

ऑक्टोबर - नोव्हेंबर २००७

शैक्षणिक

# संदर्भ

अंक ४८

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, राजेंद्र गाडगीळ

**अक्षरजुळणी :**

न्यू वे टाईपसेटर्स अँड प्रोसेसर्स

**मुखपृष्ठ मांडणी, छपाई :**

रमाकांत धनोकर, ग्रीन ग्राफीक्स.

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

शैक्षणिक

# संदर्भ

अंक ४८

आक्टोबर - नोव्हेंबर ०७

**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

- व्हेनिसचा सर्वश्रेष्ठ चित्रकार टिशीयन या लेखातील सर्व चित्रे राम अनंत थते यांच्याकडून साभार.

**पोस्टेजसहित**

**वार्षिक वर्गणी रु. १२५/-**

**अंकाची किंमत : रुपये २०/-**

यावेळी संदर्भच्या मुखपृष्ठावर असं वेगळंच चित्र काय आहे ? असं वाटतंय का तुम्हाला ? त्याला ऑटोस्टिरिओग्राम किंवा जादुई चित्रं म्हणतात. हे बघण्याकरता पुस्तक पूर्ण उघडून चित्र साधारण ३० से.मी. लांब धरा. चित्रामागच्या एखाद्या बिंदूवर नजर स्थिर करा. जेव्हा दूरदृष्टी पद्धतीने बघाल तेव्हा जिऱ्याच्या पायऱ्या चढणारा माणूस दिसेल. नाही दिसत ? मग डोळे चकणे करून पहा. द्विमित चित्रातून त्रिमित चित्राचा आभास निर्माण करणे शक्य आहे. त्याच्या विविध पद्धतींबद्दल जाणून घ्या पान १५ वरील लेखात.

कव्हर दोन वर वेगवेगळ्या वनस्पतींची मुळे. या मुळांविषयी सांगणारा लेख वाचा पान ३९ वर.

# अनुक्रमणिका

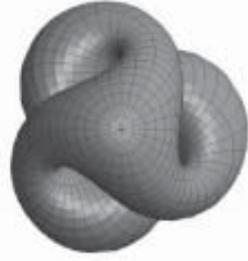
शैक्षणिक संदर्भ अंक - ४८

- पळा... पळा... कोण पुढे पळे तो ..... ३
- कोण मोठा कोण लहान ? ..... ५
- सत्य : कल्पनेच्या पावलांवरून ..... १०
- त्रिमितीचे अद्भुत जग ... ..... १५
- प्राण्यांचे स्थलांतर ..... २२
- पृथ्वीय हवामान आणि चंद्र ..... ३५
-  मुळांच्या मुळाशी ..... ३९
- एक होता काऊ ..... ४५
- कार्लस् लिनीयस ..... ५२
-  जीव, भौतिक, रसायन, गणित, भूगर्भ आणि  
खगोलविज्ञान ..... ५७
- व्हेनिसचा सर्वश्रेष्ठ चित्रकार - टिशियन ..... ६५
- हवामान बदल आणि शाश्वत ऊर्जा ..... ७१
- एक सुद्धा कमी नको..... ७३



हे लेख शालेय पाठ्यक्रमाला पूरक आहेत.

त्रिमितीचे अद्भुत जग ..... १५  
काही वर्षांपूर्वी छोटा चेतन नावाचा एक चित्रपट आला होता. लहानांबरोबरच मोठ्यांनाही तो इंटरेस्टिंग वाटला याचं कारण हा त्रिमित चित्रपट होता. तो विशिष्ट चष्मा घालूनच पहावा लागे. काय असतं या त्रिमितीच्या अद्भुत जगात ?



## पळा..पळा.. कोण पुढे पळे तो

लेखक : पद्मप्रिया • अनुवाद : ज्योती देशपांडे



प्राण्यांचे स्थलांतर ..... २२  
प्राण्यांसाठी स्थलांतराची कारणे वेगवेगळ्या प्राण्यांसाठी काहीशी भिन्न असली तरी ती निश्चित असतात. त्यांच्या स्थलांतराच्या जागा आणि दिशाही बहुधा ठरलेल्या असतात. नेमकं काय कारण असेल या मागे ?

मुळांच्या मुळाशी ..... ३९  
वड, पिंपळ, लिंब अशा मोठमोठ्या वृक्षांचा आधार असतात ती त्यांची जमिनीत खोलवर पसरलेली मुळेच. फारसं आकर्षक रंगरूप नसलेला, कायम अंधारात असलेला वनस्पतीचा हा अवयव अत्यंत महत्त्वाचा आहे. त्यांच्याबद्दल जाणून घेऊया.



एक होता काऊ ..... ४५  
डोमकावळे मुख्यतः इतर प्राण्यांनी केलेल्या शिकारीवरच गुजराण करतात. त्यामुळे त्यांना त्या प्राण्यांच्या वर्तनाची पूर्वकल्पना असणं आवश्यक असतं. चुका आणि शिका ही लांबलचक प्रक्रिया त्यांच्या जीवावर बेतू शकते. यासाठी ते काय करतात ?



आज ध्वनी खूपच नाराज झाला होता. प्रकाशाबरोबर लावलेल्या शर्यतीमध्ये तो हरला होता. त्याचे सर्व कुटुंबच शर्यतीमध्ये प्रकाशाच्या मागे पडले होते. तेही बऱ्याच अंतराने. म्हणून ध्वनी त्याच्या वडिलांजवळ कुरकुरत होता. ते त्याची समजूत घालत होते - “अरे, आपण याबाबतीत काहीच करू शकत नाही. भौतिकशास्त्राचा हा नियमच आहे. प्रकाश नेहमीच आपल्यापेक्षा वेगात असणार आणि आपल्याला ते मान्य करायलाच हवं. तू त्याबद्दल आता अजिबात विचार करू नकोस.”  
पण ध्वनीला ते काही पटलं नाही. त्यानं

वडिलांच्या बोलण्याकडे कानाडोळाच केला. दिवाळीच्या दिवसात मुलं फटाके वाजवत होती. तिथं पण त्याला प्रकाशानंतर येणारा आवाज ऐकू आला. दोन आठवड्यापूर्वी पडलेल्या पावसाच्या वेळी सुद्धा ध्वनी आणि प्रकाशाची शर्यत होती. प्रकाशाचे कुटुंब नेहमीप्रमाणेच शर्यतीत पुढे होते.

आता मात्र ध्वनीने शर्यतीसाठी काहीतरी प्रशिक्षण घेण्याचं ठरवलं. त्याला प्रकाशाची बरोबरी करायची होती. त्याने आधी पाण्यात सराव करायचं ठरवलं. पाण्यातून पळताना काही फरक पडतो का, हे त्याला बघायचं होतं. तो महासागरात गेला. त्याच्या लक्षात





हरवू शकत नाही.”

बाबा म्हणाले, “मुला, आपण प्रकाशापेक्षा सावकाश जातो हे मान्यच आहे. पण म्हणून आपण निरुपयोगी आहोत असं का तू म्हणतोस ? तू सागरातल्या प्राण्यांना भेटलास का ? त्या प्राण्यांमधला संवाद ऐकलास ना ? ते अंधारामधे फक्त

आलं की आपला वेग वाढलेला आहे. नेहमीच्या वेगापेक्षा चारपट जास्त झाला आहे. ध्वनीला हेही समजलं की गरम हवेमध्ये पण आपला वेग वाढतो. त्यानंतर त्याने काचेतून पळण्याचा सराव केला. आणि यातही त्याचा वेग चांगलाच वाढला.

त्यानंतर त्याने परत एकदा प्रकाशाशी शर्यत लावली. प्रकाशाचा वेग पाणी आणि काचेमध्ये नेहमीच्या वेगापेक्षा थोडा कमी झाला. पण तरीही तुलना करता, तो ध्वनीच्या वेगापेक्षा जास्तच होता.

आता ध्वनीला थोडीथोडी कल्पना यायला लागली. आपण कितीही प्रयत्न केला तरी आपण प्रकाशाबरोबर शर्यत जिंकू शकणार नाही ! ध्वनीला खूप वाईट वाटलं. तो वडिलांकडे जाऊन रडायला लागला. तो म्हणाला “बाबा, मला असं वाटतंय की मी फारच निरुपयोगी आहे. मी वेग वाढवण्याचा किती प्रयत्न केला, पण तरीही मी प्रकाशाला

आपल्या मदतीमुळेच एकमेकांशी संवाद साधू शकतात आणि अन्न शोधू शकतात. मनुष्य प्राण्याच्या भाषा आपल्या आधारानेच उभ्या आहेत.

आपण खूप शक्तिशाली आहोत, दिवाळीत फटाके उडवणाऱ्या मुलांना विचार. आपल्यामुळे त्यांना बोटं कानात घालावी लागतात.

ध्वनीलाही बाबांचं म्हणणं पटलं. पुढे त्याला हेही समजलं की नुसती स्पर्धा लावण्यापेक्षा त्याने आणि प्रकाशाने मिळून काम केलं तर ते जास्त उपयुक्त ठरतं. मित्रांनो आठवा बरं - ध्वनी आणि प्रकाश यांचा एकत्र उपयोग कुठे कुठे होतो ?

जंतरमंतर मार्च-एप्रिल ०७ मधून साभार

लेखक : पद्मप्रिया,  
अनुवाद : ज्योती देशपांडे, संदर्भच्या गटात सहभागी.

# कोण मोठा,



# कोण लहान ?

लेखक : किरण बर्वे

पाऊस मी म्हणत होता. त्याची झड सुरु झाली की कॉलनीतल्या उनाडक्या बंद करायला लागत. कारण शहरातल्या पावसात, गंमत म्हणून भिजून भिजून किती भिजणार ? ‘आम्ही मित्र’ त्यामुळे वाघकाकांकडे पडीक होते.

हर्षद म्हटला, “ह्या परिक्षेत मला माझ्या वर्गातल्या मुलांच्या सरासरीपेक्षा जास्त मार्क पडलेत. ५० मुले, त्यांच्या ५० पैकी मार्कांची बेरीज १७५०, सरासरी ३५ मार्क, मला ३८ आहेत. सरासरी पेक्षा जास्त.” वाघकाकांनी त्याला शाबासकी दिली. आणि अचानक विचारले, “ $\sqrt{6}$  आणि  $५/२$  यात मोठे कोण ?” नेहाने विचारले, “हे काय मध्येच ?” हिमांगी म्हटली, “करून तर पाहू. नंतर अचानक कळेल सरासरीशी संबंध.” “असला तर ना” तोपर्यंत हर्षदने उत्तर काढले होते.  $\sqrt{6} < \frac{5}{2}$ . कारण दोन्ही धन राशी आहेत. त्यांचा वर्ग

केला तर ६ आणि  $\frac{25}{4}$  येतात. आणि  $\frac{25}{4} > 6 \therefore \left( \sqrt{\frac{25}{4}} \right)$  (धन वर्गमूळ)  $> \sqrt{6}$  (धन वर्गमूळ)

वाघकाका म्हटले “अगदी बरोबर. मला सांगा  $\frac{11}{2}$  आणि  $\sqrt{30}$  ह्यात मोठा कोण ?”

हिमांगीने पटकन वर्ग केले, “  $\frac{121}{4}$  आणि ३० अगदी थोडासा पण  $\frac{11}{2}$  मोठा!” वाघकाकांनी पुढची पुडी उघडली. “जर मी ही दोन्ही गणिते अशी लिहिली.  $\frac{3+2}{2} > \sqrt{3 \times 2}$  आणि  $\frac{5+6}{2} > \sqrt{5 \times 6}$  तर?” आता पुष्करला राहवले नाही. तो ओरडलाच, “खलास!  $\frac{3+2}{2}$  म्हणजे ३ आणि २ चा अरिथमेटिक मीन A.M. सरासरी आणि हा  $\sqrt{3 \times 2}$  भौमितीक जॉमेट्रिक मीन G.M. वा ! वाघकाका मानलं. अखेर ‘सरासरी’ (चा मुद्दा) गाठलीत.” वाघकाकांनी रागवण्याचा अभिनय केला. सगळे हसले. पुष्करने पुढे विचारले, “पण हे नेहमीच होईल का?  $\frac{7+13}{2} = 10$   $\sqrt{7 \times 13} = \sqrt{91}$  इथे  $10 > \sqrt{91}$  प्रश्न नाही.  $\frac{99+101}{2} = 100$ ,  $\sqrt{99 \times 101} = \sqrt{9999}$   $\sqrt{9999} < \sqrt{10,000} = 100$ .” वाघकाकांनी फळ्यावर लिहिले. जर a, b ह्या धन संख्या असतील तर त्यांचा A.M. हा G.M. पेक्षा मोठा असतो. हे सिद्ध करावयाचे आहे.

म्हणजेच  $\frac{a+b}{2}$  (A.M.)  $\geq \sqrt{ab}$  (G.M.) हे सिद्ध करावयाचे आहे.

म्हणजे  $(a+b) \geq 2\sqrt{ab}$  म्हणजे  $(a^2 + b^2 + 2ab) \geq 4ab$  हे सिद्ध करावयाचे.

म्हणजे  $(a^2 + b^2 + 2ab - 4ab) \geq 0$  हे सिद्ध करावयाचे

म्हणजे  $(a^2 + b^2 - 2ab) \geq 0$  म्हणजे  $(a-b)^2 \geq 0$

आणि हे बरोबरच आहे. कारण कोणताही वर्ग शून्य वा शून्यापेक्षा मोठा असतो.

$$\therefore \frac{a+b}{2} \geq \sqrt{ab}$$

तसेच  $(a-b)^2 = 0$  असेल तरच  $\frac{a+b}{2} = \sqrt{ab}$  असेल

म्हणजेच  $a = b$  तर  $\frac{a+b}{2} = \sqrt{ab}$  आणि  $\frac{a+b}{2} = \sqrt{ab}$  तर  $a = b$ !”

वाघकाका, “अरे, हे तर काहीच नाही. कितीही धन संख्या घेतल्या तरी सुद्धा त्या संख्यांचा A.M.  $\geq$  त्या संख्यांचा G.M.

उदा.:  $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5$  ह्या पाच संख्या घ्या. तर

$$\frac{a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5}{5} \geq \sqrt[5]{a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5} \text{ उदाहरणार्थ :}$$

$$\frac{1.8 + 1.9 + 2 + 2.1 + 2.2}{5} = 2 \therefore 2 \geq \sqrt[5]{1.8 + 1.9 + 2 + 2.1 + 2.2}$$

$32 \geq 1.8 \times 2.2 \times 1.9 \times 2.1 \times 2$ ,  $(4 - 0.04)(4 - 0.01) \times 2$  असे कोणत्याही पाच (वा कितीही) धन संख्या बाबत खरे आहे. अत्यंत महत्त्वाचा हा गुणधर्म आहे व त्याचे उपयोगही अफाट आहेत. मात्र मुले वाघकाकांचे बोलणे आता ऐकत नव्हती. हा जादुई गुणधर्म घेऊन विविध आकडे घेऊन वापरत होती व एकमेकांना कोडी घालत होती. त्यातच दादा आला. त्याने अगदी साधे म्हणत विचारले, “एक अशी धन संख्या a सांगा की

$\left(a + \frac{1}{a}\right)$  दोनपेक्षा लहान असेल. इतक्या मोठ्या आकड्यांशी आणि वर्गमुळे, घनमुळे,

इ.इ. महाबलाढ्य गड किल्ले पादाक्रांत केल्यावर ‘पर्वती’ ची बात काय?  $a = 1$  घेऊ तर

$a + \frac{1}{a} = 2$  मग आलंच. आता a एकापेक्षा थोडा लहान घेऊ.  $a = 0.8$  तर  $0.8 + \frac{1}{0.8}$

हे २ पेक्षा लहानच येईल. दादा म्हणाला “करून दाखवा.”  $0.8 + \frac{1}{0.8} = \frac{0.8^2 + 1}{0.8} = \frac{0.64 + 1}{0.8} = \frac{1.64}{0.8} = 2.05$

$0.8 + \frac{1}{0.8} = 2.05$  “थोडक्यात हुकले” इति नेहा.

$$a = 0.75 = \frac{3}{4}, \frac{1}{a} = \frac{4}{3} \frac{3}{4} + \frac{4}{3} = \frac{9+16}{12} = \frac{25}{12} = 2\frac{1}{12} \text{ “अरेरे, मग a हा}$$

एकापेक्षा थोडासाच मोठा घेऊ.  $a = 1.01$   $a = \frac{101}{100}, \frac{1}{a} = \frac{100}{101}$  आता मात्र आलेच..

a एक पेक्षा जरासाच मोठा आणि  $\frac{1}{a}$  एकपेक्षा लहान

$$a + \frac{1}{a} = \frac{101}{100} + \frac{100}{101} = \frac{(101)^2 + (100)^2}{100 \times 101} = \frac{10,000 + 10,201}{10,100} = \frac{20,201}{10,100}$$

नेहा आणि हर्षद वैतागले,” २०, २०१ ऐवजी २०, १९९ आले असते तर काय बिघडले असते.

इतके जवळ आलो आता आम्ही करणारच.  $a = 1.0001$ ,  $\frac{1}{a} = \frac{1}{1.0001}$  आता तरी दोनपेक्षा कमी येणार.” दादाने हसत हसत सुचवले, “सोडून घाना उगाच !” आम्ही मित्रांनी एका सुरात “हे करणार की उत्तर आलेच बघ.” असा निर्वाळा दिला.

$$a = 1.0001 = \frac{10001}{10,000}, \frac{1}{a} = \frac{10,000}{10,001}$$

$$a + \frac{1}{a} = \frac{(10,001)(10,001) + (10,000)(10,000)}{10,000 \times 10,001} \quad \text{नेहाने}$$

$(10001)^2 = (10000 + 1)^2 = 100000000 + 20000 + 1 = 100020001$  असा वर्ग काढला. आणि अभिमानाने मान उंच केली.

$$a + \frac{1}{a} = \frac{200020001}{100010000} = 2 + \frac{1}{100010000}$$

आणि मान खाली गेली. हिमांगीने शेखरला विचारले “असे का?” शेखरने त्यांना सांगितले कारण “a जर धन संख्या असेल तर  $a + \frac{2}{a} \geq 2$  असते आणि  $a + \frac{1}{a} = 2$

जर  $a = 1$  तरच ! अरे शहाण्यांनो  $a + \frac{1}{a}$  चा A.M. हा  $a, \frac{1}{a}$  च्या G.M. पेक्षा मोठा.

$$\frac{a + \frac{1}{a}}{2} \geq \sqrt{a \cdot \frac{1}{a}}, \frac{a + \frac{1}{a}}{2} \geq \sqrt{a \cdot \frac{1}{a}}, \frac{a + \frac{1}{a}}{2} \geq 1, a + \frac{1}{a} \geq 2$$

“मग उगीचच आम्हाला पिदवले. पण खरेच येत होते. थोडे का होईना २ पेक्षा मोठे. आणि

जसजसे एकाकडे सरकत होतो तसतसा  $a + \frac{1}{a}$  ही २ च्या खूपच जवळ जात होता.

वाघकाकांनी एकदम आल्याच्या वड्या काढल्या आणि म्हणाले “मी ह्या निरीक्षणावर अगदी खुश आहे. ह्या वड्या घ्या आणि अजून एक छान सुंदर खाऊ देणार आहे. अर्थातच गणिती.

एक अर्धवर्तुळ काढा. त्याची त्रिज्या r

समजा.  $AB = 2R$ . P हा एक कोणताही बिंदू

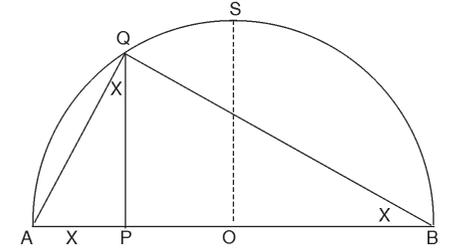
AB वर घेऊ.

$$AP = x$$

$$BP = y = 2r - x$$

$$\text{तर } AP + BP = x + y = 2r$$

$$\therefore \frac{x+y}{2} = r$$



बिंदू P, AB वर कोठेही असला तरी AP

वर BP ची सरासरी r च येते.  $QP \perp AB$ . Q हा वर्तुळावरील बिंदू आहे. OS हा AB ला O मधून लंब काढला. आता  $OS = r$  तसेच P हा AB वर फिरला तर Q हा अर्धवर्तुळाकार फिरेल आणि  $PQ \leq OS \therefore PQ \leq r$

$$\angle AQB = 90^\circ, \angle QPA = 90^\circ \angle BPQ = 90^\circ$$

$$\angle QBP = \angle AQP$$

$$\angle QAP = \angle BQP$$

$$\Delta BQP \sim \Delta QAP \quad (\text{समरूप त्रिकोण})$$

$$\frac{BP}{QP} = \frac{QP}{AP} \therefore AP \cdot BP = QP^2 \quad \text{म्हणजेच } x \text{ आणि } y \text{ चा गुणाकार } QP^2 \text{ येतो.}$$

$$\therefore \sqrt{XP} = QP \text{ ? वरून } \sqrt{XY} = QP \leq r = \frac{X+Y}{2} \text{ म्हणजेच ही भौमितिक सिद्धता}$$

मनापासून आवडली की नाही? आवडली असेल तर कळवा आणि आवडली नसली तर नक्कीच आणि जरूर कळवा.



लेखक : किरण बर्वे, गणित आणि शिक्षणात रस. आंतरराष्ट्रीय ऑलिम्पियाड आणि

आयआयटी, जेईई ला शिकवतात.

# सत्य : कल्पनेच्या पावलांवरून

लेखक : जयंत नारळीकर ● अनुवाद : शैलेश जोशी

सुप्रसिद्ध अवकाशभौतिक शास्त्रज्ञ जयंत नारळीकर यांच्या (३० डिसेंबर २००६) च्या The Times of India च्या अंकातील लेखाचा अनुवाद संदर्भच्या वाचकांसाठी देत आहोत. विज्ञान कथा या नुसत्या कल्पनेच्या भ्रारीतून साकारलेल्या अद्भूत कथा दाखतात तर त्यामध्ये भविष्यात प्रत्यक्ष उतरू शकणाऱ्या कल्पनांचा आविष्कार असतो.

भविष्यातील वास्तवाची कल्पना आधीच करणे हे चांगल्या विज्ञान कथेचे लक्षण आहे.

श्री. फ्रेड हॉइल हे अवकाश भौतिकशास्त्रातील धाडसी कल्पना मांडण्याबाबत सुविख्यात आहेत. त्यांनी एकदा असा विचार मांडला की ताऱ्यांच्या दरम्यानची जागा ही रिकामी नाही तर तेथे रासायनिक रेणूंचे प्रचंड आकाराच्या ढग असतात. या विषयावरील त्यांची संशोधनपत्रिका नामांकित वैज्ञानिक नियतकालिकांना पाठवली असताना ती नाकारण्यात आली होती.

१९५० सालाच्या आसपास बहुतेक अवकाश शास्त्रज्ञांचा असा विश्वास होता की, ताऱ्यांतील अवकाशात फक्त हायड्रोजन

अणूंचेच अस्तित्व असते. रेण्वीव रचना अवकाशात तग धरून राहू शकतात, ह्या कल्पनेचा त्यांच्या ह्या श्रद्धेशी ताळमेळ बसत



फ्रेड हॉइल

नव्हता. हॉइल त्यांच्या कल्पनेला विज्ञान जगताची सारी दारे बंद आहेत असे दिसत असताना त्यांनी 'कृष्णमेघ' ह्या नावाची एक विज्ञान कांदबरी लिहीली. त्यात त्यांनी ताऱ्यांच्या दरम्यानचे अवकाश रेणूंच्या विस्तीर्ण मेघांनी व्यापलेले असते ही संकल्पना मांडली. ही कांदबरी प्रचंड गाजली.

१९५० सालच्या आसपास विशिष्ट अँटनांनी ग्रहण केलेल्या मिलीमीटर तरंगलांबीच्या प्रारणांच्या मदतीने ताऱ्यांच्या दरम्यानचे अवकाश धुंडाळणे शक्य झाले. ह्या प्रारणांच्या विश्लेषणावरून असे दिसून आले की ती प्रारणे ताऱ्यांच्या दरम्यानच्या अवकाशातील ढगांत अस्तित्वात असलेल्या विशिष्ट रेणूंनी उत्सर्जित केली होती. आणि हेच नेमके हॉइल ह्यांनी त्यांच्या कृष्णमेघ ह्या कांदबरीत वर्तवले होते. आज, महाकाय रासायनिक ढगाचे अस्तित्व गृहीत धरले जाते. विज्ञान कथेतून वास्तवाचे भाकीत इथे वर्तवले गेले होते.

विज्ञान कथा वास्तवाची आगाऊ सूचना देते ह्याची इतरही उदाहरणे आहेत. ह्या घटना नजीकच्या काळातीलच असतील असे नाही कदाचित दूरच्या भविष्यकाळातीलसुद्धा असू शकतात. ज्युल्स व्हर्न ह्यांनी 'पृथ्वीवरून चंद्राकडे' ह्या कांदबरीत १९६९ सालातील अपोलो ११ सारख्या चंद्र मोहिमेची कल्पना एक शतक आधीच मांडली. एच. जी. वेल्स आणि नंतर आर्थर सी. क्लार्क, आयझॅक



ज्युल्स व्हर्न

असिमोव्ह आणि रे ब्रॅडबरी ह्यांच्या लेखनात नंतर साकार झालेल्या सत्य घटनांचे बोधक संकेत आढळतात. १९४५ साली लिहिलेल्या एका भविष्यवेधी निबंधात क्लार्क ह्यांनी आज संपर्क साधण्यास वापरल्या जाणाऱ्या भूस्थिर उपग्रहांची शक्यता वर्तवली होती. जवळपास तीस वर्षांनी ती वास्तवात उतरली. त्यासाठी विशिष्ट परिभ्रमण कक्षेत फिरणारे उपग्रह अग्निबाणाच्या साहाय्याने पाठवून गतिमान करावे लागले.

आजच्या चांगल्या विज्ञान कथा ह्या उद्याचे वास्तव असतात. मला आठवतंय मी कॅलिफोर्निया इन्स्टिट्यूट ऑफ टेक्नॉलॉजी येथील बेकमॅन आणि ब्रॅडबरी ह्यांची चर्चा ऐकण्यासाठी समक्ष उपस्थित होतो. चर्चेचा विषय होता, 'विज्ञान कल्पनिकेचा संदेश : प्रेषिताचा की पाखंड्याचा.' ब्रॅडबरी ह्यांनी



जयंत नारळीकर

दाखवून दिले की पहिल्या विश्वयुद्धाच्या काळाच्या आसपास जन्मलेल्या त्यांच्या पिढीच्या माणसाने त्यांच्याच हयातीत विज्ञानाच्या अनेक यश सिद्धी कल्पनेतून वास्तवात उतरलेल्या पाहिलेल्या आहेत. ब्रॅडबरी ह्यांच्या जन्माच्या वेळी अणुबाँब, मानवाचे अवकाशागमन, इलेक्ट्रॉनिक्स आणि संगणक, जेट विमानाचा प्रवास, सुकर आणि सुगम विश्वव्यापी संपर्क जाळे ह्या फक्त विज्ञानकल्पनिक होत्या. पण त्या त्यांच्याच आयुष्याच्या अवधीत वास्तवात उतरल्या.

संगणक, जैव तंत्रज्ञान आणि नॅनो टेक्नॉलॉजी ह्या गोष्टी आगामी दशकांत कुठे असतील याबद्दलचे कल्पनाविलास करण्यासाठी विज्ञान कल्पनिका विपुल संधी पुरवतात. आपले सारेच काही अंदाज बरोबर असतील असे नाही. पण तरीही कल्पनेतील भविष्य हे आपणाला अगोदरच ठाऊक

असलेल्या गोष्टींशी तर्क विसंगत असता कामा नये.

विज्ञान कथावाङ्मयास विज्ञान आणि समाज ह्यांच्यासंबंधाविषयी जाणीव असायलाच हवी. स्टेम सेल संशोधन, जीवशास्त्रातील क्लोनिंग, आण्विक तंत्रज्ञानातील संशोधन आणि अतीदूरचा वेध घेऊ शकणाऱ्या उपग्रहांच्या हेरगिरी करण्याच्या क्षमता ह्यासारखे मुद्दे नैतिक आणि सामाजिक प्रश्न उभे करतात. भविष्यातील घटनाचित्रांच्या कल्पना मांडून चांगल्या विज्ञानकल्पनिका आपल्याला धोक्याची जाणीव देऊ शकतात. आपण आज पाहतोच आहोत की अद्याप न जन्मलेल्या बालकांचे लिंग जाणून घेण्याच्या शक्यता किती भयंकर, उरात धडकी भरवणारे वादविषय उपस्थित करू शकतात ? ह्या शक्यतेविषयी मी १९७०च्या दशकात एका विज्ञान कथेत लिहिलं होतं. वाचकाला किती सहजतेने, सूक्ष्मतेने वैज्ञानिक सत्य जाणवून दिले जाते ह्यातच, वैज्ञानिक कल्पनिकेचे यश सामावलेले असते. ज्युल्स व्हर्नची कांदबरी 'ऐशी दिवसात पृथ्वी प्रदक्षिणा' ही वाचताना एखाद्या साहसकथेसारखी वाटते. आणि शेवटी हळूच वाचकाला कळते की आपण पुर्वेच्या दिशेने प्रवास करीत असलो तरी त्यावेळी पृथ्वीच्या परिवलनामुळे आदल्या दिवसाचे काही तास कमी होतात.

बेकार विज्ञान कल्पनिका म्हणजे काय

तर ज्यात विज्ञानापासून दूर जाण्याचे स्वातंत्र्य लेखकाला असू शकते, आणि असायलाच हवे, पण ते कथानकाच्या संदर्भचौकटीत सुसंगत आणि समर्थनीय असावे. बऱ्याचशा विज्ञान कथा अशा नसतात. अलीकडेच मी वाचलेल्या विज्ञान कादंबरीतली अवकाशयाने काही वर्षांच्या कालावधीत अख्या आकाशगंगेचे अंतर कापून जात होती. अवकाशविज्ञान आपल्याला सांगते की भौतिक शास्त्रानुसार सर्वात वेगवान म्हणजे प्रकाश किरणाला आकाशगंगेच्या तबकडीचे अंतर कापण्यास जवळपास १,००,००० वर्षे लागतात. म्हणजेच आकाशगंगा ओलांडण्यासाठी सर्वसाधारणपणे काही हजार वर्षे हवीत. मी प्रकाशापेक्षा अधिक वेगाने प्रवास करणारी अवकाशयाने मान्यही करेन, फक्त ते ज्या तंत्रज्ञानावर आधारित आहे त्याबद्दल स्पष्टीकरण तिथे असायला हवे. विशेष सापेक्षतावादाच्या सिद्धांतानुसार सांगितलेली प्रकाशाच्या वेगाची मर्यादा इथे कशी ओलांडली ह्याची काही पार्श्वभूमी तिथे दिली पाहिजे. ह्या विज्ञानकथेत अशी काहीही चर्चा नव्हतीच.

भयकथेचे सोंग विज्ञानकथा म्हणून नेहमीच नाचवले जाते. त्यामुळे विज्ञान आणि तंत्रज्ञानविषयी अतर्क्य भय उत्पन्न होऊ शकते. चांगली विज्ञान कल्पनिका समाजाला तंत्रज्ञानाच्या विध्वंसक, हानीकारक उपाययोजनांविषयी सावधगिरीचा इशारा देते.

पण तो इशारा विचारपूर्वक मांडलेल्या तर्कशुद्ध मुद्द्यांवर आधारित असावा, अविवेकी भयावर आधारलेला नसावा. आजच्या विज्ञानयुगात चांगल्या विज्ञानकल्पनिकेस, अपरिहार्य नाही तरी महत्त्वाची भूमिका बजावायची असते. विज्ञानवृक्षास असंख्य फळे लगडलेली आहेत आणि त्यातील सगळीच काही चांगली नाहीत. आपण विनाशकारी अणुबाँब बनवायचा किंवा उर्जेसाठी अणुभट्टी, माहितीचे वेगवान संप्रेषण करायचे की व्यक्तिगत स्वातंत्र्यांचा संकोच करण्यासाठी माहितीचा उपयोग करायचा, जीवशास्त्रीय संशोधन रोगांचे निर्मूलन करण्यासाठी की फ्रँ केन्स्टाइन सारखा महाराक्षस घडवण्यासाठी, ह्याचा निवाडा समाजानेच करायचा आहे. ह्या क्षेत्रात समाज प्रबोधन करण्यासाठी विज्ञानकल्पनिका खूपच उपयुक्त होऊ शकतात. भारतात हा साहित्यप्रकार त्यामानाने नवा आहे, आणि म्हणूनच चाकोरीत रुळलेला नाही. मला आशा वाटते की आपला विज्ञानकथालेखकांचा छोटा समुदाय विस्तारेल आणि विविध भाषांतील चांगल्या साहित्यकृतींना प्रोत्साहन मिळेल.

लेखक : जयंत नारळीकर, जागतिक कीर्तिके अवकाश भौतिक शास्त्रज्ञ व विज्ञान लेखक.  
अनुवाद : शैलेश जोशी, बी.फार्मसी.

# त्रिमितीचे अद्भुत जग

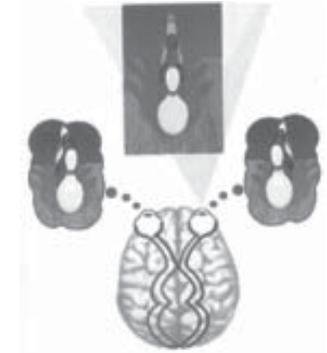
लेखक : आर.एस. सिरोही ● अनुवाद : यशश्री पुणेकर, नीलिमा सहस्रबुद्धे

आपण ज्या जगात राहतो, ज्या गोष्टी बघतो त्या सगळ्या त्रिमिती असलेल्या आहेत. यातील मिती म्हणजे लांबी, कंठी आणि उंची असलेली गोष्ट. एखादी गोष्ट दूर अंतरावर असेल तर त्या अंतराचीही आपल्याला जाणीव होते. या तिन्ही गोष्टी आपण कशा अनुभवतो? खोलीची जाणीव कशी होते? द्विमिती फोटो आणि चित्रांमध्ये त्रिमितीचा आभास निर्माण करणं शक्य आहे का? होलोग्राफी तंत्र म्हणजे काय? या सगळ्या प्रश्नांची उत्तरं जाणून घ्यायचा प्रयत्न करू या.

आनंद

आपण जेव्हा दोन्ही डोळ्यांनी एखाद्या वस्तूकडे बघतो तेव्हा ती पूर्णपणे आपल्याला दिसते. समजा डावा डोळा बंद करून फक्त उजव्या डोळ्याने ती वस्तू बघितली तर वेगळी दिसते आणि उजवा डोळा बंद करून डाव्याने बघितली तर वेगळी दिसते. याचाच अर्थ प्रत्येक डोळ्यात त्या वस्तूची प्रतिमा वेगवेगळी पडते. मेंदूमध्ये त्या दोन प्रतिमांचं एकत्रीकरण होऊन आपल्याला पूर्ण त्रिमिती प्रतिमा दिसते. ( आकृती १ ) जसजसं वस्तूचं अंतर वाढत जातं. तसतशी डोळ्यांची खोलीचा, अंतराचा अंदाज घेण्याची क्षमता कमी कमी होते. खूप दूरवर असलेल्या दोन

गोष्टी बघताना आपल्याला हे जाणवतं. बॉल, तारे, लांबची झाडे त्या वस्तू तिथे जरी एकमेकींपासून काही अंतरावर (मागे-पुढे) असल्या तरी फार लांबून आपल्याला त्या सारख्याच अंतरावर आहेत असे वाटते.



जवळच्या दोन वस्तू, समजा ५ मीटर आणि ६ मीटर अंतरावर आहेत तर त्या दोघीमधलं अंतर आपल्याला जाणवतं पण १०० मीटर आणि १०१ मीटर अंतरावरच्या दोन वस्तूमधलं अंतर आपल्याला जाणवत नाही. त्या साधारण सारख्याच अंतरावर असल्याप्रमाणे दिसतात. इथे एक लक्षात घ्यायला हवं की अंतराचा अंदाज आपल्याला दोन्ही डोळ्यांनी बघितल्यावरच येऊ शकतो.

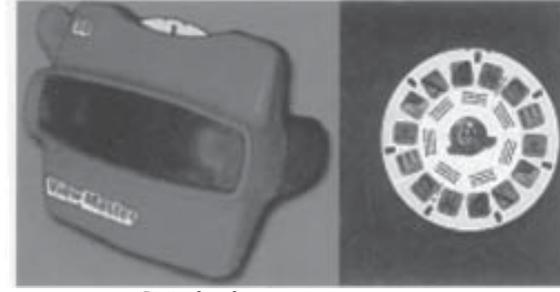
थोडं विषयांतर होईल पण दूरदर्शक (टेलिस्कोप) आणि दुर्बिण (द्विनेत्री) यांचं काम कसं चालतं बघू. टेलिस्कोपमधून दूरची वस्तू जवळ असल्याप्रमाणे वाटते. पण 'जवळ' म्हणजे काय? एखादी वस्तू जवळ दिसते म्हणजे काय होतं? त्या वस्तूचा आपल्या डोळ्याशी असलेला कोन वाढतो. खरं तर दोन वस्तूंचा तुलनात्मक आकार त्यांनी आपल्या डोळ्याशी केलेल्या कोनावरच अवलंबून असतो. जेवढा कोन मोठा तेवढी वस्तू मोठी दिसते. दुर्बिण किंवा टेलिस्कोपमध्ये ज्या भिंगांचा उपयोग होतो त्यांचा व्यास आपल्या डोळ्याच्या बुबुळापेक्षा कितीतरी अधिक असतो. त्यामुळे दूरच्या वस्तूचा भिंगाशी मोठा कोन होतो आणि वस्तू मोठी दिसते. ती जवळ असल्याप्रमाणे वाटते. टेलिस्कोप किंवा दुर्बिण अजून एक काम करतात. भिंगाचा व्यास मोठा असल्याने वस्तूकडून जास्त किरण शोषले जातात आणि ती स्पष्ट उजळ

चमकदार दिसते. रात्रीच्या वेळी टेलिस्कोपमधून आकाशात पाहिल्यास नुसत्या डोळ्यांना न दिसणारे तारेही दिसतात. म्हणजे केंद्रांतराचा (त्यालाच 'f' नंबर असेही म्हणतात) सापेक्ष भिंगाचा व्यास जेवढा मोठा तेवढी वस्तू जास्त उजळ दिसते. भिंगाच्या मोठ्या व्यासामुळे वस्तूचं विभेदन (रिझोल्यूशन) वाढतं. त्यामुळे दूरवर असणाऱ्या दोन एकमेकांजवळच्या वस्तूमधलं अंतर ही दिसू शकतं.

सारखचं केंद्रांतर असलेल्या टेलिस्कोपची दुर्बिणीशी तुलना केली तर वस्तूच्या दृश्य क्षमतेत काही फरक नसतो. पण दुर्बिणीचा एक फायदा असा की दुर्बिणीतून त्रिमित प्रतिमा दिसते. दुर्बिणीच्या दोन्ही भिंगामधलं अंतर आपल्या दोन्ही डोळ्यांतील अंतरापेक्षा जास्त असल्याने वस्तूची त्रिमित प्रतिमा अधिक स्पष्ट होते, त्रिमितीदर्शक आवाका जास्त असतो. दूर्बिणीतून दोन निकटच्या वस्तूंमधल्या अंतराचाही जास्त चांगला अंदाज येतो.

### दृक्कलंबनाची भूमिका (पॅरेलॅक्स किंवा दृक्-च्युती)

त्रिमित दृश्य जाणावण्यामध्ये लंबन, प्रक्षेपण आणि प्रत्यक्ष जाणीव या तिन्हीचा समावेश असतो. खोलीचा आभास निर्माण करण्यासाठी दोन फोटो किंचित अंतरावर ठेवता येतात. उदा. आपल्या दोन्ही डोळ्यांमधील अंतराइतकेच अंतर असलेल्या



स्टिरिओस्कोप

दोन भिंगामधून एकाच वेळी दोन फोटो घेतले तर प्रत्येक डोळ्यातून दिसणारी प्रतिमा त्यात उमटेल पण जर उजव्या डोळ्याला फक्त उजव्या भिंगातली प्रतिमा दिसेल आणि डाव्या डोळ्याला फक्त डाव्या डोळ्यातली प्रतिमा दिसेल अशी सोय केली तर दोन्ही डोळ्यांनी एकदम बघताना फोटो त्रिमित असल्याप्रमाणे दिसेल. म्हणजे द्विमित चित्र किंवा फोटोत त्रिमितीचा आभास करणं शक्य आहे.

### स्टिरिओस्कोप :

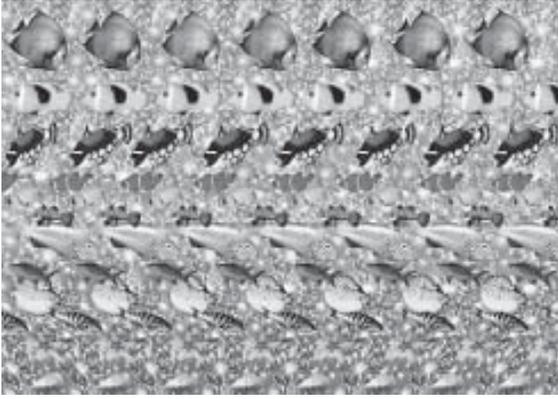
द्विमित प्रतिमेतून त्रिमित प्रतिमेचा आभास निर्माण करण्यासाठी विविध पध्दती (तंत्रज्ञान) वापरल्या जातात. त्यापैकी अगदी सर्रास वापरलं जाणारं साधन म्हणजे स्टिरिओस्कोप. यातून एका डोळ्याला एकच प्रतिमा दिसते. यामध्ये जराशा अंतरावरून घेतलेल्या दोन वेगळ्या प्रतिमा दोन डोळ्यांना दिसतात आणि मेंदूमध्ये त्याचं एकत्रीकरण होऊन त्रिमित प्रतिमा तयार होते.

ऑटोस्टिरिओग्राम - हा एक असा

स्टिरिओग्राम आहे ज्यामध्ये आपल्या डोळ्यांना द्विमित चित्राची आणि मेंदूला त्रिमित चित्राचा आभास निर्माण करणारी प्रतिमा दिसू शकते. यामध्ये एका चित्रावर दुसऱ्या चित्राचे प्रत्यारोपण केलेले असते. या दोन्ही चित्रांचं

वेगळेपण डोळ्यांना जाणवलं पाहिजे. म्हणजेच दोन्ही डोळ्यांनी वेगवेगळं चित्र बघता यायला हवं. अशा प्रतिमा बघताना उजव्या डोळ्याला डावी प्रतिमा आणि डाव्या डोळ्याला उजवी प्रतिमा चकणे डोळे करून दिसायला हवी. किंवा डावी प्रतिमा डाव्या डोळ्याला आणि उजवी प्रतिमा उजव्या डोळ्याने दूरदृष्टी करून बघायला हवी.

ऑटोस्टिरिओग्रामचा साधा प्रकार म्हणजे आडव्यारेषेत पुनरावर्ती रचना. यालाच वॉलपेपर ऑटोस्टिरिओग्राम असे म्हणतात. आता ऑटोस्टिरिओग्राम्स कॉम्प्युटरच्या मदतीनेही करता येतात. एका सपाट पृष्ठभागावरची चित्रे विशिष्ट तऱ्हेने बघितली तर त्रिमित चित्राचा आभास निर्माण करतात. त्यामुळेच त्यांना (मॅजिक आयपिकचर्स) जादू - ई - चित्रे असे म्हटले जाते. अशी चित्रे बनवायची पहिली पायरी म्हणजे प्रथम कृष्णधवल (ग्रे स्केल) त्रिमित चित्र काढायचं. हीच प्रतिमा पुढे झाकली जाते. म्हणजेच ती मागच्या बाजूला जाते.



ऑटोस्टिरीओग्राम

(depth map) नंतर एक द्विमित नक्षी किंवा रचना करून आधीच्या चित्रावर ती पूर्ण पानभर पुन्हा पुन्हा काढली जाते. कॉम्प्युटरच्या मदतीने आधीच्या चित्राचे यात बेमालूम मिश्रण करता येते. आकृतीत असेच एक चित्र दाखवले आहे. जादू - ई- चित्रे बघण्याकरता चित्र साधारण ३० सें. मी लांब धरा. चित्रामागच्या एखाद्या बिंदूवर नजर स्थिर करा. जेव्हा दूरदृष्टी पध्दतीने बघाल तेव्हा मागचे चित्र पुढच्या चित्राच्या पार्श्वभूमीवर हवेत तरंगताना दिसेल. आणि चकणे डोळे करून पाहाल तेव्हा ते पुढच्या चित्रामधून खोल गेल्याप्रमाणे भासेल.

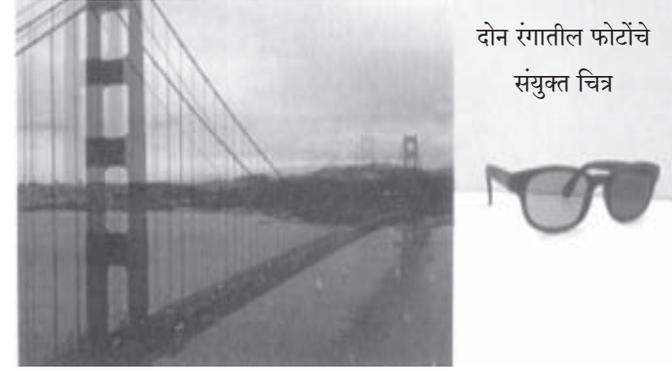
**त्रिमित चित्र बघायला चष्म्याचा वापर**  
त्रिमित चित्र बघण्याची अजून एक पध्दत म्हणजे रंगीत काचा असलेला चष्मा वापरणे. लाल आणि निळा रंग मिसळले तर काळा किंवा राखाडी रंग तयार होतो, या गोष्टीचाही

यात वापर होतो. दोन वेगवेगळ्या रंगाचे फोटो अगदी एकमेकांवर पण किंचित बाजूला सरकावून ठेवतात. समजा लाल रंगाचा एक आणि निळ्या रंगाचा एक असे दोन फोटो आहेत. ते एकमेकांवर ठेवून थोडेसे सरकवून त्यांचा एक एकत्रित फोटो बनवला जातो. आता हा संयुक्त फोटो जर लाल

आणि निळ्या रंगाच्या काचा लावलेल्या चष्म्यातून पाहिला तर लाल काचेतून फक्त निळा फोटो दिसेल आणि निळ्या काचेतून फक्त लाल फोटो दिसेल. परिणामी दोन्ही डोळ्यांना एकाच फोटोचे किंचित वेगळे दोन प्रकार दिसतील आणि मेंदूमध्ये त्याची एक संयुक्त त्रिमित प्रतिमा तयार होईल. पण एक लक्षात घ्यायला हवं की या चष्म्यातून फक्त कृष्णधवल चित्रच दिसतं. रंगीत त्रिमिती चित्र अशा चष्मातून दिसणार नाही त्यासाठी आपल्याला पोलराईझिंग चष्म्याचा वापर करावा लागेल. काही वर्षांपूर्वी छोटा चेतन नावाचा एक त्रिमित सिनेमा आला होता.

#### चष्मा / फिल्टर वापरून

लहान मुलांचा सिनेमा असला तरी मोठ्यांनाही तो खूप इंटरेस्टिंग वाटला कारण हा त्रिमित चित्रपट विशिष्ट चष्मे घालूनच पहावा लागे. थिएटरमध्ये तिकीटाबराबेरच



दोन रंगातील फोटोंचे संयुक्त चित्र

चष्मेही दिले जात. रंगीत ३डी चित्रे करण्यासाठी प्रकाशाच्या धृवीकरणाचा म्हणजे पोलराइझेशन वापर करायला लागतो. प्रकाशाचे धृवीकरण केल्यानंतर प्रकाश लहरीचे आंदोलन त्या विशिष्ट प्रतलात फक्त होऊ शकते. धृवीकरण केलेले प्रकाशकिरण एखाद्या पोलराइझिंग फिल्टर मधून पाहिले असता फिल्टरच्या धृवीकरणाचे प्रतल जेव्हा प्रकाशाच्या धृवीकरणाच्या प्रतलात असेल तेव्हाच तो प्रकाश दिसू शकतो.

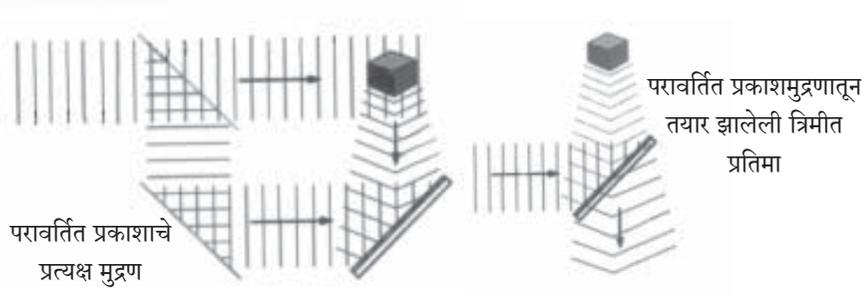
धृवीकरणाचे प्रतल आणि फिल्टरचे प्रतल वेगळ्या दिशेत असेल तर प्रकाश अडवला जातो. या गुणधर्माचा उपयोग द्विमित प्रतिमा वापरून त्रिमित प्रतिमा निर्माण करण्यासाठी केला जातो. दोन डोळ्यांना दिसणाऱ्या दोन वेगवेगळ्या द्विमित प्रतिमा धृवीकरण करून पडद्यावर दाखवल्या जातात. दोन्ही प्रतिमांचे धृवीकरणाचे प्रतल एकमेकांशी ९०° कोन करते. आता या प्रतिमा बघण्यासाठी पोलराइझिंग फिल्टर लावलेला चष्मा

वापरतात. एका डोळ्याच्या फिल्टरची दिशा एका प्रतिमेशी जुळते (धृवीकरणाची) तर दुसऱ्या डोळ्याची दुसऱ्या प्रतिमेशी त्यामुळे एका डोळ्याला एक प्रतिमा (द्विमित रंगीत) दिसते व दुसऱ्या डोळ्याला दुसरी (द्विमित, रंगीत) या दोन्ही प्रतिमा एकत्रित करून मेंदू त्याची त्रिमित रंगीत प्रतिमा पाहतो. 3D-Imax वर आपल्याला अशाच प्रतिमा दिसतात. इथे एक काळजी मात्र घ्यायला लागते. जो पडदा वापरतात तो विशेष प्रकारचा असतो नाहीतर त्यावर पडणाऱ्या प्रकाशाचे धृवीकरण नष्ट होते.

वरच्या सगळ्या पध्दतीत किंचित वेगळ्या कोनातून घेतलेल्या द्विमित प्रतिमा वापरून त्रिमित चित्र तयार केले गेले. हे त्रिमित चित्र पाहताना तुम्ही पाहण्याचा कोन बदलू शकत नाही, कारण प्रतिमा आधीच घेऊन झालेली, ठरलेली असते.

#### स्वलेख / होलोग्राफी

फोटो किंवा छायचित्र म्हणजे काय असते?



एखाद्या दृश्यावर प्रकाश पडून जेव्हा परावर्तित होतो, तेव्हा तो एखाद्या भिंगातून घेऊन त्याची प्रतिमा एखाद्या प्रक्रियेने पक्की केली जाते.

स्वलेख किंवा होलोग्राफीमध्ये अशी प्रतिमा घेतली जात नाही. इथे परावर्तित प्रकाशाचे प्रत्यक्ष मुद्रण केले जाते, नोंद ठेवली जाते. प्रकाश तरंग हा त्याचा विस्तार आणि कला (amplitude, phase) यांनी ठरतो. विस्तार हा वस्तूच्या उजळपणावर व पृष्ठभागावर अवलंबून असतो. कला ही एखाद्या गृहीत पायाशी तुलना करून ठरवतात. छायाचित्र काढताना वापरली जाणारी फिल्म, पडणाऱ्या प्रकाशाच्या ऊर्जेला प्रतिसाद देते, तिथे कलेची स्थिती वापरलीच जात नाही. ती वापरायची, तिचे ऊर्जेत रुपांतर करायचे, तर लेसर प्रकाश वापरावा लागतो. साधारण प्रकाश आणि लेसर यात महत्त्वाचा फरक म्हणजे कलेचा. साधारण प्रकाशात रंगाच्या कला ठरलेल्या नसतात. लेसर मधील सर्व तरंग एकाच कलेचे असतात. तुलनेसाठी रस्त्याने जाणारे लोक आणि एका रांगेत लेफ्ट- राईट करत जाणारे

सैनिक याचं उदाहरण घेता येईल.

जेव्हा एखाद्या त्रिमित वस्तूवर लेसर किरण पडतात. तेव्हा परावर्तित प्रकाश हा साधारण असतो. त्या तरंगाच्या कला एक समान नसतात. इथे मूळ लेसर किरण आणि परावर्तित (साधारण) किरण यांच्यामध्ये एक आकृतीबंध तयार होतो. व्यतिकरण आकृतीबंध. हा आकृतीबंध फोटोग्राफिक प्लेटवर मुद्रित करता येतो. ह्यालाच प्रक्रियेनंतर होलोग्राम म्हणतात.

फोटोग्राफिक प्लेटची विभेदनक्षमता (resolution power) खूप जास्त असते. त्यामुळे अतिसूक्ष्म आकृतीबंध त्यावर मुद्रित होतात. एखाद्या वस्तूवरील प्रत्येक बिंदूमुळे परावर्तित होणारे तरंग संपूर्ण फिल्मवर पडतात, त्यामुळे त्याचे मुद्रण संपूर्ण प्लेटवर होते. फोटोच्या बाबतीत गोष्ट वेगळी असते. एखाद्या दृश्यातील आकाशाकडून परावर्तित होणारा भाग फोटो प्लेटच्या ठराविक भागावर मुद्रित होतो, जमिन, झाडे यावरून परावर्तित झालेला भाग, वेगवेगळ्या भागावर मुद्रित होतो. तसे होलोग्रामचे नसते. वस्तूच्या वरचा

होलोग्राम आणि खालचा होलोग्राम असे अर्धे अर्धे भाग करता येत नाहीत.

जेव्हा होलोग्रामवर प्रकाश पडतो. तेव्हा त्यामधून पुष्कळ प्रकाशतरंग निर्माण होतात. त्यातील एक तरंग मुद्रण केलेल्या तरंगला एकरूप असतो. जर हा अपवर्तित तरंग आपल्या डोळ्यात प्रवेश करू शकेल अशा कोनातून आपण पाहिलं, तर आपल्याला ती मूळ वस्तू / तिथे अगदी तशीच दिसते, प्रत्यक्षात तिथे नसूनही अगदी मूळ रंगात.

आपण त्या होलोग्रामच्या चारही बाजूंनी वळून पाहू शकतो. सर्व कोनातून ती वस्तू त्यात दिसू शकते. फोटोचे तसे नसते. होलोग्रामला म्हणूनच स्मृती असलेली खिडकी म्हणतात.

होलोग्राम निर्माण करण्यासाठी कॉम्प्युटरची मदत घेता येते. एक गोष्ट तर फारच गंमतीची आहे की कॉम्प्युटरवर होलोग्राम तयार करायचा असेल तर ती मूळ वस्तू अस्तित्वात असायलाच हवी असे काही नाही. फक्त त्या वस्तूचे गणिती प्रतिरूप मात्र तयार करायला हवे. मुळामध्ये होलोग्रामचे संशोधन काही त्रिमित दृश्य पाहणे निर्माण करणे यासाठी झालेले नाही. १९४० च्या आसपास इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शकाची विभेदन क्षमता वाढवण्यासाठी डेनिस गेबर यांनी ही पध्दत शोधली. त्यावेळी इलेक्ट्रॉन भिंगांचे काम फारसे चांगले होत नसे. दुदैवाने या सुक्ष्मदर्शीसाठी ती फार उपयुक्त ठरली नाही,



पण इतर अनेक क्षेत्रात याचे खूपच उपयोग केले गेले. होलोग्राफीचे उपयोग त्रिमित प्रतिमा माहिती साठवून ठेवणे, सुरक्षिततेसाठी म्हणून नोटा प्रमाणपत्रे, ब्रँड इ. वर होतो.

त्रिमित प्रतिमांचे करमणुकीसाठी होणारे उपयोग हळूहळू गरज बनून जाणार अशा गृहितकावर आधारलेली 'मारिआना' ही विज्ञानकथा तुम्हाला आठवतेय का ? शैक्षणिक संदर्भच्या २६व्या अंकात ती आली होती. अत्यंत आधुनिक बंगल्यात ती रहाते. दारामागे असलेल्या कंट्रोल पॅनेल वरची बटणे एकदा तिला दिसतात. खिडकीतून दिसणारे पार्सन वृक्ष, मधला रस्ता, इतकंच काय त्या खालचा कातळ ती नुसतं बटण दाबून नष्ट करू शकते. होलोग्राफीची माहिती वाचताना त्यामागचे तंत्रज्ञान काय असू शकते त्याची झलक मिळते. ❖

ड्रीम्स ऑक्टोबर २००६ मधून साभार.

लेखक : आर.एस. सिररोही.

अनुवाद : यशश्री पुणेकर, नीलिमा सहस्रबुद्धे

# प्राण्यांचे स्थलांतर

लेखक : पु.के. चितळे

माणसासाठी स्थलांतर करणे नवीन नाही. अगदी पुरातन काळापासून माणसाने अनेकदा स्थलांतर केले आहे. त्यामुळेच आफ्रिकेत उदय पावलेली मानव जात आज जगाच्या सर्व काना-कोपऱ्यात पसरली आहे. फार मोठ्या संख्येने माणसाने स्थलांतर करण्याची दोन उदाहरणे इतिहासप्रसिद्ध आहेत. पहिले उदाहरण आहे ख्रिस्ताच्याही काही काळ अगोदरचे, जेव्हा ज्यू लोकांनी मोजेसच्या नेतृत्वाखाली फार मोठ्या संख्येने इजिप्तमधून स्थलांतर केले होते. दुसरे उदाहरण आहे भारत स्वतंत्र होऊन त्याची दोन शकले होण्याच्या काळातले म्हणजे १९४७-४८ सालातले. ही अत्यंत क्लेशदायक घटना भारतवासी कधीच विसरणे शक्य नाही. आजही असे अनेक लोक ह्यात आहेत ज्यांनी स्वतःच्या डोळ्यांनी ही घटना बघितली आहे. ब्रिटीश राजवटीच्या काळात उत्तर भारतात राहणारे ( देशाच्या इतर भागातही कदाचित असेच होत असावे) सर्व ब्रिटिश अधिकारी उन्हाळ्याच्या दिवसात शिमला, मसूरी, नैनीताल, दार्जिलिंग या सारख्या थंड हवेच्या ठिकाणी आपल्या सर्व

लवाजम्यासकट तात्पुरते स्थलांतर करत असत. आज तर माणसाचे स्थलांतर रोजचीच बाब झाली आहे. आपल्या देशातून रोज काही न काही कारणाने परदेशात जाणाऱ्याची संख्या कमी नाही. जगाच्या इतर भागातून स्थलांतर करणाऱ्या लोकांची संख्याही फार मोठी असते.

प्राण्यांनी केलेले स्थलांतर माणसाने केलेल्या स्थलांतराप्रमाणे अनियमित कधीच नसते. त्यांच्या स्थलांतराची कारणे भिन्न जातीच्या प्राण्यांसाठी काहीशी भिन्न असली तरी ती निश्चित असतात. त्यांच्या स्थलांतराच्या जागा आणि दिशा बहुधा ठरलेल्या असतात. प्राण्यांच्या नियमित स्थलांतराचे मुख्य कारण असते ठिकठिकाणच्या ऋतुमानात नियमितपणे होणारे बदल. या बदलांचा परिणाम संबंधित ठिकाणांच्या तापमानावर तर होतोच पण त्यामुळे प्राण्यांच्या खाद्यपदार्थांच्या उपलब्धीवर तसाच प्रजोत्पादनासाठी प्राप्त होणाऱ्या सोयीवरही होतो. म्हणूनच विभिन्न प्राण्यांचे स्थलांतर होण्यात थोडी भिन्नता असली तरी नैसर्गिकरित्या त्यांच्यात

नियमितपणा असल्याचे आढळते. अनेक प्राण्यांचे स्थलांतर होत असले तरीही हे स्थलांतर काही प्राण्यांच्या बाबतीत अत्यंत लक्षणीय, रंजक तसेच आश्चर्यजनक असते. अपृष्ठवंशी (Invertebrates) प्राण्यांच्या तुलनेत पृष्ठवंशी (Vertebrates) प्राण्यांत होणाऱ्या स्थलांतराचे प्रमाण जास्त तसेच बऱ्याच बाबतीत अत्यंत विस्मयकारक असते.

## कीटकांचे स्थलांतर :

कीटकांसारखे लहान प्राणीही स्थलांतर करतात. त्यांच्या स्थलांतराचे वैशिष्ट्य हे असते की त्यांचे सदस्य स्थलांतर करून दुसऱ्या ठिकाणी जातात, ते पहिल्या ठिकाणी परत येत नाहीत. कारण मध्येच त्यांचे प्रजनन होऊन त्यांचा मृत्यू होतो. स्थलांतरानंतर पहिल्या ठिकाणी परत येणारे कीटक बहुधा पुढच्या पिढीतील असतात. कीटकात सगळ्यात विस्मयकारक स्थलांतर राज फुलपाखरांचे (Monarch Butterflies) असते. या फुलपाखरांच्या सुमारे ५,००० जाती आहेत आणि त्या उत्तर अमेरिका, मेक्सिको, ऑस्ट्रेलिया, न्यूझीलँड, इंडोनेशिया, दक्षिण स्पेन आणि पुर्तगाल, एझोर्स, कॅनेरी द्विपसमूह आणि प्रशांत महासागरातील अनेक द्वीप समूहात सापडतात. या फुलपाखरांच्या काही जाती वगळल्यास इतर सर्व जातींचे कमी जास्त प्रमाणात स्थलांतर होते. अमेरिकेत राहणाऱ्या शाही फुलपाखरांचे स्थलांतर

सर्वात प्रसिद्ध आहे.

पूर्ण वाढ झालेल्या शाही फुलपाखराचे शरीर काळ्या रंगाचे आणि पंख गडद तपकिरी रंगाची असून त्यावर काळ्या रंगाचे पट्टे असतात. या पट्ट्यांवर पांढरे ठिपके असतात. या फुलपाखरांचा जन्म जर शरद ऋतूत झाला असला तर त्यांचे आयुष्य ८-९ महिन्यांचे असते पण उन्हाळ्यात जन्माला आलेली फुलपाखरे फक्त ४ ते ६ आठवडेच जगतात. या फुलपाखरांचे उन्हाळी वास्तव्य कॅनडा आणि उत्तरी अमेरिकेत असते. उन्हाळा संपत आला की ती दक्षिणकडे म्हणजे मेक्सिकोच्या दिशेने स्थलांतर करू लागतात. उत्तर अमेरिकेतील हिवाळ्यात त्यांना जगणे शक्य नसते. जसजशी ही फुलपाखरे दक्षिणेकडे सरकतात त्यांची संख्या वेगाने वाढत जाते कारण वाटेत इतर अनेक ठिकाणाहून आलेल्या फुलपाखरांचे थवे त्यांच्यात मिसळतात. दिवसभरात त्यांचा सुमारे १५० कि. मी चा प्रवास होतो. रात्री ते विश्रांती घेतात. दक्षिण अमेरिका आणि मेक्सिको इथे



मोनार्क बटरफ्लाय

पोचल्यावर त्यांचे वास्तव्य त्याच झाडांवर असते, जिथे त्यांचे पूर्वज पिढ्यानपिढ्या वास्तव्य करत असत. वसंतऋतू आला की ही फुलपाखरे पुन्हा उत्तरेकडे स्थलांतर करू लागतात. वाटेत ठिकठिकाणी त्यांच्या माद्या अंडी घालतात. ही फुलपाखरे उत्तरेकडून ज्या ठिकाणाहून निघाली होती, तिथे कधीच पोचत नाहीत कारण वाटेतच सर्व नर आणि माद्यांचा मृत्यू होतो. पण त्यांच्या अंड्यांतून जन्माला आलेली नव्या पिढीतील फुलपाखरे आपला प्रवास उत्तर दिशेकडे चालू ठेवतात.

या स्थलांतरात सर्वांत अधिक आश्चर्याची गोष्ट ही असते की नव्या पिढीतील सर्व फुलपाखरे शेवटी न चुकता त्याच ठिकाणी पोचतात जिथून मागच्या पिढीतील त्यांच्या पूर्वजांनी दक्षिणेकडे स्थलांतराला प्रारंभ केला होता. हे त्यांना कसे शक्य होते? कारण त्यांच्यापैकी कोणीच तो भाग त्या पूर्वी बघितलेला नसतो. संशोधकांना हे गूढ अजून उकलता आलेले नाही. संशोधकांचा असा कयास आहे की मार्गक्रमण करतांना या फुलपाखरांना पृथ्वीचे चुंबकीय क्षेत्र आणि सूर्याची स्थिती यांच्यामुळे गंतव्य दिशेची जाणीव होते. पुढच्या वर्षी उन्हाळा संपत आला की या नवीन पिढीच्या फुलपाखरांचे पुन्हा दक्षिणेकडे स्थलांतर होते. संशोधकांनी अशी माहिती मिळविली आहे की स्थलांतर करताना हे लहानसे कीटक ४,००० कि. मी. पर्यंतचा प्रवास करतात. काही फुलपाखरे

वाऱ्याच्या प्रवाहाबरोबर भरटकून इतर दिशांना जाण्याचीही शक्यता असते.

‘सिंधिया कार्डुई’ या जातीची फुलपाखरेही याचप्रमाणे स्थलांतर करतात पण त्यांचे प्रजनन उत्तरेकडे होते आणि त्यांचे थंडीच्या काळातील वास्तव्य मेक्सिको इथे होते.

कॅलिफोर्निया इथे ‘लेडीबग बीटल’ नावाचा भुंग्यांच्या जातीचा एक कीटक असतो. हा कीटक शेतीला हानिकारक असलेल्या अनेक जातींच्या कीटकांचे भक्षण करणारा असल्याने शेतकऱ्यांचा फार महत्त्वाचा मित्र समजला जातो. स्थलांतर करताना या कीटकांचा प्रवास दऱ्या-खोऱ्यांतून पहाडांकडे आणि पुन्हा पहाडांकडून दऱ्यांच्या दिशेने होतो. या कीटकाचे प्रजनन दक्षिणेकडील भागात होते आणि वसंत तसेच उन्हाळ्यात ते उत्तरेकडे स्थलांतर करतात.

‘टोळधाड’ या नावाने ओळखल्या जाणाऱ्या टोळांच्या फार मोठ्या प्रमाणावर होणाऱ्या स्थलांतराला खऱ्या अर्थाने स्थलांतर म्हणता येणार नाही. कारण टोळधाडी नियमितपणे होत नाहीत. टोळधाडी मुळे होणारे नुकसान फार मोठे असते. टोळधाडीच्यावेळी टोळ फार मोठ्या संख्येने स्थलांतर आणि आक्रमण करतात. यामुळे हजारो वर्ग कि. मी चा प्रदेश व्याप्त होतो आणि टोळ त्यांच्या वाटेत येणाऱ्या

प्रत्येक जीवाला, गुरे, घोडे या सारख्या मोठ्या प्राण्यांनाही फार थोड्या वेळात खाऊन फस्त करतात.

पृष्ठवंशी प्राण्यांमध्ये मासे, पक्षी, आणि सस्तन प्राण्यांचे स्थलांतर महत्त्वाचे असते.

### माशांचे स्थलांतर :

गोड्या पाण्यात रहाणाऱ्या ईल या (Anguilla) सर्पमीन माशाचे स्थलांतर फार रंजक आहे. या जातीचे मासे उत्तरी अंटलांटिक समुद्राच्या किनारपट्टी लगतच्या देशात (विशेष करून युरोप आणि उत्तर अमेरिका) सापडतात. या स्थलांतराला मोठा अवधी लागतो आणि ते करताना या माशांना फार लांबचा प्रवासही करावा लागतो. हा मासा बहुधा नद्यांमधील समुद्राजवळच्या पाण्यात सापडतो. प्रजननासाठी हा मासा समुद्रात स्थलांतर करतो. गोड पाण्यातील माशांच्या प्रजननासाठी समुद्रात होणाऱ्या अशा समुद्रात होणाऱ्या अशा स्थलांतराला समुद्रा भिगामी (Catadromous) स्थलांतर म्हणतात.

दरवर्षी पावसाळ्याच्या शेवटी हे मासे



सर्पमीन

नद्यांमधील गोड्यापाण्याच्या प्रवाहाबरोबर समुद्रात येतात. फक्त प्रजननक्षम मासेच समुद्राकडे जाताना आढळतात. समुद्रात गेल्यावर हे मासे मोठ्या संख्येने अंडी घालतात. या अंड्यांमधून यथाकाळ लॅप्टोसिफेलस या नावाचे फार लहान आकाराचे डिंभक (larva) बाहेर पडतात. समुद्रात यांचे वास्तव्य ३ वर्षांपर्यंत असते. १९०५ सालापर्यंत लॅप्टोसिफेलस डिंभकांना माशांची एक स्वतंत्र जात समजण्यात येत असे. पण नंतर संशोधकांना हे कळले की हे डिंभक माशांची स्वतंत्र जात नसून सर्पमीन माशांच्याच जीवनातील एक अवस्था आहे. तिसऱ्या वर्षाच्या शेवटी या डिंभकाचे अनेकवेळा रूपांतरण (Metamorphosis) होते आणि शेवटी त्यांच्यापासून एल्वर डिंभकांची निर्मिती होते. हे एल्वर डिंभक पुन्हा नद्यांमधील गोड्या पाण्याकडे मार्गक्रमण करू लागतात. एल्वर डिंभकाचा आकार आगपेटीच्या काडी एवढाच असतो. त्याचे शरीर पारदर्शक असून ते एखाद्या रिबिनीसारखे दिसतात. काही काळानंतर

एल्वर लहान सर्पमीन माशांसारखे दिसू लागतात. पुढे या माशांचे नर आणि माद्या निराळ्या होतात. नरांचे वास्तव्य समुद्राजवळच्या मचूळ पाण्यातच असते पण माद्यांचा प्रवास नदीच्या प्रवाहाच्या विरुद्ध दिशेला होऊ लागतो. हा प्रवास शेकडो कि.मी चा

असू शकतो. सुमारे ८ ते १५ वर्षांनंतर प्रजननक्षम झाल्यावर माद्या पुन्हा एकदा समुद्राकडे वळतात. समुद्र किनाऱ्या लगत त्यांचे तिथे असलेल्या नरांशी मीलन होते आणि नवी प्रजा जन्माला घालण्यासाठी हे मासे पुन्हा समुद्राकडे वळतात. अमेरिकन सर्पमीन या माशाला समुद्रामधील प्रवास पूर्ण करण्यास सुमारे एक वर्षाचा काळ लागतो. पण युरोपमधील सर्पमीन माशांना यासाठी ३ वर्षांचा अवधी लागतो.

सामन (Salmon) या प्रसिद्ध माशांचे स्थलांतर सर्पमीन यांच्या स्थलांतरापेक्षाही आश्चर्यजनक असते. हे स्थलांतर पटकन लक्षात येण्यासारखे असते. या स्थलांतराची दिशा उलट असते. म्हणजे सामन मासे समुद्रात सापडतात पण प्रजननासाठी ते गोड्यापाण्यात अर्थात नद्यांमध्ये स्थलांतर करतात. प्रजननासाठी समुद्राच्या पाण्यातून नद्यांकडे होणाऱ्या स्थलांतराला समुद्रापगामी (Anadromous) म्हणतात. अँटलांटिक



सामन मासा

आणि प्रशांत महासागरात सामन माशांच्या अनेक जाती सापडतात. अँटलांटिक महासागरातील सामन माशांचे स्थलांतर दरवर्षी होते. पण प्रशांत महासागरातील सामन मासे आयुष्यात एकदाच स्थलांतर करतात. कारण प्रजननानंतर हे मासे काही खात नाहीत. या उपोषणामुळेच त्यांचा मृत्यू होतो.

या महासागरांमधून सामन मासे शेकडो कि. मी. प्रवास नेहमीच करत असतात. पण प्रजननकाल जवळ आला की त्यांची समुद्रात नद्यांकडे झेप सुरू होते. यात आश्चर्याची गोष्ट ही आहे की पिढ्यान् पिढ्या या माशांचे आगमन त्याच नद्यांमधील त्याच प्रवाहात होते जिथून त्यांच्या पूर्वजांनी समुद्राकडे स्थलांतर केले होते. अथाह समुद्रामधून हे मासे नेमके त्याच नद्यांमध्ये कसे परततात हे गूढ आहे. असे वाटते की प्रवासाची निश्चित दिशा ओळखण्यासाठी या माशांना सूर्य आणि काही ताऱ्यांची स्थिती तसेच मूळच्या नदी प्रवाहातील पाण्याचा विशिष्ट वास यांची मदत होते. नदीच्या प्रवाहात या माशांचा प्रवास पाण्याच्या प्रवाहाच्या उलट दिशेने तर होतोच पण त्यांच्या मार्गात येणारे बरेचसे धबधबेही ते उलट्या दिशेनेच ओलांडतात. मासे धबधबे ओलांडतानाचे दृश्य अत्यंत प्रेक्षणीय असते. आपल्यापैकी अनेकांनी ते टी. व्ही. वर बघितलेही असेल. नदीच्या पाण्यात हे मासे अंडी घालतात आणि त्यांच्यातून

यथाकाळ पिले बाहेर पडल्यावर काही काळातच त्यांचा समुद्राकडे परतीचा प्रवास सुरू होतो. समुद्रात त्यांचे वास्तव्य सुमारे ४ वर्षे असते. त्यांचा समुद्रात स्वैर संचार होत असतो. या काळात त्यांचा आकार आणि वजन वाढते. त्यांचे वजन ५ किलो किंवा त्याहीपेक्षा जास्त असू शकते.

या माशांच्या स्थलांतराचा अभ्यास करताना संशोधकांनी केलेल्या काही प्रयोगांची निष्कर्ष चकीत करणारे आहेत. यापैकी एका प्रयोगात कॅनेडामधील काही संशोधकांनी ब्रिटीश कोलंबिया येथील फ्रेजर नदीमध्ये जन्माला आलेली सामन माशाची सुमारे ५ लक्ष पिले गोळा केली व त्यांना चिन्हांकित करून विभिन्न महासागरात सोडले. सुमारे ४ वर्षांनंतर हे वाढ झालेले हजारो सामन मासे फ्रेजर नदीच्या त्याच प्रवाहात सापडले जिथून त्यांना गोळा करण्यात आले होते. याच प्रकारच्या दुसऱ्या एका प्रयोगात सामन माशाची अंडी एका नदीच्या एका प्रवाहातून विमान मार्गे तिथून अनेक कि.मी. अंतरावर असलेल्या त्याच नदीच्या दुसऱ्या एका प्रवाहात सोडण्यात आले. या अड्यांमधून बाहेर पडलेली सर्व पिले काही काळानंतर नदीच्या मूळच्या प्रवाहात परत आलेली आढळली. या वरून हे नक्कीच सिद्ध होते की एखाद्या गूढ प्रक्रियेमुळे सामन माशांना महाभारतातील अभिमन्यूप्रमाणे जन्मा-अगोदरपासून आपल्या पूर्वजांच्या मूळ

नदीप्रवाहाची नक्की दिशा माहित असते.

भारतात सापडणारा हिलसा हा मासा पण समुद्रापगामी असतो. या माशाचे वास्तव्य बहुत करून किनाऱ्याजवळील समुद्राच्या पाण्यातच असते. फक्त प्रजोत्पादनासाठी हा मासा नदीच्या पाण्याकडे वळतो. अंड्यामधून बाहेर पडल्यावर या माशाची पिले काही काळातच समुद्रात परततात.

इतर अनेक जातींचे मासेही स्थलांतर करतात पण याला खऱ्या अर्थाने स्थलांतर म्हणता येणार नाही. कारण हे स्थलांतर प्रजननासाठी नसून खाद्य मिळविण्यासाठी असते. उदा. सारडीन ( या माशापासून तेल मिळते ) हा मासा ऑगस्ट ते फेब्रुवारी महिन्यात भारताच्या पश्चिमी किनाऱ्यालगत सापडतो पण मार्च ते जुलै या महिन्यात याचे वास्तव्य पश्चिम किनाऱ्याजवळ नसून इतरत्र असते. हे स्थलांतर त्याचे मुख्य खाद्य असलेल्या काही सूक्ष्म जीवांच्या उपलब्धतेवर अवलंबून असते.

उभयचर आणि सरीसृप या पृष्ठवंशी वर्गात मोडणाऱ्या काही प्राण्यातही स्थलांतर झाल्याचे दिसून येते पण त्यात लक्षणीय असे काहीच नसल्याने त्यांचा उल्लेख इथे करण्याची काहीच आवश्यकता वाटत नाही. बहुधा हे प्राणी थंडी पासून आपला बचाव करण्यासाठी थंडीच्या दिवसात घोर शीतनिद्रा घेतात.

दरवर्षी लाखो पक्षी विशिष्ट ऋतूत आपले नेहमीचे वास्तव्य असलेल्या जागा तसेच

प्रजननस्थळे सोडून हजारो कि. मी चा अत्यंत कष्टमय प्रवास करताना आढळतात. पण दुसऱ्याच वर्षी विशिष्ट समयी ते पुन्हा आपल्या मूळच्या जागी परत येतात. अनेकदा त्यांचा हा प्रवास आकाशातून महासागर, मोठीमोठी वाळवंट, उंच पहाड यांच्या वरून होतो. काही पक्षी उत्तरेला आर्क्टिक प्रदेशातून दक्षिणेकडे प्रवास करायला सुरुवात करतात आणि यातील काही पक्षी तर विषुवृत्त रेषा ओलांडून त्यांच्याही पलीकडे दक्षिणी गोलार्धात जातात. या स्थलांतराचे कारण नेमाने सतत बदलत राहाणारा ऋतू वाटत असला तरी त्याचा संबंध पक्ष्यांचे प्रजोत्पादन आणि योग्य खाद्य पदार्थांची उपलब्धी या सारख्या गोष्टींशी जास्त जवळचा असतो. पक्ष्यांचे स्थलांतर बहुधा प्रजननानंतर लगेच होते. थंडीच्या दिवसात उत्तरेकडील थंडीची लाट पूर्णवाढ झालेले पक्षी एकवेळ सहन करू शकतात पण त्या थंडीत त्यांची पिले टिकाव धरू शकत नाही. त्यातच थंडीच्या दिवसात पक्ष्यांचे मुख्य खाद्य असलेले किडे, पतंग वगैरे तिथे उपलब्ध नसल्याने त्यांची पोट भरणेही शक्य नसते. काही पक्षी त्या काळात आपला आहार बदलून किड्यांऐवजी वनस्पतींच्या बिया खाऊन गुजराण करतात पण सर्वच पक्ष्यांना हे संभव नसते. म्हणून थंडीच्या दिवसात त्यांच्यासाठी उत्तरेकडून दक्षिणेकडे स्थलांतर करणे अनिवार्य असते. या

स्थलांतराच्या वेळी काही पक्षी रोज शेकडो कि.मी. चा प्रवास करतात. काही पक्षी तर अनेक दिवस वाटेत कुठेही न थांबता सतत प्रवास करतच असतात. या सर्व गोष्टींसाठी सुदृढ शरीर, असीम शक्ती व अक्षय ऊर्जेची नितांत आवश्यकता असते. म्हणूनच स्थलांतर करणारे सर्व पक्षी स्थलांतर सुरू करण्यापूर्वी या गोष्टी मिळविण्याचा कटाक्षाने प्रयत्न करतात. यासाठी ते भरपूर खाद्य मिळवतात व खातात. यामुळे त्यांच्या शरीरात अतिरिक्त चर्बीचा मोठा साठा तयार होतो, त्यांचे वजन वाढते. त्यांना वाटेत काही खायला नाही मिळाले तरी त्या चर्बीतून त्यांना ऊर्जा पुरवठा सतत होत असतो. एका खंडातून समुद्रापलीकडे दुसऱ्या खंडात जाताना बरेच पक्षी समुद्रावरून उडण्याचे टाळतात. अशा वेळी ते बहुधा दोन्ही खंडांना जोडणाऱ्या चिंचोळ्या मार्गाने उदा. जिब्रॉल्टर, इस्तंबूल, स्वेझ इथून जाण्याचा मार्ग निवडतात. स्थलांतर करताना पक्षी बहुधा मोठ्यामोठ्या कळपांच्या रूपात असतात. यामुळे त्यांना एकमेकापासून बरेच सहाय्य मिळते. उदा. प्रवास करण्याची प्रेरणा, योग्य प्रवासाची नक्की दिशा ओळखणे, वाटेत येणाऱ्या अडचणींवर सतर्कपणे लक्ष ठेवणे या सारख्या अनेक गोष्टी त्यांना त्यांच्या कळपामुळेच साध्य होतात. पक्ष्यांच्या सुमारे ४,००० जाती स्थलांतर करतात पण त्या सर्वांची माहिती इथे देणे अशक्य असल्याने

पक्ष्यांच्या फक्त एकाच पण अत्यंत रंजक आणि लक्षणीय स्थलांतराची सविस्तर माहिती देत आहे.

### आर्क्टिक टर्न

नावाप्रमाणे या पक्ष्याचे वास्तव्य उत्तर योरोप, रशिया, सायबेरिया आणि उत्तर अमेरिकेच्या आर्क्टिक प्रदेशात असते. या पक्ष्याच्या सुमारे ४४ जाती आहेत. कोळंबी, क्रिल, लहान मासे, किडे हा या पक्ष्यांचा आहार असतो. या पक्ष्याचा आकार तसा लहानसा असतो. याच्या शरीराची लांबी ३० ते ४० सें.मी. आणि वजन फक्त १ किलोच्या जवळपास असते. पण या पक्ष्याची स्थलांतर करण्याची क्षमता अफाट असते. याची गणना सर्वात लांबचे स्थलांतर करणाऱ्या प्राण्यात केली जाते. हा पक्षी दर वर्षी उत्तरेकडील आर्क्टिक प्रदेशाकडून दक्षिणेकडे अँटार्क्टिक प्रदेशापर्यंत झेप घेतो आणि पुन्हा अँटार्क्टिक प्रदेशातून आर्क्टिक प्रदेशात परत येतो. सरळ रेषेत मोजल्यास हा एकंदर प्रवास ३५,०००० कि.मी चा होतो. खरे पाहिले तर या पक्ष्यानी केलेला प्रवास याही पेक्षा जास्त असतो. कारण पक्षी कधीही सरळ रेषेत उड्डाण करत नाहीत. त्यांचे थोडे इकडे तिकडे भटकणेही होतेच. या पक्ष्याला दरवर्षी पृथ्वी प्रदक्षिणा करणारा पक्षी म्हटले तरी वावगे होणार नाही. याचा रंग पांढरा किंवा फिकट करडा असतो. पोटाचा रंग हलका पिवळा

असतो म्हणून तो पाण्यावरून उडत असताना पाण्यातील माशांना सहसा दिसत नाही. याचे डोके काळ्या रंगाचे व चोच नारंगी रंगाची असते. प्रजनन काळात चोचीचा रंग गडद लाल होतो. त्याचे पायही लाल रंगाचे असतात. हा पक्षी गल जातीतला असला तरी याचे पाय बदकाच्या पायासारखे असतात. पण याला बदकासारखे पाण्यात पोहता येत नाही. याचे पंख अत्यंत शक्तिशाली असतात. पसरलेल्या दोन्ही पंखांची एकंदर लांबी ७५ ते ८५ सेंमी. असते. पंख टोकदार असल्याने टर्न पक्ष्याला हवेत त्वरेने मुसंडी मारणे सोपे जाते. चिमट्यासारखे याच्या शेपटीचे दोन भाग असल्याने हवेत उडताना दिशा बदलायला त्याला त्रास होत नाही. हर्मिंग पक्ष्याप्रमाणे टर्न पक्ष्यालाही हवेत एकाच ठिकाणी बऱ्याच वेळ उडत राहता येते.

मे ते जुलै महिन्यापर्यंतचा काळ टर्न पक्ष्याला प्रजोत्पादनाचा काळ असतो. त्याची घरटी गवताळ प्रदेशात ५० अंश अक्षांशाच्या



आर्क्टिक टर्न

उत्तरेकडील भागात असतात. मादी टर्न एका वेळी १ ते ३ अंडी घालते. अंड्यामधून पिल बाहेर पडायला सुमारे २२ ते २७ दिवस लागतात. नर आणि मादी दोघही अंडी उबवतात व पिलांची काळजी घेतात. लहान पिलांना खाद्य पुरविण्याची जबाबदारी बहुतेक नराची असते. असे आढळले की नर आणि मादी यांची साथ फक्त प्रजननकाळापुरती नसून ते जन्मभराचे साथी असतात. असेही पहाण्यात आले आहे की काही टर्न पक्षी अंडी घालण्यासाठी आवश्यक ती दुरुस्ती करून बहुतेक अगोदरच्या घट्ट्याचीच निवड करतात. त्यांचे आयुष्य ३४ वर्षांपर्यंतचे असू शकते.

प्रजोत्पादनांतर जुलै-ऑगस्ट महिन्यात टर्न पक्षी दक्षिण म्हणजे अँटार्क्टिकाकडे प्रवासाला प्रारंभ करतात. प्रवासात काही काळ दक्षिण आफ्रिकेत थांबून त्यांचा प्रवास परत सुरू होतो आणि नोव्हेंबर महिन्याच्या सुमारास ते अँटार्क्टिक प्रदेशात पोचतात. त्यांच्या कळपात ३०० पर्यंत टर्न पक्षी असू शकतात एप्रिल किंवा मे महिन्यात टर्न पक्ष्यांचा परतीचा प्रवास सुरू होतो आणि ते आर्क्टिक प्रदेशात परत जातात. स्थलांतर करताना त्यांचा प्रवास दिवसात होतो. रात्रीची वेळ ते आराम करण्यात घालवतात. संशोधकांचे असे मत आहे की टर्न पक्षी जमिनीवर फार कमी वेळ

असतो. दिवसा त्याचा बहुतेक वेळ खाद्य शोधण्यात जातो. अँटार्क्टिक प्रदेशातही तो बहुतेक खाद्याच्या शोधात समुद्रावरच हवेत घिरट्या मारत असतो.

आर्क्टिक टर्न शिवाय इतरही अनेक पक्ष्यांचे स्थलांतर लक्षणीय असते. त्यापैकी काहींची अगदी थोडक्यात माहिती देत आहे. हर्मिंग पक्ष्याचे वजन फक्त ३ ग्रॅम एवढे असते. पण तो दर वर्षी अँलास्का इथून मॅक्सिको पर्यंतची मजल मारतो. सेज वॉर्ल्स या पक्ष्याचे वजन स्थलांतर करण्याअगोदरच्या आहारामुळे दुप्पट होते. पण नंतर तो न थांबता सुमारे ११५ तास सतत उडत असतो. आपल्या देशात सगळ्यांच्या परिचयाच्या कोकीळ पक्ष्याचे वास्तव्य संपूर्ण युरोप आणि आशिया खंडात असते. वसंतरातू त्याचा प्रजोत्पादनाचा मोसम असतो. थंडीत हा पक्षी अफ्रिकेतील सहारा भागापर्यंत स्थलांतर करतो. गॅनेट या नावाने ओळखला जाणारा

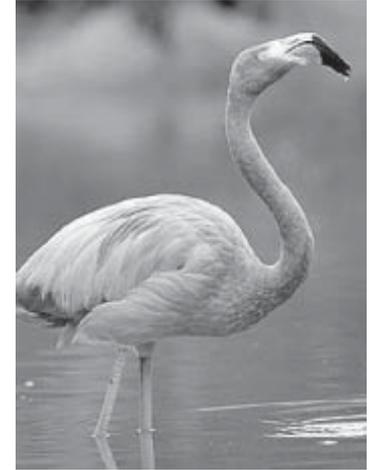


हर्मिंग बर्ड

पक्षी उत्तर अँटलांटिक महासागरात जवळच्या भागात राहतो. पण थंडीत याचे स्थलांतर विषुववृत्तीय प्रदेशात होते. ग्रेट क्रेस्टेड ग्रेब हा बदकासारखा पक्षी युरोप व आशिया खंडात वास्तव्य करतो पण थंडीत याचे स्थलांतर अफ्रिका, ऑस्ट्रेलिया व न्यूझीलँड या देशात होते. कॅनाडा गूज हे बदक कॅनाडामधील रहिवासी आहे. थंडीत हे मॅक्सिकोत स्थलांतर करते. साँग थ्रश युरोप, स्कॅडनेव्हिया, सायबेरिया आदि भागात वास्तव्य करतो. थंडीचा मोसम आला की हा कॅनरी व्दिपसमूह आणि उत्तर अमेरिकेत प्रयाण करतो. स्म्यू नावाचा बदकासारखा पक्षी प्रजोत्पादनापूर्वी युरोप व आशिया खंडात वास्तव्य करतो. पण थंडीच्या दिवसात याचे स्थलांतर ब्रिटन, जर्मनी, मध्यआशिया, चीन, आणि जपान या देशात होते. ग्रेलॅंग गूज एखाद्या मोठ्या बदकासारखा दिसतो. याचे वास्तव्य आइसलँड, उत्तर आणि मध्य युरोप, रशिया, चीन आदि देशात असते. थंडीच्या दिवसात तो दक्षिणेकडे स्थलांतर करतो. त्याचे भारतातही आगमन होते. ग्रीनशँक या बगळ्यासारखा पक्ष्याचे वास्तव्य व प्रजनन उत्तर युरेशिया (स्कॉटलँड ते सायबेरिया, कामचटका) या भागात होते. थंडीत हा युरोप मध्य-पूर्व आफ्रिका, भारत आणि ऑस्ट्रेलिया इथे स्थलांतर करतो. व्हीट ईटर हा चिमणी सारखा लहानसा पक्षी युरोप, आशिया, अलास्का, आर्क्टिक, कॅनाडा,

ग्रीनलँड व आइसलँड या देशात रहातो. थंडीच्या मोसमात याचे दक्षिण आफ्रिकेत स्थलांतर होते. फ्लॅमिंगो हा दलदलीप्रदेशात राहाणार मोठ्या आकाराचा, लांब पायाचा करकोच्यासारखा दिसणारा पक्षी भारतीय लोकांच्याही चांगल्या परिचयाचा आहे. याचे वास्तव्य अफ्रिका, अमेरिका व दक्षिण अमेरिकेत असते. हा पक्षी भारतातही, विशेष करून कच्छच्या रणात स्थलांतर करतो.

असे आढळून येते की थंडीत अनेक पक्ष्यांना स्थलांतरासाठी आफ्रिका हा देश सोयीचा वाटतो. आर्क्टिकापासून दक्षिणेकडे किंवा तिथून अँटार्क्टिकाकडे प्रवास करताना काही पक्षी अँटलांटिक महासागर आणि लगतच्या देशांवरून उड्डाण करतात तर काहींना प्रशांत महासागर व लगतच्या देशांवरून प्रवास करण्यास आवडते. बहुतेक



फ्लेमिंगो

पक्षी दिवसा प्रवास करतात. तर काही लहान पक्षी रात्रीच्या वेळीही प्रवास करतात. काही पक्षी स्थलांतर करताना वाटेत येणाऱ्या नद्या वगैरेच्या मदतीने दिशेचे भान ठेऊन उड्डाण करतात तर काही सरळ रेषेतील मार्गाने वाटेत येणारे समुद्र ओलांडून जायलाही घाबरत नाहीत. प्रवास करताना बहुतेक पक्षी फार उंचीवरून प्रवास करत नाहीत, पण काही पक्षी ६,४००० मी. किंवा त्याहून अधिक उंचीवरून स्थलांतर करतात. स्थलांतर करताना एका जातीचे सर्व पक्षी आपल्या गंतव्यस्थानी एकाच वेळी पोचत नाहीत. बऱ्याचदा असे आढळून येते की बहुतेक पक्षी न चुकता पुन्हा त्याच जागी पोचतात जिथे त्यांनी अगोदरच्या वर्षी मुक्काम केला होता. काही वेळा तर ते गेल्यावर्षीचेच घाटेही वापरतात.

पक्ष्यांच्या अद्भुत स्थलांतराचा अभ्यास करताना दोन गूढ प्रश्न समोर येतात. पहिला प्रश्न हा की पक्ष्यांना एक विशिष्ट काल आला की स्थलांतर करण्याची प्रेरणा कशी होते? आणि दुसरा प्रश्न असा की एवढी लांबची स्थलांतरे करताना त्यांना विशिष्ट दिशेचे अचूक ज्ञान कसे होते? आज या दोन्ही प्रश्नांची संपूर्णपणे समाधानकारक उत्तरे देता येत नसली तरी संबंधित शास्त्रज्ञांनी या बाबतीत काही कारणे सांगितली आहेत.

पहिल्या प्रश्नाबद्दल शास्त्रज्ञांचे असे मत आहे की बदलत्या ऋतूबरोबर दिवसाचा काळात बदल होणे पक्ष्यांच्या

स्थलांतरामागची मुख्य प्रेरणा असते. यामुळे त्यांच्या जननेंद्रियात बदल होतात. त्यांच्या शरीरात चरबीची साठवण होऊ लागते आणि शेवटी ते स्थलांतराला उद्युक्त होतात. दुसऱ्या प्रश्नाबद्दल, म्हणजे त्यांना अचूक दिशा ज्ञान कसे होते? शास्त्रज्ञांचे म्हणणे आहे की पक्ष्यांना स्थलांतर करताना मार्गातील अनेक गोष्टी ओळखता येतात. उदा. वाटेत येणाऱ्या पाण्याचे प्रवाह, लहान मोठे पहाड, टेकड्या, जंगल, वाळवंट वगैरे. यामुळे त्यांना आपल्या मार्गाची नक्की दिशा कळते. त्यांना यासाठी सूर्य आणि अनेक तान्यांच्या स्थितीचाही उपयोग होतो. काही शास्त्रज्ञांप्रमाणे पृथ्वीच्या चुंबकीय शक्तीचेही त्यांना या कामात सहाय्य होते. नवीन संशोधनातून असे आढळून आले आहे की यात त्यांच्या आनुवंशिक क्षमतेचाही महत्त्वाचा संबंध असतो. कारण दिशेच्या बाबतीत काही गोष्टी तर त्यांना जन्माअगोदर पासूनच माहित असतात. उदा. बऱ्याचदा नवीन पिढीतील पक्षीच स्थलांतराला प्रारंभ करतात. त्यांनी स्थलांतराचा प्रदेश त्यापूर्वी कधी बघितलेलाही नसतो. तरीही त्यांना त्या विशिष्ट दिशेला बिनचूक कसे जाता येते? या संबंधातले अनेक प्रश्न अजून अनुत्तरीतच आहेत.

#### सस्तन प्राण्यांचे स्थलांतर

पक्ष्यांप्रमाणे अनेक सस्तन प्राणीही प्रतिकूल ऋतू आला की अशा ठिकाणाहून अनुकूल ऋतू असलेल्या ठिकाणी स्थलांतर करतात.

यात जलचर सस्तन प्राण्यांचाही समावेश होतो. खरे पाहिले तर सस्तन प्राण्यांसाठी स्थलांतर करण्याची प्रक्रिया थोडी कठीणच असते. म्हणूनच पक्ष्यांच्या तुलनेत स्थलांतर करणाऱ्या सस्तन प्राण्यांची संख्या कमी असते. तरीही काही सस्तन प्राण्यांचे स्थलांतर वाखाणण्यासारखे असते. स्थलांतर करणाऱ्या सस्तन प्राण्यात आर्क्टिक प्रदेशात रहाणारे कॅरिबू, आफ्रिकेतील गझेल, झेब्रा, बायसन, आर्क्टिक कोल्हा तसेच जलचर सस्तन प्राण्यात सील, व्हेल यांची नावे प्रामुख्याने येता येतील. उत्तर अमेरिकेतून स्थलांतर करणाऱ्या सस्तन प्राण्यांची संख्या इतर कुठल्याही उपखंडातून स्थलांतर करणाऱ्या सस्तन प्राण्यांपेक्षा जास्त असते.

#### कॅरिबू, झेब्रा, बायसन, वटवाघुळ

हरणासारख्या कॅरिबू या प्राण्याचे वास्तव्य आर्क्टिक प्रदेश, कॅनाडा, अॅलास्का आदि भागात असते. थंडीच्या दिवसात हा प्राणी



कॅरिबू

फार लांबच्या भागात स्थलांतर करतो. हे स्थलांतर वर्षातून दोन वेळा होते आणि प्रत्येक स्थलांतराच्यावेळी कॅरिबूंनी कापलेले अंतर १,१०० कि. मी च्याही वर असते. काही कॅरिबूंचा हा एकंदर प्रवास ५,००० कि. मी एवढाही होतो. बऱ्याचदा ते पाण्यामधूनही पोहत जातात. त्यांचे स्थलांतर जमिनीवरून केलेले सर्वात लांबचे स्थलांतर समजण्यात येते. जून महिन्याच्या मध्याला त्यांची पिल जन्माला येतात. जुलै व ऑगस्ट महिन्यात कॅरिबू दक्षिणेकडची वाट धरतात आणि सप्टेंबर महिन्यात गंतव्य स्थळी पोचतात. ऑक्टोबर महिन्यात नर-मादीचे मीलन होते आणि नंतर त्यांच्या उत्तरेकडील प्रवासाला पुन्हा सुरुवात होते.

पूर्व आफ्रिकेत सेरेंगटी मैदानातून सस्तन प्राणी प्राणी फार मोठ्या संख्येने स्थलांतर करतात. दर वर्षी झेब्रा, बायसन या सारखे लाखो सस्तन प्राणी हजारो कि.मी चा प्रवास

करताना आढळतात. स्थलांतर करताना हे प्राणी वाटेत येणाऱ्या मोठ्या नद्याही प्राणाची पर्वा न करता ओलांडतात. यातील बरेच प्राणी वाटेत सुसर किंवा अन्य श्वापदांच्या भक्षी पडतात किंवा नद्यात बुडून मरतात. सॅगा जातीची विशेष प्रकारची हरणे

स्थलांतर करताना दर दिवशी १२० कि. मी. चा प्रवास करतात. आर्क्टिक कोल्हेही १,५०० कि. मी पेक्षी लांबचे स्थलांतर करतात.

अमेरिके तील वट-वाघळासारखे उडणारे काही सस्तन प्राणी फक्त रात्रीच्यावेळी स्थलांतर करतात. तेव्हा त्यांचा एकंदर प्रवास १६०० कि. मी. च्या वर होऊ शकतो.

### जलचर सस्तन प्राणी

सर्व प्राण्यांमध्ये सर्वात लांबचे स्थलांतर सील, डॉल्फिन, व्हेल या सारख्या समुद्रात राहाणाऱ्या सस्तन प्राण्यांचे असते. फरसील या नावाने ओळखला जाणारा सील प्राणी अलास्का पासून ३०० कि. मी. अंतरावर असलेल्या प्रिबिल या द्विपसमूहाजवळ पिलांना जन्म देतो. यासाठी मादी सील कॅलिफोर्निया इथून सुमारे ४,८०० कि.मी. लांबीचा खुला समुद्रप्रवास करून वसंत ऋतूत प्रिबिल द्वीपसमूहात पोचतात. नर फर सील तिथे अगोदरच पोचलेले असतात. माद्या प्रिबिल व्दिपसमूहात पोचल्यावर काही तासाने किंवा दिवसाने पिलांचा जन्म होतो. पिले ३ महिन्याची होताच ती व त्यांच्या आया दक्षिणेकडे प्रवास करू लागतात. नर सील मादीच्या पाठोपाठ लगेच जात नाहीत आणि थंडीच्या मोसमातसुद्धा त्यांचे वास्तव्य अलास्काच्या खाडीतच असते.



व्हेल

ग्रे-व्हेल आणि हम्पबॅक-व्हेल हे प्राणी बहुतेक सर्वात लांबचे स्थलांतर करणारे सस्तन प्राणी आहेत. त्यांनी स्थलांतर करताना केलेला एकंदर प्रवास ९,००० कि. मी. पेक्षाही जास्त असतो. व्हेल उन्हाळ्याचा मोसम बर्फाच्छादित समुद्राच्या किनाऱ्या जवळ बेरिंग आणि चुकची येथील समुद्रात घालवतात. उन्हाळा संपत आला की गरोदर असलेल्या व्हेल माद्या दक्षिणेकडे स्थलांतर करून कॅलिफोर्निया जवळपास पोचतात. तेथील उथळ समुद्रात त्यांच्या पिलांचा जन्म होतो. काही काळानंतर माद्या आपल्या पिलांसह उत्तरेकडे प्रवास करू लागतात आणि सर्वात शेवटी नर व्हेलही त्या मार्गाला लागतात.

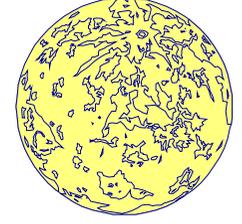
लेखक : पु.के. चितळे, जैवशास्त्राचे प्राध्यापक, निवृत्तीनंतरही सातत्याने लेखन, अनेक पुस्तके प्रकाशित व पुरस्कार प्राप्त.

# पृथ्वीय हवामान आणि चंद्र

भाग ३



लेखक : वरदा रवी



प्रत्येक देशाचा जसा अर्थसंकल्प असतो, तसा पृथ्वीचा प्रकाशसंकल्प (Radiation Budget) असतो. हा प्रकाशसंकल्प दैनिक, मोसमी, वार्षिक व द्वादशवार्षिक असतो.

विविध पृष्ठभाग हे विविध प्रमाणात प्रकाश परावर्तित करतात. हिमाच्छादित पृष्ठभाग त्यावर पडलेल्या प्रकाशापैकी बराचसा भाग परावर्तित करतो आणि थोडाच भाग शोषून घेतो, तर, पाण्याने बनलेला पृष्ठभाग बराचसा भाग शोषून घेतो आणि थोडासा परावर्तित करतो. त्याचप्रमाणे गवताळ पृष्ठभाग, वृक्षाच्छादित पृष्ठभाग, सिमेंटने बनलेला पृष्ठभाग, माती हेही वेगवेगळ्या प्रमाणात प्रकाश परावर्तित करतात. एखाद्या पृष्ठभागावर पडलेल्या प्रकाशाचा जो अंश परावर्तित होतो त्या अंशास त्या पृष्ठभागाचा परावर्तनांक (Albedo) म्हणतात. पृष्ठभागाच्या गुणधर्मानुसार त्याचा परावर्तनांक ० ते ९ च्या दरम्यान असतो. द्वादशवार्षिक प्रकाशसंकल्प हा सौरडागांच्या ११ ते १२ वर्षांच्या चक्रावर

अवलंबून असतो. सौरडागांची संख्या वाढली की सौरऊर्जेमध्ये वाढ होते व त्याचा परिणाम पृथ्वीच्या प्रकाशसंकल्पावर होतो.

### प्रकाशसंकल्प आणि पृथ्वीप्रकाश

पृथ्वीचा पृष्ठभाग विविध गोष्टींनी व्यापलेला आहे. भूपृष्ठाचा परावर्तनांक हा वातावरणाच्या परावर्तनांकाहून भिन्न असतो. वातावरणातील घन कण (परागकण, धूलिकण, वगैरे), बाष्पराशी व ढग हे वातावरणाचा आणि भूपृष्ठाचाही प्रकाशसंकल्प ठरवण्यामध्ये महत्वाची भूमिका बजावतात. वातावरणीय घन कणांमुळे आणि विशेषतः ढगांमुळे सूर्यप्रकाश अवकाशात आणि भूपृष्ठाकडे परावर्तित होतोच, शिवाय भूपृष्ठाचे परावर्तित केलेल्या प्रकाशाचा काही भाग हे ढग भूपृष्ठाच्या दिशेने पुनःपरावर्तित करतात. अशा प्रकारे ढगांना, पृथ्वी व वातावरण मिळून तयार होणाऱ्या संयुक्त संस्थेच्या प्रकाशसंकल्पामध्ये महत्व आहे. ढगांच्या भूपृष्ठापासूनच्या उंचीवर ढगातील बाष्पाचे, पाण्याचे वा हिमकणांचे प्रमाण ठरत

असल्यामुळे ढगांच्या संख्येबरोबरच ढगांच्या प्रकारालाही प्रकाशसंकल्पामधे महत्व आहे.

पृथ्वी-वातावरण संयुक्त संस्थेचा सरासरी परावर्तनांक ०.३ मानला जातो. ह्याचा अर्थ सूर्याकडून आलेल्या एकूण प्रकाशापैकी ३० टक्के प्रकाश पृथ्वी व वातावरणाकडून परावर्तित होतो तर ७०% प्रकाश ग्रहण केला जातो. ही ग्रहण केली गेलेली प्रकाशऊर्जा (Radiation - ज्यामध्ये उजेडाबरोबरच उष्णताही आलीच) वातावरण 'चालवते' असे म्हणता येईल. मात्र पृथ्वीचा परावर्तनांक मोजण्याचे अचूक तंत्रज्ञान उपलब्ध नाही. त्यामुळे विविध प्रकारचे पृष्ठभाग हे पृथ्वीचा किती भाग व्यापतात ह्याचा अंदाज व त्या पृष्ठभागांचा सरासरी परावर्तनांक किती आहे ह्याचा अंदाज बांधून पृथ्वीचा परावर्तनांक व पर्यायाने प्रकाशसंकल्प ठरवला जातो. प्रकाशसंकल्पामधे पृथ्वी व वातावरणाने ग्रहण केलेली ऊर्जा व परावर्तित केलेली ऊर्जा ह्याचा ताळमेळ राहिला नाही तर त्याचा



जाणवणारा परिणाम म्हणजे तापमानवाढ वा तापमानघट. पृथ्वीय प्रकाशसंकल्पाचा जागतिक हवामानावर परिणाम होतो हे वेगळे सांगायला नकोच.

पृथ्वी ज्याप्रमाणे सूर्यप्रकाश आणि चंद्रप्रकाश अनुभवते त्याप्रमाणे चंद्र सूर्यप्रकाश व पृथ्वीप्रकाश अनुभवतो. चंद्रप्रकाश म्हणजे चंद्राने परावर्तित केलेला सूर्यप्रकाश असतो, त्याप्रमाणे पृथ्वीप्रकाश म्हणजे पृथ्वीने परावर्तित केलेला सूर्यप्रकाश. चंद्राची कोर आकाशात दिसते त्यावेळी चंद्राचा अंधारलेला भाग हा पूर्ण काळा न दिसता तांबूस दिसतो त्याचे कारण म्हणजे त्याभागावर पडलेला पृथ्वीप्रकाश शास्त्रज्ञांच्या असे लक्षात आले आहे की ह्या पृथ्वीप्रकाशाची तीव्रता आणि पृथ्वीचा प्रकाशसंकल्प ह्यांचा परस्परसंबंध आहे. त्यामुळे अमावस्येच्या जवळच्या दिवसांमध्ये चंद्राच्या अंधारलेल्या भागाचा तांबूसपणा (पृथ्वीप्रकाश) मोजता आला तर पृथ्वीच्या प्रकाशसंकल्पाविषयी माहिती मिळू शकेल.

१९४८ सालापासून अशाप्रकारे पृथ्वीप्रकाशाचे मापन करण्यात येत आहे. ह्या पृथ्वीप्रकाशाचा आणि कृत्रीम उपग्रहांच्या सहाय्याने मापन होत असलेल्या मेघावरणाचा काही परस्पर संबंध आहे का ह्याबद्दल संशोधन सुरू आहे. न्यूजर्सी तंत्रज्ञान महाविद्यालयामधील काही शास्त्रज्ञांनी पृथ्वीप्रकाश मोजण्याच्या तंत्रज्ञानामधे सुधारणा घडवून आणली आहे. त्यांनी

केलेल्या पृथ्वीप्रकाशाच्या मापनामधून असे आढळले आहे की ऋतूनुसार पृथ्वी-प्रकाशामधे २० टक्क्यांपर्यंत बदल होतो. १९८५ ते १९९५ च्या दरम्यान पृथ्वीच्या परावर्तनांकामधे घट होत गेलेली आढळली. परावर्तनांक कमी म्हणजे परावर्तित झालेली ऊर्जा कमी, म्हणजेच ग्रहण केली गेलेली ऊर्जा अधिक, ह्याचा परिणाम म्हणजे जागतिक तापमानवाढ. मात्र २००० पासून परावर्तनांकामधे पुन्हा वाढ होत आहे.

पृथ्वीप्रकाश हा ढगांच्या संख्येवर, प्रकारांवर आणि निर्मितीदरावर अधिक प्रकाश टाकेल अशी हवामानतज्ञांस अपेक्षा वाटते. २००० पासून झालेल्या परावर्तनांकातील वाढीचे मूळ मेघावरणातील नैसर्गिक बदलामधेही असू शकेल. चंद्राने परावर्तित केलेला पृथ्वीप्रकाश अशाप्रकारे पृथ्वीय हवामानाचे निरीक्षण करण्यासाठी उपयुक्त ठरत आहे.

### भविष्य

भविष्यात होणाऱ्या हवामानबदलाचा विचार



करताना आपण केवळ आणखी काहीशे वर्षांपर्यंतच्या हवामानबद्दल बोलतो. एकतर खूप पुढचा हवामान अंदाज वर्तविणे अवघड, आणि जरी वर्तवलाच तरी त्याचा फारसा उपयोग नाही. मात्र काहीशे वर्षांमधे हवामानात होणाऱ्या बदलाची मुळे सध्याच्या हवामानात, हवामानाच्या नैसर्गिक चक्रामधे तर असतीलच, पण शिवाय ती असतील मानवानिर्मित गोष्टींमधे. ह्या काहीशे वर्षांमधे चंद्र-पृथ्वीच्या परस्पर संबंधामधे लक्षणीय फरक पडणार नाही. त्यामुळे चंद्र पृथ्वीपासून दूर जात असल्याने शक्य असलेल्या हवामानीय परिणामांची आपल्याला काळजी करण्याची मुळीच गरज नाही. मात्र गरज नसली तरीही कुतुहल शमविण्यासाठी दूर भविष्यकाळाचा थोडा वेध घेऊ या.

पृथ्वीसापेक्ष सूर्य आणि चंद्राची स्थिती बदलल्याने भरती-ओहोटीच्या जोरावर परिणाम होतो, हे आपल्याला माहित आहेच. मात्र आपण केवळ समुद्राच्या पाण्याला येणाऱ्या भरती-ओहोटीचाच विचार करतो.

समुद्राची भरती-ओहोटी सहज दृश्य आणि मोठ्या प्रमाणात असते. चंद्राकर्षणाने वातावरणाला आणि जमिनीला येणारी भरती-ओहोटी मात्र अगदीच अल्प असते आणि जाणवण्याएवढी नसते, पण ती अस्तित्वात असते हे खरेच. वातावरण हाही एक द्राव (Fluid) असल्याने चंद्राकर्षणाने ते चंद्राच्या

दिशेने खेचले जाते. त्यामुळे वातावरणामध्ये जमिनीपासून आकाशाकडे अशा लहरी निर्माण होतात. मात्र हवा तापल्यामुळेही अशा प्रकारच्या लहरी वातावरणामध्ये निर्माण होतात आणि ह्या लहरींची वारंवारिता (frequency) आणि परिमाण (magnitude) हे वातावरणीय भरती-ओहोटीमुळे निर्माण होणाऱ्या लहरींच्या तुलनेत खूपच मोठे असते.

चंद्राच्या पृथ्वीभोवती फिरण्यामुळे त्याची पृथ्वी व सूर्यसापेक्ष स्थिती सतत बदलत रहाते. चंद्राकर्षण दोन भिन्न दिशांनी (torque) पृथ्वीवर कार्य करते. ह्या बलांमुळे आणि भरती-ओहोटीच्या लाटा आणि पृथ्वीभोवतीचे वातावरण ह्यामुळे निर्माण होणाऱ्या घर्षणाचा (tidal breaking) परिणाम होऊन पृथ्वीचा वेग मंदावत आहे. वेग मंदावण्याचा दर शतकाला १.५ ते २ मिलिसेकंद असा फारच मंद आहे. संवेग अक्षय्यतेच्या नियमानुसार (conservation of momentum) पृथ्वी व चंद्र मिळून तयार होणाऱ्या संयुक्त संस्थेचा कोनीय संवेग (angular momentum) कायम रहावा म्हणून पृथ्वीचा वेग मंदावल्याने होणारा संवेगबदल हा चंद्राच्या पृथ्वीभोवती फिरण्याच्या कक्षेच्या त्रिज्येत वाढ होऊन भरून काढला जातो. चंद्राच्या कक्षेची त्रिज्या दरवर्षी ३ सेंटीमीटर एवढी वाढत आहे.

चंद्र पृथ्वीपासून दूर जात असला तरी तो पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणावर मात करू शकणार

नाही आणि पृथ्वीला सोडून जाणार नाही. सध्या चंद्राचा स्वतःभोवती फिरण्याचा वेग आणि पृथ्वीभोवती फिरण्याचा वेग सारखाच आहे. त्यामुळे पृथ्वीवरून चंद्राची एकच बाजू कायम दिसते. मात्र चंद्राच्या पृथ्वीच्या दिशेने तोंड असलेल्या भागावरून पृथ्वीच्या सर्व बाजू दिसतात. पृथ्वीचा वेग मंदावत जाऊन आणि चंद्राच्या कक्षेची त्रिज्या वाढत जाऊन एक स्थिती (tidal locking, synchronous orbit) अशी येईल की त्यावेळी पृथ्वीवरून चंद्राची एकच बाजू तर दिसेलच, पण चंद्रावरूनही पृथ्वीची एकच बाजू सतत दिसेल. ह्याचा अर्थ पृथ्वीच्या अर्ध्या भागाला सतत चंद्रदर्शन घडेल तर अर्ध्या भागाला कधीच चंद्रदर्शन घडणार नाही. म्हणजेच चंद्राचा स्वतःभोवती फिरण्याचा वेग आणि पृथ्वीचा स्वतःभोवती फिरण्याचा वेग सारखाच असेल. त्यावेळी पृथ्वीवरचा महिना ५० दिवसांचा असेल आणि चंद्राच्या कक्षेचा त्रिज्या ५० टक्के वाढली असेल.

ह्या सर्व गोष्टी घडण्यासाठी अब्जावधी वर्षांचा कालावधी जावा लागेल आणि म्हणूनच आज आपल्याला त्यावेळच्या पृथ्वीय हवामानाची काळजी करण्याचे कारण नाही. मात्र चंद्रावरची पृथ्वीय हवामानातील दीर्घकालीन बदलांची जबाबदारी कायम राहिल.

लेखक : वरदा रवी, अमेरिकेत डॉक्टरेट करित आहेत.

## मुळांच्या मुळाशी

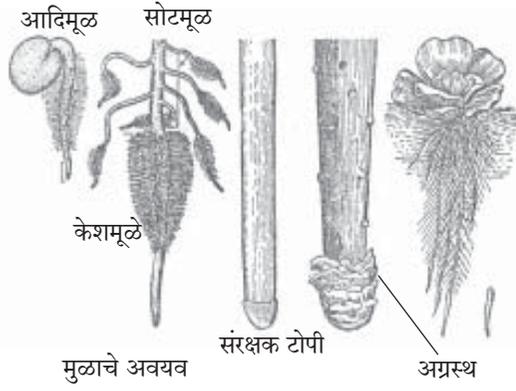
लेखक : अ.चि. इनामदार

वृक्ष स्वतः उन्हात उभे राहून इतरांना सावली देतात, तसेच त्यांची फळेही इतरांसाठी असतात, म्हणून वृक्षांना सत्पुरुषांची उपमा दिली आहे. अशा वृक्षांची मुळे पाणी, क्षाररूप अन्न शोषून घेतात, झाडांना आधार देतात व अगदी आवश्यक तेवढे पाणी स्वतःसाठी ठेवून इतर खोडाकडे पाठवतात त्यामुळे मुळांना श्रेष्ठतम पुरुष म्हटले तर काय चुकले? शिवाय ती कायम प्रसिध्दी अंधारात असतात.

सामान्यपणे, वनस्पतींच्या अभ्यासात मुळांकडे फारसे लक्ष दिले गेले नाही, पण झाडाच्या जमीनीवर दिसणाऱ्या भागापेक्षा विस्तीर्ण खोल गेलेला भाग मुळांच्या रूपात जमीनीखाली असतो. काही कारणानी जमीन खणतांना हे लक्षात येते. वड, पिंपळ, गुलमोहर लिंब अशा वृक्षांची मुळे जमिनीत खूप दूर पसरलेली असतात. सुवेज कॅनॉलचे काम चालू असताना १९३५ साली ह्यूबर यांना टॅमॅरिक्स किंवा बाभूळ वनस्पतीची मुळे जमिनीत ३० मीटर खोल गेलेली आढळली. वेलविवटूशिया या दक्षिण पश्चिम आफ्रिकेतील

नासिब वाळवंटात वाढणाऱ्या वनस्पतीची मुळे पाण्याच्या शोधात १२ ते १८ मीटर खोल जातात. उंबर, पिंपळ, खेजडी, शमी या झाडांची मुळेदेखील खूप खोल जाऊन जमीनीतील पाण्याचा साठा दाखवितात.

वनस्पतीचे मुख्य भाग दोन - मूळ व धुमारा किंवा खोड. हे जवळजवळ सर्व बाबतीत वेगळे असतात. मुळे लांबीत वाढतात, पण त्यांच्या टोकाशी संरक्षक टोपी असते. प्रत्यक्ष मुळाची वाढ टोकाच्या थोड्या अलीकडे असलेल्या अग्रस्थ मुळे होते. उपमुळे अग्रापासून न निघता पाठीमागून निघतात. मुळातील पेशींची व ऊतींची रचना वर्तुळाकार असते. व त्यांचे तीन थर स्पष्ट असतात. मुळापासून फक्त मुळेच तयार होतात. त्यावर पर्वसंधी नसतात व ऊतिसंवर्धनाने ती वाढविता येतात, पण त्यापासून वनस्पतीचे इतर अवयव बनविता येत नाहीत. या सर्वांमुळे मुळे अपरिवर्तनीय वाटतात. अजून फरक म्हणजे फांदी, पान, फूल इत्यादी खोडाच्या बाहेरच्या भागातून



उगम पावतात. पण मुळे मुळांच्या आतील भागापासून त्यामुळे पान किंवा फूल सहज खुडता येते, तसे मुळांचे नाही.

वनस्पतीच्या भ्रूणात अंकूर व आदिमूळ असे दोन प्रमुख भाग असतात. याशिवाय द्विदल वनस्पतीच्या भ्रूणात दोन बीजपत्रे असतात. एकदल वनस्पतीच्या भ्रूणात एकच बीजपत्र अंकूर व आदिमूळ असते. सर्व वनस्पतींच्या मुळाची वाढ अदिमुळांपासून सुरू होते. द्विदल वनस्पतीमध्ये अदिमुळापासून प्राथमिक मूळ वाढते व त्यावर क्रमाने द्वितीय, तृतीय मुळे येतात. यामुळे सोटमूळ व क्रमाने वाढणारी उपमुळे अशी रचना दिसते. एकदल वनस्पतीच्या बियांच्या अंकुरणादरम्यान आदिमुळाची वाढ लवकरच थांबते व त्याच्या सुरूवातीपासून व खोडाच्या तळापासून आगंतुक मुळे येतात. त्यामुळे द्विदल वनस्पतीत मुळांची रचना असते. तशी क्रमवार व नियमित रचना एकदल वनस्पतीत

दिसत नाही.

सर्व मुळांची आंतररचना समान असते. मुळांच्या शेवटी संरक्षक टोपी, शेंड्याच्या थोड्या अलीकडे अग्रस्थ, त्याच्या अलीकडे विभाजनाच्या विविध अवस्थेत असणाऱ्या पेशी, त्याअलीकडे लांब होणाऱ्या व रूपांतरण होणाऱ्या पेशीचा भाग

( येथून केशमुळांना आरंभ होतो) व नंतर ऊती तयार होणारा भाग असे पाच भाग असतात. प्रत्यक्षात हे सर्व ५ मिमी लांबीत आवरते. राहिलेले सर्व मूळ पूर्णपणे 'जून' असते. मुळाची लांबी वाढते तसे हे भाग पुढेपुढे जातात. केशमुळे प्रामुख्याने पाणी शोषून घेतात व त्यांच्यामुळे मुळांचा शोषणक्षम भाग हजारो पटीनी वाढतो. जुनी केशमुळे मरून नवी येण्याची क्रिया सतत चालू असते.

वनस्पतींच्या योग्य वाढीसाठी मुळांची चांगली वाढ आवश्यक असते, पण खुद्द मुळांची वाढ जमिनीचा टणकपणा, रचना, कणांचा आकार त्यांच्यात असलेले पाणी व हवा प्रकाशाची उपलब्धता, खुद्द वनस्पतीची प्रजाती यावर ठरते. मुळे सरळ लंबरूपात खाली, तिरकी व जमीनी जवळ अशा तीन पध्दतीनी वाढतात. वड, गुलमोहर यासारख्या वनस्पतींची मुळे बुंध्यापासून जमिनीला लागून दूर जाताना आपण पाहातो. जमिनीत किती

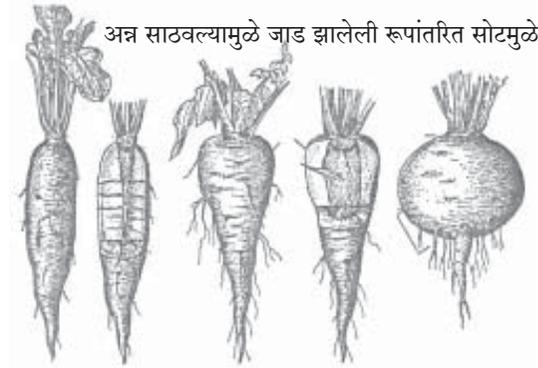
खोल याचे उत्तर पाणी मिळेपर्यंत व असेपर्यंत असे आहे. सामान्यपणे ३० मीटर्सच्या खाली मुळे आढळत नाहीत. तर ज्वारीसारख्या व तेरड्यासारख्या वनस्पतींची मुळे १५- २० सेंमी पर्यंतच खोल जातात. गोखरू, सोलॅनम सुरतेन्स व कोलोसिथस या शुष्क अधिवासात वाढणाऱ्या वनस्पतींची मुळे त्यांच्या जमीनीवरील भागापेक्षा ७/८ पट लांब असतात. कोणत्याही वनस्पतीच्या प्रजातीच्या मुळांबद्दल ठाम विधान करता येत नाही. कारण जमीन, पाणी पोषकद्रव्ये, खुद्द वनस्पतीची अवस्था, इत्यादी बाबींवर ते अवलंबून असते. तसेच आजूबाजूला असलेल्या स्वजातीय व परजातीय वनस्पतींच्या मुळांशी आवश्यक गोष्टींसाठी स्पर्धाही सुरू असते. राजस्थानच्या वाळवंटात शमीवृक्षाची मुळे जमीनीला समांतर २७ मीटर्सपर्यंत लांब वाढलेली आढळली आहेत. भारी, कठीण जमीनीत व वाळवंटी प्रदेशात अशी जमिनीतलगत

वाढणारी मुळे आढळतात तसेच वाळवंटी भागात मोठ्या पावसानंतर खास, लांब, पाणी शोषणारी मुळे आढळतात. ही लांब पण नाजूक मुळे पावसानंतर थोड्याच काळात - काही वेळेला काही तासांत वाढतात. दुर्मिळ पाणी शोषण्यासाठी त्यांची तात्पुरती वाढ होते.

वनस्पतींच्या प्रत्येक प्रजातीच्या मुळांचा एक वेगळा अधिवास बनतो. मायकोन्हायझा, वानू, कवके व असे जीव अशा मुळांवर, मुळात व त्याभोवती असतात. यांचे नाते सहजीवनाचे असते. जमिनीतील फॉस्फेटसारखी संयुगे वनस्पतींना उपलब्ध होतात व बदल्यात वनस्पतींच्या मुळांनी सोडलेले पोषणक्षम पदार्थ या जीवांना मिळतात. असे सजीव सर्व ठिकाणच्या जमीनीत नसतात. त्यामुळे काही वनस्पती (उदा. पायनस) ठराविक ठिकाणीच वाढतात. हवामान, तापमान व पर्जन्यमान याचप्रमाणे जमिनीतील आवश्यक विशिष्ट सजीवही अशा वनस्पतींच्या वाढीला आवश्यक असतात.

मुळांना आपण अपरिवर्तनीय म्हटले, पण वनस्पतींच्या गरजेप्रमाणे ती रूपांतरित होतात. अशा रूपांतरित मुळांची अनेक उदाहरणे आहेत.

ओक, बर्च, पायनस व काही अमरी (ऑर्किड्स) च्या मुळांशी



विशिष्ट कवकांचे सहजीवन असते. घेवडा व त्या कुलातल्या वनस्पतींच्या मुळांवर गाठी असतात. त्यात नत्राचे स्थिरीकरण करणारे सहजीवी जिवाणू असतात. जमीनीची सुपीकता टिकविण्यात या कुलातील वनस्पतींची देणगी अमोल आहे.

मुळा , गाजर, बीट इत्यादी कंदात अन्न साठविलेले असल्याने ते जाड होतात. ही सर्व रुपांतरित सोटमुळे आहेत. अशा वनस्पतींच्या वाढीचे दोन कालखंड असतात. पहिल्या खंडात शाकीय वाढ होते व प्रकाशसंश्लेषणाव्दारे अन्न तयार होऊन ते साठविले जाते. दुसऱ्या कालखंडात या अन्नाचा वापर करून फुलोरा, फुले, फळे तयार पुढे बियांपासून होऊन पुनरुत्पादन होते. रताळ्यातही अन्न साठते, पण ते आगंतुक मूळ आहे. त्यावर आगंतुक मुकुल असतात, त्यापासून नवीन झाड वाढू शकते. डेलिया, टॅपिओका, शतावरी अशा वनस्पतीत अशी अन्नसंचय करणारी मुळे गुच्छात असतात.

आंबेहळदीत आगंतुक मुळांचा शेड्याकडील भाग अन्न साठविल्याने फुगतो. डायोस्कोरिया व चौधारी या वनस्पतीत मुळे मण्यांच्या माळेप्रमाणे असतात. आयपेकॅक या औषधी वनस्पतीची मुळे एकमेकांवर ठेवलेल्या चकल्याप्रमाणे दिसतात

अमरी (orchids) वनस्पती



अमरी



गुळवेल

दुसऱ्या झाडांवर वाढतात. त्या वातावरणांतील बाष्प शोषून पाण्याची गरज भागवितात. यासाठी त्यांना काहीशा मांसल, हिरवट रंगाच्या स्पंजप्रमाणे बाहेरील ऊती असणाऱ्या हवाई मुळांचा उपयोग होतो.

गुळवेल या प्रसिध्द औषधी वनस्पतीची हिरव्या धाग्याप्रमाणे दिसणारी लोंबणारी मुळे प्रकाशसंश्लेषणाचे काम करतात. कढीलिंगाच्या झाडाभोवती अनेक रोपे दिसतात ती मुळांवर असलेले आगंतुक मुकुल वाढल्याने. या रोपांना स्वतःची मुळे नसतात. केंदळ वनस्पती खाऱ्या पाण्यात चिखलात वाढतात. मुळांनाही श्वसनासाठी प्राणवायूची आवश्यकता असते. अशा वनस्पतीत काठ्यांप्रमाणे दिसणारी काही मुळे पाण्याबाहेर येतात, त्यांच्या बाहेरील भागात सच्छिद्र ऊती व अनेक भोके असतात. अशी मुळे श्वसनाचे कार्य करतात.

बांडगूळ ही आंबा व इतर झाडांवर वाढणारी वनस्पती अंशतः, तर अमरवेल ही



केवडा

दुरांटावर वाढणारी वनस्पती पूर्णतः परजीवी असते. अशा वनस्पतींची मुळे चूषिका मुळांत (जी पाणी व क्षार किंवा तयार अन्न शोषून घेतात.) रुपांतरित झालेली असतात. चंदनाचा वृक्ष आयुष्याची सुरुवात परजीवी म्हणून करतो, पण पुढे स्वतःची मुळे व हिरवी पाने बनवितो. 'टारफुला' ज्वारीच्या मुळांवर वाढतो, त्यालाही शोषी मुळे असतात.

वडाच्या पारंब्या कोणाला माहित नाहीत? विस्तीर्ण वृक्षाला आधार देण्यासाठी त्या जमीनीपर्यंत येतात आणि झाडाचा विस्तार वाढू लागतो. बऱ्याच काळानंतर मूळ खोड कोणते व पारंब्या कोणत्या हे कळेनासे होते. केवडा बऱ्याच वेळा पाणथळ जागेत किंवा चिखलात वाढतो. अशा अधिवासात झाडाला आधार देण्यासाठी खालच्या पेरतून आगंतुक मुळे निघून, तिरकी जमीनीला मिळतात. मक्यात, ज्वारीतही असेच होते. काटेसावर, जंगली बदाम, पिंपळ इत्यादी मोठ्या वृक्षात जमीनलगत तुळव्यांप्रमाणे जाड मुळे पसरलेली दिसतात.

पानवेलीची वनस्पती दुसऱ्या वनस्पतीच्या आधाराने ( उदा. शेवरी) वाढते. अशा वनस्पतीत आधाराला पकडणारी मुळे असतात. मनीप्लॅट व संक्रांत-वेल भिंतीतल्या खोबणीत आधार घेतात, त्यांना नख्यांसारखी बारीक मुळे असतात.

उथळ पाण्यात, खडकावर वाढणाऱ्या पोडोस्टेमॉन या वनस्पतीचा बहुतांशी भाग मुळाने बनलेला असतो, हे मूळ प्रकाशसंश्लेषण व पुनरुत्पादनाचे कामही करते. ह्युमस मध्ये वाढणाऱ्या मोनोट्रापा या वनस्पतीच्या बी पासून फक्त मुळाचा जन्म होतो. त्या मुळाला अनेक शाखा - उपशाखा फुटतात व बहुवर्षीय वनस्पती बनते. कधीकधी अशा मुळांवर फुलारे येतात.

रेताड, वालुकामय जमिनीत किंवा समुद्राकाठी वनस्पतींची मुळे भूमि -संधारणाचे काम करतात. समुद्रवेल, लव्हाळ्याच्या काही प्रजाती तागाची एक प्रजाती यांची मुळे असे काम करतात. मुळांचा अभ्यास शेतीशास्त्र व वनशास्त्रातही महत्त्वाचा असतो. मुळे सशक्त तर झाडे सुदृढ हे आपण समजू शकतो. झाडांच्या मृत्यूनंतर मुळे जमिनीत कुजून जमीनीच्या सुपीकतेत भर टाकतात.

मुळांशिवाय वनस्पती कशा असतील !

लेखक : अ.चिं. इनामदार, फर्ग्युसन कॉलेजमधील वनस्पती शास्त्र विभाग प्रमुख (निवृत्त).



## एक होता कारु

लेखक : ब्रॅन्ड हैनरिख, थॉमस बुगन्यार • अनुवाद : मीना कर्वे

टाचणीच्या डोक्याएवढा छोटसा मेंदू असलेल्या प्राण्यांमध्येसुद्धा जनुकशास्त्रीय प्रोग्रॅमनुसार होणारे ठराविक, नेमके वर्तन हे जीवशास्त्रातील अजूनही न उलगडलेले रहस्य आहे. आता हेच पहा ना, कागदमाशी सारखे कीटक जन्मतःच पातळ कागदासारखा पदार्थ स्वतःच्या शरीरातून तयार करून त्यापासून आपली घरटी तयार करतात, तेच कुंभारमाशीसारखे कीटक चिखलापासून घरटी तयार करतात ही घरटी अगदी वेगळी तर असतातच, पण त्यांचा आकारही विशिष्ट प्रकारचा असतो. तसंच वेगवेगळ्या पक्ष्यांची घरटी बांधण्याची पध्दत वेगवेगळी असते. कुरणांमध्ये राहणाऱ्या पाकोळ्यांचे घरटे चिखलाचे असते, ते बांधल्यावर वाळले की कडक होते. ते साधारण फडताळासारखे असते. तेच समुद्रकिनारी राहणाऱ्या पाकोळ्यांचे घरटेही चिखलाचेच असते, पण ते ओव्हनच्या आकारासारखे असते. व त्याला आत जाण्यासाठी एक गोल भोक ठेवलेले असते.

हे अतिशय कौशल्यपूर्ण काम त्या प्राण्यांनी कुणाकडून शिकून घेतलेलं नसतं किंवा ते त्यांच्या विचारांवरही अवलंबून नसतं. जनुकीय प्रोग्रॅमवर आधारित वर्तनातील सुधारणा ह्या शिकण्यातून आणि विचार करण्यातून करता येण्यासारख्या असल्या तरीही ह्या प्राण्यांचं कौशल्य हे उपजतच असतं. विचार आणि तर्कशक्ती ही कित्येकदा फसवी असू शकते. आणि त्यातून अनेक घोडचुका घडू शकतात. हे आपल्या सगळ्यांनाच माहीत आहे. पण मग खरा प्रश्न उरतो की जनुकीय प्रोग्रॅमवर इतके नेमके वर्तन आधारीत आहे तर कित्येक वेळा आपल्यासारखे प्राणीही वर्तनात अनेक चुका का करतात? काही प्राण्यांमध्ये योग्य रीतीने वर्तन करण्याची क्षमता असते पण अत्यंत भीषण चुकांचा अनुभव आल्यानंतरच योग्य दिशा आपल्याला सापडते असं का ?

ह्याचं एक नेहमीचं उत्तर असं सांगतात की अशा प्रकारचे प्राणी अतिशय गुंतागुंतीच्या पर्यावरणात राहिल्याने उत्क्रांत झाले आहेत.

तिथे आधीचं ठरवलेलं वर्तन उपयोगी नसतं.

जर एखादा प्राणी व्यक्तिशः इतरांना ओळखू शकत असेल, स्वतःचं वेगळेपणही जाणत असेल आणि ते सगळे प्राणी एकत्रच राहात असतील तर त्या प्रत्येकाचे पर्यावरण गुंतागुंतीचे असू शकते. एकमेकांना व्यक्तिशः ओळखणाऱ्या प्राणी समूहाचे सामाजिक जीवन हे नेहमीच त्यातील प्राण्यांच्या बुद्धिमत्तेच्या उत्क्रांतीला चालना देणारं असतं. सभोवतीच्या पर्यावरणात महत्त्वाच्या ठरणाऱ्या दुसऱ्या प्राण्यांच्या प्रतिक्रिया आजमावणे, त्यांचा अंदाज करता येणं हा त्या पर्यावरणात वावरण्यासाठी अत्यंत महत्त्वाचा गुण ठरतो. त्यामुळे डोमकावळ्यांच्या बुद्धिमत्तेचा त्यांना त्यांच्या सामाजिक वातावरणात राहण्यासाठी कसा फायदा होतो ह्याचे परीक्षण करण्यासाठी आम्ही उद्युक्त झालो.

### डोमकावळ्यांच्या सभोवतीचे नैसर्गिक वातावरण

डोमकावळ्यांना नेहमीच त्यांच्या भोवतालच्या परिस्थितीत सतत घडणाऱ्या बदलांना सामोरं जावं लागतं. हे पक्षी प्रामुख्याने संधिसाधू असतात. तसं कधीतरी ते स्वतः शिकार करतात, पण जास्त करून दुसऱ्यांनी केलेल्या शिकारीवरच ते गुजराण करतात. ज्या प्राण्यांनी केलेल्या शिकारीवर ते जगतात त्या प्राण्यांचं वर्तन बेभरवशाचं असतं आणि ते प्राणी डोमकावळ्यांना

मारुनही टाकू शकतात. त्यामुळे 'चुका आणि शिका' ची लांबलचक प्रक्रिया डोमकावळ्यांना भारी पडू शकते. कारण त्या प्रक्रियेतील पहिलीच चूक कदाचित त्यांचा जीवही घेऊ शकते. शिकारी प्राण्याची प्रतिक्रिया त्यांना धोकादायक ठरू शकते.

अन्न मिळविण्यासाठी, इतर डोमकावळ्यांबरोबरची स्पर्धा जिंकण्यासाठी, प्रतिक्रिया बदलणाऱ्या वातावरणाशी जमवून घेणं त्यांना भाग असतं. स्थानिक डोमकावळ्यांच्या जोड्या सगळं अन्न आपल्यालाच मिळावं म्हणून प्रयत्न करत असतात, तर नवतरुण व अजून प्रजोत्पादनास सुरुवात न केलेल्या डोमकावळ्यांची झुंड आपल्या गटात जास्तीत जास्त डोमकावळ्यांना सामील करून घेऊन स्थानिक जोड्यांवर मात करण्याचा प्रयत्न करतात. झुंडशाहीमुळे अन्नाच्या जास्तीत जास्त जवळ जाण्यातला धोका कमी होऊ शकतो, पण अन्न मिळवण्याची स्पर्धा मात्र जास्त तीव्र होत जाते.

शिकारी प्राण्यांनी केलेल्या शिकारीमुळे डोमकावळ्यांना अन्न मिळणार असलं तरीसुद्धा बऱ्याच वेळेला शिकारी स्वतःच सगळी शिकार फस्त करतात. म्हणून जे डोमकावळे शिकारीजवळ जास्तीत जास्त लवकर पोचतील, म्हणजे शिकार करणारा प्राणी शिकारीचे मांस खात असतानाच तिथे पोचतील, अशांच्या पदरात काहीतरी

पडण्याची शक्यता असते. त्यासाठी त्यांना त्यांच्या 'अन्नदात्याच्या' वर्तनाची पूर्वकल्पना असणं आवश्यक असतं. उदा. हा केव्हा आणि कसा आपल्यावर हल्ल करेल, तो किती लांबपर्यंत उडी मारू शकेल आणि आपल्याला त्याला कशी हुलकावणी देता येईल ह्या संबंधीचं थोडं फार ज्ञान अगोदरच असणं आवश्यक आहे. नाहीतर प्राणावरच बेतण्याची शक्यता असते.

खरं सांगायचं झालं तर लहान वयातच हे पक्षी सावधपणे हे शिकून घेतात. पौगंडावस्थेतील डोमकावळे खाण्यावरील लक्ष विचलीत न करता प्रत्येक क्षणी लांडगा किंवा तत्सम मोठ्या शिकारी प्राण्यांच्या प्रतिक्रियांकडे लक्ष ठेवून असतात. कधीकधी ते ह्या शिकारी प्राण्याच्या अगदी जवळ जातात आणि त्याच्या पाठीमागे जाऊन त्यांना चोच मारतात. हे त्यांचं वर्तन काही मुद्दाम



ठरवून केलेलं नसतं जास्त करून हा 'खेळाचाच प्रकार असतो. 'वर्तन' विषयाच्या शास्त्रीय लिखाणावरून असं म्हणता येईल की त्यांच्या वर्तनामागे काही विशिष्ट कारण असावं असं वाटत नाही, पण सर्वसाधारणतः त्यामुळे काहीतरी साध्य होत असावं म्हणजे ते हेतुपूर्वक केलेलं वर्तन नसूनही अशा वागण्याचा शेवटी एखाद्या कृतीसाठीच उपयोग होणार असतो.

लहान पिल्लांनाही माहित असतं की चोच मारणं ही धोकादायक कृती आहे (ती ही कृती करताना घाबरल्याचं दिसून येतं) आणि तरीही ती पिल्लं अशी कृती करायला उद्युक्त होतात, कारण हा धोका पत्करणं त्यांच्या जगण्यासाठी उपयुक्त ठरणार असतं. आपल्या इतर मांसभक्षक साथीदारांपासून आपलं रक्षण कसं करायचं ह्याचा एक प्रकारे ती अनुभव घेत असतात. अशा प्रकारे दुसऱ्या प्राण्याला त्रास देऊन कुठल्या प्राण्यावर कितपत विश्वास ठेवायचा, त्याच्यापासून किती अंतरावर राहिलं म्हणजे ते सुरक्षित असेल हे ते शिकतात. अशा रितीने त्यांचं सतत आजूबाजूला असणं हे मोठ्या मांसभक्षक शिकारी प्राण्याच्या अंगवळणी पडतं आणि हळूहळू ते ह्या पक्ष्यांकडे दुर्लक्ष करायला लागतात. पण चांगल्या अन्नापर्यंत पोचवण्यासाठी धोकादायक शिकारी प्राण्यांशी जुळवून घेणं डोमकावळ्यांना अपरिहार्यच असतं.

पुष्कळवेळा शिकार झालेल्या प्राण्याची वासलात अगदी झटक्यात लागते. उदा. जंगलात हरणाच्या संपूर्ण मांसाचा फडशा एकदोन दिवसातच पाडला जातो. त्यासाठी जास्तीत जास्त मांस ताब्यात घेऊन दूर जायचं, गोळा करून ठेवायचं आणि मग ते खायचं असं करावं लागतं. इतर कावळावर्गीय पक्ष्यांप्रमाणेच डोमकावळेही नंतर खाण्यासाठी अन्न साठवून ठेवतात. मांसाचे एकामागून एक तुकडे काढून घेऊन ते पुरून, लपवून ठेवतात आणि त्यावर दगडधोंडे रचून ती जागा झाकून टाकतात. इतर कावळावर्गीय पक्ष्यांप्रमाणेच डोमकावळ्यांना त्यांनी अन्न लपवून ठेवलेल्या अशा अनेक जागांची बरोबर आठवण असते आणि जरूर पडेल तेव्हा काही तासात किंवा काही दिवसात ते त्या जागा शोधून काढू शकतात. इतर अन्नसाठा करून ठेवणाऱ्या पक्ष्यांच्यात आणि

डोमकावळ्यांच्यात एक फरक जाणवतो, तो म्हणजे डोमकावळे त्यांच्या प्रतिस्पर्ध्यांची अन्नसाठा करण्याची पध्दत आणि ठिकाण नीट निरखून बघत असतात. अशी इतरांची गुप्त ठिकाणं ते अगदी बरोबर लक्षात ठेवतात. म्हणजेच स्वतःची अन्नसाठा लपवून ठेवण्याची ठिकाणं जशी त्यांच्या लक्षात असतात तशीच इतरांचीही अशी ठिकाणं त्यांच्या पूर्णपणे आठवणीत असतात. आमच्या असं लक्षात आलं की शिकारी प्राण्यांबरोबरचा खेळ डोमकावळ्यांना एकूण परिस्थितीचा अंदाज घेण्यास अन् त्यानुसार आपण काय करायचं हे ठरवण्यास मदत करतो. लहान वयाच्या पक्ष्यांना स्वतःच्या वर्तनात लवचिकपणा आणण्यासाठी ह्या खेळाचा खरोखरच उपयोग होतो की नाही ह्याचं परीक्षण करायचं आम्ही ठरवलं अन्नसाठा लपवून ठेवण्याची क्रिया ज्याप्रमाणे

ते करतात त्यातून आपल्याला हे परीक्षण करता येईल असं आम्हाला वाटलं म्हणून आम्ही एक मोठा पिंजरा उभा केला. त्या पिंजऱ्यात आम्ही नैसर्गिक भासतील अशी झाडं, जमीन अशी रचना केली आणि प्रयोगासाठी योग्य पार्श्वभूमी तयार केली.

आम्ही पूर्वी पाहिलं होतंच आणि आताही आम्हाला असं आढळून आलं की डोमकावळे अन्नसाठा लपवताना एकमेकांना निश्चितपणे टाळतात. त्यांना अन्न लपवताना इतरांपासून गुप्तता पाळायला जास्त आवडतं अन्नसाठ्याचा 'मालक' इतर कुणी त्यात वाटेकरी होऊ नये म्हणून इतरांना हाकलून लावतो. आम्हाला असं आढळून आलं की अन्नसाठा लपवण्याचं कौशल्य हे त्यांच्यात असलेल्या खेळाच्या वृत्तीमध्ये दडलेलं असतं त्या खेळकर वर्तनामुळे प्रतिस्पर्धांची प्रतिक्रिया त्यांना हवी तशी असेल तेव्हा परिस्थितीला अनुरूप असे प्रतिसाद ते कसे मिळवतात ते आपल्याला कळून येतं. घरट्यातून बाहेर पडून आपल्या आईवडिलांच्या मागे जाताना थोड्याच वेळात भावंडांमध्येच अशा प्रकारचं दुसऱ्याचं परीक्षण करून त्यावरून आपण कसं वागायचं हे शिकवण्याची प्रक्रिया सुरु होते. तसंच लहानसहान किडे किंवा फळं ह्यासारख्या वेगवेगळ्या प्रकारच्या अन्नपदार्थांची ओळख करून घ्यायला ते शिकतात.

घरट्यातली लहान पिंजऱं आणि

घरट्यातूनच बाहेर पडून काही काळ उलटला आहे असेही डोमकावळे प्रत्येक पदार्थ किंवा वस्तू आपल्या चोचीने चाचपडून बघतात. लांड्यांच्या शोपटीला चोच मारणं ह्यासारखं वर्तन आपण 'खेळ' समजतो, कारण अशा प्रकारच्या वर्तनाचा फारसा गंभीर परिणाम होणार नसतो. पण तरीही त्यासाठी वेळ आणि शक्तीही लागते किंवा त्यात धोका पत्करणही असू शकतं. थोडक्यात हे पदार्थ त्याच्यादृष्टीने 'खेळणीच' असतात. प्रयोगामध्ये आम्ही माणसाळलेले डोमकावळे समाविष्ट केले आणि आमच्यापैकी एकजण त्यांच्या जन्मदात्याची भूमिका करू लागला. तो रोज त्यांना आपल्याबरोबर फिरायला नेऊ लागला. तेव्हा पौगंडावस्थेतील पक्षी आम्ही जमिनीवर 'पेरून' ठेवलेल्या झाडांच्या डहाळ्या, पानं, फुलं, पाइनकोन, छोटे दगड, खडे, सिगरेटची थोटकं, नाणी आणि इतरही अनेक वस्तूंना चोचीनी टोचून बघण्यात गर्क झाले. थोड्याच दिवसात खाण्यास अयोग्य वस्तूंकडे ते दुर्लक्ष करायला लागले आणि खाण्यायोग्य वस्तूंकडे झपाट्याने जायला लागले. प्रत्येक वस्तूशी खेळण्याच्या त्यांच्या वर्तनावरून आपल्या सभोवतालची परिस्थिती कशी आहे ते त्यांनी शिकून घेतलं होतं. त्या सुरुवातीच्या काळात त्यांना त्यांचे आईवडिलच खाऊ घालत असल्यामुळे त्यांना प्रत्येक वस्तूशी अशा प्रकारे खेळणं किंवा निरुपयोगी वर्तन करणं परवडतं. पण

येलोस्टोन नॅशनल पार्क इथे लांड्यांनी नुकत्याच आणून टाकलेल्या शिकारीभोवती १. २५ मीटर लांबीचे पंख असलेले आणि १.२५ किलोग्रॅम वजन असलेले तरुण डोमकावळे जमले



आहेत. लेखकांच्या मते डोमकावळ्यांच्या खेळकरपणातून त्यांच्यापेक्षा आकाराने कितीतरी मोठ्या शिकारी प्राण्याशी कसं जमवून घ्यायचं हे ते शिकतात. ह्या शिकारी प्राण्यांवरच अन्नासाठी ते अवलंबून असतात.

त्यातून ते जे काही शिकतात त्याचा त्यांना पुढील आयुष्यात उपयोग होतो.

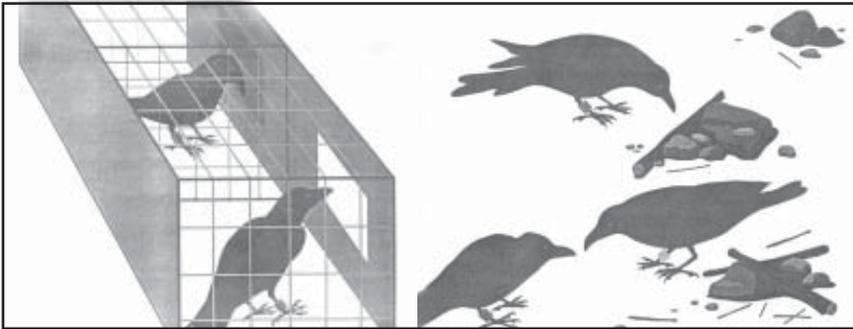
ज्यावेळी ही लहान पिल्लं खाण्यास योग्य आणि अयोग्य पदार्थांमधला फरक ओळखायला शिकतात त्याचवेळी अन्नसाठा करण्याचं कौशल्यही ते वाढवतात. प्रथम ते आपलं लक्ष वेधून घेणारा एखादा पदार्थ ताब्यात घेतात, नंतर तो पदार्थ इतरांना दिसू

नये म्हणून एखाद्या फटीत किंवा खोबणीत दडवून ठेवतात. आईवडिलांवर अवलंबून असलेली पिल्लंही आपण लपवलेल्या पदार्थांवर दगडधोंडे रचून ठेवतात. सर्वसाधारणपणे ही पिल्लं अशी लपवण्याची कृती आपली भावंडं आणि आईवडील ह्यांच्यासमोरच करतात. कारण ते कितीतरी महिने त्यांच्याबरोबरच फिरत असतात.

व्यक्तींमधील फरक ओळखण्याची क्षमता आहे हे दाखवणारा प्रयोग अन्न लपवून ठेवण्याच्या कृतीद्वारे केला. लेखकांनी इथे पहिल्या चौकटीच्या तळाशी असलेल्या पक्ष्यासारखा 'जाणता' पक्षी तयार केला, तो पक्षी दुसऱ्या पक्ष्याची अन्न लपवून ठेवण्याची जागा निरखून पाहू शकतोच आणि 'अजाण' पक्षी ते बघू शकत नाही.

जेव्हा 'जाणता' आणि 'अजाण' अशा दोन्ही पक्ष्यांना ह्या अन्नसाठ्याच्या आसपास (दुसरे चित्र) सोडले तेव्हा अन्नसाठा लपवणाऱ्या पक्ष्याला त्यातला 'जाणता' कोण आहे हे माहित असल्याने तो त्याच्यापासून आपल्या साठ्याचे रक्षण करतो आहे आणि 'अजाण' पक्षी साठ्याच्या जवळ गेला तरी त्याच्याकडे दुर्लक्ष करतो आहे असे दिसतं आहे.

(प्रत्यक्ष प्रयोगात 'जाणता' आणि 'अजाण' हे दोन्ही पक्ष अन्नसाठा लपवलेल्या भागात वेगवेगळे सोडण्यात आले होते.)



त्यामुळे भावंडं सहजच दुसऱ्यांना लपवलेली वस्तू शोधून काढू शकतात. हा एखाद्या पदार्थाचा साठा करून लपवून ठेवण्याचा खेळ त्यांना इतरांच्या प्रतिक्रियांविषयी जाणून घेण्यास मदत करत असावा. त्यामुळे इतरांपासून लपवून अन्नसाठा करण्यात यशस्वी होण्यासाठी आणि आपल्या 'किमती' अन्नाचं इतरांपासून रक्षण करण्याचं कौशल्य मिळवण्यासाठी त्यांना आपल्या पुढील आयुष्यात ह्या खेळाचा उपयोग होत असावा. शैशवातील अनुभवांचा प्रौढपणातील वर्तनावर काही परिणाम होतो का हे प्रयोगातून तपासून पाहण्यात एक अडचण येते आणि ती म्हणजे पक्ष्यांना येणाऱ्या अनुभवांवर नियंत्रण ठेवणे. हे अतिशय अवघड असतं. पण आमच्या असं लक्षात आलं की हे पक्षी आमच्यावर म्हणजेच त्यांच्या दत्तक जन्मदात्यांवर वा सवंगड्यांवर लक्ष ठेवून असायचे आणि आम्ही त्यांच्यापासून लपवून ठेवलेली अन्न कोठारं शोधून ते त्यातलं अन्न मिळवायचे आणि आमच्या वर्तनावर नियंत्रण ठेवणं आम्हाला सोपं होतं. आम्ही एका प्रयोगामध्ये आमच्यापैकी एकाला 'चोरा' ची भूमिका दिली. लहान पक्ष्यांनी खेळ म्हणून लपवून ठेवलेले पदार्थ ती व्यक्ती नेहमी पळवत असे. त्याच वेळी एक व्यक्ती मात्र पक्ष्यांचे पदार्थ लपवून ठेवलेली जागा तपासून बघायची पण त्यातले पदार्थ मात्र न पळवता तसेच ठेवत

असे. ह्या प्रयोगात जरा मोठ्या वयाच्या डोमकावळ्यांना आम्ही एखाद्या पदार्थाऐवजी खाण्यायोग्य पदार्थ पुरवत होतो. अशा वेळी 'चोर' असलेली आणि नसलेली अशा दोन्ही व्यक्ती काहीही न करता त्या डोमकावळ्यांच्या वर्तनाचे निरीक्षण करत असत.

'चोर' असलेल्या व्यक्तीशी संपर्क आला तर ते कावळे अन्न लपवून ठेवायचं हेतुपूर्वक लांबवत असत. (जणू काही 'चोरा' ची नजर आपल्यावरून दूर जाण्याची वाट ते बघत असत.) आणि तो 'चोर' त्यांच्याजवळ आला की लगेच ते लपवलेल्या जागेतलं अन्न काढून स्वतःच्या ताब्यात घेत असत. ह्या उलट निरुपद्रवी व्यक्तीच्या देखत अन्न लपवून ठेवण्याची दिरंगाई ते अजिबात करत नसत. शिवाय ही व्यक्ती जरी त्यांनी लपवलेल्या अन्नकोठाराजवळ गेली तरी ते दुर्लक्ष करत असत. ह्या प्रयोगावरून दिसून आलं की दुसऱ्या कुणी त्यांच्या अन्नकोठारांवर हल्ला केला तर ते चांगल्या प्रकारे अन्न लपवण्याचं कौशल्य वाढवतात. इतकंच नाही तर ते व्यक्तीव्यक्तींमधला फरकही ओळखू शकतात. ■

सायंटिफिक अमेरिकन एप्रिल ०७ मधून साभार.

लेखक : ब्रॅन्ड हैनरिख, जीवशास्त्राचे प्राध्यापक.

थॉमस बुगन्यार, मानसशास्त्राचे प्राध्यापक.

दोघांनी मिळून डोमकावळ्यांचा अभ्यास केला, त्यावर अनेक लेख लिहिलेत.

अनुवाद : मीना कर्वे, समाजशास्त्राच्या अभ्यासक.

# कार्लस लिनिअस

लेखक : सुबोध महंती • अनुवाद : अपूर्वा देशपांडे

पावसाळ्यात ट्रीपला गेलो की प्रथम आपल्याला मोहून टाकते ती हिरवीगार वनराई. झाडाझुडुपांचे प्रेम नाही असा माणूस विरळाच! तरीही एखादे झाड पाहिले की मनात पहिला प्रश्न उभा रहातो. काय बरं नाव असेल या झाडाचं? अनेक वनस्पती पृथ्वीतलावर प्राणी-सृष्टी निर्माण होण्याआधीच जन्माला आल्या आहेत. या निरनिराळ्या जातीच्या वनस्पतींना शास्त्रोक्त पद्धतीने नाव देण्याचे काम करणाऱ्या महान शास्त्रज्ञाचे नाव आहे कार्लस लिनिअस. त्यांना आधुनिक वर्गिकरण प्रणालीचे जनक म्हणून ओळखतात.

कार्लसचा जन्म २३ मार्च १७०७ रोजी स्वीडन मधील राशल्ट या गावी झाला. त्याचे वडील नील्स हौशी वनस्पतीशास्त्रज्ञ होते. आईचे नाव होते क्रिस्टीयाना. कार्लला एक भाऊ व तीन बहिणी होत्या. नील्स हे पाद्री म्हणून काम करत असत. त्यांना झाडाझुडुपांची फार आवड होती. त्यांच्या सुंदर फुलाफळांनी बहरलेल्या बागेत ते तासन् तास रमत असत. छोटा कार्ल खेळण्याचे सोडून वडिलांच्या मागे बागेत फिरत असे.

प्रत्येक झाडाचे नाव तो विचारून घेत असे व कितीही लांबलचक नाव असले तरी ते लक्षात ठेवत असे.

खरंतर आईवडिलांचे म्हणणे असे होते की त्यानेही पाद्री म्हणून काम करावे. त्यासाठी आवश्यक असणारे शिक्षण घ्यावे पण कार्लला याची अजिबात आवड नव्हती. नवव्या वर्षी तो वास्को येथील शाळेत गेला पण अभ्यास सोडून तो झाडांमध्ये रमत असे. शालाप्रमुख त्याचे हे वृक्षप्रेम पाहून त्याला छोटा वनस्पती शास्त्रज्ञ म्हणत असत. त्यांनी कार्लला वनस्पती शास्त्राची त्याला समजतील अशा भाषेतील बरीच पुस्तके दिली. तेथील रोथमन नावाच्या सरांनी त्याला प्रोत्साहन दिले व त्याच्या वडिलांनीही पटवून दिले की, त्यांचा मुलगा वनस्पतीशास्त्रामध्ये डॉक्टर होऊ शकतो. रोथमन यांनी स्वतः कार्लची लुंड विद्यापीठाच्या प्रवेशपरीक्षेची तयारी करून घेतली. झाडांना नावे देण्याची त्यावेळची पध्दत त्याला शिकवली. त्यावेळी जोसेफ तूनफोर्ट यांची फुलाच्या पाकळ्यावर (करोला) आधारित अशी नामकरण पद्धती प्रचलित होती.

लुंड विद्यापीठात कार्ल फार काळ रमला नाही. तेथील शिक्षणाच्या बाबतीतल्या गैरसोयी पाहून जास्तीज जास्त वेळ तो झाडांच्या निरीक्षणातच घालवू लागला. त्या दिवसांमध्ये काही दिवस तो किलीयन स्टोबियस यांच्या घरी राहू लागला. त्यांची लायब्ररी खूप मोठी होती. एकदा त्यांच्या परवानगीशिवाय कार्ल त्या लायब्ररीत पुस्तके चाळीत बसला होता. तेवढ्यात 'माझ्या परवानगीशिवाय येथील पुस्तकांना हात लावण्याचे धाडस तू केलेच कसे?' असा पाठीमागून आवाज आला. कार्ल खूप घाबरला. पण प्रोफेसर किलीयन हे हाडाचे प्रेमळ शिक्षक ! त्यांनी कार्लने बाजूला काढलेली पुस्तके बघितली ते म्हणाले, 'तू खरंच वनस्पतीबाबत एवढा चौकस व अभ्यासू आहेस तर आजपासून खुशाल माझी लायब्ररी वापर.' त्या दोघांची नंतर चांगली मैत्री झाली.

झाडांविषयीची त्यांची जिज्ञासा त्याला स्वस्थ बसून देईना. एक दिवस नव्हे तर एक क्षणही अभ्यासाविना रिकामा जात नव्हता. हातात मिळेल ते तो वाचून काढत असे. रोथमन सरांनी त्याला उपसला येथील विद्यापीठात पुढील शिक्षण घेण्यासाठी पाठवले पण तेथे तो रमला नाही. पुढे

तो सन १७३२ मध्ये लॅपलँड येथे झाडांच्या जीवनपद्धतीचा अभ्यास करण्यासाठी दाखल झाला.

बावीस वर्षे वयाच्या आत्माविश्वासाने प्रत्येक पाऊल टाकणाऱ्या या विद्यार्थ्याला जीवनातले खरे रोमांचक अनुभव लॅपलँड येथेच अनुभवायला मिळाले. वनस्पती-शास्त्राविषयीचे पाच महिन्यांचे एक अभियान त्यांना पूर्ण करायचे होते. यासाठी स्वीडन सरकारने त्यांना केवळ १०० डॉलरइतकी तुटपुंजी रक्कम दिली होती. ते प्रवासास निघाले खरे पण बराच प्रवास त्यांना पायी करावा लागला. थंडीपासून संरक्षण करण्यासाठी चक्क जनावरांची कातडी वापरावी लागली. गुडघाभर बर्फातून ते वनस्पतींच्या शोधात भटकत होते. घनदाट जंगल, उंच डोंगर कशाचीही पर्वा न करता कार्लने ११८०० चौ. कि. मि. प्रदेश पालथा घातला. अनेक नवीन आणि वेगवेगळ्या



जातींच्या वनस्पती यांनी जमा केल्या आणि त्यावर टिपणे लिहिली. ह्यातील काही फ्लोरा लेपोनिका (फ्लोर ऑफ लॅपलँड) या सुप्रसिध्द पुस्तकात प्रसिध्द झाली या पुस्तकामुळे ह्यांचे संशोधन लोकांपर्यंत पोहोचले. त्यांच्या

कार्याला प्रसिध्दी मिळाली. त्यांच्या व्याख्यांना खूप गर्दी होऊ लागली.

शिक्षणाची ओढ अजूनही त्यांना स्वस्थ बसू देत नव्हती. सन १७३५ मध्ये औषधशास्त्राच्या पदवीचा अभ्यासक्रम पूर्ण केल्यावर ते नेदरलँडयेथील हार्डविज्ड विद्यापीठात शिक्षणासाठी दाखल झाले. नंतर काही महिन्यातच ते पुढील शिक्षणासाठी युनिव्हर्सिटी ऑफ लंडन येथे गेले. आता कार्ल म्हणजे ज्ञानसंपन्न व परिपूर्ण असे व्यक्तिमत्व तयार झाले.

सन १७३५ मध्ये लिनिअस यांनी आपल्या संशोधनावर आधारीत असे सिस्टीमा नेचुरी हे पुस्तक लिहिले. हे एकमेव पुस्तक असे होते ज्यामध्ये वनस्पतींच्या वर्गीकरणाच्या नवीन पद्धतीची ओळख करून देण्यात आली होती. हे पुस्तक केवळ ११ पानांचे होते. पण जेव्हा १७५७ मध्ये याची दहावी आवृत्ती प्रकाशित झाली तेव्हा त्यामध्ये प्राण्यांच्या ४४०० प्रजातींचे तर वनस्पतींच्या ७७०० प्रजातींचे वर्गीकरण करण्यात आले होते. ही पद्धत वनस्पतींच्या प्रजनन पद्धतीवर अवलंबून होती. त्यावेळच्या काही वनस्पतीशास्त्रज्ञांनी या पद्धतीवर कडाडून टीका केली. परंतु कार्लवर त्याचा काहीही परिणाम झाला नाही. त्यांनी आपले संशोधन चालूच ठेवले.

सन १७३७ हे वर्ष लिनिअस यांनी अॅमस्टरडॅम येथील एक धनाढ्य जॉर्ज

क्लिफोर्ड यांच्या होमस्टेड गार्डन मध्ये वनस्पतींच्या अभ्यासात घालवले. जगाच्या निरनिराळ्या भागातून गोळा केलेली असंख्य झाडे येथे लावण्यात आली होती. येथील संशोधनावर आधारीत द क्लिफोर्ड गार्डन हे पुस्तक त्याच वर्षी प्रकाशित झाले. त्यानंतर त्यांनी वनस्पतींची सर्व वंश व त्यांचे वर्गीकरण असलेले जेनेटा प्लांटेरम हे पुस्तक लिहिले. या मध्ये झाडांचा द्विनाम पद्धतीचा वापर करण्यात आला होता. या पद्धतीत वनस्पतींचे स्पष्ट व सूक्ष्म अवलोकन करण्यात आले आहे. तसेच वनस्पतींच्या वेगवेगळ्या भागांची माहिती देणारी ही पद्धत इतकी उपयुक्त सिध्द झाली की वनस्पतीशास्त्राच्या विकासाला ती एक महत्वाचा टप्पा ठरली.

लिनिअस यांच्या वर्गीकरण पद्धतीत तीन वेगवेगळ्या विश्वांचा विचार केला आहे. वनस्पतीजगत, प्राणीजगत व खनिजजगत. त्यांच्यामते या विश्वात सर्वात वरचा 'वर्ग' (क्लास) नंतर गण (ऑर्डर) व त्यानंतर वंश (जीन्स). सर्वात शेवटी प्रजाती असतात आजही लिनिअस यांची वर्गीकरणाची पद्धत व नाव देण्याची द्विनाम पद्धतीच वापरल्या जात. म्हणूनच त्यांना आधुनिक वर्गीकरण विज्ञानाचे म्हणजेच टॅक्सोनॉमीचे जनक मानले जाते. मानवाचे वर्गीकरण सस्तन प्राण्यांमध्ये लिनिअस यांनीच प्रथम केले. आधुनिक मानवाचे नाव त्यांनी 'होमो सेपियन्स' असे ठेवले. 'फॉर्मिकॉलॉजी' हा त्यांचा महान संदर्भ

ग्रंथ प्रसिद्ध झाला. तसेच आजही डॉक्टरांच्या अभ्यासात उपयुक्त ठरणारा 'मटेरिया मेडिका' हा ग्रंथ लिहिला. त्यांच्या लेखनाची भाषा एखाद्या साहित्यिकाची भाषा वाटावी इतकी सुंदर आहे. प्रसिद्ध स्वीडिश नाटककार ऑगस्ट स्ट्रॅंडबर्ग म्हणायचे 'लिनिअस कवीमनाचे जीवशास्त्रज्ञ बनले.'

सन १७३८ मध्ये ते स्टॉकहोम (स्वीडन) येथे परतले. तेथे त्यांनी वैद्यकीय व्यवसायास सुरुवात केली. रतिरोगांवर ते विशेष उपचार करत असत. वर्षभरातच त्यांना प्रसिद्धी मिळाली. पण त्यात लिनिअसना विशेष गोडी वाटेना. १७४१ मध्ये ते उप्सला विद्यापीठात प्रोफेसर म्हणून दाखल झाले. विद्यार्थ्यांचे ते आवडते प्रोफेसर होते. मुलांना घेऊन ते दूरवर प्रकल्प सहलींना जात. निसर्गाच्या सहवासात विद्यार्थी अभ्यासाचा आनंद घेत असत. त्यासाठी संकटांचा सामना करण्याचीही मुलांची तयारी असे. प्रसिद्ध प्रकृतीशास्त्रज्ञ (इकॉलॉजीस्ट) डॉनिअल सालेंडर हे लिनिअस यांचेच विद्यार्थी !

सन १७५३ मध्ये लिनिअस यांचा 'स्पिशीज प्लांटेरम' हा सुप्रसिद्ध ग्रंथ प्रसिद्ध झाला. यामध्ये वनस्पतींच्या एकूण ८००० जातींचा समावेश आहे. पूर्वीचे वनस्पती शास्त्रज्ञ झाडाचा वंश लिहून त्यापुढे बरेच वर्णन लिहीत. पण लिनिअस यांच्या ग्रंथात द्विनाम पद्धत वापरली होती. १७६१ मध्ये त्यांना स्वीडिश हाऊस ऑफ नोबेल्सचे

सभासदस्व बहाल करण्यात आले.

आपले संशोधन पूर्ण झाले असे अजूनही त्यांना वाटत नव्हते. अभ्यासानंतर त्यांच्या असे लक्षात आले आतापर्यंत असा समज होता की झाडांच्या प्रजाती कायम असतात. त्या बदलत नाहीत. पण तसे नसून संकरण केले असता वनस्पतींचे एक वेगळेच रूप तयार होते. जगाची निर्मिती झाल्यानंतर एका झाडाच्या वंशापासून अनेक जाती-प्रजाती निर्माण झाल्या असाव्यात असे त्यांचे म्हणणे होते. शास्त्रज्ञ असूनही परमेश्वरानेच मूळ जाती निर्माण केल्या असे ते मानत. आपल्या कार्यातून आपणाला ईश्वराचा मागोवा घेण्याची संधी मिळाली असे त्यांना वाटे.

वनस्पतीशास्त्रात क्रांती करणाऱ्या या महान शास्त्रज्ञाची १० जानेवारी १७७८ रोजी प्राणज्योत मालवली. त्यांचा मृत्यूनंतर ब्रिटनचे एक जीवशास्त्रज्ञ जेम्स स्मिथ आणि त्यांच्या मुलीने लिनिअस यांनी जीवनभर केलेल्या संशोधनकार्याची महत्त्वाची कागदपत्रे चक्क विकून टाकली. हे समजताच स्वीडन सरकारने त्यांचा निषेध केला. नंतर मात्र जेम्स स्मिथ यांनी त्यांच्या स्मरणार्थ प्राकृतिक इतिहासाच्या प्रगतीकरता 'लिनिअस सोसायटी ऑफ लंडन'ची स्थापना केली.

ड्यूस एप्रिल २००७ मधून साभार. ✨

लेखक : सुबोध मंहंती, विज्ञानप्रसारमध्ये सातत्याने लेखन करतात.

अनुवाद : अपूर्वा देशपांडे, भाषांतराची आवड.

**सुरक्षा कवच**  
ज्यावर ठेऊ शकता विश्वास

**महासुरक्षा**  
ठेव योजना

**बचत/चालू/मुदत ठेव**  
**खातेदारांसाठी**  
**जीवन विमा कवच**

- हमी रकम - रु. 1 लाख
- कमी प्रिमियम

आम्ही जाणतो आपलं मन

**बँक ऑफ महाराष्ट्र**  
एक कुटुंब. एक बँक.  
www.bankofmaharashtra.in

अखिल भारतीय निःशुल्क दूरध्वनी क्र :  
1800 - 222340 / 1800 - 220888

**महा**  
**गृह सुरक्षा योजना**  
गृह कर्जा सोबत  
जीवन विमा कवच

- अल्प किंमतीची एकल हप्ता विमा योजना
- गृह कर्जाच्या बाकी रकमेसाठी विमा कवच

जीव,भौतिक,रसायन,गणित, भूगर्भ

## आणि खगोलविज्ञान

लेखक : कृ.दा. अभ्यंकर

खगोल म्हणजे आकाश. त्यात आपल्याभोवती फिरणाऱे ग्रह-ताऱे पाहून माणसाला वाटणारं कुतूहल फार फार जुनं. हे ग्रह ताऱे आकाशातून आपल्यावर दृष्टी ठेवून असतात, त्यांच्या इच्छेप्रमाणे आपल्या आयुष्यात चांगल्या वाईट घटना घडतात अशी पूर्वीची समजूत. अजूनही ती पुष्कळ प्रमाणात प्रचलित आहेच : पत्रिका पाहिली आहे कधी तुम्ही ? ज्योतिष म्हणजे या आकाशस्थ ज्योतींचा अभ्यास. याचे दोन प्रकार आहेत. एक या ग्रह ताऱ्यांच्या स्थिती गणिताने काढण्यासंदर्भात आणि दुसरा त्यांच्या माणसावरील परिणामाचे भविष्य सांगण्यासंदर्भात.

भारतीय खगोलविज्ञानाचा इतिहास फार जुना आहे हे बाळ गंगाधर टिळक व शंकर बाळकृष्ण दीक्षित यांनी केलेल्या संशोधनावरून स्पष्ट होते. त्याची सुरुवात ऋग्वेद व यजुर्वेदकाळी म्हणजे इसवी सनापूर्वी ३००० ते ४००० या काळी झाली. पुढे वेदांचा एक भाग 'वेदांगज्योतिष' म्हणून प्रसिद्ध झाला, त्याचा काल इ.स. पूर्वी १२०० ते १४०० असा ठरविता येतो. त्यानंतर ज्योतिषशास्त्राची विशेष प्रगती झाली. तो ज्योतिषसिद्धान्तकाल इ.स. पूर्व ५०० ते इ.स. ११०० पर्यंतचा आहे. त्यावेळी

भारतीय खगोलविज्ञानाचे स्तर जगातील इतर देशांच्या मानाने बरेच वर होते. पुढे पंधराव्या शतकात युरोपात कोपर्निकस, केप्लर, न्यूटन इत्यादी खगोल वैज्ञानिकांच्या संशोधनामुळे व दुर्बिणीचा शोध लागल्यावर त्या उपकरणाने केलेल्या अवलोकनामुळे या विषयात आमूलाग्र बदल झाला. त्यावेळची राजकीय परिस्थिती अनुकूल नसल्यामुळे हे परिवर्तन हिंदुस्थानातील खगोलवैज्ञानिकांना माहीत होऊ शकले नाही. नंतर इंग्रजांची राजवट सुरू झाल्यावर पाश्चात्य शिक्षणामुळे तिकडच्या विज्ञानाचे ज्ञान भारतात पसरले. परंतु

विज्ञानाच्या इतर शाखांच्या प्रसार झाला त्या मानाने खगोलविज्ञानाचा प्रसार कमीच झाला.

आता खगोलविज्ञान म्हटले की फलज्योतिषच लोकांच्या डोळ्यासमोर उभे राहते हा नेहमीचा अनुभव आहे. परवाचीच गोष्ट आहे. मी सिकंदराबादहून गाडीत बसलो तेव्हा माझ्याबरोबर एक स्थापत्यविशारद (सिव्हिल इंजिनियर) प्रवास करीत होते. बोलण्याच्या ओघात मी खगोलविज्ञानाचा प्राध्यापक असे त्यांना समजले तेव्हा त्यांनी मला विचारले की 'तुम्ही प्रायव्हेट प्रॅक्टिस करता का?' आता डॉक्टर लोक प्रायव्हेट प्रॅक्टिस करतात हे मला माहीत होते. पण खगोलवैज्ञानिक प्रायव्हेट प्रॅक्टिस कशी करतात हा मला प्रश्न पडला. स्पष्टीकरण मागितल्यावर त्यांनी खुलासा केला की कित्येक ज्योतिषी पत्रिका पाहून भविष्य वर्तवतात तसे मी करतो का असा त्यांचा आशय होता. तेव्हा मला त्यांना समजावून सांगावं लागलं की खगोलविज्ञान हा एक वैज्ञानिक विषय असून फलज्योतिषाशी त्याचा तसा फारसा संबंध नाही. तेव्हा सर्वसाधारण जनतेतच नव्हे तर वैज्ञानिकातही खगोलविज्ञान व फलज्योतिष एकच आहेत ही गैरसमजूत पसरलेली दिसते.

पूर्वीच्या काळी खगोलविज्ञान व फलज्योतिष यांच्यात फरक केला जात नव्हता. कारण खगोलविज्ञानात पारंगत असलेली मंडळी फलज्योतिषही सांगत

असत. प्रसिद्ध खगोलवैज्ञानिक केप्लर सुद्धा पुरेसे पैसे मिळाले नाही की फलज्योतिष सांगून आपली गरज भागवीत असे. परंतु आता खगोलवैज्ञानिक हा धंदा करीत नाहीत. यासाठी खगोलविज्ञान व फलज्योतिष यांच्यात फरक आहे हे मला प्रथम स्पष्ट करावेसे वाटते. या दोघात काय संबंध आहे. हे सांगायचे झाल्यास अल्केमी व रसायन यांच्यात जो संबंध आहे तोच फलज्योतिष व खगोलविज्ञान यात आहे असे म्हणावे लागेल. पूर्वी लोकांचा परिस नावाचा एक दगड आहे असा विश्वास होता. त्याचा लोखंडास स्पर्श केला की लोखंडाचे सोने होते अशी त्यांची समजूत होती. म्हणून परिसाचा शोध लावण्यासाठी त्यांनी प्रयोग करण्यास सुरुवात केली. आणि त्यातूनच पुढे रसायन विज्ञानाची उत्पत्ति झाली. त्याचप्रमाणे ग्रहांच्या अवकाशातील स्थितीवर व्यक्ति, राष्ट्र व सर्व जगाचे भवितव्य अवलंबून असते अशी समजूत लोकात दृढ होती. म्हणून त्यांनी ग्रह व तारे यांचे सतत अवलोकन करण्यास सुरुवात केली, व याच प्रयत्नातून पुढे खगोलविज्ञान जन्माला आले. तेव्हा पूर्वीच्या काळी खगोलविज्ञान व फलज्योतिष यांच्यात गळत केली जात होती यात काही वावगे नव्हते. परंतु आधुनिक अवकाशयुगात मात्र त्यांच्यात जमिनअस्मानाचा फरक आहे हे लक्षात घेतले पाहिजे. वेळेच्या अभावी फलज्योतिषाच्या व्युत्पत्ती व

टिकाऊपणाबद्दल अधिक चर्चा न करता, ते अविज्ञान आहे व लोकांच्या अज्ञानामुळे त्यांना अंधविश्वास बनविते एवढेच सांगतो.

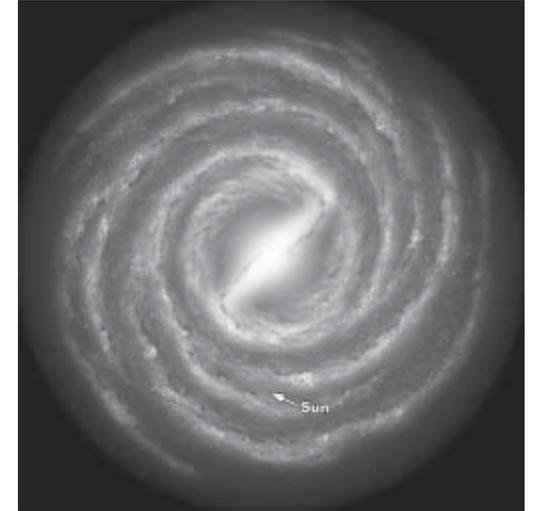
### खगोल भौतिकी

दुसरी एक विशेषतः हिंदुस्थानात प्रचलित असलेली गैरसमजूत अशी की खगोलविज्ञान व खगोलभौतिकी हे दोन वेगवेगळे विषय आहेत. तेव्हा आता या दोघात काय संबंध आहे ते स्पष्ट करतो. भौतिकीमध्ये पूर्वी पदार्थाचे गुणधर्म, प्रकाशकी, विद्युत, औष्णिकी या विषयांचा अभ्यास होत असे. परंतु पुढे अणूचे अंतरंग शोधण्याचे प्रयत्न सुरू झाले. तेव्हा आधुनिक भौतिकी नावाचा एक नवीन विषय निघाला. तरी आधुनिक भौतिकी काही वेगळा विषय नसून भौतिकीचाच तो एक भाग आहे, हे सर्वमान्य आहे. त्याचप्रमाणे खगोल-वैज्ञानिकांनी ताऱ्यांचे गुणधर्म व अंतरंग शोधण्याचे प्रयत्न सुरू केले तेव्हा खगोलभौतिकीचा जन्म झाला. यावरून भौतिकी व आधुनिक भौतिकी यांचा जो संबंध आहे तोच खगोलविज्ञान व खगोलभौतिकी यांचा आहे.

### खगोलीय यांत्रिकी

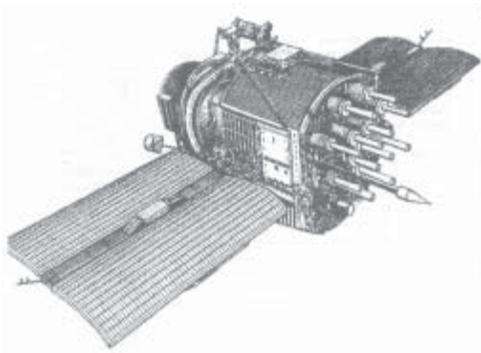
सर्वप्रथम खगोलवैज्ञानिक केवळ ग्रहांच्या गतिस्थितीचाच अभ्यास करीत असत. त्यातच त्यांची दोन तीन हजार वर्षे गेली. शेवटी

न्यूटनच्या गुरुत्वाकर्षण सिद्धान्त व गतिसंबंधीच्या नियमांवरून ग्रहांची गतिस्थिती पूर्णपणे समजली. तेव्हापासून 'खगोलीय यांत्रिकी' या नावाचा एक नवीन विषय खगोलविज्ञानात आला. त्यानंतर ताऱ्यांच्या निज चलनाचा शोध लागल्यावर ताऱ्यांची मोजणी व त्यांच्या गतीचा अभ्यास सुरू झाला. त्यावरून 'सांख्यिकी खगोलविज्ञान' नावाचा एक तिसरा विभाग खगोल विज्ञानात सुरू झाला. पुढे एकोणिसाव्या शतकाच्या शेवटी भौतिकीत, विशेषकरून वर्णपटविज्ञानात प्रगति झाल्यावर तेच तंत्र ताऱ्यांचे गुणधर्म जाणून घेण्यासाठी वापरण्यात आले. ते इतके यशस्वी झाले व त्याची फलिते इतकी बोधपर निघाली की त्यामुळे 'खगोलभौतिकी' ही नवीन शाखा



सुरु झाली. हिंदुस्थानात मेघनाद साहा, कोठारी इत्यादि वैज्ञानिकांचे शोधकार्य खगोलभौतिकीत झाल्यामुळे येथे खगोलभौतिकीबद्दल वैज्ञानिकांना माहिती आहे. परंतु खगोलभौतिकी हा खगोल विज्ञानाचाच एक आधुनिक भाग आहे हे त्यांच्या ध्यानात येत नाही.

यानंतर खगोलविज्ञानात आणखी प्रगती झाल्यावर त्यात इतर पुष्कळ शाखा उत्पन्न झाल्या. 'खगोलीय वर्णपटविज्ञान' हा विषय खगोलभौतिकीच्याच जोडीने पुढे आला. नंतर आकाशगंगेच्या रचनेबद्दल विचार सुरु झाल्यावर 'गॅलक्टिक अँस्ट्रॉनॉमी (आकाशगंगीय खगोलविज्ञान)' नावाची आणखी एक शाखा उत्पन्न झाली. पुढे अँड्रोमीडा तारामंडल, मॅगेलनचे मेघ व इतर लाखो तारामंडळांचा शोध लागल्यावर 'तारामंडळीय खगोल-विज्ञान' व त्यातूनच 'विश्वस्थितिशास्त्र' या शाखा उदयास आल्या. साधारण ७५ वर्षांपूर्वी रेडिओतंत्राचा वापर



करून खगोलीय ज्योतींच्या वर्णपटातील रेडिओविभागाचे अवलोकन सुरु झाले, तेव्हापासून 'रेडिओ खगोलविज्ञान' अस्तित्वात आले. तसेच ५० वर्षांपूर्वी रशियाने स्पुटनिक नावाचा कृत्रिम उपग्रह सोडल्यापासून 'अवकाश खगोलविज्ञान' नावाची एक नवीनच शाखा उत्पन्न झाली. आणि आता तर 'उपारुण खगोलविज्ञान', 'नीलातीत खगोलविज्ञान', 'क्ष-किरण खगोलविज्ञान' व 'गॅमा किरण खगोलविज्ञान' या उपशाखाही निघाल्या आहेत. तेव्हा खगोलविज्ञान ही संज्ञा अत्यंत व्यापक आहे व त्यात वरील सर्व शाखा उपशाखांचा समावेश होतो.

#### खगोलविज्ञान आणि इतर शाखा

आता खगोलविज्ञानाचा विज्ञानाच्या इतर शाखांशी काय संबंध आहे त्याचा आढावा घेऊ. सर्वप्रथम भौतिकी व खगोलविज्ञान यांचा अतूट संबंध लक्षात येतो. न्यूटनच्या संशोधनामुळे ग्रहांच्या गतिस्थितीचे अचूक गणित करता येऊ लागले. एवढेच नव्हे तर खगोलीय यामिकीचा उपयोग करून नेपच्यून ग्रहाचा शोध लावता आला. या नेत्रदीपक यशामुळे भौतिकीच्या प्रत्येक शाखेकडे यामिकीच्या दृष्टिकोनातून पाहण्याचा प्रघात पडला. उदाहरणार्थ अणूचे एकमेकांवरील परिणाम किंवा अणूची अंतर्चरना

जाणून घेण्यासाठी त्यात एकमेकांवर कोणत्या प्रेरणांचा परिणाम होतो ते जाणून घेण्याकडे त्यांचे लक्ष लागले. एकंदरीत प्रत्येक वस्तू एक यंत्र आहे अशी कल्पना उत्पन्न झाली. त्यावरूनच पुढे तांत्रिक क्रांतीचा उदय झाला. तेव्हा एकंदर भौतिकीचा विकास व आधुनिक तांत्रिक प्रगती अंततः खगोलविज्ञानातील गुरुत्वाकर्षण या शोधापासून सुरु झाली असे म्हणण्यास हरकत नाही.

वर्णपटविज्ञानातही खगोलभौतिकीचा फार मोठा हात आहे. या शाखेची प्रगती तारे व सूर्य यांच्या वर्णपटांकडे पाहून सुरु झाली. हीलियम या सर्वज्ञात मूलतत्त्वाचा शोध प्रथम सूर्याच्या वर्णपटात लागला. एका सूर्यग्रहणाच्या वेळी वर्णवलयात व सूर्यप्रकाशात सोडियमच्या  $D_1$  व  $D_2$  रेषांजवळ एक तिसरी  $D_3$  रेषा दिसली. ती एका अज्ञात मूलतत्त्वाची असावी असे मानण्यात आले. सूर्यात म्हणजे ग्रीक भाषेतील हीलियाँस मध्ये सापडल्यामुळे त्याला हीलियम नाव देण्यात आले. हे मूलतत्त्व पुढे पृथ्वीवरही सापडले व फुग्यात उपयोगात येत असल्यामुळे सर्वांच्या परिचयाचे झाले आहे. पुष्कळशा वर्णपट-विज्ञानातील शोधांचा उपयोग तात्काळ ताऱ्यांच्या अभ्यासासाठी केला गेला. झीमान इफेक्टचा शोध लागल्यावर लगेच हेल या खगोलवैज्ञानिकाने सौरडागांच्या वर्णपटात त्याचे अवलोकन केले व सौरडागात प्रचंड

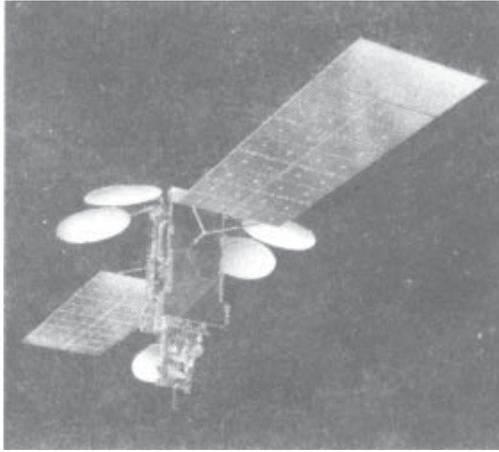
(3000 गौस) शक्तीचे चुंबकीय क्षेत्र असल्याचा शोध लावला. तसेच वर्णपटीय डॉप्लर परिणामाचा उपयोग करून ताऱ्यांच्या पुढे तारामंडलांच्या त्रिज्यीय गतींचा अभ्यास केला गेला. सौर किरिटात दिसणाऱ्या उत्सर्जन रेषा अतिविदलित लोह व निकेल या धातूंच्या आहेत हे समजल्यामुळे पृथ्वीवर उत्पन्न करता येत नाही अशा परिस्थितीतही प्रयोगशाळेतील नियम कसे लागू होतात ते दिसून आले.

प्रकाशकीचाही खगोलविज्ञानाशी जवळचा संबंध आहे. या शाखाची प्रगती विशेषकरून चांगले मायक्रोस्कोप व दुर्बिणी तयार करण्याच्या प्रयत्नांमुळे झाली. ही दोन उपकरणे अनुक्रमे जीवशास्त्रज्ञ व खगोलवैज्ञानिक वापरतात. म्हणूनच केप्लर या खगोलवैज्ञानिकाने प्रकाशकीवर ग्रंथ लिहिला यात आश्चर्य नाही.



अणुगर्भीय भौतिकी-चाही खगोल विज्ञानाशी घनिष्ठ संबंध आहे. हायड्रोजन बाँब आता सर्वांच्या परिचयाचा आहे. परंतु हायड्रोजन बाँबमध्ये होणाऱ्या प्रक्रिया प्रत्यक्षात होऊ शकतात हे खगोलवैज्ञानिकांनी प्रथम निदर्शनास आणले हे सर्वांना माहीत नाही. सूर्य व तारे यांच्या केंद्रभागी उच्च तपमान असून तेथे घडणाऱ्या अणुगर्भीय प्रक्रियांमुळे हायड्रोजन अणूंचे मीलन होऊन हीलियम तयार होतो हे त्यांना दिसून आले. त्याचाच मागोवा घेऊन हायड्रोजन बाँबचा शोध लावता आला. आता तर हायड्रोजन व हीलियम सोडल्यास बाकीची सर्व मूलतत्त्वे मोठ्या वस्तुमानाच्या ताऱ्यांच्या केंद्रभागी अतिउत्क्रांत अवस्थेत उत्पन्न होतात हे समजले आहे.

अवकाशविज्ञान तर खगोलविज्ञाना - शिवाय शक्यच होणार नाही. एखादे



अवकाशयान पृथ्वीभोवती, चंद्रावर किंवा ग्रहांजवळ पोहोचविण्यासाठी जे गणित करावे लागते त्यात गेल्या २००० वर्षात घेतलेल्या सर्व खगोलवैज्ञानिक वेधांचा उपयोग होतो.

### गणित आणि खगोल विज्ञान

आता गणित व खगोलविज्ञान यांच्यामधील संबंधाचा विचार करू. न्यूटनने गुरुत्वाकर्षणाचा सिद्धान्त मांडल्यावर त्याचे परिणाम कसे होतात ते अजमावण्यासाठी 'कॅल्क्युलस' या गणितशाखेची सुरवात केली. हेच कॅल्क्युलस (कलन) नंतर सर्व दूर कामास आले. त्याचप्रमाणे सर्व ग्रहांचा एकमेकांवर होणारा परिणाम लक्षात घेऊन ग्रहाची गती निश्चित करण्यासाठी जे गणित करावे लागते त्यासाठी न्यूमरिकल अॅनॅलिसिस नावाची एक शाखा गणितात उत्पन्न झाली. गौस सारखे मोठमोठे गणिती त्यात प्रयत्नशील होते. आजकाल गणकयंत्रे

निघाल्यावर खगोल वैज्ञानिकांनी तारकेय उत्क्रांती, तारकेय वातावरणाची रचना, बहुपिंड यामिकी इत्यादींचे क्लिष्ट व गुंतागुंतीचे गणित करण्यासाठी मोठमोठे कॉम्प्युटर प्रोग्रॅम लिहिले व त्यातूनच जास्तीत जास्त स्मरणशक्ती व गणकक्षमता असलेली गणकयंत्रे तयार करण्यास चालना मिळाली. आणखी एक उदाहरण द्यावयाचे झाल्यास

युक्लिडियन व रीमानियन भूमितीचा उपयोग खगोलीय यामिकीत व आईन्स्टाइनच्या व्यापक सापेक्षता सिद्धांतात झाल्यामुळे या गणित शाखांची प्रगती होण्यास हातभार लागला.

### रसायनशास्त्र

आता रसायनाचा खगोल विज्ञानाशी संबंध कसा आहे ते पाहू. ग्रह व तारे यांच्या वातावरणात पुष्कळसे अणुसंयुग सापडतात. ते कसे उत्पन्न झाले व त्यांचे प्रमाण किती असले पाहिजे ते रसायन विज्ञानाच्या सहाय्याने समजते. नुकतेच रेडिओ खगोल वैज्ञानिकांना आंतरतारकेय अवकाशात बरीच अणुसंयुगे व अणुसमूह (रेडिकल) सापडले आहेत. त्यापैकी काही अज्ञात अणुसमूह कशाचे बनले आहेत व त्यांची उत्पत्ती कशी झाली हे जाणून घेण्यासाठी बरेच नवीन प्रयोग करण्याकडे रसायनशास्त्रज्ञ वळले आहेत. त्यामुळे रसायनशास्त्राची एका नव्या दिशेने प्रगती होत आहे.

### भूगर्भविज्ञान

भूगर्भविज्ञान व भू-विज्ञानाचा खगोल-विज्ञानाशी संबंध असणे तर अपरिहार्य आहे, कारण आपली पृथ्वीच मुळी ग्रहमालेतील एक ग्रह आहे. पृथ्वीच्या अंतर्रचनेचा व वातावरणाच्या गुणधर्मांचा इतर ग्रहांशी तुलनात्मक अभ्यास केल्यास एकंदर ग्रहमालेच्या उत्पत्तीचा प्रश्न सोडवता येईल म्हणून जिऑलॉजी सारखाच प्लॅनेटॉलॉजी

नावाचा एक नवा विषय अवकाश वैज्ञानिक शोधांमुळे सुरू झाला.

### जीवशास्त्र

शेवटी जीवशास्त्राचा व खगोलविज्ञानाचा संबंधही आता प्रस्थापित झाल्याचे दिसून येते. डार्विनच्या क्रांतिकारी संशोधनामुळे पृथ्वीवरील जीवांची उत्क्रांति होत आली आहे हे सर्वमान्य झाले आहे. एकपेशीय जीवांपासून उत्क्रांति होत होत इतर प्रगत जीव व अंततः माणूस जन्मास आला या सिद्धान्तास पुष्कळ वेगवेगळी प्रमाणे मिळाली आहेत. एवढेच नव्हे तर जीवच मूलतः असेंद्रिय म्हणजे जड पदार्थांपासून उत्पन्न झाला असे वाटू लागले आहे. पृथ्वीच्या प्राचीन प्राणवायू विरहित वातावरणाचा नमुना म्हणून अमोनिया व मिथेन यासारख्या वायूंच्या मिश्रणात नीलातीत प्रकाश व क्ष-किरणे यासारखी ऊर्जाकिरणे सोडून त्यातून जीवांचे घटक असलेल्या अॅमिनोअॅसिडची उत्पत्ति करण्याचे यशस्वी प्रयत्न करण्यात आले आहेत. असाच प्रयोग इतर एखाद्या ग्रहावर नैसर्गिकरित्या झाला असल्याचा पुरावा मिळाल्यास असेंद्रिय पदार्थांपासून जीव उत्पन्न होतात हे सिद्ध करता येईल. या दृष्टीने सूर्यकुलातील इतर ग्रहांवर जीव आहे की नाही याचा शोध घेणे महत्त्वाचे ठरते. अमेरिकेने व्हायेंजर यान मंगळावर पाठवून तेथे एक प्रयोगशाळा उतरवली तेव्हा खगोलवैज्ञानिक व जीवशास्त्रज्ञ यांचे सहकार्य आवश्यक होते.

आणि मंगळावर जरी जीव सापडले नाहीत तरी इतर ताऱ्यांभोवती फिरणाऱ्या एखाद्या ग्रहावर जीव आहेत का याचा शोध नक्कीच घेतला जाईल. व त्यासाठी या दोन विज्ञान शाखांचा परस्पर संबंध वाढणार आहे. परग्रहावर जीवाचा शोध लागला तर त्याचा जीवशास्त्रावर मोठा परिणाम होईल हे निश्चित.

### खगोलविज्ञान वेगळे कसे ?

खगोलविज्ञान व इतर विज्ञानविषय यांच्यात एक मोठा फरक आहे तो ही लक्षात घेतला पाहिजे. इतर वैज्ञानिक अभ्यासीत असलेले पदार्थ प्रयोगशाळेत प्रत्यक्ष हाताळू शकतात. तसेच प्रयोगाची परिस्थिती म्हणजे तापमान, दाब इत्यादि त्यांना पाहिजे तसे बदलू शकतात. पण खगोलवैज्ञानिकांना ते शक्य नसते. कारण अभ्यासले जाणारे तारे व इतर खगोलीय ज्योती त्यांना प्रयोगशाळेत आणता

येत नाहीत. ते दूरवर जेथे व ज्या स्थितीत असतील तसेच अवलोकन करावे लागतो. दुसरी एक शक्यता मात्र त्याला उपलब्ध असते. तारे अनेक असल्यामुळे त्या सर्वांचे वेध घेऊन निरनिराळ्या गुणधर्मांचे तारे त्याला पाहता येतात व त्यावरून एका गुणाबरोबर त्याचा दुसरा कोणता गुण निगडित आहे हे सांख्यिकीचा उपयोग करून त्याला ठरविता येते. अगदी अलीकडे खगोल वैज्ञानिकांनाही इतर वैज्ञानिकांसारखे प्रयोग थोड्याफार प्रमाणात करता येऊ लागले आहेत. चंद्रावर याने व माणसे पाठवून तेथून खडक व माती पृथ्वीवर आणून त्यांचे परीक्षण करू लागले आहेत. मंगळावर प्रयोगशाळा पाठवून प्रयोग करण्यात त्यांना यश आले आहे. परंतु तारे व तारामंडले इतकी दूर आहेत की अजून कित्येक दशके तरी माणसाला त्यांच्यापर्यंत

पोहोचता येणार नाही. म्हणून खगोलवैज्ञानिकांना एक वेगळेच तंत्र विकसित करावे लागले. त्यालाच आजकाल 'रिमोट सेन्सिंग' म्हणतात. खगोलवैज्ञानिकांनी गेल्या शंभर-दीडशे वर्षात विकसित केलेले हे तंत्र निरीक्षणाची दिशा पृथ्वीवरून ताऱ्याच्या ऐवजी कृत्रिम उपग्रहातून पृथ्वीकडे वळवून अवकाशशास्त्रज्ञ आता त्याचा उपयोग करून घेत आहेत.

### रिमोट सेन्सिंग

ताऱ्यांपासून आपल्याकडे गॅमा किरण ते रेडिओ तरंग या विद्युतचुंबकीय तरंगांच्या निरनिराळ्या कंप्रतेच्या लहरी येत असतात. त्यांचा अभ्यास करून खगोलवैज्ञानिक ताऱ्यांबद्दलची माहिती मिळवितात. या तरंगांची दिशा कोणती, तीव्रता किती आहे, त्यांचा रंग कोणता, वर्णपट कसा आहे, ध्रुवन किती व कसे आहे व या सर्वात कालपरत्वे बदल होतो का, झाल्यास किती व कसा होतो इत्यादि मोजणी निरनिराळ्या उपकरणांनी केली जाते. त्यावरून या लहरी जेथून निघाल्या त्या ताऱ्याचे किंवा तारामंडळाचे, अथवा ज्या आंतरतारकेय अवकाशातून आपल्याकडे आल्या त्याचे गुणधर्म ठरवितात. हेच ते खगोलवैज्ञानिकांनी पक्के केलेले रिमोट सेन्सिंगचे तंत्र होय. त्यांच्याच अनुभवाचा फायदा घेऊन आता पृथ्वीची चित्रे अवकाशयानातून काढून त्यांच्या विश्लेषणाने पृथ्वीवरच्या परिस्थितीचा म्हणजे पीकपाणी,

हवामान, प्रदूषण, खनिजस्थाने इत्यादींचे अनुमान केले जाते.

प्रकाश व इतर विद्युतचुंबकीय लहरींचे अवलोकन व विश्लेषण करण्यात खगोलवैज्ञानिकाला इतर विज्ञानशाखांचा, विशेष करून भौतिकीचा फार उपयोग करावा लागतो. दुर्बिणी, प्रकाशाची तीव्रता मोजण्यासाठी लागणारे प्रकाशमापक यंत्र, वर्णपट पहाण्यासाठी लागणारे वर्णपटवेधक यंत्र, ध्रुवनमापक यंत्र, रेडिओ लहरी टिपणारे संग्राहक वगैरे उपकरणे तयार करण्यासाठी भौतिकीचे तंत्र वापरतात. वेध घेतल्यावर त्यांचा अर्थही भौतिकीचे नियम लावून काढता येतो. काही वेळेला भौतिकीचे नियम सरळ लावता येत नाहीत व त्यासाठी गणिताचे साहाय्य द्यावे लागते. उदाहरणार्थ सूर्याचा पृष्ठभागच आपण पाहू शकतो व प्रत्यक्ष अवलोकनाने त्यांचे गुणधर्म जाणू शकतो. परंतु त्याच्या अंतरंगातील परिस्थिती प्रत्यक्ष अवलोकनावरून ठरविता येत नाही. त्यासाठी भौतिकीच्या नियमांनुसार समीकरणे लिहून गणिती तंत्राने त्यांचे फलन करावे लागते. अशा पद्धतीने सूर्याच्या व इतर ताऱ्यांच्या केंद्रभागात तापमान, दाब इत्यादी किती आहेत ते कसे काढतात हे पुढील भागात स्पष्ट करून सांगण्याचा मी प्रयत्न करीन. ■

लेखक : कृ.दा. अभ्यंकर, हैद्राबाद येथील खगोल भौतिक शास्त्रज्ञ आणि विज्ञानप्रचारक, सातत्याने विज्ञान लेखन करतात.



## पालकनीती

### पालकत्वाला वाहिलेले मासिक

मुलांच्या विकासात शिक्षणाचा आणि शिक्षकांचा मोठा वाटा असतो. त्यामुळे पालक आणि शिक्षक दोघांच्या दृष्टिकोनातून विचार करून 'पालकनीती' ठरवायला हवी.

या विचारांसाठी व्यासपीठ -पालकनीती. हे मासिक जरूर वाचा.

वार्षिक वर्गणी रु.१२०/-

**पालकनीती परिवार**, अमृता क्लिनिक, संभाजी पूल कोपरा,  
डेक्कन जिमखाना, पुणे ४. फोन : २५४४९२३०

# व्हेनिसचा सर्वश्रेष्ठ चित्रकार - टीशियन

लेखक : राम अनंत थत्ते

व्हेनिस शहराच्या सौंदर्यामध्ये आपल्या कलेने वाढ करणारा जर कुणी असेल तर तो म्हणजे टीशियन (टीझिअॅनो व्हेसिलीओ). शेतकरी आणि सैनिक असलेल्या कुटुंबात १४८२ साली आल्प्स पर्वताच्या पायथ्याशी असलेल्या सरोवरांनी वेढलेल्या आणि समुद्र किनारपट्टीवर असलेल्या अरण्यासारख्या अप्रतिम सौंदर्याने वेढलेल्या प्रदेशात टीशियनचा जन्म झाला. लहानपणापासूनच पहाडी जीवन, समुद्र सहवास, सरोवरांच्या सौंदर्याचा त्याच्या मनावर जबरदस्त प्रभाव पडला तो पुढे त्याच्या जवळपास प्रत्येक पेंटिंगमध्ये दिसतो.

असे म्हणतात की लहानपणी रंगीत फुलांमधून त्याने रस काढून त्या रंगांनी 'मॅडोना व चाइल्डचे' पेंटिंग काढले होते. ते सुद्धा त्याच्या घराच्या भिंतीवर. शाळेत मात्र तो कधी गेला नाही परंतु त्याच्या वडिलांनी त्याच्यातील सुप्तगुण ओळखून त्याला त्याच्या काकाकडे व्हेनिस येथे पाठवले. तेथे त्याने क्राफ्ट शिकावी अशी इच्छा. तेथे

डिझाइन व रंगाचे ज्ञान घेऊन काही मोझॅकची कामे करून जिओवेनी बेलीनी ह्या सुप्रसिद्ध चित्रकाराच्या स्टुडीओत पुढले शिक्षण घेण्यासाठी टीशियन गेला. बेलीनी हा उत्कृष्ट शिक्षक होता. त्याने टीशियन मधील उपजात असलेली रंगांची आवड व स्वतःची रूपाकारात असलेली कमतरता बघून टीशियनकडून फक्त ड्राईंगच करून घेण्याचा सपाटा लावला. अशा रीतीने बेलीनीनीच टीशियनला स्वतःचा मार्ग स्वतःच



शोधण्यास प्रवृत्त केले. बेलीनीनीचा आणखी एक शिष्य जिओर्जिनने टीशियनच्या मदतीने बेलीनीच्या ठोकपिटीच्या शिकवणी पासून दूर जाऊन पेंटिंग सुरू केली. मॉडेल म्हणून घेतलेली माणसे स्वतःला कशी दिसतात, भासतता तशीच रंगवून ती पूर्ण केली. दोघे जण स्वतः निवडलेल्या मार्गामध्ये इतके रमून गेले, त्यांनी इतकी प्रगती केली की काही वर्षांनी बेलीनीचे चित्र कोणते व टीशियनचे कोणते हे कुणाच्याच लक्षात येईनासे झाले.

एक दिवस जिओर्जिनने बेलीनीच्या स्टुडीओला रामराम ठोकला तसे टीशियन पण स्वतःचे साहित्य गुंडाळून जिओर्जिनच्या बरोबर गेला. फोन्डेको डाय टेडेस्की (जर्मन



वेअर हाऊस) च्या नवीन बिल्डींगसाठी भिंतीचित्रे करून हवी होती म्हणून ह्या दोघांनी नवीन काम हाती घेतले. जिओर्जिनने वेअरहाऊसच्या खाजणीच्या (Lagoon) समोरील भिंतीवर भिंतीचित्र काढले व वेअरहाऊसच्या मागील भिंत टीशियनने रंगवली. तेथील रस्ता मात्र खूपच अरुंद होता. येणारे जाणारे लोक दोघांचीही भिंतीचित्रे तयार होत असताना मुद्दाम थांबवून बघत असत. सर्वांच्या बोलण्यात मात्र 'टीशियनचे काम जिओर्जिनपेक्षा खूपच छान आहे' असे येत असे त्यामुळे काही कारण नसताना जिओर्जिनच्या मनात टीशियन बद्दल तेढ निर्माण होऊन दोघेजण एकमेकांपासून दुरावले गेले. नंतर दोन वर्षांनी जिओर्जिन निधन पावला व त्याची अर्धवट राहिलेली कामे मित्रकार्य म्हणून टीशियनने पुरी केली.

जिओर्जिन निधन पावला व बेलीनी हा वृद्धावस्थेत थकलेला. त्यामुळे टीशियनला 'व्हेनिसचा प्रथम चित्रकार' म्हणून मान मिळाला. लगेचच त्याला फ्रारी (Friars) चर्चचे २३ फुट x १२ फुटाच्या चित्राचे काम मिळाले. त्यामध्ये मोठमोठ्या आकृती व रसरसणारे रंग होते. सर्व व्हेनिस शहर त्या चित्राच्या उद्घाटनाकरता लोटले होते. परंतु फारच थोड्या जणांनी त्या चित्राला टाळ्या वाजवून दाद दिली. चर्चच्या फादरने टीशियनचे मानधन पण बाकी ठेवले. मात्र



त्याने गावातील एका न्हाव्याच्या मुलीला 'सेसिलीया'ला तेथे ठेवले. तिच्यापासून त्याला दोन मुले पण झाली. परंतु पुढील बाळंतपणाच्या वेळी मुलगी झाली व सेसिलिया खूपच आजारी पडली तेव्हा त्याने एका धर्मोपदेशकाला व सोनाराला बोलावणे पाठवले. धर्मोपदेशकाने सेसिलिया व त्याच्या लग्नाचे मंत्र पठण केले व सोनाराने वेडींग रिंगज

त्या चर्चमध्ये नंतर चित्रकारांचे तांडेच्या तांडे येऊन चित्राच्या काँपी करावयास लागले. स्पेनच्या दरबारातर्फे एकजण येऊन टीशियनच्या चित्रासाठी आपल्या बॅगेतून सोन्याच्या लगडी काढून चित्र विकत घेण्यासाठी हटून बसला. चर्चच्या फादरने टीशियनचे मानधन ताबडतोब देऊन टाकले.

एवढे सर्व यश पदरात पडून देखिल टीशियन आपल्या आल्प्सच्या पायथ्याशी असलेल्या घराशी एकनिष्ठ राहिला. ज्यावेळी त्याला रिकामपण मिळत असे त्यावेळी तो तेथे जाऊन स्वतःचे मन तेथील निसर्गात रमवून टाकत असे. त्यापासून स्फुर्ती मिळवत असे. त्याच्या पेंटीगजमधून तुम्हाला कालवे अथवा छोट्या छोट्या बोटींची चित्रे कधी दिसणार नाहीत पण आल्प्सपर्वतामधील उंच उंच सूचीपर्ण वृक्ष वा गाठीगाठीनी भरून गेलेल्या खोडांची विस्तीर्ण झाडे दिसतील. आपले गावातील घर सांभाळण्यासाठी म्हणून

बनवून दिल्या. नंतर लगेचच टीशियनच्या नशिबी एकाकी जीवन आले.

सुरुवातीच्या काळात टीशियनची चित्रे ही जिऑर्जिअनच्या चित्रांसारखीच असत. त्याचा पगडा त्याच्यावर खूपच होता. नंतर मात्र स्वतःचा ठसा त्याच्या चित्रांमध्ये उमटावयास लागला. मनुष्याच्या शरीर कांतीचा रंग तो कारनेशियन रंग पांढऱ्यावर



रंगवून व त्यावर पुन्हा पांढरा रंग वापरून अफलातून असे काम करावयाचा. त्यानंतर तो 'बॉडीकलर' इतका प्रसिद्ध झाला की पॅलेट नाइफ जर चुकून त्या शरीराच्या भागाला लागला तर तेथून भळाभळा रक्त येईल असे वाटत असे. टीशियन स्त्रियांचे केस सोनेरी, लाल व पिवळ्या रंगाने रंगवत असे. त्यामुळे त्याचे नाव प्रत्येक भाषेमध्ये प्रसिद्ध झाले. त्याची न्यूड पेंटीगजपण नाजुकपणा अन सौंदर्यातील मार्दव दाखवत असत.

आयुष्याच्या उत्तरार्धात ह्या ठिकाणाहून त्याठिकाणी प्रवास करून कुठल्यातरी भिंतीवर चित्र काढणे, अथवा राजे, महाराजे, सरदार, चांगले व्यापारी ह्यांची पोर्ट्रेट्स काढणे हे एवढेच काम तो धंदेवाईक रित्या करीत असे. त्याला कुणी चित्र काढ म्हणून सांगितले तर तो ते काम करीत असे. एखाद्या

पार्टीने त्याचे सांगितलेले किंवा ठरवलेले पैसे दिले नाहीत तर तो पत्रावर पत्रे लिहून त्या माणसाला बेजार करीत असे.

चार्लस पाचवा, ह्याच्या सांगण्यानुसार त्याने चार्लसचे घोड्यावरती बसलेले पोर्ट्रेट काढले आहे. १५३० साली चार्लस ने टीशियनला बोलावून त्याला कॅथालीक मॅजिस्ट्रीचे चिलखत घातलेले पोर्ट्रेट काढावयास सांगितले. ते काढून झाल्यावर राजेसाहेब इतके खुष झाले की त्यानी एक हजार सोन्याची नाणी बक्षिस म्हणून दिली.

एकदा रोमन बादशहा पाचव्या चार्लसच्या राजवाड्यात टीशियन पेंटीग करत असताना त्याच्या हातातील ब्रश उडून खाली पडला ते पाहून पेंटीगचे काम बघत असलेल्या बादशहाने ताबडतोब तत्परतेने पुढे होऊन तो खाली पडलेला ब्रश उचलून टीशियनच्या



हातात दिला. त्याने टीशियनला 'नाइट ऑफ दी गोल्डन स्पर' ही पदवी दिली व त्याच्या मुलांना पण सरदारकी दिली.

१५७६ साली प्लेगमुळे टिशियनचा मृत्यु झाला. बादशहा चार्लसने व त्याच्या मंत्रीमंडळाने फ्रारीच्या चर्चमधील कबरस्तानातच त्याची कबर तयार केली. सर्व व्हेनीस त्याच्या दफनक्रियेला साश्रुपूर्ण अवस्थेत लोटले होते. ही त्याने केलेल्या कामाची एक प्रकारची पावतीच म्हणावयाची.



लेखक : राम अनंत थत्ते, शिल्पकार. अर्जिठा येथील गुंफांचा विशेष अभ्यास, 'अर्जिठा' हे पुस्तक प्रकाशित अक्षरमुद्रा प्रकाशन



निर्मळ

# रानवारा

रानवारा महिन्यातून एकदा मुलांना भेटायला येतो. मुलं फक्त उद्याची नागरिक नाहीत, आजचं मूल म्हणून आनंदानं जगण्याचा त्यांना हक्क आहे. मुलांचं मनोरंजन करावं, त्यांना खूप खूप माहिती द्यावी, भरपूर आनंद द्यावा - यासाठी रानवारा आहे.

अंकाची किंमत रु. १५/- वार्षिक वर्गणी रु. १५०/- सहामाही वर्गणी रु. ७५/-  
द्विवार्षिक वर्गणी रु. ३००/- आजीव सभासद फी रु. २०००/-

वंचित विकास संचलित - रानवारा  
४०५/९ नारायण पेठ, मोदी गणपतीमागे, पुणे ४११ ०३०.  
फोन - २४४५४६५८, २४४८३०५०

# हवामान बदल व शाश्वत ऊर्जा

भाग २

लेखक : सर जॉन हॉटन • अनुवाद : प्रियदर्शिनी कर्वे

मागच्या लेखात आपण पाहिलं, की औद्योगिक क्रांती झाल्यापासून आजतागायत हवामानात झालेला बदल हा त्यापूर्वीच्या नैसर्गिक बदलांच्या तुलनेत खूपच मोठ्या प्रमाणावर आणि झपाट्याने झालेला बदल आहे, आणि त्यामुळे एकंदरच सजीव सृष्टीला या बदलाशी जुळवून घेणं अतिशय अवघड जात आहे.

हवामानात होणाऱ्या बदलाचा एक दृश्य परिणाम म्हणजे तापमान वाढ. या तापमानवाढीचे मानवी जीवनावर काय परिणाम होऊ शकतात ?

एक म्हणजे जागतिक तापमानवाढीमुळे महासागराचं पाणी तापून प्रसरण पावेल आणि समुद्रांच्या पातळीत वाढ होईल. एका अंदाजानुसार ही वाढ दर शतकात अर्धा मीटर इतकी असेल. प्रथम पृष्ठभागावरील पाणी तापेल, मग हळूहळू ही तापमान वाढ समुद्राच्या तळापर्यंतच्या थरांमध्ये होत जाईल. त्यामुळे ही एक प्रदीर्घ काळ - कित्येक शतकं - चालणारी प्रक्रिया असेल.

या प्रक्रियेचा फटका बसेल तो समुद्रसपाटीजवळच्या वसाहतींना. अनेक सखल भागांचं संरक्षण करणं अशक्य आहे. उदा. बांग्लादेश (इथे सध्याच्या समुद्रसपाटीपासून १ मीटर उंचीपर्यंतच्या भागात जवळ जवळ १ कोटी लोक रहातात.) चीनचा दक्षिण भाग, तसेच हिंद आणि प्रशांत महासागरातील अनेक बेटे पाण्याखाली जातील आणि कोट्यवधी लोक देशोधडीला लागतील.

या दीर्घकालीन प्रक्रियेबरोबरच अनेक तात्कालिक आपत्तींनाही आपल्याला तोंड द्यावे लागणार आहे. २००३ साली मध्य युरोपात उन्हाळ्यात तापमान सरासरीपेक्षा कितीतरी जास्त वर चढलं. यामुळे २०,००० लोकांना प्राण गमवावे लागले. अतिशय प्रगत अशी समाजव्यवस्था असलेल्या प्रदेशात केवळ तीव्र उन्हाळ्यामुळे एवढी मोठी मनुष्यहानी झाली. हवामानाच्या अभ्यासावरून असं दिसतं की, युरोपात असे उन्हाळे २१ व्या शतकाच्या मध्यापर्यंत



पाण्याची पातळी वाढल्यामुळे प्रभावित क्षेत्र

नेहमीच येऊ लागले असतील, आणि २१०० सालापर्यंत अशा उन्हाळ्यांना लोक तुलनेने थंड समजायला लागले असतील.

पाणी हा आजच्या घडीला एक अमूल्य स्रोत बनला आहे. जागतिक तापमानवाढीमुळे पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरून पाण्याचे आत्तापेक्षा अधिक बाष्पीभवन होईल. यामुळे वातावरणातील बाष्पाचे प्रमाण वाढेल, आणि बाष्पाचे संघनन होण्याचे प्रमाणही वाढेल. बाष्पाचे संघनन होऊन ढग तयार होण्याच्या प्रक्रियेत ऊर्जा बाहेर फेकली जाते. संघननाच्या प्रक्रियेत बाहेर पडणारी ऊर्जा पर्जन्यचक्र चालवत असते. म्हणजेच हवेतील बाष्पाचे संघनन होऊन ढग तयार होण्याचे

प्रमाण वाढण्याचा एक महत्त्वाचा परिणाम म्हणजे वातावरणातील ही ऊर्जा आणखी वाढेल. या ऊर्जेचे प्रमाण वाढण्याचा अर्थ पर्जन्यचक्राची तीव्रता वाढणार. यामुळे काही ठिकाणी नेहमीपेक्षा जास्त पाऊस पडेल, तर काही मुळातच कमी पावसाच्या प्रदेशांना अधिक तीव्र दुष्काळांना तोंड द्यावे लागेल. सर्वसाधारणतः पूर आणि दुष्काळ या दोन आपत्ती मानवी वसाहतींमध्ये सर्वात जास्त नुकसान करतात, असा आत्तापर्यंतचा आपला अनुभव आहे. त्यामुळे अतिवृष्टी आणि दुष्काळ अधिक तीव्र होणे,

त्याचप्रमाणे त्यांच्या प्रमाणात वाढ होणे, या दोन्ही गोष्टी आपल्यासाठी सर्वात हानीकारक ठरणार आहेत. आशिया आणि आफ्रिका या दोन्ही खंडांत मुळातच पूर आणि दुष्काळांचे प्रमाण अधिक आहे. या दोन्ही खंडात हवामान बदलाचे हे परिणाम अधिक तीव्रतेने जाणवतील, आणि मोठ्या प्रमाणावर नुकसानही करतील. याच शक्यतेमुळे हवामान बदलाची तुलना महासंहारक शस्त्रांशी केली जाते.



अनुवाद : प्रियदर्शिनी कर्वे, समुचित एनव्हायरोटेक प्रा.लि. या संस्थेच्या संचालक.

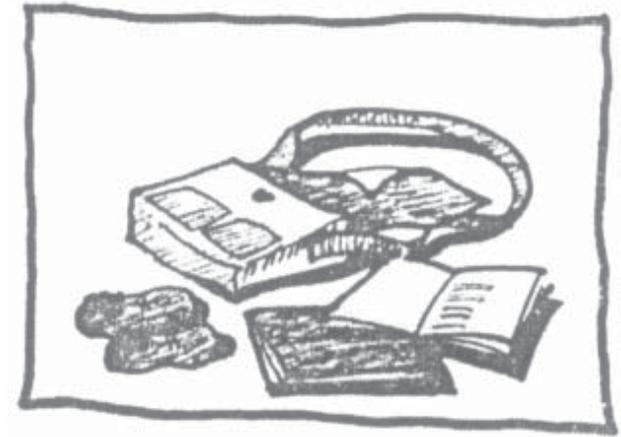
## एक सुधदा कमी नको!

अनुवाद : नागेश मोने

शुईजिआन नावाचं एक गाव चीनमध्ये आहे. त्यागावातील जमीन शेती करण्यालायक नाही आणि शेतीसाठी तेवढे पाणीही नाही. शुईजिआन गावाची लोकसंख्या सुमारे हजारभर असेल नसेल. आसपासच्या कारखान्यात मोलमजुरी करून लोक पोट भरतात किंवा किरकोळ भाजीपाला पिकवून. काही शहराकडे पळ काढतात आणि उपजीविकेचे मार्ग शोधतात. मग गावात राहतात वयस्कर, आजारी माणसं आणि मुले मुलंही अशी की जी मजुरी करू शकत नाहीत.

गावात एक प्राथमिक शाळा आहे. मुलांची संख्या आहे २८. सगळे एकाच वर्गात बसतात. कारण उघड आहे, शाळेत खोली एक आणि शिक्षकही एकच. सकाळी जी मुलं

शाळेत येतात ती सायंकाळपर्यंत शाळेतच असतात. दिवसभर शिक्षक जे शिकवितात ते शिकत राहतात. तसे शिक्षक समजूतदार आहेत. संपूर्ण दिवसात फळ्यावर लिहिण्यासाठी त्यांना एक खडू पुरतो. अक्षरही अगदी बारीक बारीक काढतात. उगीच मोठी अक्षरे काढली तर खडू जास्त लागेल की ! खडू आणायचे तर पैसे लागतात आणि पैसे कुठून आणणार? शिवाय शाळेतच मुकाम करणाऱ्या चार मुलांची दोन वेळच्या जेवणाची सोय तरी त्यांनाच करावी लागते.



त्यासाठी शाळेचे पैसे खर्च होतातच की.

एखाद्यावेळी शिक्षकांची आई आजारी पडली की तिच्याकडे पाहण्यासाठी त्यांना हे गाव सोडून त्यांच्या गावी जावे लागतेच. अशावेळी शाळेचे काय करणार? जोपर्यंत मुलांना शिकवायला दुसरा कुणी येत नाही तोपर्यंत ते हे गाव सोडूच शकत नाहीत, मग आसपासच्या शाळेत वा वाडीत तसं कळवलं जातं आणि शेजारच्या वस्तीतून वेई मिंजी नावाची शिक्षिका पाठविली जाते.

तिला बघून शिक्षकांना आश्चर्यच वाटते. ती असूनअसून असते, फक्त १३ वर्षांची बहुधा ती स्वतःहायस्कूललाही गेली नसावी. चेअरमन माओची प्रशंसा करणार गीत तेवढं येतं तेही पूर्ण नाहीच. पण तिला वाचायला येतं आणि पुस्तकात बघून का होईना लिहायलाही येतं या एवढ्या योग्यतेवर, शिक्षक तिला खडूच्या १५ जोड्या देतात आणि आईला पाहण्यासाठी निघून जातात.

जाताजाता शिक्षक तिला एवढं सांगायला विसरत नाहीत, “दुपारची उन्हां सरेपर्यंत

कुठलाही परिस्थितीत मुलांना अभ्यासात गुंतवा आणि हो, मी परत येईपर्यंत शाळेतून एकही मूल कमी होणार नाही असं पहा. एक सुध्दा कमी नको” एखाद्याने जरी शाळा सोडली तर पगार मिळणार नाही असंही त्यांनी बजावले. ते येईपर्यंत जर एकानेही शाळा सोडली नाही तर तिला ते दहा युआन जादा देतील असंही त्यांनी सांगितले.

आता परिस्थिती अशी की मुलं ब्रात्य आणि दंगामस्ती करणारी तर शिक्षक अनुभव शून्य. फळ्यावर काही अक्षरं काढून ती काढायला मुलांना सांगून ती वर्गाबाहेर गेली. काही मुलं टवाळक्या करू लागली, काही गोंधळ घालू लागली. कुणी कुणाच्या खोड्या काढू लागले तरी कुणी आरडाओरडा एकुणात काय वर्गात गोंधळ फळ्यावरचे लिहा म्हणून वेई मिंजी सांगू लागली तर फळ्यावर लिहिलेलं आम्हाला काही कळत नाही असं मुलं म्हणू लागली. काय करणार वेई मिंजी?

या मुलात सांग हुडके नावाचा एक मुलगा



होता. तो अगदीच ब्रात्य, दंगेखोर, उडाणटप्पू म्हणून प्रसिध्द होता. आपलं काम चुपचाप करणारेही बरेचजण होते. झांग मिंगहान ही मुलगी समजूतदार खरी पण अडगी होती. तिने झांग हईकेबद्दल वेई मिंजीकडे तक्रार केली. हळूहळू वर्गात एकमेकांबद्दल तक्रारीच तक्रारी सुरू झाल्या. या गोंधळात एक स्टूल पडले. झाले, वर्गात दोन गटात मारामारी सुरू. या सगळ्यात सगळ्या खडूंचा चुरा दुसऱ्या दिवशीही वर्गात नुसता गोंधळ. त्या झांगने आज मिंगशानची डायरी हिस्कावून घेतली आणि तो जोरजोरात वाचू लागला. वेईमिंजिकडे भांडण सोडविण्यासाठी आले. पण वेईमिंजीला ‘शांत बसा, अभ्यास करा,’ एवढचं सुचतयं. तिसऱ्या दिवशी वेईमिंजीच्या लक्षात येत की वर्गातला दंगाखोर विद्यार्थी गायब आहे. दुसरी मुलं बाईना सांगताना की मोठ्या मुलांबरोबर आणि सन झीमेई नावाच्या मुलीबरोबर तो शहरात गेला आहे. झांग हुडकेला वडील नसतात व आई अतिशय आजारी असते. घरावर कर्जाचा बोजा असल्याने, तो कमी करण्यासाठी, असल्या शिक्षणापेक्षा काम शोधणे त्याला अगत्याचे वाटत असते. कामाची आवश्यकता हा वेईमिंजीच्या दृष्टिने महत्त्वाचा मुद्दा नसतो. तिला त्या शिक्षकांची बोलण आठवत असत. ‘मी येईपर्यंत एकही मूल कमी होता कामा नये.’ ‘एकसुध्दा कमी नाही!’ गावातला सरपंच हात झटकून

मोकळा होतो. कुणाला तरी शहरात पाठवून हुडकेला परत आणणे शक्य होते. पण आणणार कोण?

मग स्वतःच त्या शहराला जाण्याचे वेई मिंजी ठरवते. शहराला जाणे काही कठीण नव्हते. पण भाडेखर्च कुठून आणावयाचा? एकाचा नाही, तीन जणांचा एकूण खर्च होणार. एक जणाचे जाण्यासाठी व दोघांचा परत येण्यासाठी. काही शिल्लक खडू व कपडे याखेरीज आणखी काय मालमत्ता होती तिच्याकडे! शिवाय खर्च किती येणार हे कुठे ठाऊक होते तिला? एका मुलाने मात्र, तो त्याच्या आईबरोबर एकदा गेला होता. त्यावेळचा अंदाजे खर्च सांगितला तिला. त्यावरून किती पैसे लागणार याचा तिने अंदाज केला. वर्गातील विद्यार्थी आपल्याकडील छोटी मोठी रक्कम, खरे-खोटे पैसेही त्यात ओघानेच आले, शिक्षकांना देतात. अर्थात ही रक्कम तोकडीच असते. आपण शेजारच्या वीट भट्टीवर मजुरी करून काही रक्कम जमा करूया असं एकजण म्हणाला. वेई मिंजी, आपल्या मुलांसमवेत वीट भट्टीवर जाऊन पोहोचली. काही कुणाला न विचारता मुलं एका ठिकाणच्या वीटा दुसरीकडे हलवू लागतात. काही विटा खाली पडतात, काही तुटतात, दंगा ऐकून वीट भट्टीच्या मालक तिथं येतो आणि या वानरसेनेला बघून वैतागतो. पण त्यांची समस्या ऐकल्यावर मात्र त्याला दया येते व

स्वतःकडील काही रक्कम तो त्यांनी देतो.

आता तर वेई मिंजीकडे भाडे खर्चापेक्षा जास्त रक्कम जमा होते. वेईमिंजीला वाटते, या मुलांनी किती मेहनत केली! त्यांच्यासाठी शीतपेय मागवावयास हवे. केवळ जाहिरातीमध्येच त्यातील सर्वांनी शीतपेय पाहिले होते. त्याची चव, स्वाद कुणालाच ठाऊक नव्हता. वेईमिंजीने शीतपेय मागवले. प्रत्येकाला थोडेथोडे दिले. आणि सारीच्या सारी बच्चे कंपनी आपल्या शिक्षकांना सोडायला स्टँडवर आली. तिथं आल्यावर चौकशी केल्यावर कळालं की तीन जणांच्या तिकिटाचं सोडा पण त्या पैशात एकाचंही तिकीट काढता येणं शक्य नव्हतं. वेई मिंजीन तिकीटा शिवाय प्रवास करावा असा कोणीतरी म्हणतं पण त्या पकडलया गेलया तर किती बदनामी होईल मग सर्वच मुलांनी गाडीत चढायचे आणि कंडक्टरला शिक्षिकेपर्यंत पोहचू द्यायचं नाही अशी शककल त्यांना सुचते. पण हाय रे देवा ! ही युक्ती काही सफल होत नाही. कंडक्टर त्यांना खाली उतरवतो आणि वेईमिंजीही उतरते.

ती उतरते की काहीही झाले तरी ती परत फिरणार नाही. ती चालत चालत शहराकडे जाते. झांग हुईके च्या पत्त्यावर बरोबर पोहोचते. त्याच्या चंचल स्वभावामुळे तो रेल्वेस्टेशनवर हरवला असं सम झिमेई त्याला सांगते. ही झिमेई तीच, जिच्याबरोबर हुईके शहरात आला होता. त्याला शोधण्याचा

प्रयत्न त्या दोघी करतात पण व्यर्थ. स्टेशन सोडून हुईके गावात भटकू लागतो. पण भुकेचं काय करणार? तो हॉटेल अथवा धाब्याच्या बाहेर थांबू लागला. त्याच्या या वागण्याने गिन्हाईकावर परिणाम होऊ नये म्हणून एक मालकीण त्याला खूप खायला देते. हुईके त्याच धाब्यावर छोटे मोठे काम करू लागतो.

स्टेशनवर उदासपणे बसलेली वेई मिंजी विचार करीत असते. एक महिला तिला सल्ला देते. मूल हरविल्याचे प्रकटन स्टेशनच्या आसपास लाव. आपल्याकडचे पैसे खर्च करून वेई-मिंजी कागद, पेन आणि रंगीतशाई विकत आणते. रात्रभर जागून पाच पन्नास कागदांवर ती हुईके हरविला आहे याची जाहिरात करते. स्टेशनवर बसलेला एक माणूस मात्र म्हणतो, “इतक्या फिकट रंगात, गिचमिड अक्षरात लिहिलेलं वाचतो कोण? शिवाय त्यात पत्ताही लिहिलेला नाही. कुणाच्या मनात मदत करावयाची इच्छा झाली तर करायची कुठं?” भुकेनं ग्रस्त, थकलेल्या वेईमिंजीला वाटले की आपल्या बुध्दीने जणू काम करायचे बंदच केले आहे. “काय करावे” म्हणून ती त्या गृहस्थाच्या मागेच लागते. तिला टाळण्यासाठी तो तिला सल्ला देतो, “दुरदर्शनवर जाहिरात कर जा” मग वेईमिंजी आसपासच्या लोकांना दुरदर्शनचा स्टुडिओ कुठं आहे म्हणून विचारत राहते.

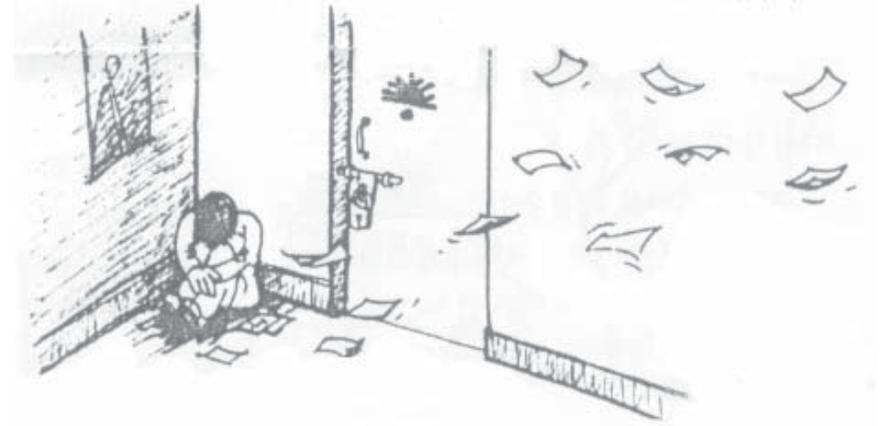
पण एक खेड्यातील मुलगी दुरदर्शनच्या स्टुडिओत जाऊन करणार काय? कोण

एकायला बसलं आहे तिचं? तिच्याकडे जाहिरातीची रक्कम आहे, का कुणाची शिफारस आहे ! आपण शिक्षक असल्याचं तरी प्रमाणपत्र कुठं आहे तिच्याकडे? तिथल्या चौकशी अधिकाऱ्याच्या पुढे तिला काय करावे कळत नव्हते. त्या अधिकाऱ्याच्या कुठल्याही प्रश्नाचं उत्तर तिच्याकडे नव्हते. ती त्या अधिकाऱ्यालाच विचारते; काय करावे सांगा तुम्हीच. तो अधिकारी तिला दूरदर्शन स्टुडिओच्या मुख्य अधिकारी आहेत का म्हणून विचारीत राहते. गाड्यातून जाणारे वेगाने जात असल्याने त्यांना तिला विचारता येत नाही कुणाला विचारायचं राहू नये म्हणून तिला काही वेळा पळत जावे लागे सायकलवाल्यापर्यंत.

सगळा दिवस निघून जातो. संध्याकाळ होते. कार्यालये बंद होतात व रस्ते अगदी सुनसान. मुख्य अधिकारी काही भेटत नाहीत. वेई मिंजी गलितगात्र होऊन दरवाज्यासमोर

झोपी जाते. वाऱ्यामुळे तिच्याकडे कागद इतरस्ततः विखुरले जातात. सफाई कामगार ते झाडूनही टाकतात. थंडी असल्याने गारठलेल्या स्थितीत ती झोपी जाते. सकाळ झाल्यावर ती पुन्हा एकदा मुख्य अधिकाऱ्याच्या शोधात मग्न होऊन जाते.

दुपार झाल्यावर, कुणीतरी त्या मुख्य अधिकाऱ्यांना सांगते की एक खेडूत मुलगी गेले दोन दिवस दरवाज्याच्या आसपास रेंगाळते आहे. तो खिडकीतून खाली वाकून पाहात राहतो. एक मुलगी कुणाकुणाला विचारताना, चौकशी करताना त्याला दिसते. त्याला ते दृश्य कसेतरीच वाटते. “का नाही अगोदर सांगितलेत!” त्याने विचारले “नियमांचे पालन तारतम्याने व ताळमेळ लक्षात घेऊन करायचे. काही माणूसकी आहे की नाही!” त्याच्या मनात कर्मचाऱ्यांबद्दल राग आला. तो स्वतःच उठतो आणि वेई मिंजीला कार्यालयात घेऊन येतो. आता तिला





स्वागतासाठी सर्वात पुढे असतो.

वेई मिंजीच्या ऐवजी गावचा पुढारी शहरात गेला असता तर हुईके त्याला मिळाला असता? मिळालाही असता खरा; पण त्याचं मन असं बदलेलं असतं? तो स्वतःहून असा परतला असता? भेटवस्तू आणि पैसे असे मिळाले असते? शाळेची डागडुजी आणि हुईकेचे कर्ज त्याने भागविले असते?

आकाश ठेंगणे वाटते.

एका विशेष कार्यक्रमात, कॅमेऱ्याच्या समोर बघून, हुईकेने परत यावे म्हणून आवाहन करता करता तिच्या डोळ्यात पाणी येते. पाहणाऱ्यांच्या व धाब्यात भांडी धूत असलेल्या हुईकेच्या अंतःकरणाला पीळ पडेल अशा तिच्या आवाहनाने सारे सारे स्तंभित होतात. शेवटी त्या शिक्षिकेला तिचा हरवलेला विद्यार्थी मिळतो इतकेच नाही तर झालेला खर्च, भेटी, वस्तू, फर्निचर आणि रक्कमही मिळते.

वेईमिंजी आणि हुईके एका सजविलेल्या गाडीतून, दुरदर्शनच्या लोकांसमेवत गावात पोहोचतात. गावात सर्वांना आश्चर्य वाटते. सारे चकित होतात. वेईमिंजीने शहरात जाऊ नये म्हणून सांगणारा गावाचा पुढारी तिच्या

या मुलांबरोबर या शिक्षिकेचे नाते जुळलेले होतेच पण पुढे परिक्षा उत्तीर्ण व्हावेच लागले. वेई मिंजी आता नेहमीची नाही राहिली. ती आता 'वेगळी' वेई मिंजी झाली आहे.



'नॉट वन लेस' दिग्दर्शक झांग यिमू या चिनी चित्रपटाची मूळ कथा - चकमक, फेब्रुवारी, मार्च २००७ मधून आभार.

अनुवाद : नागेश मोने, सांगली येथे मुख्याध्यापक विज्ञान व गणित शिकवितात.

## - संदर्भचे प्रतिनिधी -

- १) श्री. नंदलाल जोशी, चंद्रमा - १७ ब, अंकुर, महाबँक सोसायटी, सावेडी रोड, अहमदनगर ४१४ ००१. फोन - ०२४१-२३२३६०७
- २) श्री. राजेंद्र गाडगीळ, सृजन व्यक्तीमत्त्व विकास प्रकल्प २३७, शिवाजीनगर, जळगाव - ४२५ ००१, फोन - ०२५७-२२२३९७१, मो. : ९४२३९७३११५
- ३) श्री. प्रकाश खटावकर, ३०४, सोमवार पेठ, सातारा, फोन - ९४२११२१३१९
- ४) श्री. शरद जोशी, ग्रंथ प्रसारक, अमर कल्पतरु को-ऑप. सोसायटी, देवी चौक, शास्त्रीनगर, डोंबिवली, (प.) जि. ठाणे फो-०२५१-२४८६९६७
- ५) सौ. स्मिता जोगळेकर, एम-२५२, रिझर्व्ह बँक क्वार्टर्स, नॉर्थ अॅव्हेन्यू, सांताक्रुझ प.मुंबई-५४ फो - ०२२- २६६०२९४७
- ६) श्री. अरूण केशव खाडीलकर, १३ अ, आनंदवन हौसिंग सोसायटी, आरटीओ ऑफीसजवळ, विजापूर रोड, सोलापूर - ४१३ ००४ फो - ९८५००९३६२३
- ७) राजीव तांबे, ए/२०२, पुर्णिमा दर्शन, श्रीखंडे वाडी, डोंबिवली - ४२१ २०१ email : rajivcopper@yahoo.com.in
- ८) समुचित एन्व्हायरो-टेक प्रा.लि., फ्लॅट क्र.६, एकता पार्क को.ऑप.हौ. सोसा. निर्मिती शोरूममार्गे, लॉ कॉलेज रस्ता, पुणे ४११ ००४. फो - ०२०-२५४६०१३८
- ९) साधना मीडिया सेंटर, ४३१ शनिवार पेठ, वीर मारुती मंदिराजवळ, पुणे ३०.

## 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, इ-७, एचआयजी, ४५३,

अरेरा कॉलनी, भोपाळ-४६२०१६

सभासदत्व नोंदणी

वार्षिक सहा अंक	किंमत	हवे असतील त्यापुढे ✓ खूण करा.
मागील उपलब्ध सर्व अंक (३२)	रु. ६५०/-*	
वार्षिक वर्गणी	रु. १२५/-	
एकूण		बँक ड्राफ्ट / चेक <sup>+</sup> / मनी ऑर्डर

\*(पोस्टेजसाठी रु. ६०/- जादा पाठवावेत.)

शैक्षणिक संदर्भच्या वर्गणीसाठी रु. ....

बँक ड्राफ्ट/चेक/मनीऑर्डरने संदर्भ च्या नावे पाठविले आहेत.

+ पुण्याबाहेरच्या चेकसाठी वरील रकमेवर रु. १५/- अधिक पाठवावेत.

बँक ड्राफ्ट आणि चेक 'संदर्भ सोसायटी' नावे पाठवावे.

नाव \_\_\_\_\_

पत्ता \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

फोन :

तारीख

संदर्भबद्दल माहिती कोणाकडून मिळाली \_\_\_\_\_

संदर्भ, १) द्वारा पालकनीती परिवार, अमृता क्लिनिक,  
संभाजी पूल कोपरा, कर्वे रोड, पुणे ४११ ००४.

२) १३१/२९, वंदना अपार्टमेंट्स, ब्लॉक नं. ९, आयडियल कॉलनी,  
कोथरूड, पुणे ३८. फोन : ०२०-५४६१२६५. वेळ : १२.३० ते ४.

आंबेहळद



मार्इन मूळ

शतावरी



शैक्षणिक संदर्भ – ऑक्टोबर – नोव्हेंबर ० IRNI 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.

