर्वे पथ, पुणे ४ येथे प्रकाशित केले.

