

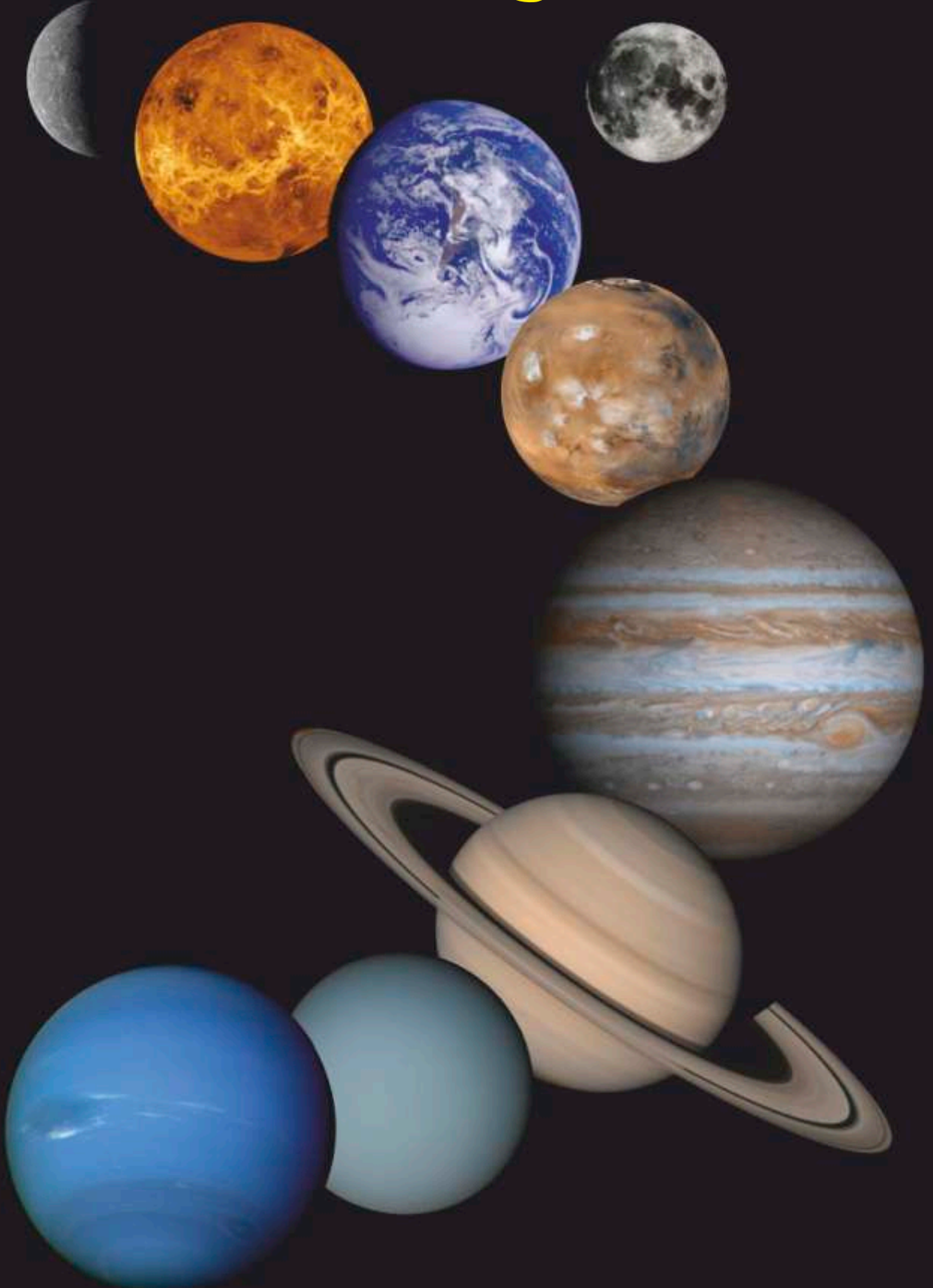
ऑक्टोबर-नोव्हेंबर २०१९

शैक्षणिक

अंक १२०

# संदर्भ

शिक्षण आणि विज्ञान  
यात रुची असणाऱ्यांसाठी



संपादक :  
नीलिमा सहस्रबुद्धे, प्रियदर्शिनी कर्वे,  
यशश्री पुणेकर, संजीवनी आफळे

मांडणी :  
प्रियदर्शिनी कर्वे  
मुखपृष्ठ मांडणी :  
अभय ढमढेरे

इ-पेमेंट करीता तपशील:  
Sandarbh Society  
Account No.: 20047006634  
Bank of Maharashtra,  
Mayur Colony, Pune  
IFS Code: MAHB0000852

शैक्षणिक

संदर्भ  
अंक १२०  
ऑक्टोबर - नोव्हेंबर २०१९

पालकनीती परिवारासाठी  
निर्मिती आणि वितरण : संदर्भ

संदर्भ, द्वारा समुचित एन्व्हायरोटेक,  
फ्लॉट नं. ६, एकता पार्क सोसायटी,  
निर्मिती शोरूमच्या मागे, अभिनव शाळेशेजारी,  
लॉ कॉलेज रस्ता, पुणे - ४११ ००४.  
फोन नं. २५४६०१३८

E-mail : sandarbh.marathi@gmail.com  
web-site : www.sandarbhssociety.org

देणगीचे चेक 'संदर्भ सोसायटी' या नावे काढावेत.

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



## मुखपृष्ठाविषयी

आपली सूर्यमाला कधी व कशी तयार झाली याबद्दल मानवाला नेहमीच कुतूहल वाटत आलंय. या जिज्ञासेपोटी शोधाच्या दरम्यान नासाच्या जेट प्रोपल्शन लॅबोरेटरीतर्फे सोडलेल्या अवकाशयानांनी काढलेली छायाचित्रे वापरून सूर्यमालेतील आठ ग्रह व आपला चंद्र यांची ही प्रतिमा तयार करण्यात आली आहे. या प्रतिमेमध्ये बुध, शुक्र, पृथ्वी, चंद्र व मंगळ त्यांच्या आकारांच्या एकमेकांशी असलेल्या खऱ्या प्रमाणांनुसार, आणि गुरु, शनी, युरेनस व नेपच्युन हे महाकाय ग्रह त्यांच्या एकमेकांशी असलेल्या प्रमाणांनुसार दाखवले आहेत. विश्वात तारे कसे तयार झाले, आपल्या सूर्यमालेचा म्हणजेच आपल्या पृथ्वीचा जन्म कसा झाला, याची कहाणी वाचा, महा इतिहास या लेखात पान क्र ७० वर.

चित्राचा स्रोत: <https://www.jpl.nasa.gov/spaceimages/details.php?id=PIA03153>

# अनुक्रमणिका

शैक्षणिक संदर्भ अंक १२० ऑक्टोबर-नोव्हेंबर २०१९

- वाचकांच्या प्रतिक्रिया अंक ११९.....०४
-  वाचन विकसन - भाग १ – कृतिका बुरघाटे .....०६
- प्राचीन भारतातील वैज्ञानिक प्रगतीच्या दाव्यांचे मूल्यांकन - भाग २  
– मयंक वाहिया, मूळ अनुवाद – नीलेश मोडक .....१४
- विश्वाची रचना : आवर्तसारणी – सब्यसाची चटर्जी,  
अनुवाद – संजीवनी आफळे..... २३
- मुली – मृणाल पांडे, अनुवाद – यशश्री पुणेकर..... ३०
- खजूर – अतुल चंद्र, अनुवाद – वैशाली डोंगरे.....४२
- मलदर्शन, जल थल मल - भाग १५ – सोपान जोशी,  
संक्षिप्त अनुवाद – अमलेंदु सोमण..... ५०
-  माझा भूमितीचा वर्ग - भाग २ – प्रज्ञा कदम,  
अनुवाद – ज्ञानदा गद्रे-फडके..... ६१
- पृथ्वीचा जन्म, महाइतिहास भाग ३ – प्रियदर्शिनी कर्वे.....७०
- शेतकरी आणि पर्यावरण – केतकी घाटे.....७७



हे लेख शालेय पाठ्यक्रमाला पूरक आहेत.

# वाचक प्रतिक्रिया अंक ११९

धन्यवाद, अंक मिळाला. मला स्वतःला यातील लेख वाचायला खूप आवडतात. कारण मी शाळेत असतांना अनेक गोष्टी मला कळल्या नाहीत, त्या मी यातून समजून घेत असते.

**अश्विनी बर्वे**

+++

माननीय साथी,

आपण शहीद डॉ. नरेंद्र दाभोलकरांच्या सहाव्या स्मृती दिनाचे औचित्य साधुन राष्ट्रीय वैज्ञानिक दृष्टीकोन दिनाच्या निमित्ताने 'शैक्षणिक संदर्भ' नियतकालिकाचा विशेषांक प्रकाशित केलात त्याबद्दल आपले मनःपूर्वक अभिनंदन व आभार !

आपल्या पुढाकाराने केल्या गेलेल्या प्रयत्नांना भरघोस प्रतिसाद मिळावा अशा सदिच्छा व्यक्त करतो.

भविष्यात आपण परस्पर सहयोगाने अधिक दर्जेदार, परिणामकारक प्रचार साहित्य निर्माण करण्यासाठी एकत्रित येऊ अशी आशा बाळगतो.

आपला स्नेहांकित,

**अविनाश पाटील**, राज्य कार्याध्यक्ष, महा अंनिस.

+++

नमस्कार,

शैक्षणिक संदर्भ या मालिकेतील ताजा अंक (११९) नेहमीप्रमाणेच वाचनीय व माहितीपूर्ण आहे. छद्म विज्ञानाचे गारूड आणि त्याचे धोके हे मयंक वाहिया, प्रियदर्शिनी कर्वे व सव्यसाची चटर्जी, यांच्या लेखनांतून खूपच परिणामकारक पद्धतीने दाखवले गेले आहे. या अंकातील नटराजन पंचपकेसन यांनी लिहिलेला व नीलिमा सहस्रबुद्धे यांनी अनुवादित केलेला 'वैज्ञानिक दृष्टिकोन आणि शिक्षण' हा लेख खूप भावला. सामाजिक व भौतिक शास्त्र यांतील भिन्नता सोदाहरण स्पष्ट करून मन व बुद्धी यांच्यातील सीमारेषेवर लेखकाने चांगला प्रकाश टाकला आहे. तुमच्या पुढील अंकासाठी खूप शुभेच्छा!

**सविता पुंडलिक**

+++

---

शैक्षणिक संदर्भ अंक ११२ जून-जुलै २०१८, अंक ११३ ऑगस्ट-सप्टेंबर २०१८  
तसेच अंक ११९ ऑगस्ट-सप्टेंबर २०१९ हे वैज्ञानिक दृष्टिकोन विशेषांक होते.

हे आणि संदर्भचे इतरही अंक संदर्भ सोसायटीच्या वेबसाईटवर उपलब्ध आहेत.

जरूर वाचा.

[www.sandarbhociety.org](http://www.sandarbhociety.org)

---

# वाचन विकसन... भाग १

लेखक : कृतिका बुरघाटे

शिक्षणाचे वातावरण सशक्त करण्यासाठी, चांगल्या शिक्षकांना नावं ठेवण्याऐवजी त्यांना दर्जेदार इनपुट्स देऊन, यशाची चव चाखलेली उदाहरणे समोर ठेवून, सतत बळ दिल्यास, उमेद जागवल्यास चांगुलपणाचा संसर्ग (सर्कल ऑफ इन्फ्लुएन्स) वाढत जाईल व अपेक्षित परिणाम मिळेल. त्यासाठी स्पर्धेचे वातावरण निर्माण होणे गरजेचे वाटते. मी त्या शिक्षकांपेक्षा सरस करू शकतो ही भावना निर्माण व्हायला हवी. त्यासाठी सरस कार्य केलेल्या शिक्षकांच्या कार्याचा प्रसार होणे गरजेचे आहे. शिक्षकांनी स्वतः राबविलेले विविध उपक्रम शेअर केल्यामुळे आणि शिक्षक करत असलेल्या प्रयत्नांमुळे विद्यार्थी विकासाच्या उपक्रमांसाठी चांगले वातावरण तयार होईल. विधायक कामांत चढाओढ चांगली असते.

क्रीडास्पर्धा, सांस्कृतिक स्पर्धा आणि विविध स्पर्धेत दिसून येणारी ही चढाओढ शैक्षणिक चढाओढीकडे वळविण्यासाठी जिल्हा पातळीवर उपक्रमांचे आयोजन होणे अगत्याचे वाटत आहे. अस्खलितपणे वाचनाचे नियम पाळून वाचन करणारे इयत्ता १ली ते ८वीचे विद्यार्थी अध्ययन स्तरात जरी सरासरी ७८% दिसत असले तरी वास्तवात हे प्रमाण ५०% पेक्षा खाली

आढळते. मुलांना वाचन शिकविणे हे कठीण कार्य ठरत आहे. पहिलीच्या, दुसरीच्या वर्गातील मुले त्यांच्या पातळीवरील मजकूर समजपूर्वक वाचू शकतात. तिसरीच्या पुढे हे प्रमाण अधिकाधिक वाढण्यापेक्षा कमी होत जाते. वाचन करताना केवळ वरवर वाचल्याने बोध होणारा वाक्यार्थ असलेला मजकूर मुले वाचतात आणि समजून घेतात. वरच्या वर्गात गेल्यावर केवळ वाक्यार्थावर मजकूर आधारित रहात नाही. त्यात व्यंगार्थ, लक्षणार्थ, संकेतार्थ असतात. मुले हे समजून घेण्यात कमी पडत आहेत. वाक्यातील वाकप्रचार, म्हणी, शब्द मुलांच्या व्यवहारात रुळलेले नाहीत. त्यांच्या शब्दसंपत्तीत वाढ तर झालेली नाहीच, पण ती वाढ होण्याची संधी कुठे फारशी मिळताना दिसली नाही. नॅशनल अचिव्हमेंट सर्व्हेच्या परीक्षेत आमची मुले खरंच उतरू शकतील काय हा प्रश्न सोडविण्यासाठी काही शाळांमध्ये प्रात्यक्षिक करून बघणे आणि वास्तविकता काय आहे हे पडताळणे ह्या उद्देशाने भेटी दिल्या.

केवळ मूल पडताळणे हा उद्देश ठेवून गेले तर मुलांच्याच अडचणी दिसू लागतात. पण ह्या अडचणी का निर्माण झाल्या ह्याची पडताळणी मात्र होत नाही. ती झाली नाही तर त्या शाळाभेटीला, वर्गभेटीला काही पूर्णत्व येत नाही असे मला जाणवले. शिक्षक वर्गात कोणत्या प्रकारे शिकवीत आहेत, त्यांच्या शिकविण्यात काय अडचणी आहेत, कमतरता आहेत, त्या विषयाची त्यांची समज, त्या विषयाला हाताळण्याचे त्यांचे कसब हे सगळे लक्षात घेणे महत्त्वाचे ठरते. मुलांना येणाऱ्या अडचणी ह्या प्रामुख्याने त्या घटकाबद्दल त्याला न झालेले आकलन, त्यातील सुटलेले बारकावे, त्याच्या अस्पष्ट संकल्पना, मिळालेली अपूर्ण माहिती, न जुळलेल्या कड्या आणि बरेच काही अशा स्वरूपाच्या असतात.



प्रत्येक वर्गात वाचन करणारी किमान ६०% मुले आहेत परंतू आकलनपूर्ण वाचन करणारी निवडली तर १७% च्या पुढे मला हे प्रमाण जाताना दिसत नाही. हे प्रमाण वर्गानुसार

वाचन पातळी पाहून ठरवले आहे. ('असर' च्या निकषावर नाही.) मुले वाचलेल्या मजकुराचे आकलन करण्यास कमी का पडतात? ह्या प्रश्नाचा गांभीर्याने विचार करायला सुरुवात केली, अध्यापनाची आणि अध्ययनाची, सरावाची आणि संधीची निरीक्षणे नोंदविली.

फळ्यावर मजकूर लिहून दिला, मनात वाचायला लावला आणि काय वाचले ते सांगायला लावले, तर मुले बऱ्यापैकी गोंधळली. पहिलं वाक्य जसेच्या तसे सांगण्याचा प्रयास काही मुलांनी केला. पण ते अपेक्षित नव्हते. पुन्हा एकदा वाचा आणि मग सांगा अशी सूचना केल्यावर आता पुढे प्रश्न विचारणार आहेत ह्या दृष्टीने मुलांनी एक दोन वाक्य पाठ करण्याचा प्रयास केलेला दिसला. पाठांतर करून सांगणे अपेक्षित नव्हते. मग म्हटलं कुणीतरी जोरात वाचा. मग मात्र मुलांना ते काय समजलं हे सांगता आलं. म्हणजे ऐकून समजणे आणि समजलेले सांगणे ही क्षमता मुलांमध्ये आहे. आणखी वरच्या वर्गात हाच प्रयोग थोडा काठिण्य पातळी वाढवून केला. मजकूर फळ्यावर लिहून दिला आणि 'मनात वाचा' अशी सूचना केली. इथेही 'वाचा' ह्या सूचनेवरून किती मुलांनी वाचले हे स्पष्ट होत नाही. पण पुढे 'आता काय वाचले ते लिहा' अशी सूचना केल्यावर पार धांदल उडाली. काहींनी पहिली ओळ लिहिण्याचा प्रयास केला.



तोही तोकडा होता. मग म्हटले जे जे शब्द आठवतात ते लिहा फक्त. ७/८ शब्दांपलिकडे मुले गेली नाहीत. मग पुन्हा वाचायला लावले. आता मुलांना माहित होते की लिहायला लावणार. त्यांनी लक्षपूर्वक (काही लेखन करता आले पाहिजे या दृष्टीकोनातून) वाचायला/पाठ करायला सुरुवात केली. असे पाठ करून लिहिणे अपेक्षित नव्हते. काय समजले ते आपल्या भाषेत लिहिणे हा मुद्दा होता. समजले नाही हा एक मुद्दा तर दिसलाच, पण मुलांना समजलेले क्रमाने शब्द जुळवत लिहिणे जमत नसल्याची दुसरी बाब देखील समोर आली. समजपूर्वक वाचन मुलांना का जमत नाही हे पडताळून पाहण्यासाठी काही प्रयोग केले.

मुलांचे प्रकट वाचन घेतले. ज्या मुलांनी मोठ्याने आणि अस्खलितपणे वाचले त्यांना लहान लहान मजकूर समजत आहे असे आढळून आले. (पण मनातल्या मनात वाचून ते का बरे समजले नाही ह्याचं उत्तर नाही सापडलं. कदाचित त्यांनी वाचनच केले नसावे.) पण थोडी लांबी वाढली किंवा उताऱ्यातील मजकुराने जरासे वळण घेतले की काम पुन्हा अवघड होऊन बसे. ह्या मुद्याचा विचार केला आणि शिक्षकांच्या वर्गातील प्रकट वाचनाचे निरीक्षण केले. शिक्षक वर्गात पाठ शिकवीत असताना एक एक शब्द वाचत आणि मुले त्याचा पुनरुच्चार करत असल्याचे आढळले. म्हणजे पाठाचे आदर्श वाचन झालेच नाही. सलग वाक्यवाचन, चढउतार, व्याकरणाचे नियम ह्यानुसार तर ऐकण्याची संधीच दिली नाही. म्हणजे वाचन कसे असावे हे मुलांनी अनुभवलेले नाही. काही मुले धडाधड वाचत होती. पण व्याकरणाच्या नियमांचा त्यात पत्ता नव्हता. आता एक मुख्य मुद्दा हाती आला. शिक्षक नवा पाठ कसा सुरू करतात हे पाठ निरीक्षणातून समजले आणि ही अडचण लक्षात आली.

इयत्ता ४थी च्या वर्गात 'मायेची पाखर' पाठ सुरु होणार होता. मी शिक्षिकेला थांबायला सांगितले आणि मुलांना पहिला उतारा मनातल्या मनात वाचायला सांगितले. पाच-दहा मिनिटे वेळ दिला. मुले हळू आवाजात वाचन करीत होती. त्यामुळे मला कळून आले कुणाकुणाला वाचता येते ते. वाचन झाल्यावर मी मुलांना सांगितले, "जे शब्द नवे आहेत किंवा तुम्हाला ज्या शब्दाचा अर्थ माहित नाही ते शब्द सांगा. आपण फळ्यावर लिहू."

सुरुवातीला आलेले शब्द - आदर, समाधान, संस्था, आग्रह.

नंतर येऊ लागलेले शब्द - अत्यंत, पुण्याला, सातारला.

शेवटी शेवटी आलेले शब्द - यांच्याबद्दल, त्यांच्याकडे, त्यांची, अंधार पडला, म्हणायचे.

यावरून नवीनच बाब लक्षात आली. शिक्षक गृहीत धरतात मुलांना हे सगळे शब्द कळतात म्हणून. पुण्याला, सातारला, हे शब्द त्यांच्यासाठी खरोखरच नवे आहेत, पुणे शहराचे नाव माहित असले तरी पुण्याला म्हणजे पुणे शहरात हे त्यांना वाचताना कळत नाही. (डिकोडिंगची समस्या आहे. मुलांना वाचता आले पण अर्थ नाही लावता आला.) शिवाय तिसऱ्या टप्प्यात आलेले शब्द बघितले तर मुलांची नेमकी अडचण शब्दात आहे हे कळते. वाक्यात आलेले हे शब्द आणि त्याच्याशी निगडीत असलेले दुसरे शब्द यांचा अर्थबोध होत नाही. म्हणून एका वाक्याचा दुसऱ्या वाक्याशी, दुसऱ्याचा तिसऱ्याशी संबंध जोडता येत नाही आणि आपण म्हणतो आकलनपूर्वक वाचन होत नाही. ही दुसऱ्या आणि तिसऱ्या गटातील मुले वाचन, आकलन, अर्थबोध यात मागे राहतात. फार महत्वाचा मुद्दा हाती आला होता.

पहिल्या गटातील मुले वाचनात मागे का पडतात हा प्रश्न आता उत्सुकता वाढवीत होता.

मुले वाचन करीत नाहीत हे सगळे म्हणतात. वाचन ही कला आहे, छंद आहे, जगातील कोणत्याही विषयावर अभ्यास करण्यासाठी वाचन ही मूलभूत गरज आहे. ही जाणीव निर्माण करणे, तिच्या पोषणासाठी वातावरण, संधी निर्माण करणे आवश्यक आहे. मुलांमध्ये ही जाणीव निर्माण होण्यासाठी इथे कोणत्या संधी पुरविल्या गेल्या? मुलांसमोर वाचन संस्कृती ठेवण्याचे कितीसे काम सुरू आहे हे पडताळणे गरजेचे वाटले. ह्यासाठी दुसरा शोध प्रयोग केला.

मुलांसमोर शिक्षकांचे वाचन किती सुरू असते हे बघितले. मुलांना बोलते करीत संवाद साधला. तुम्ही कोणकोणती कामे करता याचा तक्ता (माइंड मॅप) करू या. मुलांनी सांगितले ते ते फळ्यावर मी लिहिले. त्यात आम्ही धडा वाचतो. वाचनालयातील पुस्तक वाचतो हे होतं. मग दुसऱ्या फळ्यावर तुमचे शिक्षक कोणकोणती कामे करताना तुम्हाला दिसतात, हा प्रश्न केला आणि तक्ता करायला घेतला. बापरे! फळा भरला. मुलांचे सांगणे सुरूच होते. पण या तक्त्यात कुठेही 'वाचन करतात' हा शब्द आला नाही. शिक्षक करतात ती सगळी कामे मुलांना १००% माहित आहेत. ती कामे ते शिक्षक करताना दिसतात म्हणून माहित आहेत. पण खरोखरच मुलांना शिक्षक वाचन करताना दिसत नाहीत.

'मोठी माणसे वाचन करीत आहेत. वाचन ही नित्याची बाब आहे. ती इतर दैनंदिन कामांपैकी एक आहे', असे आदर्श असे स्वरूप किंवा चित्र आपल्याकडे उपलब्ध नाही. गावातील घरात असे चित्र पालकांच्या परिस्थितीने शक्य होत नाही, आणि शाळेत, गावातील चावडीवर, कड्यावर, समूहात, शाळेबाहेरही असे दृश्य मुलांना दिसत नाही. शिक्षकांची वाचन

संपदा समृद्ध नाही. शिक्षणावरील विचार, कार्य, प्रयोग, संशोधन यावर सातत्याने वाचन गरजेचे आहे. बहुतांशी शिक्षक 'आपली आवड' या प्रश्नाचे उत्तर 'वाचन' असे सांगतात. अर्थात वर्तमानपत्र सगळेच वाचतात यात शंका नाहीच. पण त्याव्यतिरिक्त या आठवड्यातील वाचन सांगा ह्या प्रश्नावर 'तोतोचान' हे एकच नाव ऐकायला येते.

आभा भागवतांच्या चित्रांचा उल्लेख मला या ठिकाणी आवर्जून करावासा वाटतो. त्यांनी आपल्या चित्रात वाचन संस्कृतीचा प्रसार केलेला आहे. निसर्गातील प्रत्येक जीव वाचण्यात गुंतलेला दिसतो त्यांच्या चित्रात.



झाडावर, पाना- फुलांवर, झोपडीत, माळरानावर, खिडकीत, दरवाज्यावर, भिंतीवर, कपाटावर सगळीकडे वाचन सुरु असते तिथे. ह्या चित्रांमुळे केवळ भिंती आकर्षक दिसत नाहीत तर ही चित्र पाहून शाळकरी मुलेच नाही तर गावातील इतर लोकांनाही वाचनाचे वेड लागू शकते. (गाव तेथे वाचनालय ही चळवळ व्हायला पाहिजे असे आपण ऐकतो; अनेकांनी त्या कामाला सुरुवात देखील केली आहे. ही स्तुत्य बाब आहे.)

प्रत्येक शाळेत आता काही किमान पुस्तके उपलब्ध झालेली आहेत. त्यांच्या उपयोजनाबद्दल मात्र निराशामय वातावरण दिसले. पुस्तके वाटून द्यायची, वाचा म्हणायचे आणि गोळा करून ठेवायचे. हे असले वाचन मुलांना वाचनाची गोडी कशी लावू शकेल? एकतर आकर्षक पुस्तकांची कमतरता, पुस्तकांच्या किमती आणि देणगीदारांची उणीव यामुळे मुलांना

हवी तशी पुस्तके वाचायला मिळत नसल्याची खंत मुले बोलून दाखवितात. वाचनालयातील कोणती पुस्तके तुम्हाला आवडतात असे विचारले तर बहुतेक मुले (१ली ते ७वी ची) कथांची लहान लहान पुस्तके हेच सांगतात. ह्या पुस्तकांची शाळेत कमतरता आहे असे नाही.

जितकी पुस्तके उपलब्ध आहेत, तितकी तरी किमान प्रत्येकाकडून वाचून घेतली गेली काय हा प्रश्न आहे? शाळेत पन्नास (गोष्टींची) पुस्तके आहेत म्हटल्यावर प्रत्येक मुलाने ती पन्नास पुस्तके वाचली आहेत काय? नसतील तर पुन्हा कशाला हवीत पुस्तके? जितकी मुले वर्गात असतात तितकी पुस्तके असली तरी प्रत्येक मूल प्रत्येक पुस्तक वाचू शकेल याचे नियोजन शिक्षकाच्या हातात असते. परंतु हे घडताना दिसले नाही. वाचन विकसनाच्या संधी उपलब्ध होत नाहीत म्हणूनच पहिल्या प्रयोगात वाचनात पुढे असलेली मुले हळूहळू मागे पडू लागतात.

दोन मुख्य कारणांचा शोध लागला. त्यावर उपायही दिले पाहिजेत. माझ्या वर्गातील वाचनावर झालेले काही प्रयोग मी पुढील भागात थोडक्यात मांडणार आहे.

§§§

लेखक : कृतिका बुरघाटे, भाषा शिक्षिका, जि.प.उच्च प्राथमिक शाळा, मसाळा (तुकुम), केंद्र-दुर्गापूर, प.स. चंद्रपूर येथे सध्या कार्यरत, विषय सहायक : इंग्रजी, DIECPD, चंद्रपूर.

इमेल : [Krutikaburghate@gmail.com](mailto:Krutikaburghate@gmail.com)

# प्राचीन भारतातील वैज्ञानिक प्रगतीच्या दाव्यांचे मूल्यांकन

## भाग २

लेखक: मयंक वाहिया    मूळ अनुवाद: नीलेश मोडक

आजच्या आधुनिक विज्ञान व तंत्रज्ञानातील बहुतेक सर्व गोष्टी आपल्या पूर्वजांना माहितीच होत्या, या समजावर वेगवेगळी उदाहरणे घेऊन केलेले विवेचन आपण मागील भागात वाचले. मग भारतीयांचे विज्ञानातील नेमके योगदान काय आहे, अवास्तव दाव्यांमुळे कालच्या व आजच्या भारतीय वैज्ञानिकांवर काय परिणाम होतो, याबद्दल वाचूया, या दुसऱ्या व शेवटच्या भागात.

### वादविवादाची कर्कशता

एकशे दोनाव्या भारतीय विज्ञान काँग्रेसमध्ये 'संस्कृतमधील विज्ञान' या विषयावर चर्चासत्र आयोजित केले होते. त्यात प्राचीन भारतीयांच्या खऱ्या वैज्ञानिक क्षमतेबद्दल चर्चा झाली. त्याच दरम्यान 'प्राचीन भारतीय परग्रहाच्या वाऱ्या करू शकत होते', असे दावे वेगळ्या मंचावरून केले गेले. आपल्या पूर्वजांना भारतीय उपखंडापलीकडे भौगोलिक परिस्थितीचे ज्ञान नव्हते. त्यामुळे असे दावे मान्य करणे अवघड आहे. पाचव्या शतकाच्या सुमारास भारतात पृथ्वीचा आकार गोल आहे, हेसुद्धा मानले जात नसे. त्याच दरम्यान आर्यभट्टाने सूर्यकेंद्रित

ग्रहमालेची संकल्पना मांडली. पण जगाला वेगळे वळण लावणाऱ्या गणित आणि



चित्र १ प्राचीन भारतीयांची जगाबद्दलची कल्पना

<http://www.bbc.com/culture/story/20171204-the-ancient-symbol-that-spanned-millennia>

खगोलशास्त्रातील प्राचीन भारतीयांच्या अशा मूलभूत योगदानाकडे अतिरंजित दाव्यांमुळे कुणाचेही लक्ष जात नाही, ही मूलभूत समस्या आहे. आता तर अशी परिस्थिती निर्माण झाली आहे, की प्राचीन भारतीयांच्या वादातीत व पुराव्यांनिशी सिध्द झालेल्या उल्लेखनीय योगदानांबद्दल बोलणाऱ्यांचे कोणीच

ऐकायला तयार नाही. समकालीन वैज्ञानिकांना त्यांत कट्टर राष्ट्रवादाची भुतं दिसतात, तर कट्टर राष्ट्रवाद्यांना त्यांचे कथन अपुरे वाटते. या सगळ्या गोंधळात आपल्या खऱ्या प्राचीन वारशाची हेटाळणी होते आहे.

सबळ युक्तिवादाच्या आधारे मूल्यांकन केले, तर सर्व भपकेबाज दावे सपशेल अपयशी ठरतात. पण असे दावे भारताच्या भूतकाळाबाबतच्या शास्त्रशुध्द व प्रामाणिक संशोधनाच्या विश्वासाहतेलाही सुरंग लावतात. अशा दाव्यांमुळे वैज्ञानिकांच्या मनोधैर्याचे खच्चीकरण होते, आणि आधुनिक विज्ञान आणि तंत्रज्ञानापासून लक्ष व संसाधने दूर जाऊ लागतात. पर्यायाने आपण सर्वच आपला राष्ट्रीय वारसा आणि गौरव गमावून बसतो. हे कोणाच्याच हिताचे नाही. असत्याचा वारंवार रेटा लावला तर ते सत्य म्हणून मान्य होईल, असा कट्टर राष्ट्रवाद्यांचा समज

आहे. भारतीयांच्या खऱ्या वैज्ञानिक यशाला योग्य ती मान्यता मिळवून देण्याच्या मूलभूत हेतूलाच त्यांची ही करणी बाधा पोचवते. समकालीन वैज्ञानिकांमध्ये अशा घटकांकडून तिरस्कृत झाल्याची भावना निर्माण होते. प्राचीन विज्ञानाबाबत तर्कसंगत चर्चा करू पाहणाऱ्या व्यासपीठावरही या घटकांच्या कर्कश आवाजामुळे चिंतेचे सावट पसरलेले जाणवते.

## भारताचे विज्ञानातील खरे योगदान

भारतीयांची कामगिरी त्या काळाच्या अनुषंगाने लक्षणीय नव्हती, असे अजिबात नाही. सहज म्हणून भारतभेटीला आलेल्या पर्यटकांच्या मनावरही छाप सोडून जाणारी कामगिरी भारतीयांनी बजावली आहे.



चित्र २ प्राचीन भारतीयांच्या वैज्ञानिक व तांत्रिक प्रगतीचे काही पुरावे – डावीकडे  
समुद्रगुप्ताचे नाणे, उजवीकडे नटराजाचा जस्ताचा पुतळा

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2237626>

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=900811>



आर्यभट्ट आणि त्याच्या सहकाऱ्यांनी केलेले संशोधन, खनिज वितळवून शुध्द जस्त मिळवण्याचे कौशल्य विकसित केलेले कारागीर, केरळमधील गणितींचे कार्य, बऱ्याचशा संस्कृत साहित्यातील धर्मनिरपेक्ष दृष्टिकोन आणि त्याद्वारे जगरहाटीबाबत केलेला गुंतागुंतीचा युक्तिवाद, हडप्पा संस्कृतीतील बारकाईने केलेली नगररचना, ताजमहालसारखे वास्तुकलेचे अद्वितीय नमुने, टिपू सुलतानाचे अग्निबाण अशी आपल्या पूर्वजांच्या वाखाणण्याजोग्या कामगिरीची भली मोठी यादी करता येईल. उदाहरणार्थ, पायथागोरसची त्रिकुटे भारतीय गणितज्ञांनी पायथागोरसच्या कालखंडाआधीच शोधून काढली होती, याचे पुरावे उपलब्ध आहेत. किंबहुना सर्वच प्राचीन संस्कृतींपैकी ग्रीक लोकांना या त्रिकुटांबद्दल माहिती सर्वांत शेवटी झाली, हेसुद्धा आता स्पष्ट झाले आहे. त्यामुळे भारतीयांना ग्रीकांआधी पायथागोरसचे प्रमेय माहित होते, हे उघडच आहे. पण अशा ठोस पुरावे असलेल्या तथ्यांसोबतच, परग्रहावर जाऊ शकणाऱ्या विमानाची निर्मिती केल्याचाही दावा जेव्हा केला जातो, तेव्हा तथ्यांबद्दलही संशय निर्माण होतो. अशा प्रकारे प्राचीन भारताचे वैभव परत मिळवून देऊ पाहणारेच त्याचे जास्त नुकसान करतात.

भारतीय विज्ञान काँग्रेसमधील 'संस्कृतमधील प्राचीन विज्ञान' या विषयावरील चर्चासत्र काहीसे असे होऊ शकले असते :

**१ न्याय-वैशेषिक प्रणाली:** नैसर्गिक प्रक्रियांचा उलगडा वैज्ञानिक दृष्टिकोनातून करण्याचा प्राचीन भारतीय प्रयत्न. वैदिक साहित्यावर आधारित असलेल्या तर्कशास्त्राच्या प्रमुख सहा विचारधारांपैकी या दोन विचारधारा आहेत. त्यांनी केलेले निसर्ग आणि भौतिक जगातील

प्रक्रियांचे वर्णन बऱ्यापैकी आधुनिक व गुंतागुंतीचे आहे. कुठल्याही प्रणालीची माहिती यामध्ये सात भागांमध्ये विभागली आहे, आणि त्यांना पदार्थ असे संबोधले आहे. द्रव्य, गुण, कर्म, सामान्य, विशेष, समयाय आणि अभाव असे हे सात पदार्थ. वस्तूचे गुणधर्म समजून घेण्याचा एक वेगळा दृष्टिकोन यातून मिळतो. विशेष म्हणजे, कुठल्याही धार्मिक किंवा परमेश्वरसंबंधी संकल्पनांचा यात आधार घेतलेला नाही. सर्वोत्तम बुद्धिप्रामाण्यवादी परंपरेतील हा अभ्यास आहे, असे म्हणता येईल.

**२ योग आणि आयुर्वेद :** प्राचीन भारताचा आरोग्य आणि आजार या संदर्भातील दृष्टिकोन. स्वयंशिस्त, व्यायाम, वनस्पतीजन्य औषधी आणि आरोग्य व जीवन यांची सर्वसमावेशक समज यांच्या एकत्रीकरणातून नव्या विचारांना प्रेरणा मिळाली आहे. आरोग्य व रूग्णसेवा यांविषयीचा हा दृष्टिकोन शिकण्याचा ओढा जगभरात सर्वत्र आहे. हे आरोग्यशास्त्र खऱ्या अर्थाने चिकित्सक, तर्कसंगत आणि व्यवहार्य आहे. ही विचारप्रणाली विकसित होऊन त्यातून आधुनिक प्लॅस्टिक सर्जरीसदृश क्लिष्ट शस्त्रक्रिया उदयास आल्या.

**३ विज्ञानविषयक भारतीय तत्त्वज्ञान :** योजनाबद्ध अभ्यासाच्या अभावामुळे निसर्गाप्रतीचा भारतीय दृष्टिकोन आणि त्यामागील तत्त्वज्ञान आपल्याला पूर्णतः समजून घेता आलेले नाही. या धर्मनिरपेक्ष तत्त्वज्ञानामध्येच मानव, त्याचा पर्यावरणाबरोबर परस्परसंबंध आणि नैसर्गिक प्रक्रियांबद्दल काही सखोल अभ्यासपूर्ण कल्पना दडलेल्या आहेत. निसर्गाचे मानवाकडून होणारे शोषण आणि निसर्गाप्रती मानवाला असलेला आदर यांची त्यातील चर्चा कमालीची सर्वसमावेशक आहे.

४ वेदांपासून ते केरळमधील विचारप्रणालीपर्यंत भारतीय गणितशास्त्राचा आढावा :  
भारतीयांची गणितशास्त्रातील कामगिरी सर्वदूर पोचली होती. अंकगणितातील सिद्धांत,  
बीजगणितातील प्रमेये इ. वैविध्यपूर्ण संकल्पना भारतीयांनी मांडल्या आहेत, आणि त्यांना योग्य  
मान्यतासुद्धा मिळालेली आहे.

५ भारतीय लिखाणांमधील खगोलशास्त्रीय कल्पना : भारतीय खगोलशास्त्र हे अचूक  
आणि व्यावहारिक होते. ग्रीक खगोलशास्त्राला जणू वर्तुळाकारांची भुरळ पडली होती. अशा  
कुठल्याही प्रभावात न येता भारतीय खगोलशास्त्रात ग्रहांचे चलन बऱ्यापैकी अचूकतने वर्णू  
शकणारी उपयुक्त समीकरणे शोधण्यावर भर दिला गेला. त्यातूनच त्रिकोणमितीतील पायाभूत  
संकल्पना उदयाला आल्या. ग्रहणवेळेचा अंदाज बांधण्यासाठी अवलंबिलेली पद्धत, ग्रहांच्या  
संक्रमणाच्या नोंदी यावरून भारतीय खगोलशास्त्राच्या संपन्नतेचा अंदाज येऊ शकतो.

आर्यभट्टाचे खगोलशास्त्रीय गणनेसंदर्भात कार्य ज्ञानकोशीय दर्जाचे आहे. त्यावर  
वराहमिहिराने खगोलशास्त्राचा अभ्यासक्रम तयार करून आणि अनेक संकल्पनांचे स्पष्टीकरण  
देऊन कळस चढवला आहे. ही सगळी कामगिरी विस्मयकारक आहे.

६ ग्रहण आणि ग्रहांच्या युती : मुहूर्त, तिथी, दिनदर्शिका, ग्रहण आणि ग्रहांच्या युती हे भारतीय  
खगोलशास्त्र आणि पंचांगनिर्मितीचे महत्त्वाचे घटक होते. व्यातिपद (सूर्य आणि चंद्र यांचा  
राहूच्या जागी संयोग) व त्यातून निर्माण होणाऱ्या ग्रहणाबाबतचा गणिती अभ्यास फारच रंजक  
आहे.

चर्चेच्या विषयाची व्याप्ती वाढवली असती, तर हडप्पा संस्कृतीतील स्थापत्य आणि



चित्र ३ टिपू सुलतानाचे अग्निबाण

<https://www.thebetterindia.com/119316/tipu-sultan-mysore-rockets-hyder-ali-first-war-rocket/>

तंत्रज्ञान, आश्चर्यजनक तंत्रज्ञानाचे उदाहरण असा ताजमहाल, टिपू सुलतानाचे अग्निबाण हे सर्व त्या यादीत समाविष्ट करता आले असते. भारतीय मंदिरांच्या स्थापत्यशास्त्रावरही चर्चा करता आली असती.

या मुद्द्यांच्या आधारे चर्चा झाली असती, तर भारतीय विज्ञानाचा एक सुदृढ वारसा सर्वांच्याच मनावर बिंबवला गेला असता. या विषयावर अधिकारवाणीने बोलू शकणारे सर्वच जण निःपक्षपाती असून पुराव्यांच्या आधारे व वैज्ञानिक पध्दती वापरून संशोधन करतात. त्यामुळे अतिशय काटेकोर तपासणीतून ही मौल्यवान कामगिरी समोर आली आहे. या कामगिरीचा आपल्याला सार्थ अभिमान असायला हवा.

## वर्तमान वादविवादाच्या परिणामांबाबत काही चिंतन

परंतु, एका अतिरेकी समूहाच्या टोकाच्या दाव्यांमुळे आपण भारतीयांचेच सर्वात जास्त नुकसान होत आहे. याचा परिपाक असा झाला आहे, की भारतीय भूतकाळाचा निःपक्षपाती आणि वास्तववादी अभ्यास ही अभ्यासशाखाच बदनाम झाली आहे. त्यामुळे कुठलाही बुद्धिप्रामाण्यवादी वैज्ञानिक किंवा नागरिक आता असा अभ्यास करायला धजावणार नाही.

अशा संकुचित विचारांचा प्रभाव सरकारी यंत्रणांवर असल्यास, बुद्धिप्रामाण्यवादी वैज्ञानिकांचे कार्यक्षेत्रही हळूहळू मर्यादित होऊ लागेल. निळ्या चष्म्यातून पांढरा रंग दिसणे अशक्य. सलग निळा रंग दिसू लागला, तर तिथे पांढरा रंग असू शकतो, असा अंदाज बांधण्यात कदाचित काही लोक यशस्वी होतील. पण बहुतांश मंडळी जगाचा रंग निळा आहे, याच समजुतीत राहतील. परिणामी, जे लोक इतर रंग बघू शकतात, ते समाजबहिष्कृत होतील. चष्मा न वापरणाऱ्यांच्याच सोबतीने त्यांना राहावे लागेल. अन्यथा, जिथे चष्मे वापरण्याची पद्धत नाही अशा प्रदेशांकडे वळावे लागेल. त्यामुळे आपण अधिक कमकुवत होऊ, आपली प्रतिष्ठा ढासळू लागेल आणि त्यातून परतीची वाट शोधणे अधिकाधिक अवघड होईल.

तर, आपण करायचे तरी काय? एक तर या अतिरेकी समूहाचे पितळ उघड करणे आवश्यक आहे. त्यासाठी सुनियोजित प्रयत्न करावे लागतील. वैज्ञानिकांना त्यांचा पारंपरिक भिडस्तपणा सोडावा लागेल. भूतकाळाबाबत अज्ञान किंवा हेटाळणीचा आव न आणता, 'या समूहाचे सर्व दावे मूर्खपणाचे आहेत', हे आपल्याला लोकांना पटवून द्यावे लागेल. यासाठी वैज्ञानिकांना सर्वप्रथम आपल्या ऐतिहासिक कामगिरीबाबत परिपूर्ण माहिती मिळवावी लागेल, तरच या समूहाचा सामना करण्यासाठी पाऊल पुढे टाकता येईल. कारण हा समूह सुसंघटित आहे. त्यांना आर्थिक पाठबळ प्राप्त आहे, त्यांचा आवाज कर्कश होतो आहे, आणि सत्ताधीश त्यांना प्रोत्साहन देत नसले, तरी त्यांची कृत्ये व कथने कोणत्याही कारवाईविना खपवून घेतली जात आहेत. ही परिस्थिती मन विचलित करणारी आहे, पण ही आपल्या देशाच्या आत्म्यासाठीची लढाई आहे. ही लढाई अतिशय टोकाची, कठीण आणि दीर्घ काळ चालणारी

असेल. प्रत्येक ठिकाणी, भारतीय विज्ञान काँग्रेस, वृत्तपत्रे आणि इतर सार्वजनिक मंच अशा प्रत्येक आघाडीवर लढा द्यावा लागेल. भारताच्या आत्म्याची चिंता असणाऱ्या आणि बुद्धिप्रामाण्यवादी समाजनिर्मितीचे स्वप्न पाहणाऱ्या प्रत्येकाला या लढ्यात सहभागी व्हावेच लागेल.

मयंक वाहिया यांचा हा लेख 'करंट सायन्स' या इंग्रजी नियतकालिकात २५ जून २०१५ च्या अंकात प्रसिद्ध झाला होता. त्याचा मराठी अनुवाद 'विज्ञान आणि समाज' (संपादक : विनोद शिरसाट) या साधना प्रकाशनाच्या पुस्तकामध्ये प्रसिद्ध झाला आहे. वरील लेख मूळ मराठी अनुवादाच्या आधारे शैक्षणिक संदर्भच्या वाचकांसाठी काही संपादकीय संस्करण करून तयार केलेला आहे. मूळ मराठी लेख शैक्षणिक संदर्भला वापरायची परवानगी दिल्याबद्दल साधना प्रकाशन व भाषांतरकार नीलेश मोडक यांचे आभार.

लेखाचा भाग १ शैक्षणिक संदर्भ अंक ११९ मध्ये वाचा : <https://www.sandarbhociety.org/issue-119/>

मूळ लेख वाचा : <https://www.currentscience.ac.in/Volumes/108/12/2145.pdf>

§§§

लेखक : मयंक वाहिया, मुंबईतील टाटा मूलभूत विज्ञान संस्थेतील खगोलवैज्ञानिक, प्राचीन भारतातील खगोलविज्ञान हा त्यांच्या विशेष अभ्यासाचा विषय आहे.

इमेल : [vahia@tifr.res.in](mailto:vahia@tifr.res.in)

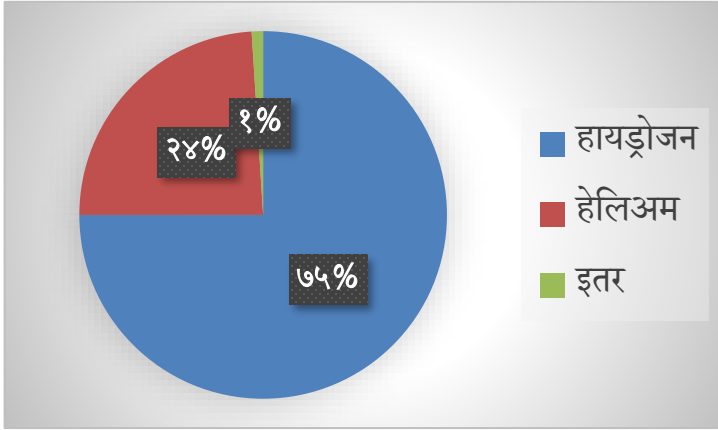
मूळ अनुवाद : नीलेश मोडक, डाटा सायंटिस्ट म्हणून बंगलोर येथे कार्यरत. साधना मासिकात सातत्याने लेखन करतात.

इमेल : [neeleshmodak@gmail.com](mailto:neeleshmodak@gmail.com)

# विश्वाची रचना: आवर्तसारणी

लेखक : सव्यसाची चटर्जी अनुवाद : संजीवनी आफळे

२०१९ या 'आंतरराष्ट्रीय आवर्तसारणी वर्षा'च्या (IYPT) निमित्ताने आपण मूलद्रव्यांचे शोध आणि त्यांची आवर्तसारणीतील जागा यांची झलक पाहतो आहोत. हे आंतरराष्ट्रीय आवर्तसारणी वर्ष पुढील ३ महिन्यांत संपेल, पण मूलद्रव्ये मात्र आपल्या बरोबरच राहतील; आपल्या शरीरात, आपल्या पर्यावरणात, भोवतालच्या वातावरणात, पृथ्वीच्या वरच्या थरात, तिच्या पोटात आणि सगळ्या विश्वात.



विश्वात आढळणाऱ्या मूलद्रव्यांचे प्रमाण

मूलद्रव्ये सर्वत्र आढळतात, काहीवेळा त्यांच्या मुक्त स्वरूपात, किंवा संयुगांच्या रूपात. पण ती सगळीकडे सारख्या प्रमाणात पसरलेली नाहीत. तारे आणि आकाशगंगा यांच्या निरीक्षणातून,

त्यातून उत्सर्जित होणारा प्रकाश मोजून आणि त्याचे प्रकाश वर्णपटाच्या साहाय्याने विश्लेषण करून आपल्याला विश्वात असलेल्या मूलद्रव्यांच्या विपुलतेची कल्पना येते. आपल्याला माहित आहे की विश्वाच्या वस्तुमानाच्या ७३.९% इतके हायड्रोजन हे सगळ्यात हलके मूलद्रव्य आहे, तर २४% इतके हेलियम हे दुसऱ्या क्रमांकाचे हलके मूलद्रव्य आहे. याचा अर्थ

असा होतो की विश्वाचे ९७.९% इतके वस्तुमान दोन वजनदार मूलद्रव्यांनी व्यापलेले आहे.

मग बाकीच्यांची टक्केवारी किती आहे ? विश्वाच्या एकूण वस्तुमानाच्या टक्केवारीच्या स्वरूपात पाहिले तर वेगवेगळी मूलद्रव्ये उतरत्या क्रमाने खालीलप्रमाणे आढळून येतात. ऑक्सिजन (०.१%), कार्बन (०.०५%), निऑन (०.०१३%), लोह (०.०१३%), नायट्रोजन (०.००९६%), मॅग्नेशियम (०.००५८%), गंधक (०.००४४%).

यावरून आपल्याला विश्वाची एकूण रचना समजते. पण ही अत्यंत असमान विभागणी आहे. जर आपण संपूर्ण पृथ्वीकडे बघितले (नुसता वरचा भाग नव्हे), तर सगळ्यात विपुलतेने लोह (३२%) आढळते. त्यानंतर ऑक्सिजन (३०.१%), सिलिकॉन (१५.१%), मॅग्नेशियम (१३.९%), गंधक (२.९%), जस्त (१.८%), कॅल्शियम (१.५%), अल्युमिनियम (१.४%) आढळून येतात. म्हणजे, पृथ्वीवर सुद्धा विभागणी असमानच आहे. समजा तुम्ही मुंबईत राहात आहात आणि अल्युमिनियमची भांडी वापरत आहात, पण हे अल्युमिनियम मुंबई, दादर किंवा विलेपार्लेमध्ये सापडत नाही. थोडे काही कदाचित रत्नागिरी मधून येत असेल. परंतु तुम्ही जी अल्युमिनियमची भांडी वापरत आहात त्यासाठी गुजरात, ओरिसा किंवा झारखंड असे खूप लांबून येणारे बॉक्साईट खनिज वापरलेले असू शकते. त्याचप्रमाणे तुर्भे येथील अणुभट्ट्यांमध्ये वापरले जाणारे युरेनियम तुर्भे येथील खाणीतून काढलेले नसते.

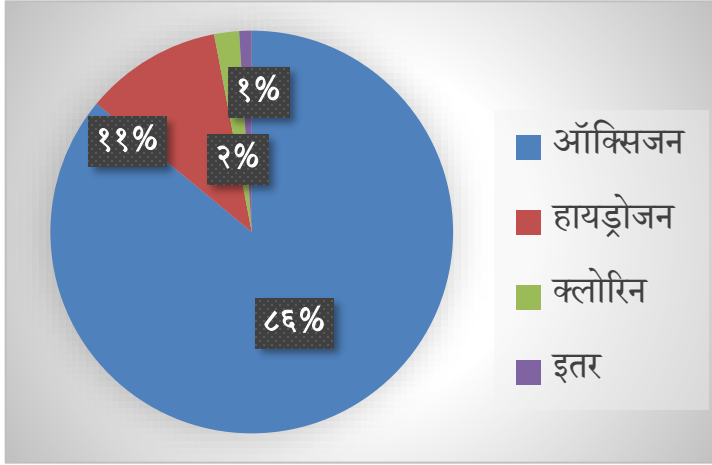
जर तुम्ही वरील यादी पाहिलीत, तर तुम्हाला काहीतरी जाणवेल. हायड्रोजन आणि हेलियमचे काय झाले ? ही दोन सगळ्यात विपुलतेने विश्वात आढळणारी मूलद्रव्ये पृथ्वीवर आढळणाऱ्या मूलद्रव्यांच्या यादीत का बरे नाहीत ? त्याचं कारण असं की पृथ्वीवर अगदी थोड्याच प्रमाणात हायड्रोजन आणि हेलियम सापडतात. त्यापैकी सर्वाधिक हायड्रोजन



समुद्रात पाण्याच्या (H<sub>2</sub>O) स्वरूपात उपलब्ध आहे. हायड्रोजन हा अतिशय क्रियाशील असल्यामुळे त्याची ऑक्सिजन बरोबर प्रक्रिया होऊन पाणी तयार होते आणि जे काही थोडे हेलियम खनिजांच्या किरणोत्सर्गी क्षयातून निर्माण होते, ते त्याच्या हलकेपणामुळे आणि अक्रियाशील असण्यामुळे वातावरणात निघून जाते.

(वाचा: हेलियमचा शोध, शैक्षणिक संदर्भ अंक ११८, जून-जुलै २०१९, पान ३९

<https://www.sandarbhociety.org/wp-content/uploads/2019/08/Sandarbh-issue-118.pdf> )



**समुद्राच्या पाण्यातील मूलद्रव्यांचे प्रमाण**

पृथ्वीवरील पाणी मोठ्या प्रमाणात सागरांमध्ये आढळते. एकूण ९९.६% आणि पृथ्वीच्या पृष्ठभागाच्या ७१% इतका पृष्ठभाग समुद्राच्या पाण्याने व्यापलेला आहे. हा भाग निळा रंग परावर्तित करतो, म्हणून अवकाशातून छायाचित्र काढल्यास पृथ्वी निळी दिसते. समुद्राच्या पाण्यात मोठ्या प्रमाणात मीठ असते आणि म्हणून पृथ्वीवरील ९९.६% इतके पाणी पिण्यायोग्य नाही. आता समुद्रात आढळणाऱ्या वेगेवेगळ्या मूलद्रव्यांची सापेक्ष टक्केवारी बघूया. त्यात ऑक्सिजन (८५.८४%), हायड्रोजन (१०.८२%), क्लोरीन (१.९४%), सोडियम (१.०८%), मॅग्नेशियम (०.१२९२%), गंधक (०.०९१%), कॅल्शियम (०.०४%), ब्रोमीन (०.००६७%), कार्बन (०.००२८%) ही मूलद्रव्ये असतात. समुद्रात हायड्रोजन आणि ऑक्सिजन पाण्याच्या रूपात

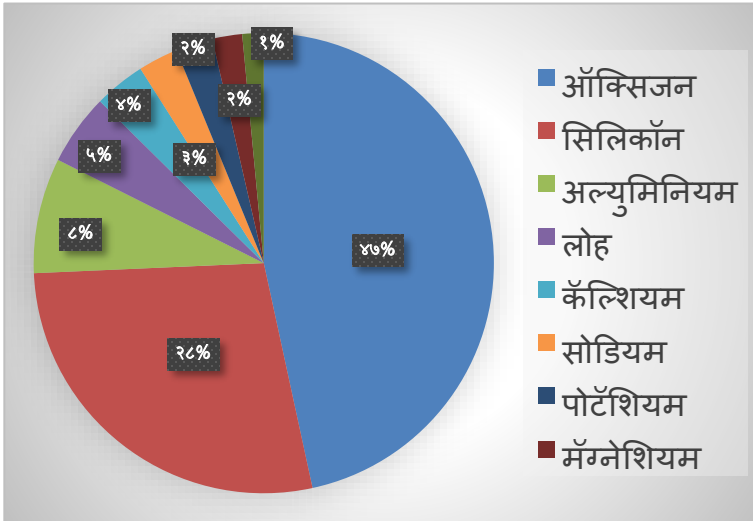
तर सोडियम आणि क्लोरीन सोडियम क्लोराईड म्हणजेच मिठाच्या रूपात असतात. या सोडियम क्लोराईड मुळेच समुद्राचे पाणी खारट असते.

शालेय पाठ्यपुस्तकात आपण वाचलेले असते की माणसाच्या शरीरात वजनाच्या ७०% इतके पाणी असते. मानवी शरीराच्या वस्तुमानाच्या ९९% इतका भाग हायड्रोजन, कार्बन, नायट्रोजन, ऑक्सिजन, कॅल्शियम आणि फॉस्फरस या मूलद्रव्यांनी बनलेला असतो. शेवटची दोन मूलद्रव्ये मुख्यतः हाडांमध्ये आढळतात. मानवी शरीराचे बाकीचे ०.७५% वस्तुमान पोटॅशियम, सल्फर, क्लोरीन, सोडियम आणि मॅग्नेशियम या मूलद्रव्यांचे असते. मानवी शरीरात फक्त १७ मूलद्रव्ये असतात, ही मोठी आश्चर्याची बाब आहे. अल्युमिनियम आणि सिलिकॉन अशी पृथ्वीवर मुबलक आढळणारी मूलद्रव्ये आपल्या शरीरात गैरहजर असतात.

आपल्या शरीराच्या रचनेबद्दल आता आपल्याला माहिती आहे, मग आपण पुढील प्रयोग करू शकतो का? शरीरात असणाऱ्या या मूलद्रव्यांचे वर दिलेल्या प्रमाणात मिश्रण तयार करू या. या मिश्रणातून श्वास घेणारा, खाणारा, पिणारा, बोलणारा माणूस तयार होईल का? मला माहित आहे की तुम्ही सगळे या प्रस्तावाची 'शुद्ध मूर्खपणा' अशी संभावना कराल आणि हा प्रयोग करणारच नाही. हो, मूर्खपणाच आहे हा, नुसत्या विटा आणि सिमेंट आणल्यावर इमारत आपोआप तयार नाहीच होत. आपले शरीर म्हणजे नुसते रसायनांचे मिश्रण नाही तर एक गुंतागुंतीचे यंत्र आहे. यात रसायने विशिष्ट पद्धतीने संघटित झालेली आहेत आणि हे यंत्रही रसायनांवर प्रक्रिया करू शकते. ही सगळी गुंतागुंत आपल्याला हळूहळू जास्त चांगल्या प्रकारे समजू लागली आहे. रसायनांपासून जीवन कसे तयार झाले आणि

सजीव ही रसायने कशाप्रकारे संघटित करतात, कसे त्यावर प्रक्रिया करतात आणि दुसरा सजीव निर्माण करतात हे समजण्यासाठी आधुनिक जीवशास्त्रामध्ये भौतिकशास्त्र आणि रसायनशास्त्रातील संकल्पनांचा वापर केला जातो. पण हा पूर्ण वेगळाच विषय आहे.

आपण रसायनांचे बनलेले आहोत, इतकेच नाही, तर रसायने आपल्या जीवनासाठी आवश्यक आहेत. ही सगळी पृथ्वीवर उपलब्ध आहेत. त्यातील काही पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर १० कि.मी. वर वातावरणात आढळतात. उदाहरणार्थ, आपण श्वास घेतो ती हवा, त्यात ७८% नायट्रोजन, २०.९% ऑक्सिजन आणि ०.९३% आर्गॉन असतो. या शिवाय हवेत ०.०४% कार्बन डाय ऑक्साईड आणि ०.४% पाण्याची वाफ असते. औद्योगिकरणामुळे, जसजसे आपण जास्त जास्त खनिज इंधन जाळत आहोत, तसतसे हवेतील कार्बन डाय ऑक्साईडचे प्रमाण वाढत चालले आहे आणि पृथ्वीचे तापमान वाढते आहे. यामुळे जास्त प्रमाणात पाण्याची वाफ तयार होते आहे आणि या वायूंचे पृथ्वीभोवती आच्छादन तयार झाले आहे.



**पृथ्वीच्या वरच्या थरात मूलद्रव्यांचे प्रमाण**

उपयुक्त आहेत. हे सर्व पदार्थ पृथ्वीच्या पृष्ठभागाच्या वरच्या थरात सापडतात आणि आपण ते

पृथ्वी अधिकाधिक तापते आहे आणि जगभरात अपरिवर्तनीय अशा हवामान बदलांचा धोका निर्माण झाला आहे.

याव्यतिरिक्त इतर अनेक पदार्थ आपण वापरतो. त्यातले लोखंड, कोळसा, वगैरे अतिशय

खाणींतून उत्खनन करून मिळवतो. पृथ्वीच्या सर्वात वरच्या थरात ऑक्सिजन (४६%), सिलिकॉन (२८%), अल्युमिनियम (८.२%), लोह (५.६%), कॅल्शियम (४.२%), सोडियम (२.५%) आणि मॅग्नेशियम (२.४%) असतात. या ३०-७० कि.मी. जाडीच्या थरातूनच आपण सगळी खनिजे मिळवतो.



खाणींमुळे संसाधने नष्ट होत आहेत आणि जंगले व पर्यावरणाचा न्हास होतो आहे.

<http://www.mediamaxnetwork.co.ke/people-daily/impact-exploiting-natural-resources-245475/>

आपल्या पृथ्वीवर किती संसाधने आहेत? याचे उत्तर महात्मा गांधींच्या या विधानात मिळते, “प्रत्येकाची गरज भागवण्याइतकी संसाधने पृथ्वीवर आहेत, पण प्रत्येकाची हाव ती भागवू शकणार नाहीत.” आता, कोणाची लालसा भागवली जात आहे, गरीबांची की श्रीमंतांची? हा प्रश्न विचारायलाच हवा. आपण पृथ्वीची रचना बदलू शकत नाही, पण जगाच्या एका भागातील नैसर्गिक साधने आपण दुसऱ्या भागात घेऊन जात आहोत. खनिज

इंधने पृथ्वीच्या पोटातून खोदून काढली जात आहेत आणि जगभरात दुसरीकडे पाठवली जात आहेत. सगळे म्हणतात, असे केले नाही तर विकास थांबेल आणि ह्या तेलावर आधारित जीवन पद्धतीबाबत तडजोड करता येणार नाही, असाही दावा केला जातो. हरकत नाही, भारतातील वाहनउद्योग क्षेत्रात मोठ्या प्रमाणात नोकरी कपात झाली, तरी हरकत नाही, पण तेलाची आयात थांबता कामा नये! आणि तुम्ही कुठून आयात करायचे ते तुमच्या हातात नाही. उदाहरणार्थ, अमेरिकेच्या दबावामुळे इराणमधून आयात करायची नाही. आपली इलेक्ट्रॉनिक उपकरणे ज्यावर आधारित आहेत ते सिलिकॉन काही ठरावीक ठिकाणीच प्रक्रिया करून उपलब्ध होते. इतरांनी तसे करण्याचा प्रयत्न केला, तर त्यांना व्यापार बंदीची भीती दाखवली जाते. आणि तुमच्याकडे अगदी कमी प्रमाणात असले तरी तुम्हाला तुमच्या युरेनियमच्या भट्ट्या चालूच ठेवायला हव्यात!

आवर्तसारणीबद्दल माहिती मिळवणे रंजक आहे. पण ही मूलद्रव्ये आणि संयुगे आपल्या गरजा भागवण्यासाठी वापरली जात आहेत का, यावर चर्चा करणेही फायदेशीर आहे, म्हणजे आपल्यासारख्या सामान्य माणसांच्या गरजा की कोणाच्या लालसा !

§§§

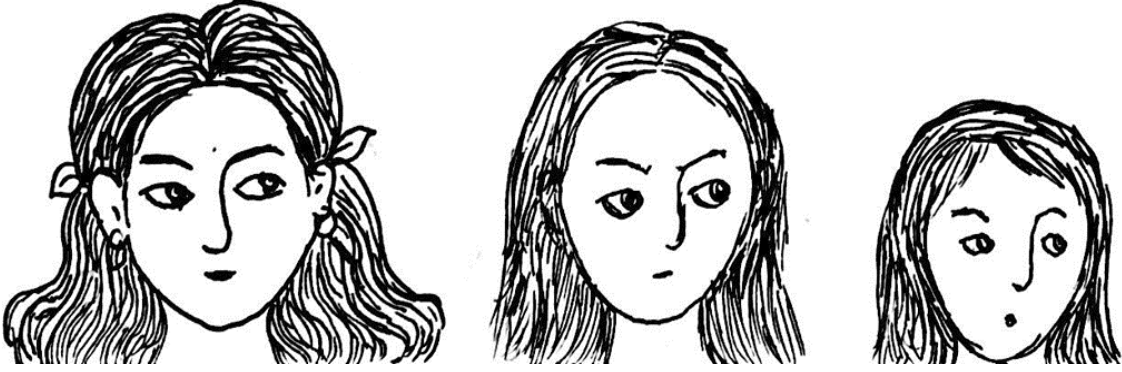
---

लेखक : सव्यसाची चटर्जी, ऑल इंडिया पीपल्स सायन्स नेटवर्कचे अध्यक्ष.

इमेल : [chatsab99@gmail.com](mailto:chatsab99@gmail.com)

अनुवाद : संजीवनी आफळे, शैक्षणिक संदर्भ गटात सहभागी.

इमेल : [saaphale@rediffmail.com](mailto:saaphale@rediffmail.com)



# मुली

लेखक : मृणाल पांडे

अनुवाद : यशश्री पुणेकर

ज्यादिवशी आम्ही आईबरोबर आजीकडे जाणार होतो त्यादिवशी बाबांनी एक माठ फोडला, चुकून का मुद्दामून ते काही कळलं नाही. ठक्क! सगळीकडे पाणीच पाणी झालं. आईने साडी वर धरून पाण्यात पाय टाकत शेजारच्या खोलीत कान देऊन ऐकत बसलेल्या सरूच्या आईला हाक मारली. “अगं हे जरा पुसून घे. सगळं पाणी सांडलंय बघ. आता यात अजून कोणी पाय घसरून पडलं आणि हाडबिड मोडलं तर नसतं संकट उभं राहायचं.”

आईला तर नेहमी सगळ्याच गोष्टीत शेवटी काहीतरी संकटच दिसायचं. सारखी कटकट वाटायची तिला. आम्ही घरी असलो तरी कटकट, शाळेत गेलो तरी कटकट, आजारी पडलो

तरी कटकट आणि चांगले धडधाकट खेळत असलो तरी कटकट. फरशी पुसताना सरूच्या आईने मान जराशी तिरकी करत आईला विचारलं, “यावेळी तीन महिने तरी राहणं होईल ना?” यावर आई मांडीवर जोर देत उकिडवं बसत, म्हणजे तिची हल्ली अशीच बसायची सवय झाली होती, म्हणाली, “हो. त्याच्या आधी ते थोडंच सोडणार आहेत मला? जा गं, बाहेर खेळ जा.” मी नेमकी चुकीच्या वेळेला चुकीच्या जागी टपकत असे त्यामुळे ही शेवटची सूचना माझ्यासाठी!

माठाचा एक तुटलेला तुकडा पटकन उचलून बाहेर जाताजाता मी ऐकलं, आई सरूच्या आईला म्हणत होती, “यावेळी मुलगा झाला तर ते लोक तरी सुटतील. पुन्हा पुन्हा हीच कटकट!” सरूची आई नेहमीप्रमाणे मान हलवत म्हणाली असेल, “हो ना, हो ना.”

-----

रेल्वेत मी भांडून खिडकीकडची जागा मिळवली आणि इतरांना जीभ काढून ईSSS असं वेडावून पण दाखवलं. पण आई माझ्याकडे बघतीय हे दिसताच मी इ इ इडलिंगू असं म्हणायला सुरुवात केली. पण यावेळी आईचं माझ्याकडे लक्ष नव्हतं. तेव्हा तिच्यासमोर अनेक वेगळ्याच कटकटी होत्या. इकडे तिकडे पसरलेलं सामान, डगमग हलणारा माठ, अशक्तपणा आणि आम्ही तिघी! एका स्टेशनवर खूप तिखट सामोसे घेतले. मी खाणार तेवढ्यात शेजारच्या खिडकीतल्या बाईने तिच्या बाळाला खिडकीतून बाहेर शू करायला लावली. मला तर किळसच आली. मला तो सामोसा खाववेना. मी तो आईला देऊन टाकला. उकडलेल्या बटाट्याचा एक तुकडा सीटवर पडला होता त्याचा किडा बनवला आणि छोट्या बहिणीला घाबरवलं. मज्जा आली, पण तिने

भोकाड पसरलं आणि आईने मला धपाटा घातला. मग मी पण रडले. मोठी बहीण म्हणाली “काय कटकट आहे!” मोठी बहीण खूप मायाळू आहे. तीच एकटी प्रेम करते, बाकी कोणी नाही. सगळे वाईट आहेत.

स्टेशनवर मामा न्यायला आला होता. मी मामीच्या शेजारी बसले. मामी पान चघळत होती. तिच्या कानातले माणिक वरखाली होत होते. ड्रायव्हर जेवढ्या वेळा हॉर्न वाजवी तेवढ्या वेळा आम्ही तिघी जोरात ओरडायचो... पोंSSS ! ड्रायव्हर खूप हसायचा. घरी गेल्यावर त्याने मला आणि छोटीला कडेवर घेऊन जीपमधून उतरवलं. उतरताना माठ परत हिंदकळला आणि पाणी सांडलं. मला बाबांची आठवण झाली. मी छोटीच्या चपलेवर जोरात पाय दिला. ती पडता पडता राहिली. “कटकटीचं मूळ” आई दात दाबून पुटपुटली. तिने माझा खांदा पकडून इतरांना असं दाखवलं की मला सावरतीय पण मला इतकं जोरात दाबलं की खांदा दुखायला लागला. आजीकडे आलं की असंच होतं. बाबा तर आमच्याबरोबर येतच नाहीत आणि आई पण आल्या आल्या मावशा, माम्या, आजी आणि जुन्या मोलकरणींमध्ये गायब होऊन जाते. दिवसा तिच्याजवळ जायचं म्हटलं तर कोणी तरी हटकतंच, “अगं इथे तरी तिला आराम करू दे”. आईपण असा गरीब चेहरा करते की, जणू काही आम्ही तिला खातच असतो.

-----

हट! आजीकडे येऊन चिडचिड व्हायला लागली. घरात जायच्या आधी मी झाडांपाशी मुद्दाम रेंगाळले. एक झिपरं कुत्र आलं, त्याने माझा वास घेतला. तेवढ्यात कोणीतरी आतून माझं नाव घेऊन म्हणालं “ही कुठे मागे राहिली आता.” मग कुत्रा आणि मी दोघं एकदमच घरात गेलो.



आजी मामाच्या मुलाला मांडीवर घेऊन बसली होती. तिने कुत्र्याला हाड हाड केलं तसा तो बिचारा निघून गेला. मला म्हणाली, “पाया पड, अsssशशी! मुलीच्या जन्माला आलीयेस. आयुष्यभर खाली मान घालून राहावं लागेल, तर आत्तापासूनच शिकून घे.” माझ्या पाठीवर हात



फिरवत आजी म्हणाली, “ऊं हु! हिची उंची अजिबातच वाढली नाही. कोण म्हणेल हिला आठ वर्षांची!” मी मामाच्या मुलाला थप्पड मारली. तो मुर्खासारखा तरीसुद्धा माझ्या मागे मागे फिरत राहिला. छान होता... गोरा गोरा... जेमतेम पाच वर्षांचा असेल पण सात वर्षांचा वाटत होता. त्याची उंची जरा वयाच्या मानाने जास्तच होती. “रात्री गोष्ट सांगशील?” त्याने मला विचारलं. मी जोरात नाही

असं सांगून खोटं खोटंच वर्तमान पत्र वाचायला घेतलं.

“काय कटकट आहे!” आई म्हणत होती. आणि शेजारची आजी म्हणाली, “लालीच्या आई, या वेळेला लालीला नक्की मुलगा होणार. चेहरा बघा तिचा, कसा पिवळा पडलाय. मुलींच्या वेळेला कशी लाल गुलाबी दिसायची.” “काय माहिती... या वेळी पण...” आईने बापुडवाणा चेहरा केला आणि नखं कुरतडू लागली.

मला बाबांची खूप आठवण आली. त्यांच्या अंगाला काय मस्त वास यायचा! आणि त्यांचं पोटही छान मऊ मऊ होतं. त्यांच्या कुशीत झोपायला मज्जा यायची. इथे आई फार वेळ

जवळ झोपू देत नाही, म्हणते, “चल, उठ. अंग खिळखिळं केलंस माझं. आणि साडी किती विस्कटलीस! एक तर किती काम पडलंय आणि ही अजून एक कटकट...उठ.” आजी वर बघत हात जोडत म्हणते, “हे देवी, आता तूच माझी लाज राख. यावेळी ही माहेरातून जाताना मुलाला घेऊन जाऊदे.” आणि मग डोळे पुसते.

-----

मी पांघरुणातून डोकावून पाहिलं तर माझ्या बहिणी झोपल्या होत्या. मी जिथे झोपले होते तिथे भिंतीवर एक मोठं टिकटिक करणारं घड्याळ लावलेलं होतं. सगळे दिवे बंद आहेत. फक्त चंद्राचा उजेड पडलाय. तुळसादाई आईच्या पावलांना तेल चोळत म्हणतेय, “या वेळी मुलगा झाला तर चंदेरी जरीची साडी घेणारे मी, सांगून ठेवते.”

चांदण्यात आईचा चेहरा काही दिसत नाही, फक्त गोलमटोल पोट दिसतंय. आईची साडी सरकलीय. तुळसाने नेमकं वर्मावर बोट ठेवल्याने ती हलक्या आवाजात पुटपुटतीय, “या वेळी मुलगा झाला तर ठीक....सुटेन मी.” मग तुळसाला सांगते, “जा आता तू. तुझी मुलं वाट बघत असतील. आणि तेलाची वाटी खाटेखाली नीट आत सरकवून ठेव. नाहीतर सकाळी मुलं उठली की कोणाचा तरी पाय लागून तेल सांडेल... चांगलं नाही ते.” आईने अर्धवट सोडलेलं बोलणं बराच वेळ खोलीत तरंगत राहतं, घड्याळाच्या टिकटिकी सारखं.

चांगली गोष्ट नेहमी पूर्ण बोलतात हे मोठे लोक पण वाईट गोष्ट नेहमी अर्धवट...असं का? ‘काय बायकांचं नशीब....’ गप्प..... ‘अरे तीन तीन मुली..’ गप्प.....

बाहेर एक चांदणी खूप चमचम करत होती. बहुतेक तो ध्रुव तारा असेल. बाबा म्हणतात, “मन लावून शिकलीस तर तू सुद्धा तुला हवं ते होऊ शकतेस, ध्रुव ताऱ्यासारखं.” “मुलगा नाही होऊ शकत ना पण...” मी धीटपणे असं म्हटलं तर माहीत नाही का पण बाबा एक रपाटा घालतात आणि म्हणतात, “मोठ्यांना उलट उत्तर देतेस?” मोठ्या माणसांचं काही कळतच नाही. मोठी बहिण म्हणते, “मोठ्या माणसांवर कधी विश्वास ठेवू नये. ती आपल्याला अगदी खोदून खोदून विचारतात पण स्वतःचं मात्र काही सांगत नाहीत.”

ते आम्हाला काहीच सांगत नाहीत. इकडे, विशेषतः रात्री जेव्हा आम्ही झोपतो तेव्हा



मोठ्या लोकांची वेगळीच दुनिया उघडते, एखाद्या बंद पेटाऱ्यासारखी! मी जागून ऐकायचा प्रयत्न करते पण कशी कोण जाणे मला नेमक्या वेळेला झोप लागते.

हा कोणाचा आवाज आहे? हमसून हमसून हुंदके देतीय ती छोटी मावशी आहे का? “दारच्या कुऱ्याएवढी पण किंमत नाहीये मला त्या घरात.” ती आईजवळ बसून रडकथा सांगतेय. पण कोणत्या घरात? मला विचारायचं होतं. आई म्हणते, “आमचा जीव पण खालीवर होतो गं. पण तसंच निभावून न्यायचं.” मला झोप यायला लागते.

मी सकाळी आईला विचारते, “निभावून न्यायचं म्हणजे काय गं आई?” सगळे नाष्टा करतायत. “म्हणजे छोटी मावशी म्हणते ते निभवायचं.”

आई एक धपाटा घालते. मग आणखी एक घालणार तितक्यात मामी सोडवते, “जाऊदे ना. लहान आहे अजून.” “काही लहानबिहान नाही. आखाडसासू आहे माझी.” रागाने आईचं पोट थरथरायला लागलं, “चोरून मोठ्यांच्या गप्पा ऐकते. हिचं कसं होईल देव जाणे.”

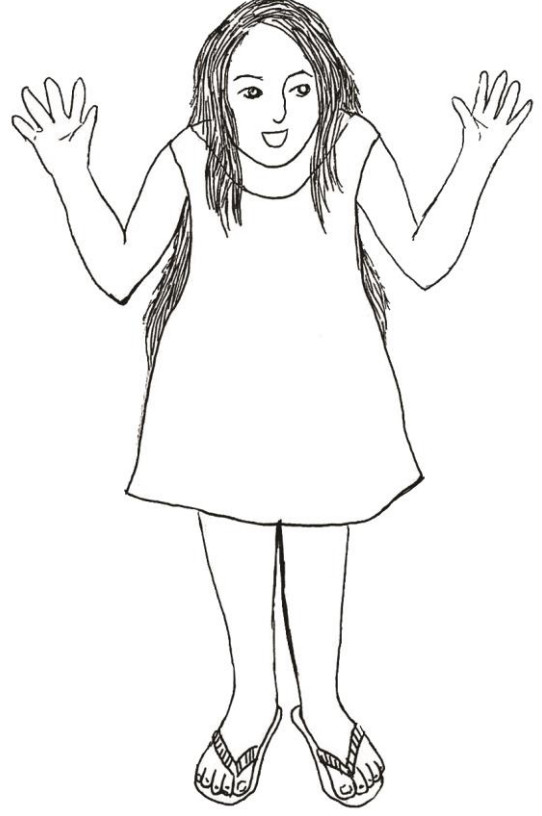
“तू पण ना....” बाहेर हौदाजवळ फुलं वेचत असलेली मोठी बहीण म्हणते, “कितीवेळा सांगितलं तुला? सारखे अबरचबर प्रश्न विचारत जाऊ नकोस. जास्त प्रश्न विचारशील तर ठोकून ठोकून मारून टाकतील ते लोक तुला.” मी रडत रडत म्हणते, “मी विचारणार...मी विचारणारच, खूप प्रश्न विचारणार.” ती म्हणते, “मर मग.” मग ती समजूतदारपणे आजीच्या गोपालकृष्णासाठी फुलांचा हार ओवायला घेते. “ही माझी लाखात एक लक्ष्मी आहे,” आजी तिला म्हणत नेहमी मला हे ऐकवते.

-----

दुपारी मी छोट्या मुलांना भीतीदायक हडळ आणि भुतांच्या गोष्टी सांगते. “ही भूतं खालच्या आक्रोडाच्या झाडावर राहतात. अमावास्येच्या रात्री बारा वाजता तिथे गेलं ना तर ती रक्ताने अंधोळ करताना दिसतात. नाकाने बोलतात ती माहितीय का... नाकाने... काय बोलतात काही कळतच नाही.” मुलं दिवसभर माझ्या मागे मागे फिरत राहतात. जणू जादूगाराच्या मागे उंदीर!

दुपारी मोठी मामी आणि आई आम्हाला चिंचेची गोळी खायला पैसे देतात आणि बाहेर पिटाळतात. त्यांच्या खोलीच्या खिडक्यांना हिरवा कागद चिकटवलाय, नुसता अंधार! माम्या,

मावश्या, आई, आजी सगळ्या बायका त्या एकाच खोलीत. त्यांचे पैलवानासारखे दंड, उघडे पडलेले जाड जाड पाय, घेरदार पोटं... आम्हाला सांगतात पाय पसरून बसू नका... पाय उघडे टाकू नका... आणि स्वतः बघा... हुं !



“तुम्ही सगळ्या कळपातल्या गार्थींसारख्या दिसताय.” मी हे म्हटलं तर कोणी ऐकलंच नाही. जमिनीवर उशी टाकून झोपलेल्या छोट्या मावशीने आमच्याकडून चिंचेची गोळी घेतली आणि चोखत चोखत म्हणाली, “कमाल आहे बाई दाजींची” यावर सगळ्या जणी जोरात हसल्या. कोण? का? कसं? मी सगळ्यांकडे उत्तरासाठी बघते पण कोणाचं आमच्याकडे लक्षच नाहीये. त्या पुन्हा आपसात बोलण्यात दंग झाल्यात.

मग मी बाहेर जाऊन दरवाजा जोरात आपटते. आता आई येऊन म्हणेल, “काय कटकट आहे” पण आतलं कोणीच माझी दखल सुद्धा घेत नाहीत.

“सरक.” डोकं हलवत हरीची आई म्हणते, “सरक, हे तुमच्यासाठी नाहीये. मोठ्या माणसांसाठी आहे.” तिच्या हातात चहाच्या कपांनी भरलेला ट्रे आहे. तो घेऊन ती बायकांच्या खोलीत जाते. तिचं नाक बेडकासारखं आहे आणि नाकाच्या वर भुवया एकमेकीला जुळलेल्या आहेत. ती हसते तेव्हा मेलेल्या वटवाघळासारखे तिचे गाल खाली लटकतात. “सरक गं” ती

पुन्हा म्हणते. “नाही सरकरणार.” मी पण अडून बसते. “आधी म्हण - मुली खूप चांगल्या असतात.” “हो हो म्हटलं. चल.” ती म्हणते. मी म्हणते, “नाही नीट म्हण, मी सांगते तसं.”

“काय चाललंय हरीची आई?” आतून मावशी चिडक्या आवाजात ओरडते, “चहा काय पुढच्या वर्षी देणारेस का?” हरीची आई जुळलेल्या भुवया माझावर रोखून म्हणते, “आणते ताई. ही मधली मुलगी बघाना...” हसल्यावर तिचं नाक बेडकासारखं फुरफुरतं. आतून आई माझं नाव घेऊन म्हणते, “हीच कार्टी छळत असेल तिला. एक दिवस माझा जीव खाणारे ही पोरगी.” “अशा स्थितीत चिडचिड करू नये गं.” कोणीतरी समजावतं.

मग मी अंगणात बसून उडणाऱ्या चिमण्यांचा खेळ पाहत राहते. मला वाटलं मी चिमणी का नाही झाले? आई चिमण्या पण त्यांच्या मुलींना अशाच वाईट समजत असतील का?

“आता ही कुठे गेली?” कोणीतरी माझ्या नावाने आतून हाक मारत बाहेर येतं. पण मी पटकन दाराच्या मागे लपून बसते, दिसू नये म्हणून. कुठूनतरी ती जादूची सुपारी मिळाली पाहिजे. ती तोंडात ठेवली की हवं तेव्हा अदृश्य होता येतं. मग मज्जाच मज्जा!

-----

रात्री गोष्ट संपवून आजी म्हणते, “जा आता झोपा.” छोटी बहीण तर आधीच झोपलीय. तिला हरीची आई कडेवर उचलून आत नेते. मी आजीला विचारते, तुझ्याजवळ झोपा का? आजीचं अंग मऊमऊ आणि लुसलुशीत आहे. तिच्या रजईला वेलदोडा आणि लवंगेचा वास येतो. तिच्या उशाखाली एक बॅटरी असते. रात्री दिवे नसताना बॅटरी घेऊन बाथरूमला गेलं की

पायाचा अंगठा ठेचकाळत नाही. मामाच्या झोपलेल्या मुलाला जवळ ओढून आजी म्हणाली, “नको गं बाई. आधीच हा माझ्याशिवाय कोणाजवळ झोपत नाही आणि मी कुठे दोघा दोघांना घेऊन झोपू. जा तू आईजवळ झोप. उद्या पुन्हा गोष्ट सांगेन हं.”

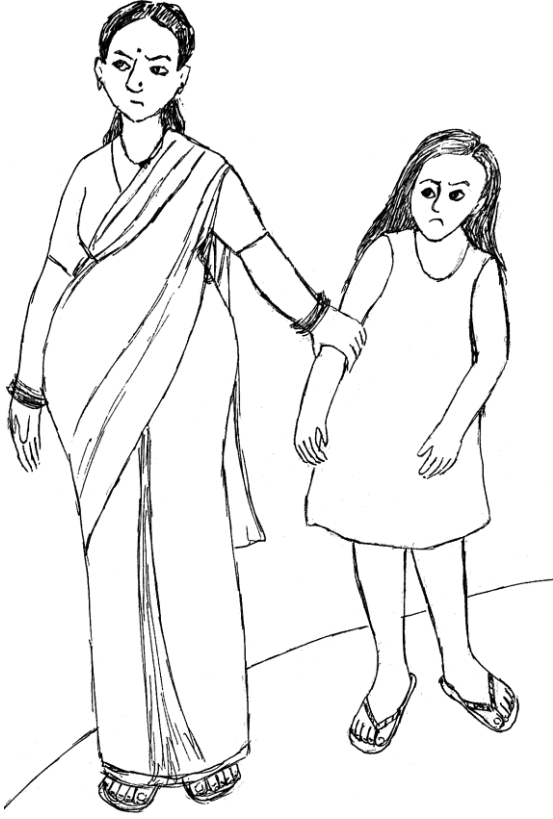
आजीचा आवाज लाडीगोडी लावल्यासारखा झालाय. खोलीत गेल्यावर “झोपवलं का तुला जवळ” माझ्याकडे वळून न बघता मोठी बहिण म्हणाली. तिचा स्वर रागाने थरथरत होता. घड्याळाची टिकटिक चालू आहे. आई घोरतीय आणि.... झोपवलं का? झोपवलं का?...टिकटिक ....खर खर.....

-----

“कुठे आहात गं मुलींनो?” आजी ओसरीवरून हाक मारतीय. तिच्या हातात पूजेची थाळी आहे. समोर कढईत शिरा आणि शेजारी गरमगरम पुऱ्या. आज अष्टमी आहे. आजीच्या समोर चटई अंथरलीय. आरतीच्या ताटात आजीने कपूर लावलाय. “या गं, तुमची पूजा करते.” माझ्या दोघी बहिणी आणि मामाच्या सुंदर मुली तिच्या समोर बसल्यात. आजी त्यांना हळदकुंकू लावते, अक्षता लावते. घंटा वाजवते आणि मग रेल्वेच्या भोंग्यासारखा शंख वाजवते, पूSSS !

मी इंजिन होऊन अंगणात गोल गोल चक्कर मारतीय. खोलीत वास आहे, कापराचा, शिऱ्याचा, तुपाचा, फुलांचा.... “द्या द्या पैसे द्या... कलकत्याला जाऊया ..पू...पू...”

“अगं ये. तुझी पण पूजा करते. तू तर माझी कन्याकुमारी आहेस.” आजी बोलावते. मी म्हणते, “नाही, मी तर इंजिन झालेय.” हे म्हणत असतानाच भीतीने माझ्या पोटात गोळा येतोय.



आई धडपडत माझ्याकडेच येतीय. “चल मी करते तुला इंजिन...आता बघतेच तुझ्याकडे” आईचा चेहरा रागाने लाल झालाय.

“बास झालं लाली.” शेजारची आजी आईचा हात धरत मला डोळ्याने आईचं ऐकण्याविषयी खुणावते. “लहान आहे अजून. कन्याकुमारी आहे ती. आज अष्टमी आहे. देवीचा दिवस. आजच्या दिवशी देवीला असं मारत नाहीत.”

मी धपकन उडी मारून सटकते. आई रडतीय आणि आजी वाकडं तोंड करून मुलींना शिरा पुरी वाढायला लागते.

“जा ना. का रडवतेस आईला अशावेळी?” चिडकी मावशी म्हणते.

“तुम्ही मुलींवर प्रेमच करत नाही मग ही खोटी खोटी पूजा तरी कशाला करता?” माझा आवाज रडवेला होतो. रागाने मला कसंतरी होतंय. असं वाटतंय तो जळता कापूर गिळावा आणि ह्या धोकेबाज गळ्याला जाळून टाकावं.

“का?” मला पुन्हा विचारायचंय पण रडू येईल या भीतीने मी गप्प बसते. मला नाही रडायचं, या लोकांसमोर तर नक्कीच नाही.



हरीची आई तोंडावर हात ठेवून म्हणते, “आई आई गं. ऐका हिचं बोलणं. मुलगी असून इतका राग!”

आजी मुलींना सव्वा सव्वा रुपया देतीय.  
“सव्वा रुपयात वीस चिंचेच्या गोळ्या येतात,  
आण्याला एक.” असं म्हणून आजी माझ्यापुढे  
रुपयात गुंडाळलेली चवली धरते. तिच्या अंगठ्याच्या  
टोकावर थाळीचा वळ रक्ताच्या डागासारखा दिसतोय.



मी भिंतीकडे सरकत म्हणते, “मला नको ही बायकांची शिरा पुरी, पूजा आणि रुपया.”  
“मला देवी व्हायचं नाहीये.” मी इतक्या जोरात ओरडते की अंगणात दाणे टिपत असलेली  
कबुतरे घाबरून फडफड करत उडून जातात, जणू काही एखादी गोळीच लागलीय.

हिंदी शैक्षणिक संदर्भ १२१ मधून साभार.

§§§

लेखक : मृणाल पांडे, पत्रकार, लेखक आणि टेलीव्हिजनवर कार्यरत, पद्मश्री सन्मानित

चित्र : शिवांगी सिंह, दिल्ली येथील चित्रकार

अनुवाद : यशश्री पुणेकर, शैक्षणिक संदर्भ गटात सहभागी

इमेल : [yashashreepunekar@gmail.com](mailto:yashashreepunekar@gmail.com)

# खजूर

लेखक: अतुल चंद्र

अनुवाद: वैशाली डोंगरे

आपल्या देशात उपवासासाठी खाल्ला जाणारा खजूर तुम्हाला माहीत आहे. आपल्या इथे मुख्यतः बाजारात मिळतो तो खजूर, ओला खजूर किंवा खारीक ह्या स्वरूपात खाल्ला जातो, पण तुम्हाला माहीत आहे का, की खजुराची ताजी फळेसुद्धा खाल्ली जातात आणि ती अतिशय चविष्ट असतात?

खजुरातून शरीराला भरपूर उर्जा मिळते. १ किलो खजुरापासून ३००० कॅलरी एवढी ऊर्जा

मिळते, तर तेवढ्याच केळ्यामधून ९७० कॅलरी,

भातामधून १८०० कॅलरी तर संत्र्यापासून ४००

कॅलरी एवढी ऊर्जा मिळते.



सुकवलेल्या खजुराच्या गरात ८० टक्के

कबोदके, ग्लुकोज आणि फ्रुक्टोज ह्या दोन प्रकारच्या शर्करा तसेच कॅल्शियम, लोह, फॉस्फरस, सोडियम, पोटॅशियम, मॅग्नेशियम आणि जस्त यासारखी महत्त्वाची खनिजे असतात.

खजुराचा नियमित आहारात समावेश केल्यास गर्भवती महिला आणि लहान मुले यांच्यामधील रक्तक्षयाचा धोका कमी होतो. खजुरात पोटॅशियमचे प्रमाण जास्त असते आणि सोडियमचे प्रमाण कमी असते त्यामुळे खजुराचे सेवन मज्जासंस्था आणि हृदयासाठी फायदेशीर

असते. खजुरामधील तंतुमय पदार्थांमुळे पचन चांगले होते आणि बद्धकोष्ठाचा त्रास कमी होतो. यात असलेल्या टॅनिन प्रकारच्या अँटी-ऑक्सिडंटमुळे कॅन्सर सारख्या प्राणघातक आजारांचा धोका कमी होतो.

## खजुराची शेती



खजूर आयात करणाऱ्या देशांपैकी ३० टक्के एवढ्या मोठ्या प्रमाणात आयात एकट्या भारत देशात होते. कमी पाणी आणि कोरडे हवामानात आढळणाऱ्या ह्या प्राचीन झाडाची शेती दक्षिण इराकमध्ये इसवी सन पूर्व ४००० वर्षांपासून केली जात होती असे मानण्यात येते. मोहंजोदाडो येथील उत्खननातून मिळालेल्या

पुराव्यावरून भारतात खजुराची शेती इसवीसन पूर्व २००० वर्षांपासून केली जात असावी. या झाडाचे मूळ स्थान अरबी आखात असावे.

मध्यपूर्वेकडील देश, भारत, याशिवाय अमेरिका, स्पेन येथेही खजुराची शेती केली जाते. भारतात पश्चिम राजस्थानमधील जैसलमेर, बीकानेर, बाडमेर व जोधपुर जिल्ह्यांमध्ये खजुराच्या शेतीसाठी सर्वात जास्त उपयुक्त वातावरण आहे. गुजरातमधील कच्छ जिल्ह्यामध्ये खजुराचे व्यापारी उत्पादन घेतले जाते.

गेल्या दहा वर्षांपासून गुजरात व पश्चिम व उत्तर राजस्थानमध्ये ऊती संवर्धन (टिश्यू कल्चर) तंत्राचा वापर करून आधुनिक पद्धतीने खजुराची शेती करण्याचे प्रयोग सुरू आहेत. तामिळनाडू मध्येही अशा पद्धतीने खजुराचे उत्पादन घेण्यास सुरुवात झाली आहे.

उत्पादनाच्या दृष्टीने खजुराची फीनिक्स डेकटीलीफेरा ही प्रजाती महत्त्वपूर्ण आहे.

फीनिक्स सिल्वेस्ट्रिस प्रजातीची फळे लहान आणि कमी गर असलेली असतात. ह्या प्रजातीचा उपयोग नीरा तसेच गूळ तयार करण्यासाठी केला जातो. ३० मीटर एवढी उंची असलेला फीनिक्स डेकटीलीफेरा हा वृक्ष



फीनिक्स प्रजातीचा सर्वात उंच वृक्ष आहे. उंच वाढलेल्या खोडाच्या टोकावर टोकदार पाने असतात. पानांची रचना संयुक्त, पिसासारखी (pinnate) असते. पाने ४-६ मीटर लांब असतात. जुन्या झाडाला १०० ते १२५ हिरवी पाने असतात. सुकलेली, जीर्ण पाने झाडावरून आपोआप गळून पडत नाहीत. ती काढून टाकावी लागतात. फळे वनस्पतीशास्त्रीयदृष्ट्या ड्रूप प्रकारची म्हणजे घडांनी लागणारी असतात. एका घडाचे वजन साधारणपणे १० किलो किंवा त्यापेक्षा जास्त असते.

खजुराचे झाड एकलिंगी (डायोशिअस) असते, नर व मादी पुष्प वेगवेगळ्या झाडांना लागते. त्यामुळे नैसर्गिक परागीभवन होत नाही. परागीभवन घडून येण्यासाठी नर पुष्पातील परागकणांचा मादी फुलांवर कृत्रिम शिडकावा करावा लागतो.

## खजूर फळाच्या अवस्था

फळ पक्व होण्याच्या ५ अवस्था असतात.



- **हबाबुक:** मादी फुलांमध्ये परागीभवनांतर फलन घडून येते. फलन न झालेले मादी पुष्प झाडावरून गळून पडते.
- **किमरी किंवा गंडोरा:** ह्या अवस्थेमध्ये फलन झाल्यानंतर फळ विकसित होऊन हिरव्या रंगाची पूर्ण वाढलेली फळे तयार होतात.
- **खलाल किंवा डोका:** ह्या अवस्थेमध्ये फळ पिकायला सुरुवात होते आणि त्यांचा रंग पिवळा किंवा लाल होतो. ह्या अवस्थेमधली तुरट नसलेल्या जातीची ताजी फळे खाण्यासाठी वापरली जातात.
- **रूताब किंवा डांग:** ह्या अवस्थेमध्ये फळे थोडी थोडी मऊ व्हायला लागतात. योग्य असे कोरडे हवामान असेल तर हळूहळू पूर्ण फळ मऊ होते.
- **तमर किंवा पिण्ड:** ही फळ पिकण्याची शेवटची अवस्था असते. ह्या अवस्थेमध्ये मऊ झालेल्या फळांचा ओलसरपणा कमी होऊन सुकायला सुरुवात होते. पूर्ण सुकलेली फळे सामान्य तापमानातही साठवता येतात.

## फळाचा उपयोग



खाण्यासाठी योग्य त्या जातींची फळे निवडावी लागतात. ताजी फळे (खलाल किंवा डोका), खजूर (तमर किंवा पिण्ड) आणि खारीक (खलाल किंवा डोका) असे वर्गीकरण केले जाते.

खारीक तयार करण्यासाठी खलाल/ डोका अवस्थेतील फळे पाण्याने स्वच्छ धुवून फडक्यात बांधून ५-२० मिनिटे उकळत्या पाण्यात बुडवून ठेवतात. त्यानंतर विजेवर चालणाऱ्या भट्टीत ४८ ते ५२ डिग्री सेल्सिअस तापमानाच्या गरम हवेच्या झोताने सुकवली जातात.

प्रामुख्याने बरही, हलावी, खुनेनी, सेवी, जामली, खलास या जातींची ताजी फळे खाल्ली जातात.

खारीक तयार करण्यासाठी मेडजूल, सगाई, खदरावी, जाहिदी, शामरान या जाती, तर खजूर म्हणून जाहिदी, खदरावी, हलावी, खलास, सगाई, जगलूल या जातींचा उपयोग होतो.

## खजूर शेतीसाठी उपयुक्त वातावरण

खजूर शेतीसाठी ७ ते ८.५ सामू असलेली वालुकामय पोयटा माती व पाण्याचा उत्तम निचरा होणारी जमीन लागते. ४ मिलीमोल्स/सेमी (२५° सेल्सिअस) क्षारता असलेल्या जमिनीत सुद्धा खजुराची लागवड करता येते. मुळांचे कार्य पूर्ण क्षमतेने व्हावे यासाठी जमिनीची क्षारता १ टक्क्यापेक्षा जास्त नसावी. जमिनीत २ मी. खोलीपर्यंत दगड, खडक किंवा कॅल्शियम कार्बोनेटचे कठीण थर असता कामा नयेत.

सिंचनासाठी खाऱ्या (४००० टी.डीएस.) पाण्याचा उपयोग करता येऊ शकतो. परंतु वरील स्थितीत झाडाची वाढ आणि फळधारणेवर परिणाम होतो, त्यामुळे ठिबक सिंचनासारख्या आधुनिक उत्पादन तंत्राचा अवलंब करावा लागतो.

खजुराच्या शेतीसाठी विशिष्ट हवामानाची आवश्यकता असते. मोठा आणि कोरडा उन्हाळा, मध्यम थंडी आणि फळे पिकण्याच्या काळात पाऊसविरहित कोरडे हवामान आणि मुबलक पाणी यांची गरज असते. झाडाच्या वरच्या भागाला अतिशय कडक ऊन आणि मुळाजवळ पाणी असायला हवे. फळे पिकण्याच्या काळात पाऊस किंवा दमट हवामान असेल तर फळे नीट पिकत नाहीत आणि झाडावरच सडायला सुरुवात होते.

भारतात जुलै आणि ऑगस्ट महिन्यात फळे पिकायला लागतात. या काळात देशाच्या बऱ्याच भागात मोसमी पाऊस सक्रिय होतो. फळे वाढण्याच्या सुरुवातीच्या काळात किमरी किंवा खलाल अवस्थेमध्ये पावसामुळे फार नुकसान होत नाही, पण पुढच्या रुताब किंवा तमर

तयार होण्याच्या काळात पाऊस असेल तर फळांचे नुकसान होते. तसेच थोड्या काळात पडणाऱ्या जोराच्या पावसापेक्षा जास्त काळ चालणारा झिमझिम पाऊस जास्त नुकसानकारक असतो.

खजुराच्या झाडाच्या वाढीसाठी ७ ते ३२ डिग्री सेल्सिअस इतके तापमान योग्य असते. झाड उन्हाळ्यात ५० डिग्री सेल्सिअस तर थंडीत २-३ डिग्री सेल्सिअस इतक्या कमी तापमानातसुद्धा तग धरू शकते. फुले येण्याच्या काळात २५ डिग्री सेल्सिअस आणि फळे पिकण्यासाठी ४० डिग्री सेल्सिअस हे योग्य तापमान असते. त्यासाठी ३००० ते ४००० संचयित उष्मांकांची गरज असते.

## भारतामधील खजूराची शेती

वरील कारणामुळे जैसलमेर व बीकानेर येथे खजूराची फळे झाडावरच रुताब ह्या अवस्थेपर्यंत किंवा काही वेळेस पाऊस उशिरा सुरु झाल्यास झाडावरच तमार किंवा पिंड ह्या अवस्थेपर्यंत पिकतात.

जैसलमेर, बीकानेर, जोधपुर आणि कच्छ येथे अनुक्रमे वार्षिक सरासरी १०० ते १६० मि.मी., ३०५ मि.मी., ३६६ मि.मी. आणि ३२२ मि.मी. एवढा पाऊस होतो. तसेच तिथे परागीभवनापासून फळे काढण्याच्या काळामध्ये अनुक्रमे १७०, १५०, १४५ आणि १५० इतके दिवस पाऊसविरहीत काल मिळतो. वरील काळात क्रमशः ४०८८, ३८४०, ३५०० आणि २६५६ इतक्या उष्मांकांची साठवण होते. त्यामुळे जैसलमेर आणि बीकानेर हा भाग देशात खजूर



उत्पादनासाठी सर्वात जास्त उपयुक्त क्षेत्र आहे. जोधपुर, कच्छ आणि देशाच्या इतर खजूर उत्पादक प्रदेशामध्ये खजूर खलाल/डोका ह्या अवस्थेपर्यंतच पिकू शकतात.

देशाच्या इतर भागात जास्त पाऊस, दमट हवामान यामुळे खजुराचे व्यावसायिक उत्पादन घेणे शक्य नाही. वालुकामय प्रदेशासाठी मात्र खजुराची शेती वरदान आहे. शेतकऱ्यासाठी नगदी पीक तसेच कुपोषण निर्मुलनासाठी खजूर शेती उपयोगी आहे. खजुराचे झाड ६० ते ७० वर्षे फळे देते. कमी पावसाच्या प्रदेशात पर्यावरणाचे रक्षण करण्यासाठी खजूर शेती मोठा हातभार लावू शकते.

हिंदी संदर्भ अंक १२२ मधून साभार.

§§§

लेखक: अतुल चंद्र, स्वामी केशवानंद राजस्थान कृषी विद्यापीठ येथील सेवा निवृत्त प्राध्यापक. खजूर उत्पादन प्रौद्योगिकी मध्ये महत्त्वाचे योगदान. खजूर उत्पादन विषयावर संशोधन आणि लेखन.

अनुवाद : वैशाली डोंगरे, प्रयास, पुणे गटात कार्यरत.

इमेल : [godonvaishali@gmail.com](mailto:godonvaishali@gmail.com)

# मलदर्शन

लेखक : सोपान जोशी

अनुवाद : अमलेंदु सोमण

मलाच्या या सुगम व्यवस्थेच्या कथेला आपण सर्वात लहान जीव बॅक्टेरियापासून सुरुवात केली. कथेचा शेवट आपण जीवसृष्टीतल्या सर्वात मोठ्या जीवाच्या उदाहरणाने करू. त्यासाठी आपल्याला समुद्रात डुबकी घ्यायला लागेल. पृथ्वीच्या ७२% भागात समुद्र पसरलेला आहे. त्यातच जगातला सर्वात विशालकाय प्राणी व्हेल सापडतो. व्हेल या सस्तन प्राण्याला श्वास घेण्यासाठी पाण्याच्या पृष्ठभागावर यावं लागतं. त्याने समुद्राच्या पृष्ठभागावर येऊन सोडलेलं कारंजं आपल्याला व्हेलच्या अस्तित्वाची जाणीव करून देतं.

व्हेलबद्दल मानवाला कायमच आश्चर्य वाटत आलं आहे. सागरतीरांवर वसलेल्या संस्कृतींनी पौराणिक साहित्यात आणि उत्पत्ती कथांमध्ये व्हेलचं वर्णन करून ठेवलं आहे. त्याच वेळी कोळ्यांनी व्हेलची शिकारदेखील केली आहे. व्हेलच्या शरीराच्या बहुतांशी सर्व भागांचे कितीतरी उपयोग करतात. खाण्यासाठी मांस, कित्येक प्रकारच्या अवजारांसाठी हाडे वगैरे. पण व्हेलपासून मिळणारी सर्वात उपयोगी वस्तू होती, ती म्हणजे तेल. खोल समुद्रात असलेल्या अती थंडीपासून बचाव करण्यासाठी व्हेलच्या त्वचेखाली चरबीचा एक मोठा थर असतो, तो काढून दिवे जाळण्यासाठी तेल मिळायचं.

युरोपमध्ये औद्योगिक क्रांतीनंतर प्रचंड आकाराची जहाजं तयार व्हायला लागली, त्यामुळे व्हेलची शिकार खूप सुकर झाली. १९०० सालच्या सुमाराला इतकी मोठी जहाजं तयार व्हायला लागली की त्यांना खरोखर कारखाने म्हणणं च जास्त सयुक्तिक होईल. त्यांच्या आगमनानंतर व्हेलच्या शिकारीचं प्रमाण स्फोट झाल्यासारखं वाढलं.

युरोप आणि अमेरिकेच्या मधल्या अटलांटिक महासागरातले व्हेल दिसेनासे व्हायला



ब्ल्यू व्हेल

<https://www.nationalgeographic.com.au/science/understanding-the-blue-whale.aspx>

लागले. तेव्हा त्या जहाजांनी आपला मोहोरा अंटार्क्टिका खंडाच्या भोवतालच्या भागावर वळवला. तिथे इतके व्हेल असायचे की चारी बाजूंना त्यांची कारंजी दिसायची. १९३० साली तिथे ५०,००० व्हेल्सची शिकार झाली. कितीतरी व्हेलच्या प्रजाती नष्ट झाल्या. या निर्घृण हत्येनंतर व्हेल हा प्राणी नामशेष होण्याची भीती त्या

शिकाऱ्यांनाच वाटायला लागली. व्हेलच्या संहारावर नियंत्रण आणण्यासाठी १९४६ मध्ये एक आंतरराष्ट्रीय करार झाला. १९८६ पासून व्हेलच्या शिकारीवर पूर्ण बंदी घातली गेली आहे.

व्हेलच्या सर्वात मोठ्या प्रजाती अंटार्क्टिका खंडाच्या आसपासच सापडतात. इथल्या समुद्रात असं काय विशेष आहे की ज्यामुळे हे व्हेल्स असे महाकाय होतात? त्याचं उत्तर आहे 'क्रील' – माणसाच्या अंगठ्याइतक्या आकाराचा कोळंबी किंवा प्रॉनसारखा प्राणी! क्रीलच्या

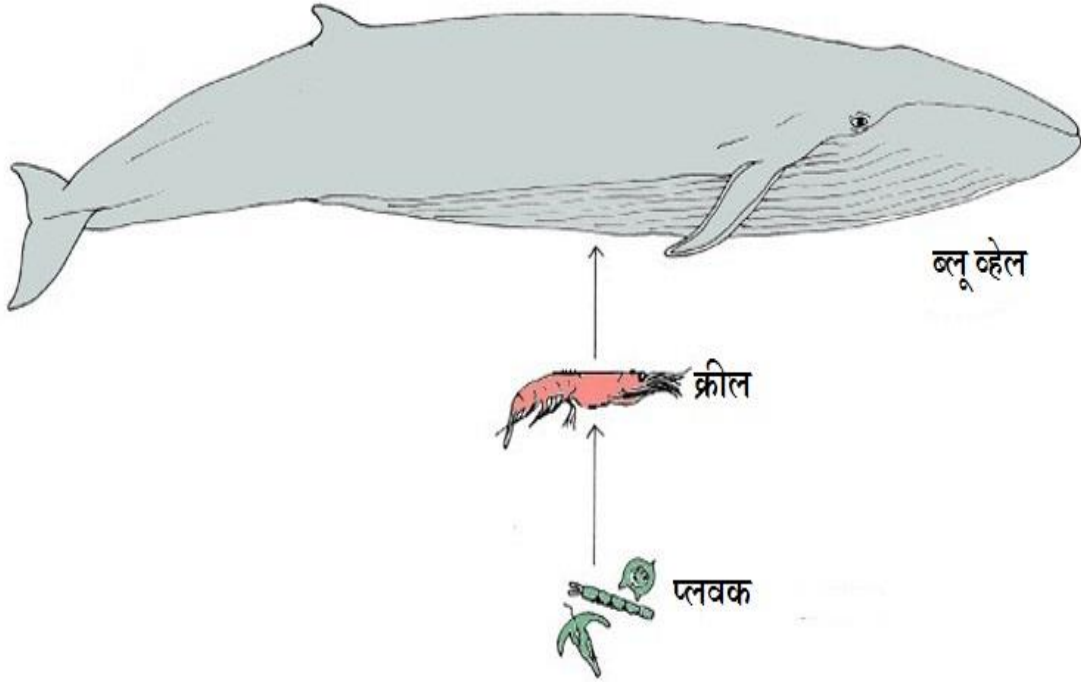
प्रचंड झुंडी जेवढ्या दक्षिण महासागरात सापडतात तेवढ्या इतरत्र कोठेही सापडत नाहीत. व्हेलच्या या सर्वात मोठ्या प्रजातीचे मासे क्रीलच खातात. क्रीलच्या झुंडीजवळ येऊन व्हेल आपला प्रचंड जबडा उघडतात. क्रीलबरोबर चिक्कार पाणीदेखील तोंडात जातं. छोट्या गाडीच्या आकाराची आपली जीभ ते पुढच्या बाजूला कंगव्यासारख्या रचलेल्या दातांवर दाबतात, पाणी बाहेर निघून जातं आणि क्रील तोंडात राहतात.

मानवाने विसाव्या शतकात व्हेलचा जो महासंहार केला, त्यामुळे क्रीलचा फायदा व्हायला हवा होता. साहजिकच क्रीलची संख्या खूपच वाढायला हवी होती. सागरजीव-शास्त्रज्ञांनी क्रीलच्या संख्येचं मोजमाप मागच्या काही वर्षात सुरू केलं. त्यांना सापडलं उलटंच. व्हेलबरोबर क्रीलदेखील नष्ट होत होते. त्यांची संख्या सुमारे ८०% कमी झालेली आढळली. शिकाऱ्यांबरोबर शिकारदेखील नष्ट होत होती – याचा अर्थ कसा लावायचा?

या कोड्याचं उत्तर नुकतंच मिळालं – ते प्लवक किंवा प्लांकटनमध्ये. क्रीलचा आहार म्हणजे प्लांकटन. समुद्राच्या पाण्याच्या पृष्ठभागावर पडणाऱ्या सूर्यप्रकाशात प्लवकं वाढतात. क्रीलच नव्हे तर समुद्रातले सगळेच प्राणी प्लवकांवर अवलंबून असतात. दक्षिण महासागरात क्रील इतक्या संख्येनं मिळत असतील तर साहजिकच प्लवकं देखील मुबलक प्रमाणात असणार. पण क्रीलची संख्या घटण्याचं कारण होतं प्लवकाची कमतरता. पण प्लवकांचं प्रमाण का कमी होत चाललं आहे?

शास्त्रज्ञांच्या असं लक्षात आलं की समुद्राच्या पाण्यात इतर खतं विरघळतात, पण लोह विरघळत नाही. प्रत्येक सजीवाला सूक्ष्म प्रमाणात तरी लोह आवश्यक असतं. आपल्याला

ठाऊक आहे की आपल्या शरीरात लोहाचं प्रमाण घटलं तर अॅनिमिया म्हणजेच रक्तक्षय होतो. जमिनीवर लोह मातीतून मिळू शकतं, पण समुद्राच्या पाण्यात लोह मिळत नाही, कारण समुद्रात याचा कोणताही स्रोत नाही. जमिनीवरच्या वादळामुळे उडून येणाऱ्या मातीतूनच लोह पाण्यात पोहचतं. परंतु या प्लवकांना आवश्यक असलेली धूळ दक्षिण समुद्रात कुठून मिळणार? कारण अंटार्क्टिका खंड तर पूर्णपणे बर्फाच्छादित आहे.



ब्लू व्हेलची अन्नसाखळी

<https://www.coolantarctica.com/Antarctica%20fact%20file/wildlife/whales/food-web.php>

तर या प्लवकासाठी लोहाचा स्रोत आहे व्हेलची विष्ठा. व्हेलच्या विष्ठेत लोह मोठ्या प्रमाणात असतं. मलत्याग करण्यासाठी व्हेल समुद्राच्या पृष्ठभागावर येतात, कारण समुद्राच्या

तळाशी पाण्याचं दाब प्रचंड असतो त्यामुळे प्रत्येक गोष्ट तिथे आकुंचन पावते. पृष्ठभागावर सूर्यप्रकाश असतो आणि थंड पाण्यात प्राणवायूसुद्धा भरपूर प्रमाणात विरघळलेला असतो. हेच पर्यावरण प्लवकांसाठी जीवनदायी असतं. ते यावर तुटून पडतात आणि फळाफुलायला लागतात. ते खाऊन क्रीलचीही संख्या वाढते आणि व्हेलना त्यांच्या आकाराला साजेल असं पुरेसं भोजन मिळतं.

थोडक्यात केवळ व्हेलचीच नाही तर प्लवक आणि क्रीलचीही अन्नसुरक्षा व्हेलच्याच विष्टेवर उभी आहे. अथांग सागरातला महाकाय व्हेल म्हणजे भिलाईसारखा लोखंडाचा कारखाना तर आहेच, शिवाय आवश्यक तिथे लोह पोहोचवणारी रेल्वेगाडीही आहे. व्हेलची संख्या वाढण्याचा फायदा ते ज्यांची शिकार करतात त्या प्राण्यांनादेखील होतो. सागरी पर्यावरणाची स्वच्छता नैसर्गिकरित्या राखली जाते.

निसर्गाच्या बाजारात मलमूत्र हे मूल्यवान धनच आहे. या बाजारात श्वास घेणारा आणि मलत्याग करणारा प्रत्येक जण धनवानच आहे. त्या धनाची देवाणघेवाण इतर कित्येक प्रकारच्या प्राण्यांबरोबर असते. प्राण्यांना आपल्या कचऱ्याची विल्हेवाट स्वतः करायला लागत नाही. ते दुसऱ्या कोणत्यातरी प्राण्याला साधनभूत होतं. मानवाला मात्र हा संघर्ष भोजन आणि मलत्याग करताना रोजच करावा लागतो. प्रत्येक संस्कृतीत भोजनाला पवित्रतेचा, स्वच्छतेचा आणि कृतज्ञतेचा भाव आहे. पण दुसऱ्या बाजूला मलमूत्राकडे मात्र घृणेच्या नजरेनं पाहिलं जातं.

जेव्हा मानवांची संख्या कमी होती, तेव्हा मलमूत्राची विल्हेवाट हा काळजीचा विषय नव्हता. आज जगाची लोकसंख्या साडेसातशे कोटी होत आली आहे. या सर्वांना जगण्यासाठी

कित्येक प्रकारची संसाधनं लागतात. अमोनियाच्या कारखान्यातून युरिया, मोरोक्कोसारख्या देशातून फॉस्फेट, कित्येक नद्या आणि विंधण विहिरींचं पाणी, खनिजांपासून निघालेली निरनिराळ्या प्रकारची कृत्रिम खतं, या सगळ्याच्या वाहतुकीसाठी ट्रक, रेल्वे, जहाजं, ही सगळी यंत्रं चालवण्यासाठी वीज आणि डिझेल, वीज तयार करण्यासाठी विद्युतनिर्मितीकेंद्र, त्या केंद्रांसाठी कोळसा, त्याच्या खाणी हे सगळं सांभाळलं तरच या साडेसातशे कोटी लोकांच्या भोजनाची सोय होऊ शकते. आणि काही तासांतच या सगळ्याचं मलमूत्रात रूपांतर होतं.

व्हेलप्रमाणे मानवाचं मलमूत्र स्वच्छ नसतं, त्याची सुपीकता किती तरी रोगाणूना सोबत घेऊन येते. आपल्या देशातले अर्ध्याहून अधिक लोक उघड्यावर मलत्याग करतात. तिथे जवळच दुसऱ्या कोणाची तरी विष्टा पडलेली असते. अशा प्रकारे रोगराई फैलावते. सरकारी अभियानांमध्ये कितीही दिसलं तरी इतक्या लोकांसाठी शौचालयं तयार करणं सोपं नाही. शहरं आणि दाट वस्तीच्या जागी आपला आत्मसन्मान दूर ठेवून लोकांच्या नजरा टाळून उघड्यावर मलत्याग करण्याची विवशता पाहून असं लक्षात येतं की लोकांचं आपसातलं नातं ठीक नाही. श्रीमंत लोकांना गरिबांची स्वस्तातली मेहेनत आणि मजुरी तर पाहिजे, पण त्यांच्या परिस्थितीशी त्यांचा काही संबंध नाही.

फलशची कळ फिरवून आपलं मलमूत्र वाहवून देणाऱ्या लोकांचं आपल्या जलस्रोतांशी असलेलं नातं तर खराब आहेच, पण ड्रेनेजमध्ये ज्यांना बुडी मारणं भाग पडतं अशा सफाई कर्मचाऱ्यांवर घोर अन्यायदेखील होतच आहे. ज्याला आपण स्वच्छता म्हणतो त्यात अनैतिकतेची घाण मिसळलेली आहे. आजसुद्धा आपल्या देशात हजारो लाखो लोकांना मलमूत्र

उचलण्याचं काम करावं लागतं – त्यांच्या जातींमुळे. या अपमानाची जबाबदारी कोरडे संडास वापरून ते सफाई कामगारांकडून साफ करून घेणाऱ्या लोकांची तर आहेच, पण निरनिराळे राजकीय पक्ष आणि सामाजिक संस्थादेखील या पापाचे वाटेकरी आहेत, कारण त्यांनी सफाई कामगारांच्या मुक्तीचे काम त्याच जातीच्या काही थोड्या लोकांवर सोडून दिलं आहे. स्वच्छतेच्या नावाने तर खूप लोक एकत्र येतात, पण सफाई कर्मचाऱ्यांच्या मुक्तीच्या कामासाठी पुढे येणारे हात मात्र अगदी कमी असतात.

शहरांच्या सफाईचं ओझं कितीतरी नद्या आणि तलाव पेलत आहेत. जो सुशिक्षित समाज पाण्याचं बिल कमी करून घेण्यासाठी कोणताही संघर्ष आणि राजकीय आंदोलन करू शकतो, पण दूरवरच्या नदीतल्या पाण्याची चोरी हा आपला अधिकार समजतो; किंवा जो आपल्या सोयीसुविधांसाठी कोणत्याही थराला जायला तयार असतो, मात्र आपण घाण केलेलं पाणी स्वच्छ करायची किंमत द्यायला तयार नसतो; आणि जलस्रोतांचा फक्त फायदा घेतो अशा समाजाची या मैलापाणी मिसळलेल्या जलास्रोतांना दुःसह दुर्गंधी येते.

आपल्या पोटातले असोत की शेतजमिनीतले असोत, संरक्षक जीवाणूंच्या बाबतीत आपण अगदी निष्काळजी आहोत. आपलं आरोग्य आणि आपली शेतजमीन आपण व्यापारी कंपन्यांच्या स्वाधीन केलेली आहे. आता कुठे या संरक्षक जीवाणूंचं महत्त्व आपल्या ध्यानात यायला लागलं आहे. जमीन सुपीक करणारे पदार्थ - मलमूत्र पाण्यात फेकून देण्याचा हा प्रकार फार जुना नाही. पण हे आता किती दिवस चालू शकेल कोणास ठाऊक? आपल्या देशाची खाद्यान्नातली स्वयंपूर्णता आयात केलेल्या कृत्रिम खतांच्या पायावर उभी आहे.



कोणत्याही पक्षाचं राज्य असलं तरी सरकार आपल्याच खात्यांच्या जंजाळात अडकलेलं आहे. नदी स्वच्छ करणाऱ्या खात्याचा शौचालयं बनवणाऱ्या खात्याशी काही संबंध नाही, आणि सोनखत नदीत सोडून देणाऱ्या नगरपालिकांचा कृषी आणि खत हाताळणाऱ्या खात्याशी काही संबंध नाही; कारण ते तर आयात खतांवरच्या अनुदानाच्या जाळ्यात अडकले आहे. आणि यापैकी कोणाचाच संबंध सफाई कामगारांच्या कल्याणासाठी कायदे करणाऱ्या सामाजिक न्याय मंत्रालयाशी नाही. एक विभाग प्रश्नांची उत्तरं शोधण्याचा प्रयत्न करतो आणि त्याच वेळी दुसरा विभाग तेच प्रश्न निर्माण करण्याचं काम करत असतो. या सगळ्या कोड्यात स्वच्छतेच्या विचारासाठी सवडच नाही.

चमकणाऱ्या शौचालयांच्या मागे गलिच्छ नदी वाहणं याला स्वच्छता नाही म्हणता येणार! कोणीही व्यक्तिशः कितीही स्वच्छ असेल तरी तिचे आरोग्य इतर लोकांच्या आरोग्याशी आणि शरीरांशी नेहेमीच जोडलेलं असतं.

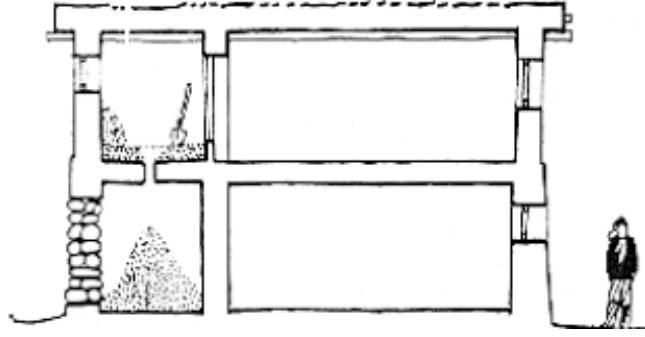
### तामिळनाडू येथील इकोसॅन शौचालय

तामिळनाडू येथील माराची सुब्बुरामन यांनी तयार केलेला इकोसॅन शौचालयाचा आराखडा तेथील ग्रामीण भागासाठी वरदान ठरला आहे. या शौचालयामध्ये मल जाण्यासाठी भांड्याच्या दोन्ही बाजूला वाट असते. मल, मूत्र आणि धुण्याचे पाणी वेगवेगळ्या जागी जमा होते. मलाचा एक कप्पा पूर्ण भरल्यावर सीलबंद केला जातो. येथे मल पूर्ण कोरड्या स्थितीत राहतो आणि त्याचे विघटन होऊन खतात रूपांतर होते, जे शेतीला वापरले जाते. मूत्र व धुण्याचे पाणी सुद्धा शेतीला वापरले जाते. अशा प्रकारे मलनिस्सारणासाठी लागणाऱ्या अनावश्यक पाण्याची बचत होते आणि शेतीला उपयुक्त खत मिळते.

भले आपली शहरं सुविधा आणि साधनांनुसार विभागलेली असतील, पण निश्चितपणे श्रीमंत वस्तीतले रोगाणू आणि गरीब वस्तीतले रोगाणू कुठे ना कुठे भेटतच असणार. आणि जीवाणूंच्या जगात जातीभेद किंवा वर्णभेद नसल्यामुळे जगण्याच्या युक्त्याही ते एकमेकांपासून शिकतच असणार!

## लडाखमधील पारंपारिक शौचालय

(संदर्भ: <https://www.thebetterindia.com/122341/ladakhs-dry-toilets/>)



लडाख, हिमालयातील १८००० फुटांवर वसलेले निसर्गरम्य ठिकाण. देशातून तसेच परदेशातून येथे भेट देणाऱ्यांची वाढती संख्या, चित्रपटाच्या चित्रीकरणासाठी येणारा लवाजमा, त्यांना राहण्यासाठी निवासस्थाने, तिथली २४ तास पाण्याची सोय असणारी न्हाणीघरे व शौचालये यामुळे तिथे पाण्याची समस्या गंभीर झाली आहे. अशा वेळी तिथे वापरली जाणारी पारंपारिक शौचालये उभारणे हा चांगला उपाय होऊ शकतो.

या शौचालयामध्ये एका छोट्या खोलीत जमिनीत केलेली मल विसर्जनाची जागा असते. येथून मल खालच्या मजल्यावरील एका जागेत पडतो. यात स्वयंपाकघरातल्या चुलीतील माती व राख मिसळली जाते. यातून उत्तम प्रकारचे खत तयार होते आणि दुर्गंधी येत नाही. वर्षातून एकदा हे शौचालय साफ केले जाते आणि त्यातील खत शेतीसाठी वापरले जाते.

तसं पाहिलं तर स्वच्छता हा आपल्या सामाजिक संबंधांचा आरसा आहे. स्वच्छतेच्या आधारावर मलमूत्राची व्यवस्था करणाऱ्या लोकांच्या कामात सामाजिकता प्रतीत होते.

इकोसॅन पद्धतीच्या शौचालयातून मानवाचं शरीर शेतीशी जोडलं जातं. एखाद्या घराचं मैलापाणी तिथेच 'डीवॉट्स' (डिसेंट्रलाइझ वेस्टवॉटर ट्रीटमेंट सिस्टिम) पद्धतीने स्वच्छ करणारे जलस्रोतांचं प्रदूषण आणि विनाशाच्या पापापासून वाचतात. या खऱ्या आधुनिक पद्धती, ज्या अमलात आणणाऱ्यांकडे विविध प्रकारचं ज्ञान आणि माहिती आहे. आपल्या मलमूत्रातून मातीला मिळणारी खतं आणि सुपीकतेचा हिशेब आहे. पाणी साफ करून त्याची गुणवत्ता मोजण्याची साधनंही आहेत त्यांच्याकडे. पूर्व कोलकाता आणि मुदीअलीचे कोळी यांच्या पद्धती आपल्या असं ध्यानात आणून देतात की आपल्या पारंपरिक ज्ञानापासून नवीन समस्यांचं निराकरण करण्याचे मार्गदेखील सापडू शकतात. लडाखमधील पारंपरिक छागरे जे काम करतात तेच तमिळनाडूमधल्या इकोसॅन शौचालयात होतं.

स्वच्छतेचं काम आधुनिकता आणि परंपरेच्या झगड्यात शिणलेली चर्चा नाही. उलट आधुनिकता आणि परंपरेच्या सहकार्यातून बहरलेला संबंध आपल्याला त्या कामात पाहता येईल. या दृष्टीत व्हेलचा महाप्रचंड आकार सामावू शकतो आणि त्याच्या विष्ठेतून फळणाऱ्या प्लवकाची सूक्ष्मतादेखील.

कोलकात्याच्या भेऱ्यांमधल्या घाण पाण्यात छोटे छोटे मासे पाळणाऱ्या कोळ्यांचा सामाजिक आकार भल्या मोठ्या व्हेलसारखाच आहे. खुद्द कोलकात्यात राहणाऱ्या नागरिकांना हा आकार आणि हे नातं दिसो किंवा न दिसो.

प्रत्येक व्यक्तीचं दुनियेशी असलेलं नातं तो खाली टाकत असलेल्या मलमूत्रातून दररोज प्रकट होतं. त्याच्या मलमूत्रात वायुमंडळातला नायट्रोजन, भूगर्भ आणि पर्वतातला फॉस्फरस आणि जीवाणूंची अपार लीलासुद्धा आहे. केवळ काही क्षणासाठी का होईना, जल, स्थळ आणि मलाचा निराकार संबंध प्रत्येक व्यक्तीच्या खाली एकदम साकार होऊन जातो.

मलदर्शन या दैनिक कसोटीवर प्रत्येक व्यक्तीचं सामाजिक मूल्य सिद्ध होतं. मलत्याग हे जरी पूर्णपणे खाजगी कर्म असलं तरी त्याच्याबरोबर जोडल्या गेलेल्या स्वच्छतेला खात्रीनं सामाजिक अंग आहे.

‘जल थल मल’ या सोपान जोशी लिखित आणि गांधी शांती प्रतिष्ठान दिल्ली यांच्यातर्फे प्रकाशित पुस्तकातील शेवटच्या प्रकरणाचा संक्षिप्त अनुवाद.

§§§

लेखक : सोपान जोशी, ‘जल थल मल’ या पुस्तकाचे संशोधन, लेखन आणि मांडणी.

संक्षिप्त अनुवाद: अमलेंदु सोमण, इंजिनियर, विज्ञान प्रसारासाठी अनुवाद व लेखन करतात. संदर्भ संस्थेला सर्व प्रकारे पाठबळ देतात.

इमेल : [amalendusoman@gmail.com](mailto:amalendusoman@gmail.com)

शैक्षणिक संदर्भच्या वाचकांची माहिती अद्ययावत करण्याचे काम सुरु आहे. तरी कृपया आपली माहिती <https://forms.gle/U2p7rwLihDFk56MW6> या गुगल फॉर्ममध्ये भरून आम्हाला पाठवावी ही विनंती. - शैक्षणिक संदर्भ संपादक मंडळ

# माझा भूमितीचा वर्ग

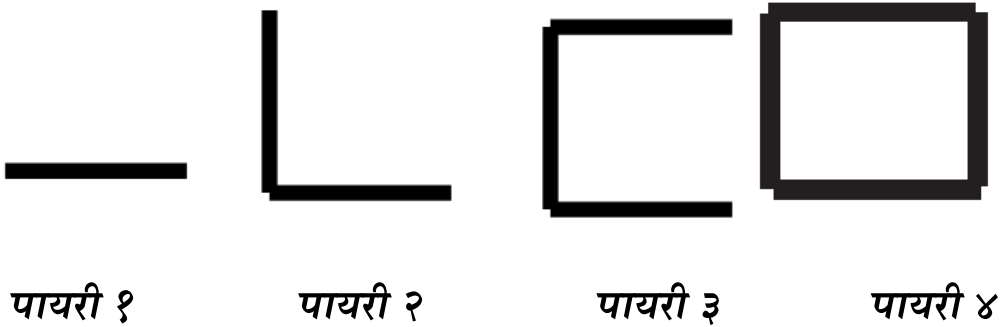
## भाग २: समजून घेऊन रचना करणे

लेखक : प्रज्ञा कदम      अनुवाद : ज्ञानदा गद्रे-फडके

आधीच्या लेखात आपण भूमितीतील चौकोन, चौरस, पतंग अशा संज्ञा, त्यांच्या व्याख्या आणि त्यांची भौमितिक रचना यातील परस्पर संबंध मुलांना कसा समजवायचा ते बघितले. या लेखात भौमितिक रचना कशा तयार करायच्या ते बघूया.

त्याच मुलांबरोबरच्या दुसऱ्या सत्रात, मुलांना कागदाच्या पट्ट्या वापरून दिलेल्या चौकोनाची रचना करायला सांगितले.

मुलांच्या एका गटाने खालीलप्रमाणे चौरस तयार केला.



ही रचना तयार करण्यासाठी वापरलेली पद्धत गटातील सदस्यांनी समजावून सांगितली.

विद्यार्थी: मी चार समान पट्ट्या घेतल्या आणि एक पट्टी एका आडव्या पट्टीशी  $90^\circ$  कोनात ठेवली. नंतर तिसरी पट्टी पहिल्या पट्टीला समांतर ठेवली. मग शेवटची पट्टी ठेवली.

शिक्षिका: तयार होणारा टेट्रा-अँगल चौरसच असेल हे केव्हा कळले?

विद्यार्थी: तिसऱ्या पायरीला, कारण त्यानंतर चौथी पट्टी पहिल्या आडव्या पट्टीला फक्त काटकोनातच ठेवणे शक्य होते.

इतर गटांनीसुद्धा अशाच प्रकारच्या रचना केल्या पण कोणत्याही गटाने रचना करताना चौरसाच्या कर्णांच्या गुणधर्माचा विचार केला नाही. स्वतंत्रपणे व्याख्या करताना त्यांनी कर्णांच्या गुणधर्माचा विचार केला होता, पण अंतिम व्याख्येत मात्र हा गुणधर्म समाविष्ट केलेला नव्हता, त्यामुळेच असे घडले असेल.

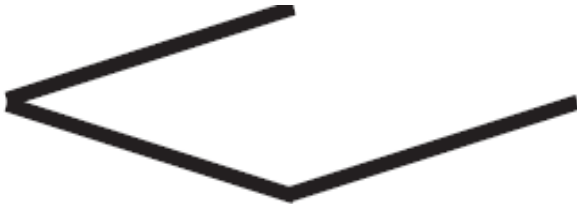
दुसऱ्या गटातील मुलांनी खालीलप्रमाणे समलंब चौकोनाची रचना केली:



पायरी १



पायरी २



पायरी ३



पायरी ४

तिसऱ्या ढायरीला ढुलाने ढहिल्या ढड्डीला सढांतर असेल अशी काळजी घेऊन ढड्डी ठेवली. ढी त्यांना विचारले की, ‘हा ऒौकोन सढलंब ऒौकोनाऒ्या कोन आणल कर्णाऒ्या गुणधर्ढाऒे ढालन करेल, याऒी तुढ्हाला खत्री आहे का?’ ढुलांना याबदल आतढविश्वास नव्हता. ढ्हणून ढी त्यांना दुसऱ्या एखाद्या ढद्धतीऒा विचार करायला सांगितला.

सढलंब ऒौकोनाऒ्या दुसऱ्या रऒनेत या ढायऱ्यांऒा अवलंब करण्यात आला:



या गटाने रऒनेसाठी सढलंब ऒौकोनाऒे कर्ण एकढेकांना काटकोनात दुढागतात या गुणधर्ढाऒा उपयोग केला.

ढतंगाऒी रऒना करणाऱ्या गटाने ढुढील ऒित्रात दाखवल्याढ्रढाणे वरऒ्या दोन ढड्ढ्या एकाऒवेळी लावल्या आणल ढग खालऒ्या दोन ढड्ढ्या एकाऒवेळी लावून त्याने ढतंग बनवला. व्याख्या तयार करताना त्यांनी कर्णाऒ्या गुणधर्ढाऒा विचार केला असला तरीही रऒना करताना त्यांनी त्याऒा वाढर केला नाही.



पायरी १

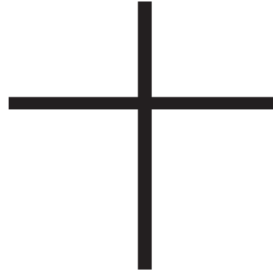


पायरी २

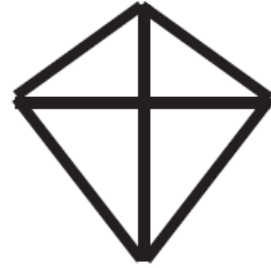
दुसऱ्या ँका गटाने पतंगाची रचना अशी केली:



पायरी १



पायरी २



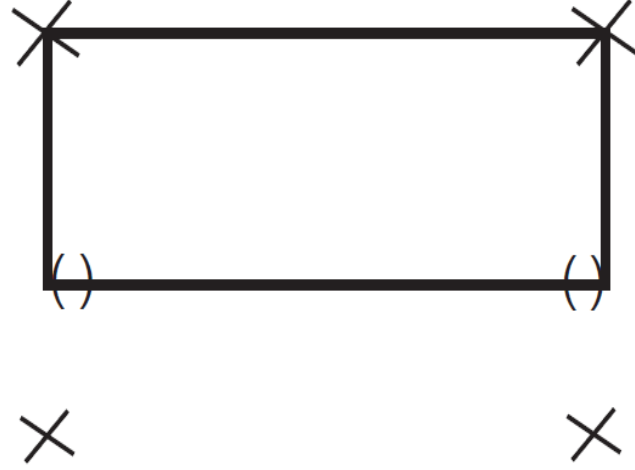
पायरी ३

गटकार्याच्या सादरीकरणाच्या वेळी मी मुलांना रचनेच्या अचूकतेचा विचार करायला सांगितला. मुलांनी निष्कर्ष काढला की कर्णाचे गुणधर्म वापरणे रचनेसाठी सर्वात उपयुक्त ठरेल.

पुढच्या सत्रात मुलांना त्याच चौकोनांच्या रचना (आधीच्या वर्गात केलेल्या) भौमितिक साधने आणि पेन्सिल वापरून करायला सांगितल्या.

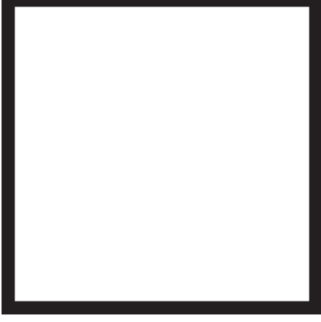


चौरसाची रचना करणाऱ्या पहिल्या गटातील मुलांनी रचनेसाठी फक्त पट्टीचा वापर केला. चौरसाकृतीची रचना करताना सर्व बाजू समान असतील याची काळजी त्यांनी घेतली पण कोनाच्या गुणधर्माचा विचार त्यांनी केला नाही. जेव्हा चौरसाचे कोन मोजले, तेव्हा त्यांना आढळले की काही कोन  $90^\circ$  मापाचे नव्हते. ही पद्धत उपयुक्त नाही हे लक्षात आल्यावर त्यांनी नेहेमीच्या गणिताच्या वर्गात शिकवली जाणारी पद्धत आठवायला सुरुवात केली. काही वेळाने सातव्या इयत्तेतील एका मुलीने खालील आकृती काढली.



जेव्हा मी तिला हा चौरस का आहे, हे समजावून सांगायला सांगितले, तेव्हा ती गप्प राहिली. (तिला हे दिसत होते की काढलेली आकृती चौरस नव्हती.) एका मुलाने पट्टी वापरून पुन्हा एक चौरस काढला पण जवळील बाजूंमधील कोन  $90^\circ$  असल्याची खात्री करण्यासाठी कोनमापकसुद्धा वापरले. पण कर्णाच्या गुणधर्माचा वापर करून चौरस तयार करता येईल, अशी कल्पना कोणालाही सुचली नाही.

मला वाटते चौरस नेहेमीच शेजारी दिल्याप्रमाणे दर्शवला जातो, हेच याचे कारण

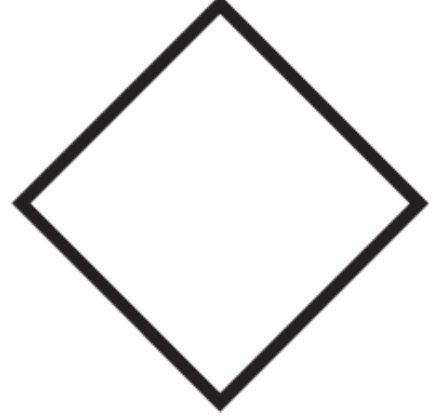


असेल. तो कधीच खालीलप्रमाणे तिरका, कर्ण उभा असलेला, काढला जात नाही. पतंगाची आकृती किंवा कट आऊट

पाहणाऱ्याचे लक्ष

कर्णाकडे वेधून घेतले

जात असेल आणि

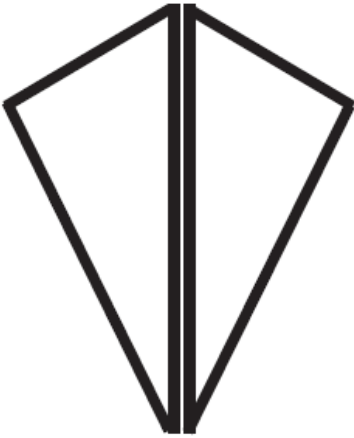


खोक्याच्या आकाराची चौरसाची आकृती किंवा कट

आऊटमध्ये आकाराच्या बाजूंकडे लक्ष वेधून घेतले

जात असेल, अशीसुद्धा शक्यता आहे. त्यामुळे चित्र

काढतानासुद्धा तेच गुणधर्म वापरले जातात.



पतंगाची रचना करणाऱ्या मुलांनी रचनेच्या वेगवेगळ्या

पद्धती दाखवल्या.

एका विद्यार्थिनीने कर्णाच्या गुणधर्माचा अभ्यास करून

रचना केली. ती म्हणाली की तिला लंब दुभाजक कसा

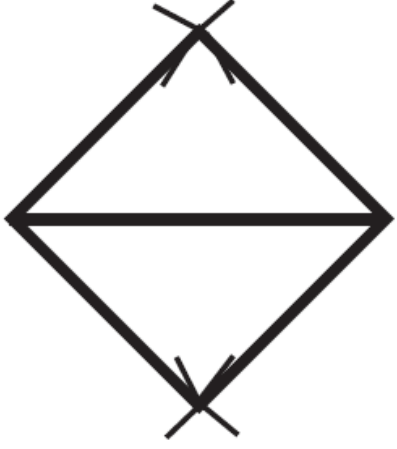
काढायचा ते माहिती आहे, त्यामुळे आधी लहान कर्णाला लंब

दुभाजक काढला आणि मग त्याचे अंत्यबिंदू जोडले.

अजून एका विद्यार्थिनीने (इयत्ता ७ वी) पतंगाचे कर्ण एकमेकांना लंब असतात, या

गुणधर्माचा उपयोग केला. तिने सुरुवातीला खालील रचना केली.

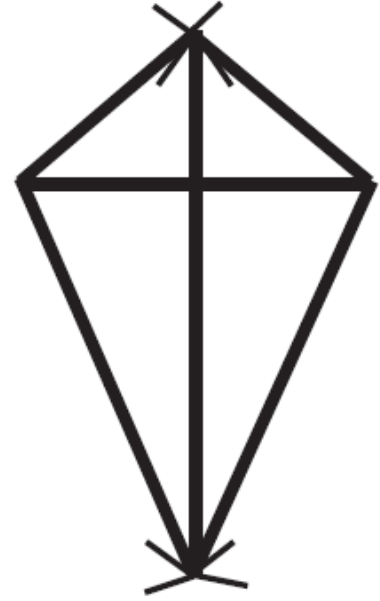
आकृतीचे निरीक्षण करताना तिच्या लक्षात आले की हा समलंब चौकोन आहे. तिने



पतंगाच्या कट आऊटचे निरीक्षण केले. तिच्या लक्षात आले की पतंगाच्या वरच्या दोन बाजू समान लांबीच्या आणि खालच्या दोन बाजू समान लांबीच्या आहेत. मग तिने खालचे आणि वरचे कंस काढताना कंपासच्या दोन

टोकातील अंतर बदलले, आणि पतंगाची योग्य रचना तयार केली.

एका विद्यार्थ्याने पट्टी वापरून रेषाखंडाला लंब दुभाजक काढला. नंतर, त्याने कोनमापक वापरून दोन रेषाखंडांमधील कोन  $90^\circ$  आहे हे दाखवले. अचूक दुभाजक काढता येण्यासाठी त्याने आडवा कर्ण सोयीच्या लांबीचा काढला.

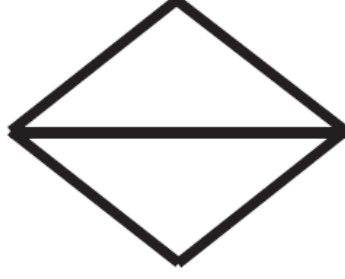


वर्गातील चर्चेच्या दरम्यान त्याने हे मान्य केले की या पद्धतीने सर्व आकाराच्या रेषाखंडांसाठी अचूक लंब दुभाजक मिळणार नाहीत आणि अशाप्रकारे रचना करताना चुका होण्याची शक्यता आहे. त्यामुळे कंपास वापरणे हाच रचना करण्याचा सर्वात योग्य मार्ग आहे.

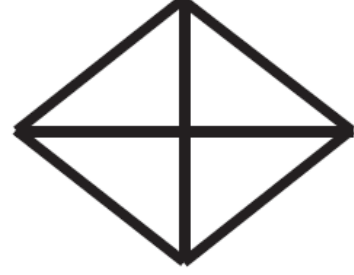
इयत्ता ५ वी मधील विद्यार्थ्यांने खालीलप्रमाणे समलंब चौकोनाची रचना केली:



पायरी १



पायरी २



पायरी ३

त्याने कोनमापक वापरून ही रचना केली. त्याने असे सांगितले की मी सुरुवातीला एक समद्विभुज त्रिकोण वरच्या बाजूला काढला आणि नंतर खालचा समद्विभुज त्रिकोण काढला. समद्विभुज त्रिकोण काढण्यासाठी त्याने कोनमापक वापरले. आडव्या रेषाखंडाच्या वरच्या आणि खालच्या बाजूला कोन तयार करण्यासाठी त्याने सर्व कोनांचे सारखे माप घेतले. तो म्हणाला की “जर आपण प्रत्येक कोनाचे माप  $45^\circ$  घेतले तर तो चौरस होईल.”

मी विचारले, “गटातल्या इतर सदस्यांनी वापरलेली लंब दुभाजकाची पद्धत तू का वापरली नाहीस?” तो म्हणाला, “मला त्यांनी वापरलेली पद्धत आधीपासून माहितीच होती, मला माझी स्वतःची नवीन पद्धत शोधायची होती.”

इथे मुलाने प्रत्यक्षात चौरसाची रचना केली आहे (तो समलंब चौकोनसुद्धा असतो) पण तो त्याला चौरस म्हणून ओळखता आला नाही. वास्तविक ‘हा चौरस आहे’ हे वर्गातील कोणत्याही विद्यार्थ्यांच्या लक्षात आले नाही. याचे कारण आधी दिलेलेच असावे. मुलांना शंकरपाळीचा/ पतंगाचा आकार म्हणजे समलंब चौकोन वाटतो आणि खोक्याचा आकार म्हणजे चौरस वाटतो. त्यामुळे चौरस हासुद्धा समलंब चौकोन असतो आणि तो उभा/तिरकासुद्धा

असू शकतो यावर शिक्षकाने भर देण्याची गरज आहे. तसेच अगदी प्राथमिक शाळेतील वर्गातसुद्धा शिक्षकांनी चौरस वेगवेगळ्या दिशेत काढला पाहिजे आणि हा आकार त्याच्या समान बाजूंमुळे आणि कोनांमुळे चौरस आहे, तो उभा/ आडवा/ तिरका कसा आहे त्यामुळे नाही, हे समजावून सांगण्यावर भर दिला पाहिजे.

मुलांना संधी दिल्यास ते आशयाबरोबर खेळू शकतात, संकल्पनेवर स्वतः विचार करतात आणि ज्ञान निर्माण करू शकतात. त्यांना त्यांच्या स्वतःच्या पद्धती, व्याख्या तयार करायला आवडतात. शाळेत या संकल्पना शिकवायला जितका वेळ दिलेला असतो त्यापेक्षा अशा प्रकारे शिकायला आणि शिकवायला जास्त वेळ लागतो, पण कालांतराने असे शिकण्याची सवय विकसित झाली की हळूहळू शिकण्याचा वेग वाढतो.

या लेखाचा पहिला भाग वाचा शैक्षणिक संदर्भ अंक ११९ ऑगस्ट-सप्टेंबर २०१९ मध्ये.  
[https://www.sandarbhociety.org/wp-content/uploads/2019/09/E-Shaikshanik\\_Sandarbh\\_Issue\\_119\\_Aug\\_Sept\\_2019.pdf](https://www.sandarbhociety.org/wp-content/uploads/2019/09/E-Shaikshanik_Sandarbh_Issue_119_Aug_Sept_2019.pdf)

§§§

लेखक : प्रज्ञा कदम, १२ वर्षे मुंबईतील विविध शाळांमध्ये गणित शिकवण्याचा अनुभव.

इमेल : [pradnyak710@gmail.com](mailto:pradnyak710@gmail.com)

अनुवाद : ज्ञानदा गद्रे-फडके, मुक्त भाषांतरकार.

इमेल : [dnyanadaphadke@gmail.com](mailto:dnyanadaphadke@gmail.com)

# पृथ्वीचा जन्म

लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे

मागील लेखात आपण पाहिले की वैज्ञानिक पुराव्यांद्वारे, विश्वाला इतिहास आहे आणि विश्वाची सुरुवात एका महास्फोटातून झाली ही सत्याच्या सर्वात जवळ जाणारी मूळकथा आहे, हे आता सर्वमान्य झाले आहे. आता पाहू या, आकाशगंगा, तारे, ग्रह, विशेषतः आपली सूर्यमाला, यांच्या उत्पत्तीची कहाणी.

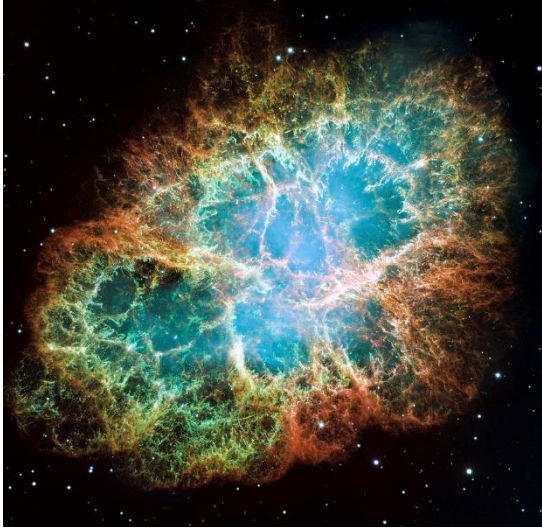
महास्फोटात विश्वाची निर्मिती झाल्यानंतर काही लाख वर्षांपर्यंत विश्व केवळ एका गरम प्लाझ्माच्या स्वरूपात होते. पण जसजसा हा प्लाझ्मा गार होत होता, तसतसे त्यात काही अणू एकमेकांजवळ येत होते, काही एकमेकांपासून लांब जात होते. प्लाझ्माच्या घनतेत होत असलेल्या या लहान लहान बदलांना गुरुत्वाकर्षणाचे पाठबळ मिळत गेले व त्यातून प्लाझ्माचे पुंजके एकत्र येऊ लागले. गुरुत्वाकर्षणाने कृष्ण द्रव्य व आण्विक द्रव्य एकमेकांजवळ खेचून आणायला सुरुवात केली. त्यामुळे या पुंजक्यांमध्ये ऊर्जा वाढू लागली व स्थानिक पातळीवर पुन्हा एकदा महास्फोटाच्या जवळपास जाणारी परिस्थिती निर्माण होऊ लागली.

हे पुंजके या अंतर्गत ऊर्जेमुळे आतल्या आत कोसळू लागले. या साऱ्या हलकल्लोळातून उष्णता व प्रकाश बाहेर फेकणारे प्लाझ्माचे पुंजके म्हणजेच तारे, व अब्जावधी तारे

गुरुत्वाकर्षणाने एकमेकांशी बांधले गेल्याने तयार झालेल्या आकाशगंगा, बाल विश्व उजळून टाकू लागल्या.

प्रत्येक तारा म्हणजे हायड्रोजनचा एक प्रचंड तप्त पुंजका असतो. याच्या अंतरंगातील तापमान इतके जास्त असते, की हायड्रोजनची अणुकेंद्रे म्हणजेच प्रोटॉन्स एकमेकांशी जोडले जाऊन हेलिअमची अणुकेंद्रे तयार होतात. या प्रक्रियेत उष्णता व प्रकाश बाहेर फेकले जातात, आणि ते आजुबाजूच्या तुलनेने थंड अवकाशात पसरतात. जोपर्यंत ताऱ्यात हायड्रोजन आहे, तोवर तो जळत रहातो.

तारा जेव्हा त्याच्या आयुष्याच्या अंताकडे येतो, तेव्हा त्यात काही बदल घडू लागतात. खूप मोठ्या ताऱ्यातील हायड्रोजन संपत आला तरी त्याच्या अंतरंगात तापमान खूप जास्त असते, त्यामुळे हेलिअमची अणुकेंद्रे एकमेकांशी संयोग पावून कार्बनची अणुकेंद्रे तयार



क्रॅब नेब्युला

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/00/Crab\\_Nebula.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/00/Crab_Nebula.jpg)

होऊ लागतात. हेलिअमही संपला, पण तारा तरीही मोठा असेल, तर आता त्यातील ऊर्जेने कार्बनची केंद्रे संयोग पावून ऑक्सिजन व सिलिकॉन तयार होऊ लागतात. एका इंधनातून दुसरे, दुसऱ्यातून तिसरे, अशी ही साखळी चालू रहाते. महाकाय ताऱ्याच्या अंतरंगात साखळी पध्दतीने शेवटी लोह तयार झाले की हा तारा एका प्रचंड स्फोटात नष्ट होतो. काही काळासाठी एखाद्या पूर्ण

आकाशगंगेइतका प्रकाश त्यातून बाहेर पडतो व मग त्याचे न्यूट्रॉन तारा किंवा कृष्णविवरात रूपांतर होते. हे घडत असताना लोह (अणुक्रमांक २६) ते युरेनियम (अणुक्रमांक ९२) ही जड मूलद्रव्येही तयार होतात. ताच्याच्या या अखेरच्या स्फोटाला सुपरनोव्हा म्हणतात. १०५४ साली चिनी अवकाश निरीक्षकांनी पाहिलेल्या सुपरनोव्हाचे अवशेष आजही आपल्याला क्रेब नेब्युलामध्ये दिसतात. सुरुवातीला तयार झालेले महाकाय तारे विश्वाच्या उत्पत्तीनंतर साधारण २० ते ३० कोटी वर्षांनी अशा पध्दतीने मृत झाले व मरणाच्या महाकाय ताच्यांमधून ९२ स्थिर नैसर्गिक मूलद्रव्ये (आणि इतर काही अस्थिर मूलद्रव्ये) विश्वात तयार झाली.

न्यूट्रॉन ताच्याची घनता प्रचंड असते, आणि तो भोवऱ्यासारखा गरागरा फिरत असतो. त्यातून प्रकाशलहरी (पल्सेस) ठरावीक कालांतराने बाहेर पडतात, म्हणून त्याला पल्सार म्हणतात. कृष्णविवराचे गुरुत्वाकर्षण प्रचंड असते, त्यातून प्रकाशही बाहेर निसटू शकत नाही.

आपल्या आजुबाजूच्या विश्वात विविध प्रकारचे तारे, आकाशगंगा, सुपरनोव्हा, पल्सार तसेच कृष्णविवरे, इ. सर्वांच्या पाऊलखुणा अवकाश निरीक्षणाच्या तंत्रज्ञानातील प्रगतीमुळे आता आपल्याला दिसल्या आहेत. किंबहुना, या निरीक्षणांमधूनच विश्वाच्या निर्मितीचे व विकासाचे गूढ हळूहळू उलगडत गेले आहे (चौकट १ पहा).

२०१९ सालचे पदार्थविज्ञानाचे नोबेल पारितोषिक जेम्स पीबल्स, मायकेल मेयर व डिडिअर केलॉझ या तीन वैज्ञानिकांना देण्यात आले आहे. विश्वाच्या बाल्यावस्थेतील वाटचालीवर पीबल्स यांच्या संशोधनातून प्रकाश पडला, तर मेयर व केलॉझ यांनी आपल्या आकाशगंगेत प्रथमच एक तारा व त्याचा ग्रह अशा प्रणालीचा शोध लावला.



## चौकट १ : दोघांच्या भांडणात विज्ञानाचा लाभ

१९५० ते १९८० या कालावधीत अवकाश विज्ञानात नेत्रदीपक प्रगती झाली. याला कारणीभूत ठरले अमेरिका व रशिया यांमधील शीतयुद्ध.

दुसऱ्या महायुद्धानंतर अमेरिकेच्या नेतृत्वाखाली भांडवलदारी अर्थव्यवस्थेचे पुरस्कर्ते एका बाजूला व रशियाच्या नेतृत्वाखाली साम्यवादाचे पुरस्कर्ते दुसऱ्या बाजूला, असे दोन गट तयार होऊ लागले. दुसऱ्या महायुद्धानंतर युरोपीय देशांची साम्राज्ये मोडीत निघाली व अनेक नवे स्वतंत्र देश जगाच्या नकाशावर अवतरले. नव्या देशांना आपल्या गटात खेचण्यासाठी साम, दाम, दंड, भेद अशा सर्व उपायांचा वापर या दोन्ही गटांनी केला. १९४७ साली स्वातंत्र्य मिळालेल्या भारताबाबतही ही रस्सीखेच झालीच, पण स्वतंत्र भारताने या दोन्हीपासून अलिप्त रहाण्याचा निर्णय घेतला.

१९५० च्या दशकापर्यंत जगातील बहुतेक सर्व देश या दोन गटांमध्ये व काही मूठभर देश भारताच्या नेतृत्वाखाली अलिप्ततावादी, अशी विभागणी जवळजवळ पूर्ण झाली होती. आता आपलीच विचारसरणी कशी मानवी प्रगतीला पूरक आहे, हे दाखवण्यासाठी अवकाश विज्ञान व तंत्रज्ञानावर शीतयुद्धातील दोन्ही बाजूंनी लक्ष केंद्रित केले. अशा रीतीने राजकारणाचा परिणाम म्हणून या खर्चिक संशोधन क्षेत्राला अमेरिकेत व रशियात भरपूर अर्थसहाय्याचा लाभ झाला.

या चढाओढीत सुरुवातीला सातत्याने रशियाची सरशी होत गेली. पहिला कृत्रिम उपग्रह (१९५७), पहिला अवकाश प्रवासी माणूस (१९६१), पहिली अवकाश प्रवासी महिला (१९६३), यानातून बाहेर पडून अवकाशात वावरण्याचा पहिला प्रयोग (१९६५), अशी या यशाची चढती कमान होती. पण सर्व जगाचे लक्ष वेधून घेणारी अशी एकच कामगिरी करण्यात बाजी मारून अमेरिकेने या सर्व यशाला झाकोळून टाकले. १९६९ साली अमेरिकेचा ध्वज हाती घेतलेल्या नील आर्मस्ट्रॉंगने चंद्रावर पाऊल ठेवणारा पहिला मानव हा मान मिळवला.

पुढे साम्यवादी रशियाची शकले उडाली आणि शीतयुद्ध संपले, पण अवकाशाचा धांडोळा घेण्याच्या मोहिमा चालूच राहिल्या. पण आता चढाओढ मागे पडून सहकार्याची भावना वाढू लागली. याचे सर्वात मोठे उदाहरण म्हणजे आंतरराष्ट्रीय अवकाश स्थानक.

मात्र एकविसाव्या शतकात चीन व भारत यांच्या राजकीय चढाओढीतून पुन्हा एकदा अवकाश संशोधनाचे एक नवे पर्व सुरू झाले आहे!

गॅलिलिओने बनवलेल्या दुर्बिणीपासून अवकाशात प्रस्थापित हबल दुर्बिणी, आणि आता सौरमालेतील विविध ग्रहांच्या जवळ जाऊन निरीक्षणे करणारी विविध प्रकारची अंतराळयाने असा मोठाच टप्पा अवकाश तंत्रज्ञानाने गाठला आहे. आणखी काही वर्षांत व्हॉयेजर याने तर आपल्या सूर्यमालेच्याही बाहेर जातील, आणि कदाचित तोवर चंद्राप्रमाणेच मंगळावरही मानवाच्या पाऊलखुणा उमटलेल्या असतील.

आपला सूर्य व आपली सूर्यमाला कशी तयार झाली, याबद्दल संशोधन काय सांगते?

एका मोठ्या प्लाझ्माच्या ढगातील घडामोडींमधून साधारण ४.५ अब्ज वर्षांपूर्वी आपला सूर्य अस्तित्वात आला. एखाद्या सुपरनोव्हा स्फोटाच्या दाबलहरींमुळे प्लाझ्माच्या ढगात उलथापालथ होऊन हे झाले असावे. बालसूर्याभोवती विविध अणू, रेणू, कण, बर्फ, इ. ची एक गरगरा फिरणारी चकती तयार झाली. यातच जवळ आणखी एका सुपरनोव्हाच्या स्फोटामुळे लोहकणांचीही भर पडली. चकतीचा वेग व तापमानही हळूहळू कमी होत गेले. काही द्रव्य बालसूर्यात सामील झाले, पण काहीचे पुंजके एकत्र येऊन अनेक छोटे ग्रहगोल तयार झाले. या सर्व प्रक्रियेला साधारण १ लाख वर्षे लागली असावीत. गुरुत्वाकर्षणाने या ग्रहगोलांचेही एकत्रीकरण होत गेले, व साधारण १ कोटी वर्षांनी आपली ग्रहमाला आजच्या स्वरूपात आली.

आपल्या सूर्यमालेतील आतील ग्रह – बुध, शुक्र, पृथ्वी व मंगळ – हे घनरूपात आहेत, तर बाहेरील ग्रह – गुरू, शनी, युरेनस, नेपच्यून - आकाराने प्रचंड मोठे व वायुरूपात आहेत. बाहेरील ग्रहांभोवती अनेक चंद्र व कडी आहेत, तर आतील ग्रहांपैकी पृथ्वीला एक व मंगळाला दोन चंद्र आहेत. याशिवाय आपल्या सूर्यमालेत अनेक लघुग्रहही आहेत. साधारण ४.४५ अब्ज

वर्षापूर्वी बालपृथ्वीवर मंगळाच्या आकाराचा एक ग्रहगोल येऊन आदळला. त्या प्रचंड टकरीतून दोन्ही ग्रहांची शकले उडून आजची पृथ्वी व तिचा चंद्र तयार झाले, असे आज मानले जाते. चंद्रावरून आणलेल्या दगडांच्या वयावरून (चौकट २ पहा) या सिध्दांताची पुष्टी होते.

### चौकट २ : चंद्राचे वय कसे मोजले

१९६९ नंतर अमेरिका व रशिया यांनी केलेल्या चांद्रमोहिमांमधून चंद्रावरचे वेगवेगळे खडकांचे नमुने गोळा करून आणले होते. या खडकांचे वय रेडिओमेट्री या तंत्राने मोजले गेले.

किरणोत्सारी अणूंच्या केंद्रकातून किरणोत्साराने प्रोटॉन्स व न्यूट्रॉन्स बाहेर पडल्याने त्यांचे दुसऱ्या मूलद्रव्यांच्या अणूंमध्ये रूपांतर होते. प्रत्येक किरणोत्सारी पदार्थाला एक ठरावीक अर्धआयुष्य असते. अर्धआयुष्य म्हणजे किती काळामध्ये एकूण वजनाच्या निम्मे वजन कमी होणार, तो काळ. उदा. कार्बनचे किरणोत्सारी अपरूप कार्बन-१४ हे किरणोत्साराने नायट्रोजन-१४ या नायट्रोजनच्या स्थिर अपरूपात रूपांतरित होते. कार्बन-१४ चे अर्धआयुष्य साधारण ५,७०० वर्षे आहे. म्हणजे जर १ ग्रॅम कार्बन-१४ एखाद्या पदार्थात असेल, तर ५,७०० वर्षांनी त्यात ०.५ ग्रॅम कार्बन-१४ व ०.५ ग्रॅम नायट्रोजन-१४ दिसेल. चंद्रावरून आणलेल्या खडकांमध्ये असलेल्या किरणोत्सारी अपरूपांचा अशा प्रकारे अभ्यास करून ते खडक केव्हा तयार झाले असावेत, याचा अंदाज बांधण्यात आला. त्यात सर्वात जुने खडक हे साधारण ४.४५ अब्ज वर्षे जुने आहेत, असे दिसून आले.

सूर्यमालेच्या जन्माच्या रहस्यावर अजून संशोधन चालूच आहे. काही गोष्टींचे स्पष्टीकरण अजूनही मिळालेले नाही. उदा. बालसूर्याभोवतालचे सर्वच द्रव्य गुरुत्वाकर्षणाने त्यात का खेचले गेले नाही, ग्रह का तयार झाले, इ.

आपल्या सूर्याचे एकूण आयुष्य साधारण ९ अब्ज वर्षे असेल, असा अंदाज आहे. म्हणजे त्याचे निम्मे आयुष्य सरले आहे, आणि निम्मे बाकी आहे. जोपर्यंत सूर्य अस्तित्वात आहे, तोवर सूर्यमालेचे व पर्यायाने पृथ्वीचेही अस्तित्व राहिल. पण पृथ्वीवर आणखी ४.५ अब्ज वर्षे जीवसृष्टीचे अस्तित्व राहिल का? राहिल्यास त्या जीवसृष्टीत माणूसही असेल काय?



अर्थराइज

<https://en.wikipedia.org/wiki/File:NA-SA-Apollo8-Dec24-Earthrise.jpg>

पृथ्वीचे पहिले छायाचित्र १९६९ साली अपोलो ८ या अवकाशयानातून काढले गेले, आणि आपले हे घर किती सुंदर आहे, याची मानवजातीला जाणीव झाली. आपली पृथ्वी अस्तित्वात आल्यापासून अशीच सुंदर होती का, तिच्यात कालानुरूप काय बदल झाले, तिच्या आजच्या सौंदर्याचे रहस्य काय, या साऱ्या प्रश्नांची उत्तरे जाणून घेऊया, पुढील लेखात.

या लेखमालेसाठी संदर्भ म्हणून डेव्हिड ख्रिश्चन व सहकाऱ्यांनी लिहिलेल्या “बिग हिस्ट्री – बिट्विन नथिंग अँड एव्हरिथिंग” या पुस्तकाचा आधार घेण्यात आला आहे.

§§§

लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे, संचालक, समुचित एन्हायरो टेक, शैक्षणिक संदर्भ संपादक गटात सहभागी.

इमेल : [pkarve@samuchit.com](mailto:pkarve@samuchit.com)

# शेतकरी आणि पर्यावरण

लेखक : केतकी घाटे

गेल्या डिसेंबरमध्ये किसान या कृषी प्रदर्शनात भाग घेतला आणि पाच दिवसात आम्ही पाच जणींनी मिळून सुमारे दहा हजार शेतकऱ्यांशी संवाद साधला. संवाद साधाच होता. शेती ज्या निसर्गाच्या जोरावर चालते त्या निसर्गाची काळजी घेतली तर पुढच्या पिढ्यांना शेती करायला मिळेल याची आठवण करून देण्याचा. या उपक्रमाला उत्तम प्रतिसाद मिळाला. त्यातला एक प्रातिनिधिक संवाद...



मी : आम्ही पर्यावरणविषयक काम करतो. आणि इथे आम्ही असा विषय मांडतो आहोत की आता गावे उजाड झाली आहेत. जंगलं राहिली नाहीत कुठे.

शेतकरी : एकदम बरोबर!

मी : शिवाय निसर्ग नसेल तर शेती होणार कशी? शेतकऱ्यासाठी दोन संसाधने महत्वाची आहेत : माती आणि पाणी. ही बळकट ठेवली तर उत्तम शेती होऊ शकेल. सध्या आपण जी शेती करतो ती बहुतांशी भूजलावरच चालते. त्यामुळे भूजल पुनर्भरण हा महत्वाचा विषय आहे.



**गावाचे भूरूप दाखवणारा नकाशा**

या नकाशात दाखविल्याप्रमाणे, पूर्वी प्रत्येक गावाच्या पाणलोटक्षेत्रात, ओढ्यांच्या उगमाशी आणि काठांवर अशी जंगले होती तेव्हा झरे जिवंत होते. कोकण, सह्याद्री आणि पूर्व विदर्भाच्या काही भागात असे जिवंत झरे अजूनही दिसतात. झरे जिवंत ठेवण्यात भूगर्भरचनेचा वाटा मुख्य आहेच पण जंगलांचा वाटा दुर्लक्षित येत नाही. ही जंगले स्पंजप्रमाणे काम करतात. पावसाचं पाणी जमिनीत, भूगर्भरचनेत जिरवण्याचं काम करतात. आणि फक्त एकदा किंवा दोनदा नाही करत तर चिरंतन करत राहतात, पिढ्यापिढ्या! या झऱ्यांमुळे वर्षभर पिके घेता येत होती. बरोबर की नाही?

शेतकरी : हा.. एकदम मुद्द्याचं बोललात तार्ई.. आमच्या आज्याच्या टायमाला पाणी भरपूर होतं. आता काय नाय राहीलं... आमच्या बाच्या टायमाला धरणातून कालवे आले गावात. पन त्याचंबी पानी काय भरोश्याचं नव्हतं. हळूहळू मग आम्ही बोरवेल केली आणि पंप लावले.

मी : मग आता पाण्याचा प्रश्न मिटला का?

शेतकरी : नाय हो, कसचं काय, आमचा लय दुष्काळी भाग. विहिरी नी बोरवेल आटल्या की लवकरच.

मी : आता बघा पाणी भरपूर होतं म्हणून आपण शेतीचं क्षेत्र वाढवलं पण आता बोरवेल आटल्यामुळे त्या क्षेत्राला पुरेसं पाणी मात्र नाही आपल्याकडे. हा सगळा स्केलचा म्हणजे प्रमाणाचा मुद्दा आहे. पूर्वी पाणी कमी होतं पण होत्या तेवढ्या शेतीला पुरेसं होतं. आणि मातीचं काय?

शेतकरी : माती तशी चांगली हाये. आता काळ्या आईशिवाय काय शेती होते होय?

मी : वा! मग खताशिवाय होते का शेती?

शेतकरी : नाय ! खतं तर घालावीच लागतात ना दर पिकाला.

मी : आता बघा, पूर्वी जंगले होती तेव्हा थोड्या पाण्याची पण वर्षभर आणि कायमस्वरूपी सोय होती. विहिरी भरलेल्या होत्या. शेती थोडीच होती पण यशस्वी होती. पण ती कमी पडत होती म्हणून की काय हरितक्रांतीने जोर धरला, पण आपल्याला अधिकाधिक उत्पादनाची सवय

लागली आणि उपलब्ध संसाधनांचं आणि पिकांचं गणित कोलमडलं. म्हणून मग खतांचा



आधार घेत शेती करावी लागली, इलाजच नव्हता. पण मातीतून आपण कायम घेतच राहिलो तर कधीतरी तिची देण्याची क्षमता संपणार. ती पुनरुज्जीवित करत राहिलो तर शेती उत्तम होणार.

तर या नकाशात दाखविल्याप्रमाणे

गावाच्या पाणलोटक्षेत्राचं अत्यंत विचारपूर्वक नियोजन करायला हवं. ओढ्यांच्या उगमाला जंगल पुनरुज्जीवनाची सुरवात करायला हवी. त्याकरता पळस, पांगारा, ऐन, शिसव, कळंब, करंज, वड, उंबर, बिब्बा, कुसुम, रिठा, खिरणी यासारख्या स्थानिक झाडांचा कार्यभाग महत्त्वाचा आहे. परदेशी झाडांची एकसुरी लागवड करण्यापेक्षा स्थानिक विविधता जपणे महत्त्वाचे. तर पुढच्या पिढीला जंगल दिसेल.

शेतकरी : हा बरोबरे.. हे काम लई गरजेचं आहे. पण आम्हालाच नाय बघायला मिळत जंगल..

पुढच्या पिढीचं सोडूनच द्या.. पानीच नाय गावात तर झाडाला पानी देनार कसं?

मी : तेच तर! पाणी राहिलं नाही कारण आपण आपल्या पाणलोटक्षेत्राचा अमर्याद, हवा तसा वापर करतोय. सगळीकडे मुक्त चराई आहे, सर्वत्र शेती करतो आहोत, शेती व्यतिरिक्तच्या भागातली माती कडक झाली आहे, तिथे पाणी मुरतच नाही. पूर्ण वाहून जाते. जंगले किंवा



राखीव गवताळ कुरणे तयार झाली तर ते पाणी मुरण्याची सोय होईल. गावाच्या भूरूपाचा वापर जर आपण नियंत्रित केला तर अनेक फायदे होतील. उदाहरणार्थ, गवताळ कुरणे राखली तर गुरांना सकस चारा मिळेल. कुसळीसारखी निकृष्ट गवते नाहीशी होऊन त्यांची जागा पवन्या, मारवेल, डोंगरी यांसारखी सकस गवते घेतील. धुळ्यातल्या लामकानी गावाने गावातील पाचशे हेक्टरला असे संपूर्ण संरक्षण देऊन सकस चारा कसा वाढवतो येतो याचे उत्तम उदाहरण घालून दिले आहे. बरोबरीने हिवरे बाजार किंवा राळेगण सिद्धी ही उदाहरणे आहेतच. संरक्षणाबरोबर माती आणि जल संधारणाच्या कामांचे उत्तम परिणामदेखील इथे बघायला मिळतात. विहिरींची आणि बोरवेलींची पातळी वाढली आहे. शेती सोडून दिलेल्या लोकांनी पुनश्च शेती सुरू केली आहे. तर मुद्दा असा आहे की पुनरुज्जीवनाची तंत्रे राबवून मातीतला ओलावा वाढतो आणि मग लागवड केली तर त्याला पाणी कमी लागते. अर्थात हे वेळखाऊ काम आहे पण याला इलाज नाही.

शेतकरी : पण कुठे करायचं हे.. म्हणजे शेतात कसं काय जमणार? तुम्ही काय मदत देणारे का?

मी : तुम्ही तुमची शेती चालू ठेवून शेताच्या बांधावरपण लागवड करू शकता किंवा सामूहिक जमिनीवर हे काम सुरू करू शकता. ते कसं करायचं याची मार्गदर्शनपर मदत आम्ही देऊ शकू. पण हे काम गावाने एकत्र येऊन सामूहिक पद्धतीने करावे लागेल. गायरान किंवा वन विभागाच्या जमिनीपासून तुम्ही सुरवात करू शकता.

शेतकरी : आमच्या गावात एवढी मोठी जमीन नाय किंवा फोरेष्ट बी नाये..

मी : हं... मग तुम्ही गावात छोट्या जमिनीवर, एखाद दोन एकरात देवळाच्या आवारात किंवा शाळेच्या आवारात किंवा कुणाच्या वरकस जमिनीवर ‘जीविधता उद्यान’ करू शकता. जीविधता उद्यान म्हणजे आपल्या भागात येणाऱ्या स्थानिक वनस्पतींचं संवर्धन आणि लागवड. अर्थात हा फक्त लागवडीचा विषय नव्हे तर कीटक, पक्षी, प्राणी, जीवाणू या सर्व जैविक विविधतेचा विषय आहे. शेतीत आपल्याला या सर्व जीवांची गरज असते. या सगळ्यांना अभय देणे महत्त्वाचे आहे. तुमच्या भागातील पाऊसमानानुसार असे उद्यान कसे तयार करायचे याची माहितीपत्रके आम्ही तयार केली आहेत, झाडांच्या याद्यांसकट. ती तुम्ही वापरू शकता. परंतु यातली कृती अत्यंत महत्त्वाची आहे. पाण्याची किमान दोन वर्षे सोय असलेली आणि जरा बरी माती असलेली योग्य जमीन निवडणे महत्त्वाचे आहे. आणि लागवडीपूर्वी माती पुनरुज्जीवन महत्त्वाचे आहे. मातीतला ओलावा वाढला की लागवड करणे योग्य. भलेही यात एखाद दोन वर्षे उशीर झाला तरी चालेल. ह्या सगळ्याची विस्तृत माहिती आम्ही आपल्याला व्हॉटसॅपवर पाठवू शकू.

शेतकरी : पटतंय हे, पण सुरवात कुठून करायची नक्की?

मी : याची सुरवात तुम्ही ग्रामसभेत हा विषय मांडून करू शकता. आणि हा केवळ जंगलाचाच विषय नाही तर गावाच्या एकूण क्षेत्राचा वापर कसा करायचा याची निश्चिती करायला हवी. गावात चुली असतील तर सरपण लागवडदेखील तितकीच महत्त्वाची आहे. रस्त्याच्या कडेने तुम्ही चांगल्या उष्मांक असणाऱ्या झाडांची लागवड केली तर रस्त्याला सावली पण राहिल आणि बायकांना फार लांब रानात जाऊन डोक्यावर ओझं आणायचा त्रास कमी होईल.

उतारांवर किंवा वरकस जमिनीवर वनशेती करता येईल. वनशेती म्हणजे उत्पादन देणाऱ्या विविध स्थानिक वृक्षांची लागवड. परत एकदा यातून काही लगेच पैसे मिळायला सुरवात होणार नाही पण काही वर्षांनी शेतीला पूरक उत्पादन सुरू होईल. गावात जंगल आणि वनशेती वाढली तर तापमान नियंत्रण होईल. सूक्ष्म हवामान सुधारेल. पर्यायाने माती आणि तिच्यातील जीवाणूपाण वाढीस लागतील. ते शेतीला फायद्याचे ठरेल. थोडक्यात, गावात जंगल, वनशेती, राखीव गवताळ कुरणे, चराऊ कुरणे, सरपण लागवड, ओढे आणि त्याच्या काठावरची जंगले आणि शेती अशा अनेक गोष्टींचा आराखडा बनवता येईल, गाव समृद्धतेकडे आणि स्वयंपूर्णतेकडे जाऊ शकेल, असं आम्हाला वाटतं. पण हे सगळं गाव पातळीवर राबवण्यासाठी तुम्हालाच पुढाकार घ्यावा लागेल.

शेतकरी : नक्की सुरू करनार ताई! मंग तुमी गावात येऊन आम्हाला मार्गदर्शन करनार का?

मी : इथे हजारो शेतकरी येत आहेत. प्रत्येक गावात जाऊन मार्गदर्शन करणं थोडं कठीण आहे. पण आम्ही आपल्याला व्हॉटसॅपवर माहिती पाठवून मदत करू शकू. ७८८०००६२६ हा आमचा नंबर. गरज लागली तर आम्ही येऊ, पण आधी तुम्ही ग्रामसभेत हा विषय मांडून काय चर्चा होते आहे ते कळवा. गावाची काम करण्याची तयारी असेल आणि आपण बोललो त्याप्रमाणे तुम्ही जमिनी निवडल्या तर गरज लागली तर आम्ही येतो. पण हे काम राबवणं तसं सोपं आहे. यात कुठेही उच्च तंत्रज्ञान नाही.

**मूळ मुद्दा - हे काम करायला हवं - हे ठरवण्याचाच आहे.**

शेतकरी : हा तोच मुद्दा कठीन हाय.. पण आमी नक्की प्रयत्न करनार. गाव नाइ पुढे आलं तर

### आदर्श भुरूप

- मालकी वैयक्तिक, नियोजन सामुहिक
- निर्यंत्रित वापर
- जमीन वापर निश्चिती
- बहुतांश भागास आगीपासून व मुक्त चराईपासून संरक्षण

### जिवंत माती

- मातीतील ओलावा व जीवाणू टिकवून ठेवण्यासाठी योजना
- गवतांना संरक्षण
- जैविक काडी कचऱ्याचा थर टाकणे

### चारा कुरणे

- चराऊ कुरणे : चक्राकार पध्दतीने चराई
- 'राखीव' कुरणे : चराई बंदी | सकस स्थानिक गवते कापून पेंढया गुरांसाठी.

### सरपण लागवड

- उत्तम उष्मांक देणाऱ्या झाडांची रस्ताकडेनी अथवा शेताच्या बांधांवर लागवड

### कचरा व्यवस्थापन

- कुजू शकणाऱ्या कचऱ्याचे खत
- कुजू न शकणारा : पुनर्चक्रीकरण

### शाश्वत शेती

- मिश्र पिक पध्दती
- चक्राकार पध्दतीने नगदी पिके
- उत्पादन वितरणाचे एकत्रित धोरण

### पाणी नियोजन

- सामुहिक पाणी व्यवस्थापन
- भूजल व्यवस्थापन व पुनर्भरण

### वनशेती

- वैविध्यपूर्ण वृक्षांची लागवड
- इमारती वृक्षांची लागवड
- बाजारभाव मिळेल अशा प्रदेशनिष्ठ वनस्पतींची लागवड

### जंगल पुनरुज्जीवन

- ओढ्यांच्या उगमापाशी जंगलांचे पुनरुज्जीवन
- झाडी व प्राणी यांची विविधता व आसरे जपणे महत्वाचे

शेताच्या बांधावर तरी दोन झाडं नक्की लावणार...

तर या सगळ्या चर्चेतून

एक गोष्ट नक्कीच समजली की

शेतकऱ्यांना पर्यावरणाचे महत्व

माहीत नाही असे निश्चितच नाही.

पूर्वी शेतीचे मर्यादित प्रमाण

आणि पद्धती यामुळे संवर्धनाची

शेट गरज कधी भासली नसावी.

परंतु काळाच्या ओघात

शेतीपद्धतीचा बदलता कल

आणि वाढते प्रमाण बघता

सक्रिय संवर्धन व्हायला हवे असे दिसते.

माती आणि पाणी सुद्ध ठेवणे शेतीला उपकारकच आहे आणि ते आपल्याच हातात आहे, ही जाणीव जागृती करणे हा आमच्या उपक्रमामागचा मुख्य उद्देश होता. या उपक्रमानंतर यवतमाळजवळ सहा गावांमध्ये एका संस्थेच्या सहकार्याने काम सुरू झाले आहे. या शिवाय अनेकांनी व्यक्तिगत पातळीवर कामही सुरू केले आहे, व आम्ही त्यांना मार्गदर्शन करत आहोत.

पण व्यापक परिणाम दिसण्यासाठी गावाने एकत्र येऊन काम करणे गरजेचे आहे. पण त्यासाठी तज्ञांचे मार्गदर्शन जास्त लागेल, व त्यासाठी आर्थिक तरतूदही व्हावी लागेल. पण गाव एकत्र आला, तर देणगीदार, शासकीय अनुदान, इ. मार्ग शोधता येतील.

शाळांच्या माध्यमातून कार्यानुभवाच्या योजनांखाली किंवा जीविधता उद्यान तयार करणे, असे काही उपक्रम राबवता येतील का, याचा शिक्षकांनी जरूर विचार करावा. यातून गावपातळीवर पथदर्शी काम विद्यार्थ्यांच्या माध्यमातून उभे राहिलच, पण गावाला एकत्र येऊन काम करण्याची प्रेरणाही मिळू शकेल. यासंदर्भात अधिक माहितीसाठी आमच्याशी जरूर संपर्क साधा.

§§§

---

लेखक : केतकी घाटे, ऑयकॉस ([www.oikos.in](http://www.oikos.in)) या पर्यावरणीय सेवा देणाऱ्या कंपनीच्या संचालिका. इकॉलॉजिकल सोसायटी या संस्थेच्या विश्वस्त व अध्यापिका.

इमेल: [ketaki@oikos.in](mailto:ketaki@oikos.in)

---

*हा अंक आपल्याला कसा वाटला? आपल्या प्रतिक्रिया व सूचना जरूर कळवा.*

*इमेल [sandarbh.marathi@gmail.com](mailto:sandarbh.marathi@gmail.com)*

---



# इ- शैक्षणिक संदर्भ

## आता सर्वांसाठी मोफत उपलब्ध

- २०१८ सालामध्ये शैक्षणिक संदर्भची छापील आवृत्ती न काढता इ-अंक प्रकाशित करण्याची सुरुवात केली आहे आणि आपला त्यास भरघोस प्रतिसाद मिळतो आहे त्याबद्दल धन्यवाद.
- आपल्याला इ-अंक हवा असल्यास संदर्भ सोसायटीच्या वेबसाईटवरून ([www.sandarbhociety.org](http://www.sandarbhociety.org)) डाऊनलोड करू शकता, किंवा [sandarbh.marathi@gmail.com](mailto:sandarbh.marathi@gmail.com) या इ-मेलवर आपला इ-मेल पत्ता व व्हॉट्सप क्रमांक आम्हाला कळवावा.
- इ-अंक करताना छपाई खर्च जरी वाचला तरी डीटीपी, कार्यालयीन खर्च, लेखा परीक्षण असे अनेक खर्च आहेतच. देणगी रूपाने आपण या खर्चाचा भार उचलू शकता. त्यासाठी आपणास विनंती आहे की, आपला सहभाग वार्षिक देणगी रूपात संदर्भ सोसायटीकडे पाठवावा. देणगीवर आयकर सवलत मिळू शकते.
- देणगीसाठी तपशील
  - ❖ रोख रक्कम कार्यालयात जमा करू शकता.
  - ❖ चेक किंवा डी डी : 'संदर्भ सोसायटी' या नावाने पुणे येथे वटणारा असावा.
  - ❖ इ-पेमेंट : Sandarbh Society  
Account No.: 20047006634  
Bank of Maharashtra, Mayur Colony, Pune  
IFS Code: MAHB0000852

शैक्षणिक संदर्भ, द्वारा समुचित एन्व्हायरो टेक,  
६, एकता पार्क, निर्मिती शोरूमच्या मागे, लॉ कॉलेज रस्ता, पुणे- ४.  
फोन: ०२०-२५४६०१३८ (स. १० ते संध्या. ५, सोम. ते शनि.)