

डोक्टो-नोव्हें ०५

शैक्षणिक

# संदर्भ

अंक ३६

शिक्षण आणि विज्ञान  
यात रुची असणाऱ्यांसाठी



**संपादक :**

नीलिमा सहस्रबुद्धे, प्रियदर्शिनी कर्वे  
नागेश मोने, संजीवनी कुलकर्णी

**विश्वस्त :**

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

**साहाय्य :**

ज्योती देशपांडे, यशश्री पुणेकर,

**अक्षरजुळणी :**

न्यू वे टाईपसेटर्स अँड प्रोसेसर्स

**मुखपृष्ठ मांडणी, छपाई :**

ग्रीन ग्राफीक्स, रमाकांत धनोकर

**वितरण व्यवस्था :**

नीलिमा शिकारखाने, पुणे  
राजेंद्र गाडगीळ, जळगाव

एकलव्य, होशंगाबाद आणि सर रतन टाटा  
ट्रस्ट यांच्या सहयोगाने हा अंक प्रकाशित  
केला जात आहे.

शैक्षणिक

**संदर्भ**

अंक ३६

ऑक्टोबर - नोव्हेंबर ०५

**पालकनीती परिवारसाठी**

**निर्मिती आणि वितरण : संदर्भ**

पत्ता : संदर्भ, ९, वंदना अपार्टमेंट्स,  
आयडियल कॉलनी, कोथरूड, पुणे ३८.

दूरध्वनी : २५४६१२६५

ई-मेल : pryd@indiatimes.com

इजिस संस्कृतीची सर्व छायाचित्रे  
राम अनंत थत्ते यांच्याकडून साभार.

**पोस्टेजसहित**

**वार्षिक वर्गणी रु. १२५/-**



**अंकाची किंमत : रुपये २०/-**



डॉ. रिचर्ड फाईनमन १९६५ सालचे भौतिकशास्त्रातील  
नोबेल पारितोषिक मिळवणारे अमेरिकन शास्त्रज्ञ. नवनवीन  
साहसांमध्ये गुंतणे, प्रत्यक्ष व्यवहारात विनोद घडविणे,  
तिजोऱ्यांची कुलूपे उघडणे. हे त्यांचे छंद. तीक्ष्ण बुद्धिमत्ता  
सतत जागृत कुतूहल, प्रत्येक गोष्टीचा (माणसाचा नव्हे)  
संशय घेणारं मन यांच स्फोटक रसायन असलेला हा  
शास्त्रज्ञ. विज्ञान म्हणजे काय ? या विषयावर त्यांनी  
शिक्षकांसाठी व्याख्यान दिलं त्याबद्दल वाचा पान ५४ वर.

# अनुक्रमणिका

शैक्षणिक संदर्भ अंक - ३६

- उतुंगतेच्या शोधत ..... ३
-  जग इलेक्ट्रॉनिक्सचे ..... ७
- रांगोळीचे गणित ..... १६
- रक्त, आपले आणि कीटकांचे ! ..... १९
- कलेचा इतिहास - इजिप्तची संस्कृती ..... २३
- देवराई-वनसंरक्षणाची परंपरा ..... ३५
- नैसर्गिक शेती म्हणजे कमी खर्चात शेती ..... ३९
- हाडं खिळखिळी करणारा अंतराळ प्रवास ..... ४५
- कुणी आहे तिथे ! ..... ४९
- विज्ञान म्हणजे काय ? ..... ५४
-  तुमची ओळख तुमच्याशीच ..... ६६
- प्रेमळ पर्वत आणि जाँय ..... ७५



हे लेख शालेय पाठ्यक्रमाला पूरक आहेत.

कलेचा इतिहास - इजिप्तची संस्कृती ..... २३  
चित्र, शिल्प, वास्तुरचना या जशा कलाकाराच्या प्रतिभेचा आविष्कार असतात, तसाच त्यातून उलगडतो त्या त्या वेळच्या जीवनशैली, परंपरा आणि संस्कृतीचा इतिहास. या वेळच्या अंकात इजिप्त येथील संस्कृतीबद्दल.



देवराई - वनसंरक्षणाची परंपरा ..... ३५  
गावोगावच्या देवराया पर्यावरण रक्षणाची आवश्यकता अधोरेखित करतात. आपण खरंच जंगल राखलं तर कसे वनस्पतीविश्व आपल्याभोवती असेल त्याचा नमुना देणारे करंजफेण (जि. कोल्हापूर) येथील देवराईचे हे छायाचित्र.

हाडं खिळखिळी करणारा - अंतराळ प्रवास.. ४५  
अंतराळ प्रवास म्हणजे जीवावर उदार होऊन केलेले साहस. जेवढे आकर्षक तेवढेच धोकादायक. हा प्रवास करताना देखील अंतराळवीरांची हाडं खिळखिळी होतात. तुम्ही बुचकळ्यात पडलात का ? नाही हो.. रस्त्यावरच्या खड्ड्यामुळे नाही. त्याचे कारण वेगळेच आहे.



विज्ञान म्हणजे काय ? ..... ५४

विज्ञान म्हणजे विशेष असे ज्ञान.त्याची विशिष्ट कार्यपद्धती असते.. विशिष्ट भाषा असते.. पारिभाषिक संज्ञा, व्याख्या वगैरे. पण ती कार्यपद्धती, भाषा, व्याख्या म्हणजेच विज्ञान नव्हे. विज्ञान त्याच्याही पेक्षा वेगळं असतं. काय असतं विज्ञान म्हणजे सुप्रसिद्ध अमेरिकन शास्त्रज्ञ रिचर्ड फाईनमन यांनी चाळीस वर्षापूर्वी दिलेल्या व्याख्यानातून समजावून घेऊ या.

# शिक्षणक्षेत्रात उत्तुंगतेच्या शोधात

लेखक : जयंत नारळीकर • अनुवाद : नागेश मोने

संशोधन आणि अध्यापन यांचा परस्पर संबंध आपल्या देशात सहसा लावला जात नाही. अध्यापनाकडे काहीशा पूर्वग्रहातूनच पाहिले जाते. परिणाम काय होतो ? 'टाईम्स ऑफ इंडिया'च्या ३० जुलै च्या अंकामध्ये डॉ. जयंत नारळीकर यांचा हा लेख आला होता.

इंडियन इन्स्टिट्यूट ऑफ सायन्स, बंगलोर या संस्थेला, काही महिन्यांपूर्वी आपल्या अर्थमंत्र्यांनी १०० कोटी रुपये अनुदान देण्याचे जाहीर केले आहे. केंब्रिज व ऑक्सफर्ड या नामवंत विद्यापीठांसारखा दर्जा या संस्थेला प्राप्त व्हावा यासाठी हे अनुदान आहे. आपल्या देशातील, उच्च शिक्षण देणाऱ्या या संस्थेला हे 'मूठभर अनुदान' उपयुक्त ठरेल ? आपल्या क्रिकेट कंट्रोल बोर्डाला अशी मदत देऊन आपल्या संघाची गुणवत्ता १९४८ च्या ब्रॅडमनच्या ऑस्ट्रेलियन संघासारखी करण्याची कल्पना तुम्हाला कशी वाटते ? किंवा साहित्याचे (वाङ्मयाचे) नोबेल पारितोषिक मिळावे म्हणून साहित्य अकादमीला अशी मदत केली तर ?

केंब्रिज व ऑक्सफर्ड विद्यापीठांचा दर्जा गाठण्यासाठी आपण एक दोन बाबी त्यांच्याकडून शिकायला हव्यात. पुढील

कथा पहा : एकोणिसाव्या शतकाच्या मध्यात केंब्रिजच्या ट्रायपॉस या विख्यात परीक्षेसाठी पार्किन्सन आणि थॉम्सन हे दोन बुद्धिमान विद्यार्थी बसले होते. या परीक्षेत पार्किन्सन पहिले आणि थॉम्सन दुसरे आले. एक अत्यंत अवघड उदाहरण या दोघांनीच योग्य सोडवले होते. विशेष म्हणजे दोघांची रीतही समान होती. परीक्षकाला थोडे आश्चर्य वाटले. दोघांपैकी कुणीतरी दुसऱ्याची नकल केली असणार अशी शंकेची पालही त्यांच्या मनात चुकचुकली.

त्यांनी पार्किन्सनला बोलावले व उदाहरण कसे सुटले, विचार कसा केला हे विचारले. "मी अवांतर पुस्तके वाचतो व दिलेल्या अभ्यासक्रमाच्या बाहेर जाऊन, वेगवेगळ्या संशोधन पत्रिकाही पाहतो. त्यातल्या एकात मला हा प्रश्न सोडविल्याचे आढळले होते. अर्थात त्या लेखकाचे काही नाव त्यात

नव्हते.” पार्किन्सनने सांगितले. त्यांचे अभिनंदन करून परीक्षकाने तोच प्रश्न थॉमसन यांना विचारला, “तो लेख मीच लिहिला होता,” थॉमसन म्हणाले. लॉर्ड केल्व्हिन म्हणून प्रसिद्ध झालेले नामवंत शास्त्रज्ञ ते हेच होते.

माझ्या बॅचमध्ये एक जण असाच होता. अद्याप त्याला पदवीही मिळाली नव्हती. आईनस्टाईन यांच्या गुरुत्वाकर्षण सिद्धांताच्या पडताळणीसाठी केलेल्या प्रयोगातील एक अत्यंत महत्त्वाची चूक दाखविणारा एक छोटेखानी लेख त्याने लिहिला होता. पुढे याच मुलाने नोबेल पारितोषिक मिळविले. ब्रायन जोसेफसन हे त्यांचे नाव.

विद्यार्थ्यांचा एकूणच बौद्धिक दर्जा उंचावला की अशा असाधारण बुद्धिमत्ता असणाऱ्या मुलांचे प्रमाणही उंचावते. अशी गुणवत्ता असणारे विद्यार्थी केंब्रिज, ऑक्सफर्डसारख्या विद्यापीठांकडे का आकर्षित होतात?

चांगल्या शिक्षकांकडे चांगली मुले आकर्षित होतात. असेच संशोधकांबाबतही आहे. क्वांटम मेकॅनिक्सवरील डिरॅकचे व्याख्यान, इलेक्ट्रोडायनॅमिक्स व कॉस्मॉलॉजीवरील हॉईल यांचे व्याख्यान, फ्लुईड डायनॅमिक्सवरील बॅचलरचे व्याख्यान, अंकशास्त्रावर डेव्हेनपोर्टचे तर आतिथाचे भूमितीवरील व्याख्यान ऐकण्याचे

भाग्य मला लाभले आहे. ज्यांनी आपल्या विषयात संशोधन केले आहे, त्यांचेकडून तो विषय शिकल्याने विद्यार्थी अधिक शिकण्यास प्रेरित होतात.

विद्यापीठातील कामाचा भाग म्हणूनच असे संशोधक तिथे मुलांना शिकवितात. ते संशोधक असल्याने त्यांना अध्यापनातून सूट मिळत नसते. शैक्षणिक कार्यक्षेत्रात काम करणाऱ्यांनी वर्गात शिकविले पाहिजे हे गृहीतच आहे तिथे.

सैद्धांतिक खगोलशास्त्रावरील एक संस्था जेव्हा केंब्रिज विद्यापीठात उभी राहात होती तेव्हा ट्रायपॉस परीक्षेच्या विद्यार्थ्यांनी प्रत्यक्ष शिकवू नये, शिकवण्यास लागू नये असे सगळ्या संशोधकांचे मत होते; त्यामुळे हॉईल नाराज होते. अध्यापन हे संशोधनास पूरक आहे, असते व आपण शिकवले नाही तर उत्तम व बुद्धिमान मुलांना आपल्या विषयाकडे आकर्षित करण्याची संधी गमावू असे त्यांना वाटत होते.

आपण या नामवंत विद्यापीठांच्या दर्जापासून का दूर आहोत हे आता उमगेल. आपल्याकडे विद्यापीठे व संशोधन संस्था अशा दोन प्रवाहात, (जे स्वतंत्र ठेवले आहेत) शिक्षण-संशोधन व्यवस्था राबविली जात आहे. विद्यापीठात शिक्षकांना गौण मानून संशोधकाला अतिरिक्त काम दिले जाते. आपल्या राष्ट्रीय स्तरावरील विज्ञानविषयक अकादमीत त्याचा परिणाम पाहायला

मिळतो. विद्यापीठांतले खूप कमी प्राध्यापक अशा संस्थांचे सदस्य असतात. कारण संशोधन ही सदस्यत्वाची पूर्वअट असते.

राष्ट्रीय प्रयोगशाळात व संशोधन संस्थांमध्ये पदवीपूर्व सोडाच पण पदव्युत्तर शिक्षणासाठीही विद्यार्थी नसतात. आपण व्यक्तिगत स्तरावर, एकटेपणाने संशोधन करू व शिकविणे ही या संशोधनापासून परावृत्त करणारी बाब आहे हे एका 'टिपिकल' संशोधकाचे मत असते. अशा संशोधकांना एखाद्या छोट्या कोर्ससाठी १०-१५ व्याख्याने देण्यासाठी प्रवृत्त करणे किती जिकिरीचे असते याचा अनुभव अनेक संयोजकांना असतो.

मी केंब्रिजहून परत आल्यावर, या चुकीच्या प्रवृत्ती व दृष्टिकोणाविरुद्ध काही काम केले. विद्यापीठ अनुदान आयोगाने, पदवी अथवा पदव्युत्तर स्तरासाठीचे या प्रकारचे आवश्यक कार्य होण्यासाठी, या संस्थांना काही अटींचे पालन करावयास लावणे मला आवश्यक वाटते, आणि मगच त्यांना स्वायत्त विद्यापीठांचा दर्जा द्यावा.

अध्यापन न करणारे प्राध्यापक व संशोधन न करणारे प्राध्यापक, अशा दोन

प्राध्यापकांच्या कचाट्यात आपले विद्यार्थी सापडले आहेत. ज्ञानाच्या क्षेत्रात ज्यांची कर्तबगारी उच्च दर्जाची होऊ शकते अशा विद्यार्थ्यांना आपण गमावतो आहोत. ज्ञानाच्या इतर शाखांबद्दलही माझा हाच अनुभव आहे. सामाजिक शास्त्रे, वाङ्मय, इतिहास अशा ज्ञानशाखातही उच्चतम प्राविण्य मिळविण्यास आपण चाचपडतच आहोत.

अध्यापन व संशोधन हातात हात घालूनच पुढे जाण्याच्या दृष्टीने शिक्षणक्रमांची पुनर्रचना होणे हेच केंब्रिज व ऑक्सफर्डच्या दर्जाचे काम होण्याच्या दृष्टीने अत्यावश्यक आहे. विद्यार्थी व शिक्षकांसाठी हे अनिवार्यच असायला हवे, त्यासाठी तडजोड नको. हे होण्यासाठी १०० कोटी रुपये अनावश्यकही आहेत आणि अपुरेही!



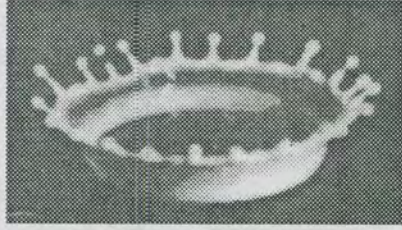
लेखक : जयंत नारळीकर सुप्रसिद्ध खगोलशास्त्रज्ञ आणि विज्ञानलेखक. अनेक विज्ञानकथा विशेषतः मराठीतून लिहिल्या आहेत.

अनुवाद : नागेश मोने द्रविड हायस्कूल वाई येथे गणित व विज्ञान शिकवतात. विज्ञान वाचनालय चालवतात.



आपण अनेक उत्सव, प्रसंग साजरे करतो. त्या साजरीकरणामधून व्यक्त होणारी जीवनशैली, संस्कार ह्या सगळ्यांना पुन्हा एकदा तपासून पाहण्यासाठी 'पालकनीती'चा दिवाळी अंक जरूर वाचा.

## चंद्रावर थेंब



पाण्याचा थेंब जेव्हा जमिनीवर पडतो तेव्हा तो फुटून त्याचे छोट्या शितोड्यात रूपांतर होते आणि ते कण इतस्ततः पसरतात. समजा चंद्रावर पाण्याचा थेंब पडला तर असंच होईल का? तर नाही. चंद्रावर थेंब पडला तर तो थेंब चेंडूसारखा टप्पा पडून पुन्हा उडेल. (अर्थात या गोष्टीचा प्रयोग काही चंद्रावर जाऊन केलेला नाही.) हे असं का होईल ते आपण पाहू या.

शिकागो येथील इलिनॉय विश्वविद्यालयातील सिडनी नेजल यांनी याबद्दलचे प्रयोग केले. त्यांची निरीक्षणं अगदी अनपेक्षित होती. शास्त्रज्ञ नेजल आणि त्यांचे साथीदार भौतिक शास्त्राचे लाई व्स्वु आणि वेंडी जांग यांनी एक प्रयोग केला. अल्कोहोलचा थेंब खाली पडून जेव्हा शितोडे उडतात तेव्हा त्या बारीक थेंबांमध्ये किती ऊर्जा असते ती मोजण्याचा! थेंब जमिनीवर पडताना त्याच्यावर वाऱ्याचा परिणाम होत होता. तेव्हा त्यांनी असं ठरवलं

की प्रयोगादरम्यान थेंबावर वाऱ्याचा परिणाम होणार नाही, याची काळजी घ्यावी. त्यांनी या प्रयोगासाठी एक भांडं घेतलं आणि त्यातील हवा पूर्णपणे काढून घेतली. भांडं निर्वात केलं. सर्वसाधारणपणे हवेचा दाब हा एक बार (एक कि.ग्रॅ./ वर्ग सें.मी.) असतो. नेजल आणि साथीदारांनी त्या भांड्यातील हवेचा दाब १० मिलिबारपर्यंत कमी केला. हवेचा दाब कमी केल्याने थेंबापासून उडणाऱ्या शितोड्याची संख्या कमी झाली हे बघून त्यांना खूप आश्चर्य वाटले. जेव्हा हवेचा दाब आणखी कमी म्हणजे ०.२ मिलीबार केला तेव्हा त्याचे शितोडे होणे बंद झाले आणि अल्कोहोलचा थेंब चेंडूसारखा उडायला लागला. नेजल यांचे म्हणणे आहे की हवा अजिबातच नसेल तर थेंब खाली पडला तरी त्याचे छोट्या शितोड्यांमध्ये रूपांतर होणार नाही. चंद्रावर हवा नाही आणि अर्थातच हवेचा दाबही नाही, त्यामुळे पडणारा थेंब चेंडूप्रमाणे उडेल.

स्रोत - ऑगस्ट ०५ मधून साभार. अनुवाद - ज्योती देशपांडे



# जग इलेक्ट्रॉनिक्सचे लेखांक - २

लेखक : राजश्री राजगोपाल, प्रियदर्शिनी कर्वे

विद्युतधारा म्हणजे इलेक्ट्रॉन्सचा प्रवाह. इलेक्ट्रॉन्स तर प्रत्येक पदार्थाच्या अणूमध्ये असतात मग काही पदार्थातून विद्युतधारा वाहते आणि काही पदार्थ वीजवाहक नसतात. असं का ?

एखादं यंत्र किंवा उपकरण तयार करताना त्याचे मूलभूत भाग कसे जोडायचे हे आपल्याला माहित असतं. यंत्राला शाफ्ट जोडायचा असेल, तर नटबोल्ट वापरावे लागतात. याउलट खुर्चीला हात बसवायचे असतील, तर ते खुर्चीच्या पायांना आणि पाठीला स्क्रूच्या सहाय्याने जोडले जातात. पण समजा, एखाद्या यंत्राचे भाग किंवा खुर्चीचे भाग नुसते डिकानी चिकटवले तर काय होईल ? अशा खुर्चीवर बसायला तुम्हाला नक्कीच आवडणार नाही ! पण असं का ? विशिष्ट जोडणीसाठी नट-बोल्ट किंवा स्क्रूच का वापरावे लागतात ? आपला साधा डिक हे काम का करू शकत नाही ? या प्रश्नाच्या उत्तरामागच्या संकल्पनेपासून सुरुवात करुन आपण इलेक्ट्रॉनिक्समागच्या मूलभूत संकल्पना समजावून घेण्याचा प्रयत्न करू या.

निसर्गातील प्रत्येक वस्तूचं वर्तन हे ती वस्तू ज्या पदार्थापासून बनली आहे, त्याच्या गुणधर्मावर अवलंबून असतं. माणसाच्या वजनाखालीही खुर्चीचे वेगवेगळे भाग

एकमेकांना जखडून ठेवू शकेल इतका चिकटपणा (Adhesion) आपल्या साध्या डिकात नसतो. याउलट लोखंड, पोलाद आणि इतर धातूंच्या संयुगात असलेल्या मजबुतीमुळे त्यांच्यापासून बनलेल्या नट-बोल्ट, स्क्रू आणि खिळ्यांमध्ये वजन सहन करण्याची क्षमता असते. याचप्रमाणे इलेक्ट्रॉनिक उपकरणातील नट-बोल्ट, म्हणजेच डायोड व ट्रान्झिस्टरसारख्या मूलभूत इलेक्ट्रॉनिक साधनांनी आपले कार्य योग्य प्रकारे करावे यासाठी ती ज्यापासून बनवलेली असतात त्या अर्धवाहक (semiconductor) पदार्थांचे गुणधर्मच कारणीभूत असतात.

मजबुती हा जसा पदार्थाचा एक मूलभूत गुणधर्म आहे. तसाच आणखी एक महत्त्वाचा गुणधर्म म्हणजे विद्युत वाहकता (electrical conductivity). या गुणधर्माच्या आधारे पदार्थांचं वर्गीकरणही केलं जातं. एखाद्या पदार्थातून इलेक्ट्रॉन किती सहजपणे प्रवास करू शकतात हे विद्युत वाहकतेवरून समजतं. ज्या पदार्थातून इलेक्ट्रॉन सर्वांत

सहजतेने वाहतात, त्यांना सुवाहक (conductor) म्हणतात. याउलट दुर्वाहक (insulator) पदार्थ इलेक्ट्रॉन्सच्या प्रवाहाला सर्वाधिक अडथळा करतात. अर्धवाहक पदार्थांमध्ये एक वैशिष्ट्यपूर्ण गुणधर्म असतो - अतिशय कमी तापमानाला हे पदार्थ दुर्वाहक असतात. तर सामान्य तापमानाला ते सुवाहक बनतात !

या अशा विचित्र वागण्यामागे काय कारण असावं ? सुवाहक किंवा दुर्वाहक पदार्थांपेक्षा यात वेगळं काय असतं ? चला, या प्रश्नाचं उत्तर शोधू या.

### एक ऊर्जा 'सोपान'

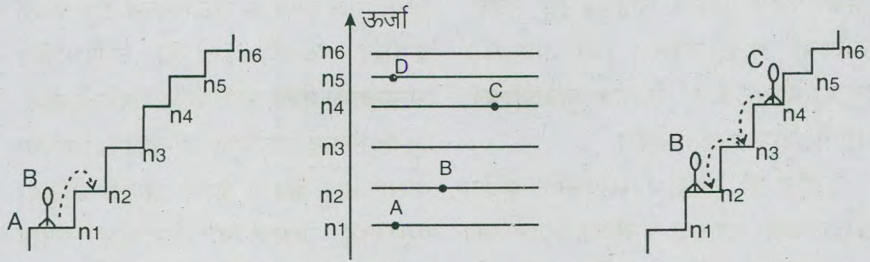
कोणत्याही अणूमध्ये केंद्रक आणि त्याभोवती वेगवेगळ्या कक्षांत फिरणारे इलेक्ट्रॉन अशी रचना असते, हे आपल्याला माहीत आहे. आपण एखादा पदार्थ तापवतो, तेव्हा प्रत्यक्षात आपण त्या पदार्थातील इलेक्ट्रॉन व इतर कणांना उष्णतेच्या स्वरूपात ऊर्जा पुरवतो. पण इलेक्ट्रॉन्सचं वैशिष्ट्य असं आहे की, ते कितीही ऊर्जा घेऊ किंवा सोडू शकत नाहीत, काही विशिष्ट टप्प्यानेच ते ऊर्जेचा विनिमय करू शकतात.

या विधानाचा अर्थ समजावून घेण्यासाठी एक सोपं उदाहरण घेऊ या. समजा, तुम्ही एक जिना चढून जात आहात. आणि तुमचा मित्र किंवा मैत्रीण तुम्हाला खाली ओढायला बघते आहे. तुमच्या अंगात जितकी जास्त ताकद असेल, तितके तुम्ही या विरुद्ध

बळावर मात करण्यात यशस्वी व्हाल. आणि वर वर सरकत राहू शकाल, नाहीतर खाली ओढले जाल. मात्र कोणत्याही दिशेत तुमचा प्रवास हा एक-एक पायरी असाच होईल. कोणत्याही परिस्थितीत तुम्ही लगतच्या दोन पायऱ्यांच्या मध्ये थांबू शकणार नाही.

अणूतील इलेक्ट्रॉन्सची परिस्थितीही अशीच असते. पदार्थाला उष्णता दिली असता, मिळणाऱ्या ऊर्जेमुळे इलेक्ट्रॉन्स वरच्या पायरीवर जाऊ पहातात. पण त्याचबरोबर अणुकेंद्रकाकडून ते खेचलेही जात असतात. अशा परिस्थितीत ते पायऱ्यापायऱ्यांनीच ऊर्जेची देवाणघेवाण करतात. आकृती १ वरून ही गोष्ट जास्त स्पष्ट होईल. आकृतीत एक ऊर्जा सोपान दाखवला आहे. यात पाच इलेक्ट्रॉन  $n_1$  ते  $n_5$  अशा पायऱ्यांवर आहेत. A या इलेक्ट्रॉनला  $n_2$  या पायरीवर जाण्यासाठी ( $n_2-n_1$ ) या फरकाइतकी ऊर्जा मिळवायला हवी. याउलट C या इलेक्ट्रॉनला B या इलेक्ट्रॉनच्या पायरीवर येण्यासाठी दोन पायऱ्यांत ऊर्जा गमवावी लागेल - ( $n_4-n_3$ ) आणि मग ( $n_3-n_2$ ).

अणुकेंद्रकाभोवती इलेक्ट्रॉन्स वेगवेगळ्या कक्षांमध्ये फिरतात, हे आपण शाळेत शिकतो. अणुकेंद्रकापासूनचं अंतर जितकं जास्त, तितकी ऊर्जा जास्त. का ? कारण तो इलेक्ट्रॉन केंद्रकाच्या आकर्षण बलावर मात करून तेवढ्या अंतरावर जाऊ शकला



### आकृती १

एका अणूतील चार इलेक्ट्रॉन्सचा (A, B, C, D) सहाव्या पायरीपर्यंतचा काल्पनिक प्रवास.

A आणि C ला B पर्यंत पोचण्यासाठी पार करावे लागणारे ऊर्जा सोपानामधील वेगवेगळे टप्पे

आहे. (मगाचचं उदाहरण वापरायचं झालं तर. तुम्हाला खाली खेचू पहाणाऱ्याच्या तुलनेत तुम्ही जितके जास्त ताकदवान असाल, तितके तुम्ही वरच्या पायरीवर पोहचू शकाल.) अर्थातच, इलेक्ट्रॉनच्या कक्षेचं अणुकेंद्रकापासूनचं अंतर हे त्याच्या ऊर्जेशी निगडित असतं. आणि ही ऊर्जा पायऱ्यापायऱ्यांनीच वाढू किंवा कमी होऊ शकत असल्याने, या कक्षाही केंद्रकापासून ठराविक अंतरांवरच असतात. आकृती १ मधला ऊर्जा सोपान हा हीच गोष्ट एका सोप्या पद्धतीने दाखवतो.

हा ऊर्जा सोपान किती मोठा असू शकतो? म्हणजेच अणूमध्ये इलेक्ट्रॉन अणुकेंद्रकापासून किती अंतरापर्यंत असू शकतात ?

या प्रश्नाचं उत्तर शोधण्यासाठी आपण पुन्हा एकदा आपल्या उदाहरणाकडे वळू या. समजा तुम्हाला मागे खेचणाऱ्या तुमच्या मित्राने किंवा मैत्रिणीने तुमच्या कमरेला दोरी

बांधून दोरीचं दुसरं टोक आपल्या हातात धरलं आहे. अशा प्रकारे तुमचा हा दोस्त जिन्याच्या पायथ्याची आपली जागा न सोडता तुम्हाला खाली खेचू पहात आहे, आणि तुम्ही मात्र या विरोधाला न जुमानता वर चढू पहात आहात. जर तुम्ही पुरेसे ताकदवान असाल, तर तुम्ही वर वर जात राहाल, शेवटी तुम्हाला खाली खेचणाऱ्याच्या हातातले दोराचे टोक निसटून जाईल आणि तुम्ही मुक्त व्हाल. सहजपणे वरच्या पातळीलाच काय, कुठेही जाऊ शकाल.

आता याच धर्तीवर अणूच्या आतलं चित्र जाणून घेऊ या. धनभारित अणुकेंद्रक आणि ऋणभारित इलेक्ट्रॉन यांना एकमेकांशी जखडणारं बल कमी अंतरापर्यंतच प्रभावी ठरू शकतं. एकदा इलेक्ट्रॉन हे अंतर ओलांडून पलिकडे गेला की तो अणूपासून मुक्त होतो. पण अर्थातच यासाठी त्याला पुरेशी ऊर्जा मिळणं आवश्यक असतं. म्हणजेच जितक्या अंतरापर्यंत अणुकेंद्रकाचं

आकर्षण इलेक्ट्रॉन्सना जखडून ठेवू शकतं, तितक्या अंतरापर्यंतच त्या अणूतील इलेक्ट्रॉन्सचा ऊर्जा सोपान पोहोचलेला असतो, असं म्हणता येईल.

अर्थात ही रचना निसर्गातील सर्वच मूलद्रव्यांच्या अणूंच्या अंतरंगात असते. पण मग सुवाहक, दुर्वाहक आणि अर्धवाहक पदार्थांमध्ये इलेक्ट्रॉन्सचं वहन वेगवेगळ्या प्रकारे होण्यामागे नेमकं काय कारण असावं? **ऊर्जेचे पट्टे**

सर्वप्रथम एक गोष्ट लक्षात घ्यायला हवी - आकृती १ मध्ये इलेक्ट्रॉन्सच्या ऊर्जा सोपानाचं जे चित्र दाखवलेलं आहे, ते एकट्या अणूसाठी आहे. पण अणू एकेकटे कधीच रहात नाहीत. कोणताही घन, द्रव किंवा वायू पहा.

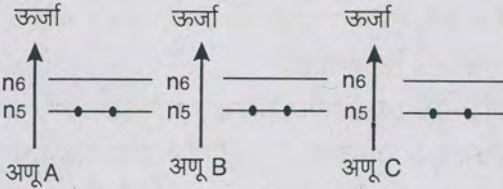
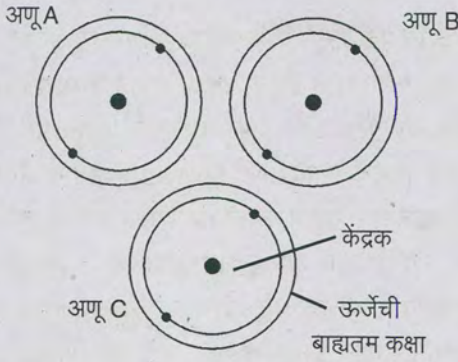
प्रत्येक पदार्थ म्हणजे अणूंचा एक प्रचंड समूह असतो. आणि जेव्हा या समूहातील अणू एकमेकांच्या खूप जवळ येतात. (उदा. घन पदार्थांमध्ये) तेव्हा काहीतरी विशेष घडतं. शेजारशेजारच्या अणूंमधल्या इलेक्ट्रॉन्सच्या कक्षा एकमेकांत 'मिसळतात', आणि रुंद होतात!

हे समजावून घेण्यासाठी आकृती २ मधील परिस्थिती पहा. समजा, एका मूलद्रव्याचे एकटे, स्वतंत्र अणू एकमेकांच्या खूप जवळ आणायला सुरुवात करू या. जसजसे त्यांच्यातले अंतर कमी कमी होत जाईल. तसतसे त्यांच्या सगळ्यात बाहेरच्या

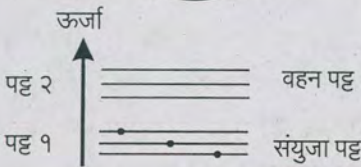
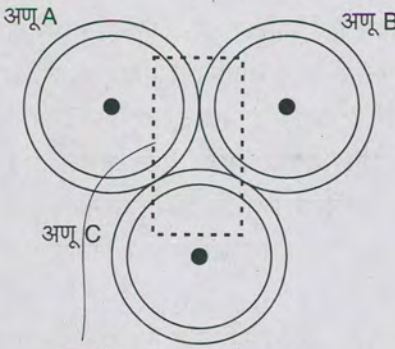
कक्षांमधले इलेक्ट्रॉन एकमेकांच्या खूप जवळ येतील. आणि (दोन्ही ऋणभारित असल्याने) एकमेकांना दूर ढकलू लागतील. या ढकलाढकलीमुळे या इलेक्ट्रॉन्सच्या कक्षा अणू जवळ आले असता थोड्या पसरतात. यामुळे या दोन कक्षा एकत्र मिसळून या सर्व बाह्य इलेक्ट्रॉन्सची एकच पसरट कक्षा तयार होते. अशा रितीने अनेक अणू जवळ आले की एकमेकांच्या इलेक्ट्रॉन्सचा एकमेकांवर प्रभाव पडल्याने, सर्वच अणूंच्या इलेक्ट्रॉन्सच्या कक्षांवर त्याचा परिणाम होतो. हा परिणाम अर्थातच बाह्य कक्षांवर होतो. अणूंच्या केंद्रकाजवळील इलेक्ट्रॉन्सच्या कक्षा सामान्यतः तशाच राहतात.

आता आपल्या ऊर्जा सोपानाच्या संकल्पनेद्वारे हा बदल समजावून घेण्याचा प्रयत्न करू या. पुन्हा आकृती २ पहा. वर दिलेल्या वर्णनानुसार अनेक अणूंच्या एकत्र समूहाचा ऊर्जा सोपान एकट्या अणूंच्या ऊर्जा सोपानापेक्षा वेगळा दिसणार हे तर स्पष्टच आहे. एकट्या अणूचा ऊर्जा सोपान हा एखाद्या स्टेडियमच्या प्रेक्षागारासारखा आहे (अणू गोलाकार असल्याने) असे मानले, तर या प्रत्येक गोलाकार पायरीवर इलेक्ट्रॉन उभे आहेत, आणि ते स्टेडियमच्या केंद्रस्थानी असलेल्या केंद्रकाशी बांधले गेले आहेत. असे दोन अणू एकमेकांजवळ आणले, की त्यांच्या सर्वात बाहेरच्या आणि

एकमेकांपासून दूर असलेले अणू



एकमेकांच्या जवळ असलेले अणू



आकृती २

वरच्या पायऱ्या सर्वप्रथम एकमेकांवर आदळणार. पण या आदळण्यामुळे अणूंची तोडफोड होत नाही. तर या पायऱ्या आपापल्या स्थानापासून जरा अलग होऊन, एकमेकांच्या अत्यंत जवळ जवळ असलेल्या पायऱ्यांचा एक अरुंद 'उप सोपान' तयार करतात. दोन्ही अणूंच्या बाह्यतम कक्षांत असलेले इलेक्ट्रॉन या अरुंद जिऱ्यावर एक नवी रचना बनवून उभे राहतात. नव्याने तयार झालेल्या अरुंद पायऱ्यांच्या या पट्ट्याला संयुजा पट्ट (valence band) असं म्हणतात.

अणूंच्या बाह्यतम कक्षेत किती इलेक्ट्रॉन आहेत यावर त्याची संयुजा (valency) अवलंबून असते, हे तुम्ही शिकला आहातच. एकत्र आलेल्या अणूंचे संयुजा इलेक्ट्रॉन (valance electrons) एकत्रितरित्या ज्या पायऱ्यांच्या पट्ट्यात आहेत तो संयुजा पट्ट.

एक गोष्ट महत्त्वाची - वेगवेगळ्या मूलद्रव्यांच्या अणूंचे इलेक्ट्रॉनी संरूपण (electronic configuration) जेव्हा आपण

## विद्युत धारा म्हणजे काय ?

विद्युत धारा म्हणजे एका विशिष्ट दिशेत पदार्थातून वाहणारा विद्युतभाराचा प्रवाह. सामान्यतः आपण विद्युतधारा म्हणजे ऋणभारित इलेक्ट्रॉन्सचा प्रवाह असाच अर्थ घेतो. आणि या लेखातही तो तसाच घेतलेला आहे. पण कधीकधी विद्युतधारा हा धनभाराचा प्रवाहही असू शकतो. उदा. विद्युतलेपन (electroplating) करताना जेव्हा विद्युत अपघटनीतून (electrolyte) विद्युत् धारा वहाते. तेव्हा धन आयन ऋण अग्राकडे - म्हणजेच कॅथोडकडे - जातात, आणि ऋण आयन धन अग्राकडे - म्हणजेच ॲनोडकडे - जातात. अर्थात आपल्या नेहमीच्या परिचयाच्या सुवाहक तारांमधून विद्युतधारा वाहते, तेव्हा फक्त इलेक्ट्रॉन्सचाच प्रवाह वाहतो. पण तरी विद्युतधारा म्हणजे केवळ इलेक्ट्रॉन्सचा प्रवाह नव्हे, तर कोणत्याही धन किंवा ऋण - भाराचा विशिष्ट दिशेने वाहणारा प्रवाह. हे लक्षात ठेवायला हवे.

आपल्या नेहमीच्या तारेतून इलेक्ट्रॉन्सच्या प्रवाहामुळे वाहणाऱ्या विद्युत प्रवाहाचा विचार करू या. हा प्रवाह का आणि कसा सुरू होतो ? अणूमधील ऊर्जा सोपानाची संकल्पना वापरून आपण या प्रश्नाचं उत्तर शोधू शकतो. जर एखाद्या इलेक्ट्रॉनला पुरेशी ऊर्जा प्राप्त झाली, तर तो अणूतल्या ऊर्जा सोपानाच्या वरच्या पायरीवर चढू शकतो. हे आपण पाहिलं आहेच. आपण हेही पाहिलं की, जिथपर्यंत अणुकेंद्रक इलेक्ट्रॉन्सना बांधून ठेवू शकतं, तिथपर्यंत या ऊर्जा सोपानाची सीमा असते. आता या सीमेच्याही पलिकडे जाण्याइतकी ऊर्जा इलेक्ट्रॉनला मिळाली तर काय ? अर्थातच तो इलेक्ट्रॉन आपल्या अणुकेंद्रकाशी बांधील रहाणार नाही. मुक्त होईल. पण तो जाईल कुठे ? तर तो अणूच्या समूहापासून बनलेल्या पदार्थात अस्ताव्यस्त (random) भरकटत राहील. किंवा जवळ एखादे धन विद्युत अग्र असेल, तर तिकडे खेचला जाईल.

धातूच्या सुवाहक तारेत सामान्य तापमानाला, सर्वच अणूंच्या संयुजा इलेक्ट्रॉन्सना आपापले अणू सोडून मुक्त होण्याइतकी ऊर्जा प्राप्त झालेली असते. आपण जेव्हा विजेचं बटण चालू करतो. तेव्हा तारेच्या दोन टोकांमध्ये विभवांतर (potential difference) निर्माण होतं. तारेतील सर्व मुक्त इलेक्ट्रॉन धन अग्राकडे खेचले जातात. यामुळे तारेतून ऋणभाराचा विशिष्ट दिशेने प्रवास चालू होतो - म्हणजेच विद्युत धारा वाहू लागते.

लिहितो (उदा. हायड्रोजनच्या अणूत केंद्रकाभोवती एकाच कक्षेत एक इलेक्ट्रॉन असतो, तर कार्बनच्या अणूत केंद्रकाभोवती तीन कक्षांत प्रत्येकी दोन इलेक्ट्रॉन असतात, इ.) तेव्हा आपण तो अणू एकटा आहे आणि त्याच्या लघुत्तम ऊर्जेच्या स्थितीत (म्हणजे निरपेक्ष शून्य तापमानाला) आहे, हे गृहीत धरलेलं असतं. पण आता आपल्याला हेही माहीत आहे, की अणूला ऊर्जा पुरवली, तर संयुजा इलेक्ट्रॉन ती वापरून आणखी वरच्या ऊर्जापातळीवर चढतात, व शेवटी अणूपासून मुक्त होतात. जोपर्यंत या पातळ्यांवर इलेक्ट्रॉन जाण्याइतकी ऊर्जा उपलब्ध होत नाही, तोवर अणूच्या ऊर्जासोपानातल्या या संयुजा इलेक्ट्रॉन्सपलिकडच्या पायऱ्या अदृश्य असतात. पण हे झालं एकट्या अणूबद्दल. अणूंच्या समूहात काय घडतं?

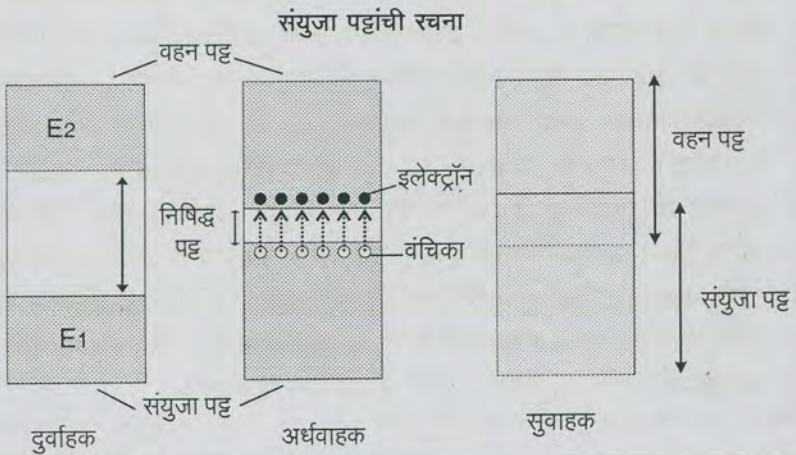
तर ज्याप्रमाणे संयुजा पायऱ्या एकमेकांत मिसळून संयुजा पट्ट तयार होतो, त्याचप्रमाणे

त्याच्या वरच्या पातळीवर या अदृश्य ऊर्जा पायऱ्याही एकमेकांत मिसळून एक अदृश्य ऊर्जा पट्ट तयार होतो. याला वहन पट्ट (conduction band) असं म्हणतात. अणूंच्या समूहात इलेक्ट्रॉन या पट्टात गेले की, आपापल्या अणूंपासून मुक्त होतात, आणि समूहात (म्हणजेच पदार्थात) मुक्तपणे वाहू शकतात. हेच इलेक्ट्रॉन विद्युत वहनाचं कार्य करतात.

### मूळ प्रश्नाकडे

तर आता आपण आपल्या मूळ प्रश्नाकडे वळू शकतो. सुवाहक, दुर्वाहक आणि अर्धवाहक पदार्थांमध्ये इलेक्ट्रॉन्सचं वहन वेगवेगळ्या प्रकारे होण्यामागे नेमकं काय कारण असावं?

असं घडतं, कारण प्रत्येक पदार्थात वेगवेगळे अणू वेगवेगळ्या प्रकारे एकत्र येतात, आणि त्यामुळे त्यांच्या संयुजा पट्ट आणि वहन पट्टांच्या रचनांत फरक पडतो.



पदार्थांच्या गुणधर्मांत असणारे जवळजवळ सर्वच फरक या रचनेशी निगडित असतात. पण आपण आता फक्त विद्युत वाहकतेचाच विचार करू या.

एव्हाना तुमच्याही लक्षात आलं असणार की सुवाहक, दुर्वाहक आणि अर्धवाहक पदार्थांमध्ये ऊर्जा पट्टांची रचना वेगवेगळी असणार. हा फरक नेमका काय आहे, हे आकृती ३ मध्ये दाखवलं आहे. या पदार्थांच्या या लघुत्तम ऊर्जेच्या - म्हणजेच निरपेक्ष शून्य (Absolute zero) तापमानाच्या - रचना आहेत, हे लक्षात ठेवा.

दुर्वाहक आणि अर्धवाहक पदार्थांमध्ये इलेक्ट्रॉन्सने पूर्णपणे भरलेला संयुजा ऊर्जा पट्ट E1 आणि पूर्णतः रिक्त असणारा वहन पट्ट E2 यांमध्ये एक दरी आहे. हा एक

ऊर्जेचा निषिद्ध पट्ट (forbidden energy band) आहे. निषिद्ध अशासाठी, की इलेक्ट्रॉन बसू शकेल अशी एकही ऊर्जा पायरी या पट्टात असत नाही. इलेक्ट्रॉनला संयुजा पट्टातून वहन पट्टात जाण्यासाठी एक उडी मारून ही दरी ओलांडावी लागेल. म्हणजेच ही उडी पूर्ण होण्याइतकी ऊर्जा जोवर मिळत नाही. तोवर इलेक्ट्रॉन संयुजा पट्ट सोडू शकत नाही. दुर्वाहकांमध्ये ही दरी बरीच मोठी असते. याउलट अर्धवाहकांमध्ये लहान असते. अर्धवाहकात सामान्य तापमानाला (म्हणजे निरपेक्ष शून्याच्या वर ३०० अंश) काही संयुजा इलेक्ट्रॉन्सना मिळणारी ऊर्जा ही दरी ओलांडण्यासाठी पुरेशी ठरू शकते. पण दुर्वाहकांसाठी एवढी ऊर्जाही पुरेशी ठरू शकत नाही. सुवाहकांमध्ये

टीप - या आणि या पुढच्या लेखांकातील संकल्पना बऱ्याच सैद्धांतिक आहेत. लेखकांनी आपल्या परीने वेगवेगळ्या रूपकांचा वापर करून त्या शक्य तितक्या सोप्या करण्याचा प्रयत्न केला आहे. पण कदाचित शालेय विद्यार्थ्यांच्या दृष्टीने हा विषय अनावश्यक व अवघड वाटण्याची शक्यता आहे. लेखकांचा अनुभव असा आहे की, महाविद्यालयीन पातळीवरही या संकल्पना इलेक्ट्रॉनिक्सशी संबंधित म्हणून पदार्थविज्ञानाच्या अभ्यासात दुर्लक्षिल्या जातात. तर इलेक्ट्रॉनिक्सच्या अभ्यासात फार सैद्धांतिक म्हणून डावलल्या जातात. अशा रितीने कोणत्याच पातळीवर या मूलभूत संकल्पना पुरेशा स्पष्ट केल्या जात नाहीत. आणि त्यामुळे एकंदरीतच इलेक्ट्रॉनिक्स या विषयाभोवती एक गूढतेचे वलय निर्माण होते. या लेखातील सर्वच गोष्टी आता जरी विद्यार्थ्यांना पूर्णपणे समजल्या नाहीत. तरी पुढे पदार्थविज्ञान किंवा इलेक्ट्रॉनिक्सचा सखोल अभ्यास करताना काही गोष्टींची संगती लागण्यासाठी या अर्धांमुर्ध्या समजेचाही उपयोग होईल, असा विश्वास वाटतो.



मात्र दोन्ही ऊर्जापट्ट एकमेकांत मिसळलेले असल्याने, अगदी कमी तापमानाला सुद्धा काही इलेक्ट्रॉन संयुजा पट्टातून वहन पट्टात जाऊ शकतात. सामान्य तापमानापर्यंत सुवाहकांतून सहजरित्या विद्युत वहन होतं, तर दुर्वाहकातून अजिबात होत नाही. अर्धवाहक कमी तापमानाला दुर्वाहकांसारखे वागतात, तर सामान्य तापमानाला मात्र विद्युत वहन करतात.

आता समजा, एका अर्धवाहकामध्ये सामान्य तापमानाला एक इलेक्ट्रॉन संयुजा पट्टातून वहन पट्टात गेला. आता तो पदार्थातून वाहण्यासाठी मुक्त झाला. पण संयुजा पट्टावर याचा काही परिणाम होतो

का? तर नक्कीच होतो. संयुजा पट्टात आता वरच्या बाजूला एक ऊर्जा पायरी रिक्त झाली. मग खालच्या बाजूचा एखादा इलेक्ट्रॉन तापमानामुळे मिळालेली अतिरिक्त ऊर्जा वापरून त्या पायरीवर चढू शकतो. पदार्थविज्ञानाच्या भाषेत या रिक्त्या पायरीला वंचिका (hole) असं म्हणतात. ही काय नवी भानगड आहे? हे पाहू या पुढच्या लेखात!



लेखक : राजश्री राजगोपाल बी.ई. इलेक्ट्रॉनिक्स  
 अँड टेलिकम्युनिकेशन्स, हिंदी संदर्भच्या संपादक  
 गटात सहभागी.

अनुवाद : प्रियदर्शिनी कर्वे श्रीमती काशिबाई नवले  
 कॉलेज ऑफ इंजिनियरिंगमध्ये प्राध्यापक.

### साहित्यिक आणि वैचारिक संस्कृती जपणारे वार्षिक

‘पंथ, जात, धर्म किंवा नातेही ज्या न ठावे  
 ते जाणतात एक, देईं रूप तसे असावे  
 रत्न, भांडी, लेणी, गातो विरांची जाणी  
 हीच ‘पापणस्य’ कहाणी.’

दिवाळी २००५  
**विश्रांती**



आणि तुम्हाला जाणवेल की, दगडही बोलतात, गातात, कवितेला अर्थ देतात, अदभुत सौंदर्याच्या दुनियेत नेतात. आपणासच आपला लाखो वर्षापूर्वीचा इतिहास सांगतात. निसर्गसौंदर्याच्या कणखरपणाची ओळख देतात. कशी ते वाचा :- रेणू दांडेकर, आरती मुखर्जी, सविता घाटे, श्री. महाजन, बी. करमरकर, नीलिमा शिकारखाने, हेमा साने, गो.नी.दांडेकर, तनुजा मराठे, अजित वर्तक, इरावती नलावडे, नीलिमा पालवणकर, नीतीन करमळकर इ.च्या लेखांमधून ‘पापणस्य’ या विशेषांकामध्ये.

**संपादक : नीलिमा शिकारखाने उर्फ नीशी**

पाने २००

किंमत : रु. ५०/-

संपर्क : प्लॉट नं. २२,  
 अमृता अपार्टमेंट,  
 हिंणणे खुर्द. विठ्ठलवाडी,  
 सिंहाड रोड, पुणे. : ५१.  
 फो. : ९८९०५०८०९१,  
 -०२०-२४३५२९८९

# रांगोळीचे गणित

(Graph Theory)

लेखक : किरण बर्वे

गेल्या अंकात 'रांगोळीचे गणित' मध्ये दोन प्रश्न विचारले होते. पहिल्या प्रश्नासाठी ग्रहांना बिंदू मानले आणि जर त्या ग्रहांमध्ये दळणवळण असेल, अवकाशयान सेवा असेल, ते जोडून रांगोळी तयार केली. आणि लगेचच ध्यानात आले की बुध आणि पृथ्वी यांत दळणवळण शक्य नाही. नुसता विचार करून हे उत्तर आले असतेच पण ह्या आकृतीमुळे ते अधिकच सोपेपणाने उमगले. यावेळी एक वेगळे गणित घेऊ या.

एका  $3 \times 3$  बुद्धिबळ पटावर २ पांढरे व २ काळे घोडे कोपण्यात आहेत. (आकृती १ प्रमाणे)

आकृती १ प्रमाणे असलेले घोडे बुद्धिबळाच्या नेहमीच्या नियमाने १, २, २॥ करत हलवले तर आकृती २ प्रमाणे जाऊन

उभे राहू शकतील का ?

आपण करून पाहू. प्रथम रांगोळी (Graph) तयार करू. प्रत्येक चौकोनाला १ ते ९ क्रमांक देऊ. (आकृती ३)

ज्या घरातून दुसऱ्या घरात घोडा जाऊ शकेल त्या घरांचे क्रमांक जोडूयात, जसे ग्राफमध्ये दाखवले आहे तसे.

ह्यामध्ये पांढऱ्या घोड्यांची व काळ्या घोड्यांची क्रमवारी बघूयात. घोड्यांच्या कितीही खेळी केल्या तरीही ही क्रमवारी बदलणार नाही. त्यामुळे एका आकृतीतले घोडे दुसऱ्या आकृतीप्रमाणे उभे राहणार नाहीत.

दोन्ही गणितात आपण काही बिंदू, त्यातील काही जोडलेले अशी रांगोळी (Graph) काढली. ह्या आकृत्यांना ग्राफ

१

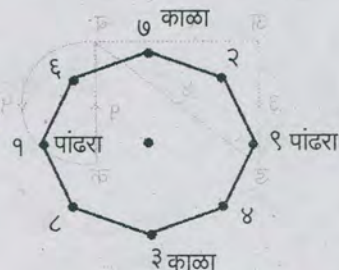
पांढरा		पांढरा
काळा		काळा

२

पांढरा		काळा
काळा		पांढरा

३

१	४	७
२	५	८
३	६	९



आकृति १ चा ग्राफ

आकृति २ चा ग्राफ

म्हणतात. काही बिंदू (Vertices) आणि काही बाजू (Edges) असलेल्या ह्या काहीशा साध्या वाटण्याच्या आकृत्यांतून खूप अवघड गणिते सोडविता येतात.

ग्राफमधील सर्वात (वा एकमेव) महत्त्वाची गोष्ट म्हणजे कोणते दोन बिंदू जोडलेले आहेत हे पाहणे आता पुढचे गणित कर.

पुनवडी गावात १५ टेलिफोन आहेत. ते एकमेकांशी वायरनी जोडायचेत. प्रत्येक टेलिफोन पाच इतर टेलिफोनशी जोडला जाईल - हे शक्य आहे का ?

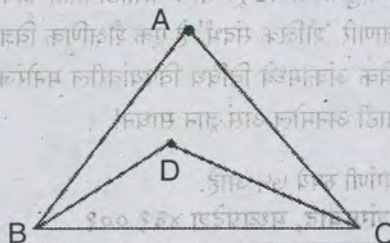
समजा हे शक्य आहे. तर टेलिफोन म्हणजे बिंदू आणि ज्या दोन टेलिफोनमध्ये वायर आहे तिथे बाजू असा ग्राफ तयार होईल.

१५ बिंदू त्या प्रत्येकापासून पाच वायर जाणार. ह्या ग्राफच्या सर्व बिंदूंच्या कोटीची बेरीज करू या. प्रत्येक बाजू ही बेरीज २ ने वाढविते. त्यामुळे सर्व कोटींची बेरीज =  $2 \times$  बाजूंची संख्या. त्यामुळे ह्या ग्राफ मधील बाजूंची संख्या =  $15 \times 5 / 2$  (अपूर्णांक).

अर्थातच हे शक्य नाही. त्यामुळे पुनवडी गावातल्या लोकांची इच्छा पूर्ण होणार नाही. ह्या १५ टेलिफोनवाल्यातील प्रत्येकाची

एका बिंदूपासून जितक्या बाजू

निघतात ती त्याची कोटी वा Degree



A ची कोटी २

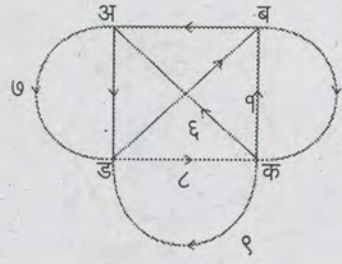
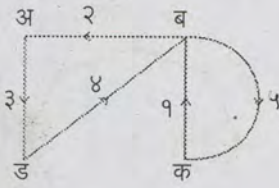
B ची कोटी ३

C ची कोटी ३

D ची कोटी २

एकूण कोटी १०

एकूण बाजू ५



नेमक्या पांच जणांशी मैत्री शक्य नाही !!

आता गेल्या अंकातील शेवटच्या प्रश्नाचे उत्तर. एकदा टेकवल्यावर पेन्सिल न उचलता, प्रत्येक बाजूवरून एकदा आणि एकदाच जाता येते अशा रांगोळीमध्ये जास्तीत जास्त २ विषम कोटी असलेले बिंदू असतात. हे सुप्रसिद्ध Euler चे तत्त्व आहे. १७३६ मधल्या ह्या तत्त्वानुसार आपली आकृती तपासू. अ, ब क, ड प्रत्येकाची कोटी पाच (विषम) आहे. म्हणजेच हे शक्य नाही.

मात्र अब मधील वेलांटी काढून टाकली तर अशा पद्धतीने पूर्ण करता येईल.

अजूनही अशा रांगोळ्या काढून त्यात हे तत्त्व तपासून पाहू या. आता ह्यातून अजून

एक प्रश्न निर्माण होतो, की जर अशा प्रकाराने दोन पेक्षा कमी विषम कोटीचे बिंदू असतील तर हे जमेल का ? जमणार असेल तर कसे ? पुढील अंकात Eulerian Algorithm वर चर्चा करूयात.

ह्या लेखातील विषय.

(Mathematical Circles Russian Experience) Fomin, Genkin, Ilya Itenberg ह्या पुस्तकातून घेतला आहे. हे पुस्तक जरूर वाचून आनंद घ्यावा.)

लेखक - किरण बर्वे - गणित आणि शिक्षणात रस. आंतरराष्ट्रीय ऑलिम्पियाड आणि आयआयटी, जीईई ला शिकवतात.

## संदर्भ हिंदीमधून

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

हिंदी संदर्भची वार्षिक वर्गाणी रुपये ७५ आहे.

पत्ता : एकलव्य, कोठी बाजार, हौशंगाबाद, मध्यप्रदेश ४६१ ००१.

# रक्त, आपले आणि कीटकांचे!

लेखक : पुरुषोत्तम जोशी

आपले रक्त बंदिस्त रक्तवाहिन्यातून, तर कीटकांचे रक्त उघड्या, बंदिस्त नसलेल्या रक्त कुटीरातून सामावलेले असते हे आपण यापूर्वी अभ्यासलेले आहे.

आपले आणि कीटकांचे रक्त म्हणजे काहीसा अपारदर्शी, दाट, चिकट आणि लिबलिबीत असा द्रव पदार्थ असतो. आपल्या रक्तातील या पदार्थाचा अतिशय पातळ थर काचपट्टी वर घेतला आणि सूक्ष्मदर्शीखाली पाहिला तर त्यातील रक्तरसाचा (Plasma) रंग फिकट पिवळा दिसतो. कीटकांच्या रक्तरसाची याच पद्धतीने पाहणी केली तर तो रंगविहीन असल्याचे आढळते. काही प्रसंगी, त्या कीटकांनी खाल्लेल्या विशिष्ट प्रकारच्या अन्नामधील रंगद्रव्ये त्यात मिसळल्यामुळे, रक्त रसाचा रंग फिकट हिरवा, पिवळट किंवा लालही दिसतो.

आपल्या आणि कीटकांच्या रक्तरसामध्ये अगणित सूक्ष्म कण तरंगताना दिसतात. हे सूक्ष्म कण म्हणजेच रक्तकणिका होत. दोन्ही प्राण्यांतील रक्तरसाचा सामू (pH) साधारणपणे आम्लारी (Alkaline) बिंदूकडे झुकलेला असतो. आपल्यातील सामान्य निरोगी

माणसांच्या रक्ताचे सर्वसाधारण तापमान ३७ अंश सेल्सियस असते. सर्वसाधारण निरोगी कीटकांच्या रक्ताचे तापमान तो ज्या वातावरणामध्ये राहात असतो त्या वातावरणाच्या तापमानाइतके असते. त्या वातावरणाचे तापमान बदलले तर त्याच्याही रक्ताचे तापमान बदलते. तसे आपले होत नाही. बाहेर तापमान कोणतेही असो आपल्या रक्ताचे तापमान नेहमी ३७ अंश सेल्सियस इतके असते. आपली प्रकृती बरी नसेल तरच त्यात बदल होतो. तर असे हे रक्त आपले आणि त्यांचे. थोडे सारखे मात्र बरेचसे वेगळे!

आपल्या शरीरातील धमन्यातून (रोहिणीमधून) वाहणाऱ्या रक्ताचा रंग लाल किंवा शेंदरी दिसतो. शिरांतून (नीलांमधून) वाहणाऱ्या रक्ताचा रंग गडद लाल अथवा जांभळा दिसतो. हे रंग आपल्या रक्तामध्ये असणाऱ्या, श्वसनावलंबी प्रथिनांच्या वैशिष्ट्यामुळे कारणपरत्वे निर्माण होत असतात. एखाददुसरा अपवाद वगळता कीटकांच्या रक्तरसात हे रंग आढळत नाहीत. कारण, कीटकांच्या रक्तरसामध्ये किंवा रक्तपेशींमध्ये श्वसनावलंबी प्रथिने अभावानेच

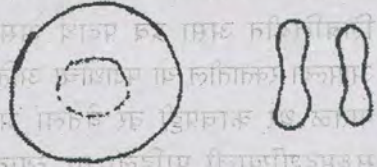
आढळतात. वायूंच्या वहनासाठी साह्य करणे हे कीटकांच्या रक्तरसाचे किंवा रक्तपेशींचे काम नाही. श्वसनाचे कार्य करणारी, सर्वस्वी स्वतंत्र संस्था कीटकांच्या शरीरांत असते.

### आपल्या रक्तपेशी

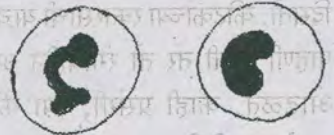
आपल्या शरीरामध्ये मुख्यतः तीन प्रकारच्या रक्तपेशी असतात. तांबड्या पेशी, पांढऱ्या पेशी आणि कणिका. कीटकांच्या शरीरामध्ये पायाभूत (Basic) अशा दोनच प्रकारच्या रक्तपेशी असतात. आदिपेशी (Prohaemocyte) आणि रक्तरस पेशी (Plasmatocytes). आपल्या शरीरातील तांबड्या रक्तपेशी (R.B.C.) गोल तबकडी सारख्या असतात. त्याचा चपटा मध्यभाग दोन्ही बाजूंनी अंतर्गोल असतो. या पेशीमध्ये केन्द्रक नसते. परंतु चपटा मध्यभाग पाहिला तर गोल आभासी केन्द्रकाची जाणीव होते. या पेशी एकमेकांजवळ आल्या की, रक्ताचा रंग लाल दिसतो. यापेशी लवचिक असल्यामुळे रक्तवाहिनीचा व्यास लहान असला तरी त्या त्यांच्या आकारात आवश्यक तो बदल करतात आणि पुढे जातात. अडकून राहात नाहीत. प्राणवायू (O<sub>2</sub>) व कर्बव्द्विप्रणील वायू (CO<sub>2</sub>) यांचे वहन करण्याचे कार्य या पेशी करतात. आपल्या शरीरातील पांढऱ्या (W.B.C.) रक्तपेशी या खरे तर रंगहीन असतात. त्यांचा रूपाकार (shape) वेगवेगळा असतो. त्यांच्यातील

केन्द्रकाचे रूपाकारही अनेकविध असतात. पेशीरसामध्ये अनेक कण आढळतात. शरीरामध्ये मृत होणाऱ्या पेशी, विषाणू, जीवाणू आणि लहानसहान परोपजीवी यांना गिळून नष्ट करण्याचे महत्त्वाचे काम या पेशी करित असतात. आपल्या शरीरातील रक्तकणिकांचा (Platelets) आकार अमिबासारखा अनियमित असतो. त्यांची हालचालही अमिबासारखी असते. ह्या पेशी

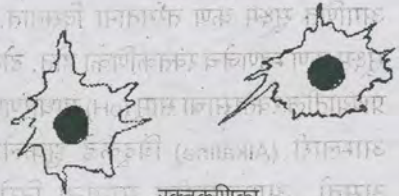
### मानवी शरीरातील रक्तपेशी



तांबड्या रक्तपेशी



पांढऱ्या रक्तपेशी



रक्तकणिका



कीटकांची आदि रक्तपेशी कीटकांच्या अनेकविध रक्तपेशी

जेव्हा जखमेतून बाहेर येतात तेव्हा, त्यांचे कीटकांमध्येही असतात. फरक एवढाच की तांबडतोब विघटन होऊन त्याची गुठळी त्यांना पांढऱ्या रक्तपेशी असे न म्हणता बनते. भक्षकपेशी (Phagocytes) म्हणतात. या

पेशींचा रूपाकार गोलसर किंवा लंबगोल कीटकांच्या रक्तपेशी असतो. काही प्रसंगी कीटकांच्या शरीरात

कीटकांच्या शरीरातील आदि रक्तपेशींचा जंतोंसारख्या मोठ्या आकाराच्या

रूपाकार गोल असतो. त्याच्यातील केन्द्रक परोपजीवींचा प्रवेश होतो. त्यांच्या मोठ्या

आकाराने मोठे असते. त्याचाही आकार आकारामुळे भक्षकपेशी जंताना गिळू शकत

गोल असतो. तुलनेने पेशीतील प्र-रसाचे नाहीत. परंतु त्यांच्या जीवघातक

प्रमाण लक्षणीयरित्या कमी असते. या पेशी हालचालींना प्रतिबंध करू शकतात.

द्विभंजन पद्धतीने विभागल्या जातात. त्यामुळे त्यासाठी अनेक भक्षकपेशी एकत्र येतात.

त्यांची संख्यात्मक वाढ होते. या पेशी सर्वत्र आपला लंबगोल रूपाकार लांबसर आणि

कीटकांमध्ये आढळून येतात. काहीशा जाड धाग्यासारखा करतात. हे धागे

कीटकांच्या शरीरातील दुसऱ्या त्या जंताभोवती एकावर एक रचून घट्ट आणि

प्रकारच्या, रक्तरसपेशीचे (Plasmacytes) जाडसर आवरण तयार करतात. यामुळे जंत

रूपाकार अनेकविध असतात. हे रूपाकार, बंदिस्त होतो. मरूनही जातो. अशाच

निसर्गाने त्यांच्याकडे सोपविलेल्या कामांना प्रकारच्या दुसऱ्या रक्तरसपेशी जखम झालेल्या ठिकाणी एकत्र येतात. आणि

अनुसरून असतात. त्यापैकी एका पेशीच्या गुठळी बनून जखम बंद करतात. आणि

रूपाकाराची आणि त्याच्या कामाची तुलना आपल्या पांढऱ्या रक्तपेशीशी करता येईल.

या आपल्या पेशी ज्याप्रमाणे विषाणू, जीवाणू रक्तपेशींचे विशेष काम

आणि सूक्ष्म परोपजीवी यांना गिळून नष्ट कीटकांच्या जीवनचक्रातील

करतात, तसेच काम करणाऱ्या रक्तपेशी कोशावस्थेमधील जीव प्रौढ कीटक होईपर्यंत

## उत्सर्जित पदार्थ

शरीरास पूर्णतः निरोपयोगी असणारे पदार्थ म्हणजे उत्सर्जित पदार्थ, असे म्हणता येईल. असे पदार्थ कीटकांच्या रक्तरसामध्ये समाविष्ट झालेले असतात. यापैकी युरिया, युरिक ॲसिड, सोडियम, कॅल्शियम, अमोनिया यांचे क्षार, कार्बोनेट्स, फॉस्फेट्स हे पदार्थ, मालफीधियन् ट्युब्यूलस् नावाचे उत्सर्जनाचे कार्य करणारे अवयव रक्तरसापासून अलग करतात. नंतर अलग केलेल्या या सर्व गोष्टी पाण्यात विरघळलेल्या रूपांत मोठ्या आतड्यात सोडून देतात. मोठ्या आतड्यामध्ये त्यातील पाण्याचा अंश शोषून घेतला जातो. उर्वरित घन पदार्थ विष्ठेबरोबरच शरीराबाहेर टाकले जातात.

काहीही खात नाहीत; अवर्षणाच्या काळात तर अळ्या, कुमारावस्था, प्रौढ कीटक यांना पुरेसे अन्न मिळत नाही. अशा प्रसंगी जगण्यासाठी, ऊर्जेचा पुरवठा होईल अशी व्यवस्था, कीटक निरनिराळ्या रूपाकाराच्या रक्तरसपेशींमध्ये मेद (चरबी), प्रथिने, शर्करा इत्यादी अन्नांशांचा साठा करून ठेवतात. निरनिराळा अन्नांश साठा वेगवेगळ्या पेशींमध्ये असल्यामुळे सोयीसाठी अभ्यासकांनी त्यांना वेगवेगळी समर्पक नावे दिली आहेत. त्या नावांवरून त्या रक्तरसपेशीमध्ये कोणता अन्नांश साठवला असावा हे समजते. या पेशींची निर्मिती गरजेनुसार होत असल्याने सर्वच कीटकांमध्ये या सर्व पेशींचे प्रकार आढळतील असे नाही. एखाद्या कीटकात सर्व आढळतील तर दुसऱ्या एखाद्या कीटकांत केवळ दोन-चारच आढळतील. जीवन-चक्रातील विशिष्ट अवस्थेवरही ते अवलंबून असते.

आपल्या रक्तरसामध्ये रक्तपेशींबरोबर अन्नाशयांत पचलेले अन्न, अनेक क्षार,

अनेकविध विकार, जीवनसत्त्वे, संप्रेरके, त्याचप्रमाणे उत्सर्जित पदार्थांचा समावेश असतो. जे उत्सर्जित पदार्थ शरीराबाहेर टाकण्यासाठी रक्तातून वाहून नेले जातात तेवढेच रक्तात आढळतात. उदाहरणार्थ CO<sub>2</sub> बाहेर टाकण्यासाठी रक्त फुफ्फुसात येते. अनेकविध क्षार : जे बाजूला काढण्याचे काम मूत्रपिंडे करतात.

कीटकांच्या शरीरातील रक्तरसही त्याला अपवाद नाही. त्यातही रक्तपेशींसमवेत विविध प्रथिने, शर्करा, जलांश, विकरे, संप्रेरके, अन्नाशयातील पचलेले अन्न, आणि उत्सर्जित पदार्थ समाविष्ट झालेले असतात.

तर असे हे रक्त आपले आणि कीटकांचे थोडे सारखे मात्र बरेचसे वेगळे !



लेखक : डॉ. पुरुषोत्तम जोशी, प्राणीशास्त्राचे प्राध्यापक, पुणे विद्यापीठातून निवृत्त.  
'सृष्टीज्ञान'च्या संपादक मंडळात सहभागी.



# इजिप्तची संस्कृती

लेखक : राम अनंत थत्ते



मानव वस्ती करून राहू लागला, शेती करू लागला. वेगवेगळ्या जगण्याच्या पद्धती विकसित झाल्या आणि त्यातूनच निर्माण झाल्या विविध संस्कृती. या संस्कृतींचा इतिहास, त्या काळची जीवनशैली, समाजरचना या सगळ्यांबद्दलची माहिती आपल्याला त्यावेळच्या चित्रांमधून आणि शिल्पकलांमधून मिळते. या लेखात इजिप्तच्या संस्कृतीबद्दल.

अन्न, वस्त्र व निवारा ह्या तीन गोष्टींच्या बरोबर शेती, पशुपालन करणाऱ्या सुसंस्कृत मानवाचा इतिहास इजिप्तपासूनच सुरू होतो. इ.स. पूर्वी ५००० वर्षांपासून इजिप्तचा इतिहास इजिप्तच्या लोकांनी लिहून ठेवलेल्या - कोरून ठेवलेल्या लेखांमुळे आपणास चांगल्या तऱ्हेने माहित झाला आहे.

आफ्रिका खंडाचा उत्तरेकडील भाग म्हणजे इजिप्त. दक्षिणेकडून उत्तरेकडे वाहत जाणारी विशाल नाईल नदी, दरवर्षी पुरामुळे वाहून आलेल्या गाळामुळे सुपीक झालेला भूभाग. नाईलच्या खोऱ्यामध्ये गहू व जव ह्यांची भरपूर पिके घेतली जात.

इथल्या राजांनी (फरोहांनी) जवळजवळ ३५०० वर्षे इजिप्तचे राज्य अविरतपणे उपभोगले. इजिप्तच्या दक्षिणेस असलेली किलीमांजारोची पर्वतमाला, पश्चिमेकडे पसरलेले विशाल सहारा वाळवंट, पूर्व व उत्तरेला असलेला समुद्र ह्यामुळे इजिप्त हा देश सलग ४-५ हजार वर्षे परकीय आक्रमणांपासून मुक्त राहिला. त्यामुळे कुठल्याही बाह्य प्रभावापासून दूर राहिला.

फरोहांची एकसूत्री कारकीर्द व नाईल नदीचे सुपीक खोरे; ह्यामुळे येथील प्रजा शांततेत व समृद्धीत राहिली. बाहेरच्या कुठल्याही संस्कृतीशी संबंध न आल्यामुळे

संस्कृती, धर्मकल्पना व कला ही बाह्य प्रभावापासून अलिप्त राहिली. राजा हा देवाचा अंश, तोच सर्वांचा कर्ता करविता ही कल्पना प्रजाजनांमध्ये रूढ होती. 'का' म्हणजे आत्मा. त्याला अविनाशी स्वरूप होते. त्यामुळे मनुष्य मृत पावला तरी 'का' अमर असल्यामुळे तो केव्हाही मृत शरीरात प्रवेश करू शकेल ही दृढ कल्पना व त्यामुळेच राजा फरोहांची प्रेते मृत्यूनंतर जतन करून ठेवण्याकरता ह्या शरीरातील नाशवंत असे फुफ्फुसे, आतडी, पोट, यकृत असे अवयव बाहेर काढून विशिष्ट प्रकारची झाकणे असलेल्या बरण्यांमध्ये काढून ठेवीत असत. माकडाच्या तोंडाच्या आकाराच्या झाकणांत फुफ्फुसे, बहिरी ससाण्याच्या तोंडाच्या झाकणात आंतडी, लांडग्याच्या तोंडाच्या झाकणात पोट व माणसाच्या तोंडाच्या झाकणात यकृत असे. (छायाचित्र मलपृष्ठावर पहा.) बाकीच्या प्रेताला मसाले व औषधी द्रव्ये चोळून लावून त्याचे लेप

देऊन ते प्रेत वाळवून त्याची 'ममी' करण्यात येत असे. प्रेत असलेल्या राजा/राणीच्या आकाराची खास लाकडी पेटी बनवीत. ती पेटी सुरक्षित राहावी म्हणून पिरॅमिड उभारून त्यामध्ये, खास तयार केलेल्या दालनात ठेवीत असत.

मृत राजा/राणीला काही कमी पडू नये म्हणून त्यांचे नोकर, चाकर, दासदासी ह्यांचे पुतळे, त्यांना हवे असलेले दाग-दागिने, जडजवाहीर, त्यांच्या आवडीच्या सर्व चीजवस्तू, अन्न, वस्त्रे, प्रावरणे, खुर्च्या, पलंग, वहाणा, शिरस्त्राणे, हत्यारे, वाहने सगळे पुरून टाकीत असत. दालनाच्या भिंतीवर समाजजीवनाची, राज्याची, शेतीची, कारभाराची चित्रे व उत्थित शिल्पेसुद्धा कोरून काढत. समजा ममी नष्ट झाली तर त्या मृत व्यक्तीचे पुतळे पण दगडात कोरून काढून ठेवत असत. मूळ ममी व प्रतिमा ह्या दोनही गोष्टींवर समाजाची श्रद्धा होती.

### इजिप्तचा इतिहास

इजिप्तचे इतिहासाच्या दृष्टीने तीन कालखंड पडतात. इ.स. पू. २८३० ते २५३० पर्यंत जुने साम्राज्य. इ.स. पू. २५३० ते १९३० पर्यंत मधले साम्राज्य व इ.स. पू. १५३० ते १०५० पर्यंत नवीन साम्राज्य. इ.स. पू. ३०० मध्ये मेनेथो ह्या इजिप्तच्या धर्मगुरूने लिहून ठेवलेल्या माहितीमुळे एकूण ३२ पिढ्यांनी इजिप्तवर राज्य केले हे समजते. टॉलेमीने इजिप्तवर हला केल्यानंतर ग्रीक लोकांनी इ.स. पू. ३३२ पासून ३० वर्षे राज्य केले. त्यानंतर ज्युलीयस सीझर ने इ.स. पू. ३० मध्ये इजिप्तवर हला करून ते जिकले व इजिप्तच्या किलोपात्रा ह्या राणीशी लग्न केले. तेव्हापासून रोमन लोकांनी इ.स. ३२० पर्यंत राज्य केले. त्यानंतर ६४० इ.स. च्या पुढे मुसलमानांनी राज्य केल्यानंतर जुन्या इजिप्तची संस्कृती नामशेष झाली.



इजिप्शियन मंदिराची रचना

कबरीमध्ये किंवा पिरॅमिडमध्ये असलेला मानवी मृतजीव हा देव होतो व देवळामध्ये स्थापना केलेल्या देवता मानव होऊन कार्य करतात ही संकल्पना खूपच महत्त्वाची अशी आहे.

इजिप्तची वास्तुकला ही एक अलौकिक अशी गोष्ट आहे. त्या कलेमध्ये निरनिराळी परिमाणे, अचूक मोजमापन, निश्चित अशी संकल्पना, भूमिती व गणिताचे ज्ञान, ह्या सर्व गोष्टींबरोबरच त्याला दिलेली चित्रकला व शिल्पकलेची जोड ही खरोखरीच अनाकलनीय अशीच आहे.

लकसर, कारनॅक येथील भव्य मंदिरे, मस्ताबा, स्टेपिरॅमिड व भव्य असे पिरॅमिड्स ज्यांची संख्या ८४ च्या जवळ जाते. त्याचा अभ्यास करू जाता आजतागायत मानवाने वास्तुशास्त्रात केलेली प्रगती इजिप्तच्या वारश्यावर आधारित आहे हे लक्षात येते.

नाईल नदीच्या पूर्वेच्या बाजूस सूर्याच्या

उगवतीला मंदिराची रचना केलेली आढळते. मोंटु, अमुन रे, खोन्सु, मट व लकसर ही मंदिरे पूर्वेकडे आहेत व पश्चिमेच्या बाजूला वाळवंटामध्ये पिरॅमिड्स व कबरीची निर्मिती केली आहे. कारण ती सूर्याची मावळती बाजू आहे.

मंदिराची रचना पण एका प्रकारे प्रतीकात्मक अशी नाईल नदीच आहे. मंदिराचे प्रवेशद्वार भव्य असे जशी नाईल नदीची सुपीक अशी जमीन. आतमधे प्रवेश केल्यानंतर दुतर्फा ओळीने उभे असलेले व रंगवलेले स्तंभ हे पॅपिरस, कमळ, किंवा रीड गवताच्या भरगच्च अश्या जंगलासारखे भासतात. मंदिराची कोठारे ही वाळवून तयार केलेली धान्ये दर्शवितात. आजच्या युगात नदीचे केलेले मानुषीकरण हे कविकल्पनेसारखेच वाटेल. मंदिरे व कबरी ह्या एखाद्या निसर्ग दृश्यासारख्याच भासमान होतात. प्रवेशद्वारे म्हणजे तोंड, खिडक्या



अखनतेन राजाने केलेली सूर्यस्तुती  
 You rise in perfection on the hori-  
 zon of the sky. Living Aten (Ra) who  
 started life. Whenever you are risen  
 upon the eastern horizon.  
 You fill every land with your perfec-  
 tion... You have made a far-off  
 heaven in which to rise... Yet you  
 are alone

भारतात सूर्यदेवता ही इजिप्तहूनच आलेली आहे.  
 'मित्र' हा शब्द मिथ्र = मिसर देश = इजिप्त  
 ह्याच्या वरून आहे. भारतीय मूर्तीशास्त्रात  
 सूर्याच्या पायात बूट घातलेले असावेत असे  
 आहे. त्याप्रमाणे 'कोणार्क' च्या मंदिरातील  
 मूर्ती आहेत. सौराष्ट्रातील धोलका ह्या गांवी  
 'बुट मा' म्हणून प्रसिद्ध असे रेणुका (सूर्यपत्नी)  
 देवीचे मंदिर आहे.

राजा आणि राणीची सूर्यपूजा

म्हणजे डोळे, पायलॉनची शिखरे म्हणजे कान  
 व उतरते छप्पर म्हणजे पाठ.

मंदिराच्या बाहेर प्रवेशद्वाराजवळ दुतर्फा  
 स्फिंक्सच्या प्रतिमा असतात. 'स्फिंक्स'च्या  
 मूर्तीचे तीन प्रकार आहेत. १) अँड्रोस्फिंक्स  
 - मानवी मस्तक व सिंहाचे शरीर २)  
 क्रिओस्फिंक्स - मेंढ्याचे मस्तक व सिंहाचे  
 शरीर

३) हिरॅको स्फिंक्स - बहिरी ससाण्याचे  
 मस्तक व सिंहाचे शरीर.

सिंह हे राजाचे प्रतीक, मेंढा हे अग्निदेवतेचे

प्रतीक व बहिरी ससाणा हे सूर्याचे प्रतीक.  
 गिझा येथील स्फिंक्स खाफ्रेच्या पिरॅमिडबाहेर  
 आहे. त्याचा चेहरा राजा खाफ्रेचा आणि  
 उंची ६६ फूट आहे.

स्फिंक्सच्या जोडीला चौरस आकाराचे  
 शिखराकडे निमुळते होत जाणारे असे एकाच  
 दगडात कोरून काढलेले व त्यावर ज्या  
 कोणी मंदिराची निर्मिती केली त्याची इतिहास  
 वजा माहिती असलेले 'ओबेलिक्स' असत.  
 त्यांची उंची ८०-९० फूट सहज असे.

कारनाक येथे अखनतेन राजाने बांधलेले

‘अमून रे’ चे (सूर्य) मंदिर खूपच भव्य असे आहे. त्याची लांबी १२०० फूट आहे. राजा आखनतेन व राणी नेफ्रेतिती ह्या दोघांनी इजिप्तमध्ये त्यांच्या कारकीर्दित सूर्यपूजा सक्तीची केली.त्याने सूर्याला अर्पण केलेल्या ‘ऋचा’ खूपच वाचनीय आहेत. सूर्य म्हणजे ‘रा’. हे मंदिरसुद्धा बाकीच्या मंदिरांसारखेच आहे परंतु त्याला छप्पर नाही. सूर्य सर्व ठिकाणी पोहचावा व त्याच्या किरणांना आत प्रवेश करण्यास कुठलाही अडथळा नको म्हणून. राजाराणीने केलेल्या सूर्यपूजेची शिल्पे खूपच सुरेख अशी आहेत.

राजाच्या खालोखाल धर्मगुरूंना पण महत्त्व होते. त्यांच्या देखरेखीखाली निरनिराळ्या देवतांची देवळे निर्माण झाली.

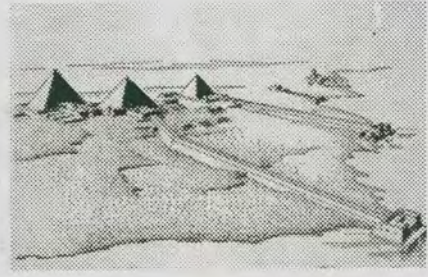
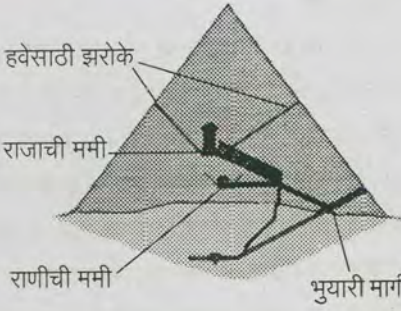
## पिरॅमिड्स

आदिमानव ज्याप्रमाणे मेनहिर किंवा डोलमेनची स्मारके बनवीत त्याऐवजी मृतशरीर सुरक्षित ठेवण्यासाठी (आत्म्याच्या पुनःप्रवेशासाठी) ‘मस्ताबा’ (बसण्याचे बाक) बनविले जात. चौरस पायावर चारही बाजूच्या भिंतीवरच्या बाजूस निमुळत्या होत गेलेल्या व त्यावर सपाट छप्पर असे ह्याचे स्वरूप असे. ह्यातूनच पुढे स्टेपपिरॅमिड्स म्हणजे टप्प्याटप्प्याने पायऱ्या असलेले पिरॅमिड्स निर्माण झाले.

गिझा येथील खुफूचा पिरॅमिड हा जगातील ९ आश्चर्यांमध्ये मोडतो. चौरस बैठकीवर उभारलेल्या ह्या पिरॅमिडची लांबी, रुंदी व उंची विचारात घेतली तर ही एवढी

## जीवनशैली

इजिप्शियन लोकांची देवाबाबतची, निसर्गाबाबतची कल्पना विचार करावयास लावणारी आहे. त्यांच्या दृष्टीने निसर्ग हा चमत्कारिक व अनियमित असा असतो. त्याला शिस्त लावून काबूत ठेवणे मानवाचे महत्त्वाचे असे काम आहे. नदीला केव्हाही व कधीही पूर येऊन मानवाचे नुकसान होते. तेव्हा पुरापासून होणारे संभाव्य नुकसान टाळावे हा पुरुषार्थ. त्यासाठी दरवर्षी येणाऱ्या पुराची नोंद घेऊन, त्याची मोजपट्टी तयार करून त्यात आपली नगरे, वस्ती व शेती याचे कमीत कमी नुकसान कसे होईल यावर उपाययोजना केली जात असे. नाईल नदीला ठिकठिकाणी कालवे काढले जात. पुराचे पाणी त्यातून काढून जेथे पाण्याची कमतरता आहे तेथे वाहून नेले जाई. तेथे मोठमोठे तलाव खोदलेले असत. त्यात ते पाणी सोडून बारमाही पाण्याची व्यवस्था करीत असत. त्यामुळे गहू व जव यांची पिके खूपच चांगली व मुबलक येत. गव्हाचे निरनिराळ्या प्रकारचे पाव व जवापासून बियर हे रोजच्या जीवनाचे अविभाज्य असे भाग होते. राजा ‘रामासेस’ (तिसरा) याच्या कोरलेल्या लेखात ‘तो ‘अमून रे’ ला (सूर्य) वर्षाकाठी २००७८ रांजण बियर अर्पण करत असे व देवळांमध्ये निरनिराळ्या समारंभात ३९५१० रांजण बियर येत असे.’ असे उल्लेख आहेत.



पिरॅमिडसाठी दगड वाहून नेणारा कॅनॉल

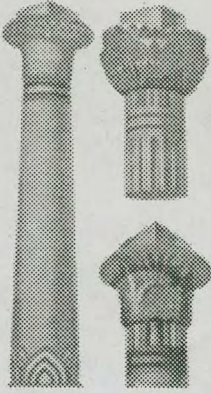
मोठी वास्तू त्या काळात म्हणजे इ.स. पूर्व २००० मध्ये कशी उभारली असेल ह्याची कल्पना देखील करवत नाही.

चौरस बैठकीची लांबी व रुंदी ७५० फूट (२५० मीटर) आहे व चारी बाजूने निमुळता होत गेलेला हा पिरॅमिड ४८० फूट उंचीचा (जवळजवळ १४० मीटर) आहे. ह्या पिरॅमिडच्या बांधकामासाठी वापरण्यात आलेला एकएक दगड हा अडीच मेट्रीक टन वजनाचा आहे. जेथे हा पिरॅमिड सध्या उभा आहे तेथे असे दगडच मिळत नाहीत. ते सगळे कालवा तयार करून, रीड बोटींमध्ये एका बोटीत एक दगड याप्रमाणे २५० मैल अंतरावरून आणण्यात आले आहेत. त्या चुनखडीच्या दगडांची संख्याच २३ लाख आहे. हे सर्व बांधकाम १ लाख लोकांनी २० वर्षांत पूर्ण केले. ह्या पिरॅमिडमध्ये प्रवेश करण्याचा मार्ग हा ४७ फूट उंचीवरती आहे. तेथून आत जाण्यासाठी चार फूट x साडे तीन फूट असा ३१७ फूट लांबीचा भुयारी मार्ग आहे. पिरॅमिडच्या मध्यभागी २०० फूट

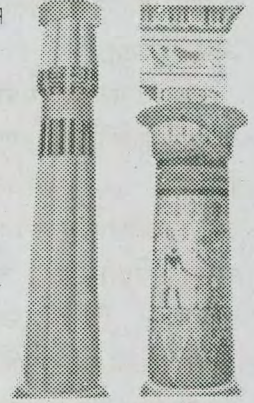
उंचीवर राणीची 'ममी' ठेवलेली होती. तेथून २८ फूट उंचीवर राजाची 'ममी' होती. राजाच्या ममीच्या दालनाभोवतालच्या गॅलरीज ३४ फूट लांब, १७ फूट रुंद व १९ फूट उंचीच्या आहेत. राजाच्या 'ममी'च्या चारही बाजूंनी १६' x १६' आकाराचे हवेचे बोगदे ठेवलेले आहेत जेणेकरून 'का' ला आत कुठल्याही बाजूने प्रवेश करता येईल.

### चित्रकला

इजिप्तच्या चित्रकलेचा विचार करू जाता असे दिसते की पिरॅमिडमध्ये फरोहाची 'ममी' ठेवल्यानंतर तेथील विशाल दालनांत छतापासून ते सर्व भिंतीवर चित्रपट रंगवले जात. चित्रपटांचे रंग गेरूचा लाल, चुनखडीचा पांढरा, काजळाचा काळा, हळदीचा पिवळा, लॅपीझ लाझुलीचा निळा, मोरचूदाचा निळा, शेंदरी, करडा, हिरवा हे सर्व रंग सापडतात. छतावरील आकाशाचे चित्रण मात्र सर्व निळ्या रंगात रंगवलेले सापडते. सर्व आकृतींची बाह्यरेषा गेरूच्या



पॅपिरस व रीड आकारातील स्तंभ



रंगात रंगवली जात असे. त्यांत नंतर शरीराचा, वस्त्रभूषेचा, आभूषणांचा, केशभूषांचा अशा रंगाचे आलेपन करीत असत.

हे चित्रपट 'फरोहा'च्यासाठी (तो अमर आहे ही संकल्पना असल्याने) केले जात. त्याच्या राज्यातील सर्व सामाजिक गोष्टी चित्रित करण्यावर भर होता. त्यांत शेतीव्यवसायातील नांगरणी, पेरणी, मोजणी, कापणी, मळणी, उफणणी व मापणी ही चित्रकारांनी अचूकपणे दाखवली आहे. पिरॅमिडमध्ये २४५ फूट उंचीवर पिरॅमिडच्या मध्यभागी असलेल्या दालनामध्ये उभे राहून चित्रे काढली आहेत. चित्रांचे विषय सर्वस्पर्शी असे होते. मूर्ती कशी बनवत असत, फरोहाच्या मृत्यूनंतर 'अनुबिस' त्याच्या आत्म्याला घेऊन, त्याच्या पाप पुण्याची कसोटी न्यायाच्या तराजूने करून, मग त्याला 'ममी' करण्यासाठी पात्र ठरवावयाचे - हे सर्व कल्पनेने केलेले चित्रण, फरोहा

गेल्यानंतर 'मोले घातले रडाया!' म्हणून जमा झालेली माणसे, राणीची वेणी फणी, राजाराणी खेळत असलेले बुद्धिबळांसारखे खेळ, सरोवरात नौकांवर आरूढ होऊन पक्ष्यांची शिकार करण्यास निघालेले राजे व सहकारी, द्राक्षाच्या बागेतून दारू बनविण्यासाठी द्राक्षे गोळा करून आणणारे दास, पाण्यामध्ये बोटीवर उभे राहून पाणघोड्याची शिकार करणारा राजा, नदीमधून चालत घरी परतणाऱ्या गाई. एका ठिकाणी तर रानातून परतणाऱ्या गाईचा कळप दाखवला आहे व सर्वात पुढे शेतकरी एका गाईच्या छोट्याशा वासराला आपल्या खांद्यावर घेऊन जाताना दाखवला आहे. कळपामध्ये त्या वासराची आई, फक्त तिचेच डोळे वासराकडे लागलेले दाखवल्यामुळे ताबडतोब ओळखू येते. पक्ष्यांच्या वास्तववादी चित्रांची सर तर खरंच इतर कुठल्याही चित्रांना येणार नाही. ही सर्व चित्रे, त्यांचे विषय, त्या सर्वांचे अचूक असे चित्रण

केलेले बघितले की खरोखर  
आश्चर्य वाटते.

हे सर्व चित्रण सपाट  
पद्धतीने केलेले आहे. रंगाचे  
मिश्रण अथवा  
छायाप्रकाशनाचे चित्रण  
कुठेही नाही. असे का  
असावे ? पिरॅमिडच्या  
आतमध्ये उभे राहून ही चित्रे  
काढताना, निरीक्षणाने  
आपल्या मेंदूत साठवलेल्या



त्या त्या प्रसंगाच्या आठवणींशिवाय  
त्यांच्यापाशी दुसरे खरोखर काही नव्हते.

ही असली कामे माझ्या मते 'गुलाम'  
कधीही करणे शक्य नाही. ते खरोखरच  
अजोड असे कलाकारच होते. अन् एवढे  
करून त्यांनी केलेल्या ह्या सर्व कलाकृती  
४००० वर्षांपर्यंत पिरॅमिडमध्ये बंदिस्त अशा  
अवस्थेतच होत्या! पिरॅमिडस उध्वस्त झाले  
नसते तर त्याच्या आत अशा काही  
कलाकृति आहेत हे आजपर्यंत खरंच  
कुणाला कळले नसते.

### शिल्पकला

पिरॅमिडस वा मस्ताबामध्ये राजा-राणीचे  
केलेले पुतळे त्यांच्यासाठी केलेल्या खास  
उंच्यापुऱ्या अंतर्गृहामध्ये उभे करीत असत.  
ते अंतर्गृह सर्व बाजूंनी बंद करून पुतळ्यांना  
बाहेर बघता यावे म्हणून डोळ्यांच्या रेषेत  
दगडामध्ये फट करून ठेवीत असत. पुतळे

लाकडामध्ये कठीण अशा ग्रॅनाइट वा  
डायोराइटमध्ये अथवा सॅंडस्टोन वा  
अॅलाबास्टर सारख्या ठिसूळ दगडात सुद्धा  
कोरून काढीत असत. सर्व पुतळे हे रंगवलेले  
असत. माणसाचे शरीर लाल रंगात, स्त्रीचे  
फिक्या पिवळ्या रंगात. पुष्कळ वेळा खरे  
कपडे वा केसांचे टोप त्या पुतळ्यांवर  
असावेत. पुष्कळ ठिकाणी वस्त्र

### समाजरचना

समाजाची रचना, राजा हा सर्व श्रेष्ठ व  
त्याखालोखाल पुजारी वा पुरोहित वर्ग,  
त्यानंतर स्क्राईब - कारकून, चिटणीस जो  
प्रत्येक गोष्टीची पॅपिरसच्या कागदावर लाल  
व काळ्या शाईने चित्रलिपीत नोंद लिहून ठेवीत  
असे. चौथा वर्ग म्हणजे शेतकरी. बाह्य  
आक्रमणापासून इजिप्त दूर राहिल्याने युद्धाचा  
प्रसंग व शस्त्रास्त्रे ह्यांचे चित्रण कुठेच  
आढळत नाही.

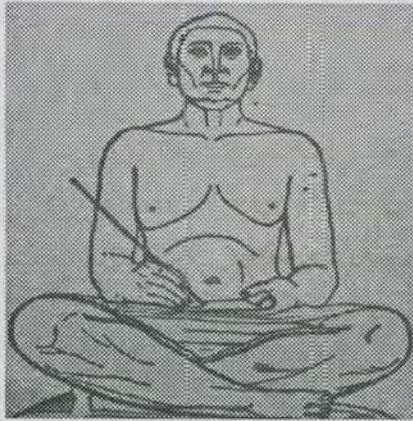




काठ्यांनी बदडून सरळ करणारे नोकर, खांद्यावर बांबूच्या कावडीत पक्ष्यांचे पिंजरे घेऊन जाणारा पक्षीविक्रया इ. आढळतात. त्यांचे विषयही चित्रकलेसारखे सर्वस्पर्शी असत. मंदिरामधील तसेच बाहेर उभे अथवा बसलेले फरोहांचे पुतळे अतिप्रचंड ४० फूट उंचीचे आहेत.

दाखविण्यासाठी रंगीत धातू वा त्या रंगाशी मिळते जुळते रंगीत दगड पण खुबीने कोरून बसवलेले आहेत. दगड घासून गुळगुळीत करून डोळ्याचा आकार देऊन डोळ्यांच्या खोबणीत बसवलेले आहेत.

उत्थित शिल्पांमध्ये रंगीत चित्रकम रचना चित्रे आहेत. एका नाटाळ गाढवाला



चिटणीस

मनुष्याकृती चित्रित करीत असताना स्त्री-पुरुषांचा कमरेवरील भाग हा समोरून दिसेल तसा, आकृतीचा चेहरा, कमरेखालील भाग बाजूने दिसेल तसा रंगवलेला सर्व ठिकाणी आढळतो.

हा नियम जिथे उत्थित शिल्पे कोरली आहेत तेथे पण लागू केलेला दिसतो. सर्वतोरचित शिल्पामध्ये मात्र वास्तववादी परंतु मूलाकारावर भर देणारी शिल्पे आहेत. पुरुषाचे शिल्प कोरताना पुरुषाचा एकच पाय पुढे व स्त्रीचे दोनही पाय सरळ रेषेत कोरलेले आहेत. ही सर्व शिल्पे पूर्वी रंगवलेली होती. पिरॅमिडमध्ये आत असलेली शिल्पे आजही रंगीत आहेत.

गिझाच्या पिरॅमिडच्या बाहेर एकाच दगडातून कोरून काढलेली मानवी मस्तकाची सिंहाच्या शरीराची भव्य अशी स्फिंक्सची मूर्ती आहे. तिची लांबी २४० फूट, उंची ६६ फूट आहे. ह्या मूर्तीचा चेहरा



आय संपादक संस्थापक  
के. वा. गो. आपटे

# आनंद



१००

आहो! शंभराला सुरवात झाली ह!

शताब्दीकडे वाटचाल करणारे बालांचे एकमेव मराठी मासिक

गुणगुणायला गाणी, साहित्याच्या खाणी  
मुलं ही शहाणी, तुटून पडतील पहाता क्षणी ॥



शीऽऽ ! सारखं सारखं काय अभ्यासाच वाचायचं  
छान छान गोष्टी, कविता, मजेदार कोडी, चुटके,  
हास्यपट्या सारं सारं हवय नां ?

वाचा दर महिन्याच्या 'आनंद' मध्ये....

काय विचारता वर्गणी? फक्त १५० रु. वर्षाची

यात मिळती १० महिन्याचे अंक आणि

एक जोड अंक... तेच हो म्हणजे मोठा दिवाळी अंक

कुठे म्हणून काय विचारता या भेटा

किंवा पोस्टाने पाठवा तुमची वर्गणी !

संपर्क पत्ता :- 'आनंद' मासिक, वेदान्त,

१०१५ सदाशिव पेठ, नागनाथपाराजवळ, पुणे ४११ ०३०.

फोन नं. २४४७ ३९४९ / २४४६ ३१८८.



संपादिका  
सौ. पद्मा गोखले

हं ऽ याचबरोबर तुम्ही तुमची चित्रे, लेखन कविता पाठवू शकता

'आनंद'कडे. निवडक साहित्याला निश्चित प्रसिद्धी !



राजा खाप्रेन्वा आहे. राजाच्या मस्तकावरून ओढून बांधलेले राजवस्त्र व राजाची दाढी याचे कोरीव काम फारच सुरेख आहे. सिंह हा रक्षणकर्ता असा मानला गेलेला असून तो राजसत्तेचे प्रतीक पण आहे. स्वतः राजाच सिंहाच्या स्वरूपात रक्षण करत आहे असे बघितले की तो सांभाळत असलेला खजिना किती महत्त्वाचा असेल असे प्रत्ययाला येते. सिंहाच्या पुढील पंजामध्ये एक मोठे मंदीरपण कोरून काढलेले आहे.

इजिप्शियन पिरॅमिड्स, ओबेलिक्स, मंदिरे, मंदिरांचे पायलॉन्स स्तंभ व काढली गेलेली चित्रे व उत्थित शिल्पे या सर्वांवर आपल्याला कोरून काढलेले लेख दिसतात ते सर्व लेख हायरोग्लिफिक - चित्रलिपी मध्ये आहेत ती सर्व चित्रलिपी आज आपणास वाचता येते.

नेपोलियनच्या एका फ्रेंच सैनिकाला 'रोझेटा' ह्या गावी १७९९ मध्ये चार फूट लांबीचा एक दगड, कोसळून पडलेल्या भिंतीच्या अवशेषामध्ये सापडला. त्यावर इजिप्शियन, ग्रीक व रोमन लिपी ह्या तीन भाषांमध्ये लेख कोरलेले सापडले. चांपोलियन या संशोधकाने बरीच वर्षे अभ्यास करून या तीन भाषा ही एकमेकांची भाषांतरे असावीत असा निष्कर्ष काढला. १८२२ मध्ये त्याचे वाचन केले व त्यामुळे आज आपणास इजिप्शियन भाषेतील लेखन वाचता येऊ शकते. हे सर्व लेख लिहिण्याचे काम राजातर्फे स्क्राईब्ज (चिटणीसांकडे) दिलेले असे. ह्या चिटणीसांची शिल्पेपण आपल्याला पिरॅमिड्समध्ये दिसतात. इजिप्शियन लोकांचे सोनारकाम, सुतारकाम, लाकडातील कोरीव काम, दागिन्यांची कलाकुसर, कुंभारकाम तसेच चर्मकारीतील कारागिरीपण अतिशय उच्च दर्जाची आहे.

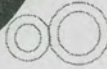
अशा या लुप्त झालेल्या इजिप्तच्या संस्कृतीचा अभ्यास करताना आपल्याला खूपसे काही शिकता येते.



लेखक - राम अनंत थत्ते  
शिल्पकार, अजिंठा येथील गुंफांचा विशेष अभ्यास, 'अजिंठा' हे पुस्तक अक्षरमुद्राप्रकाशनातर्फे प्रकाशित.

## निकून ख्याजणी

भारल्या डोळ्यांनी  
डोळे भरून  
बघण्याजोगा  
दिवाळी अंक



काही चांगलं ऐकलं, वाचलं, बघितलं  
की डोळे आनंदांनं भरून घेतात.  
तसंच, आजवर दुर्लक्षिलेलं, अज्ञात  
असं वास्तव प्रत्ययाला आलं की  
करुणेंही डोळे भरून घेतात. अशा  
सुख-दुःखाच्या ज्योतींनी मनं उजळून  
टाकणाऱ्या या अंकात लिहिताहेत-

### विशेष शोकरव

आंतरराष्ट्रीय स्तरावर  
सन्मानित पर्यावरण कार्यकर्त्या-  
सुनीता नारायण,  
मा. क. प. च्या पॉलिटेक्नॉलॉजीच्या  
पहिल्या महिला सदस्य आणि  
खासदार- वृंदा करात

### उत्कृष्ट कथा

सदानंद देशमुख,  
नीता ग्रे, मोहिनी मोघे,  
मनस्विनी साखरदांडे  
सोनाली कुलकर्णी  
आणि  
चित्रा मुद्गल,  
राजन गवस,

### करदार लेखन

ग. प्र. प्रधान,  
न्या. नरेंद्र चपळगावकर,  
विनय हर्डिकर, सारिता पदकी,  
ज्योती मोकाशी-कानिटकर,  
वसुधा माने, मुक्ता दाभोळकर,  
नीला भागवत, हेमा जावडेकर

### विशेष विभाग

संश्लेषणा  
स्त्री-पुरुषांना मोठ्या संख्येनं  
करावं लागणारं मेदयुद्ध!

डॉ. ह. वि. सरदेसाई,  
डॉ. रमेश गोडबोले,  
डॉ. मदन फडणीस,  
डॉ. श्रीरंग गोडबोले, डॉ. विजया साठे,  
डॉ. नितीन उनकुले आणि  
वृषाली मेहेंदळे

### कविता

रजनी परळेकर,  
प्रज्ञा लोखंडे, अनिल दाभाडे,  
इंद्रजीत भालेराव,  
सतीश काळसेकर, अनुराधा  
पोतदार, यशोधरा साठे,  
प्रियदर्शन पोतदार,  
संतोष पवार, अनुराधा पाटील,  
ना. धों. महानोर

वस्त्या गरिबांच्या,  
वस्त्या धनिकांच्या!

विस्थापन, स्थलांत,  
शहरीकरण आणि विकास  
या संदर्भातला अभ्यास  
आणि अनुभव यांनी  
सर्वस्पर्शी ठरलासा विशेष  
लेखाचा सामाजिक विभाग-  
अतिथी संपादक-  
अरविंद आडारकर

# देवराई

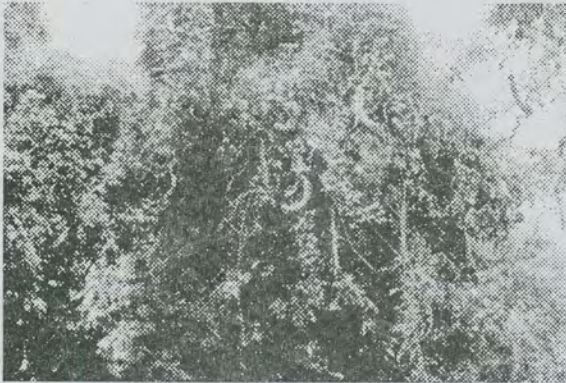
## वनसंरक्षणाची परंपरा - लेखांक- २

लेखक : अर्चना गोडबोले

देवराई किंवा देवरहाटी म्हणून ओळखली जाणारी स्थाने आजही कित्येक गावांतून बघायला मिळतात. ही ठिकाणे म्हणजे प्राचीन देऊळ, एखाद्या झाडाखाली ठेवलेल्या देवतांच्या दगडी मूर्ती अथवा शिळा आणि भोवतालची गर्द वनराजी. आजूबाजूच्या ओसाड माळरान किंवा उघड्या बोडक्या डोंगराच्या पार्श्वभूमीवर हे हिरवे पुंजके उदून दिसतात. देवरहाट्यांची परंपरा, त्यातून समाजाने घेतलेली वनसंवर्धनाची जबाबदारी, त्यामुळे झालेलं जीववैविध्य संरक्षण हे सगळं समजून घ्यायचं

असेल तर गावाच्या मालकीच्या ह्या वनांचं व्यवस्थापन कसं होतं हे बघणं महत्वाचं आहे.

‘देवराई’ किंवा देवरहाटी ही सामान्यतः गावाच्या सामायिक मालकीची असते. केरळ आणि कर्नाटकात मात्र काही देवरहाट्या कुटुंबाच्या किंवा घराण्याच्या मालकीच्या आहेत. सामायिक मालकीच्या जमिनीच्या व्यवस्थापनाचे सर्व निर्णय हे गावाच्या एकत्रित निर्णय प्रक्रियेतून घेतले जातात. ह्या जमिनीचा, त्यावरील वृक्षसंपदेचा उपयोग कसा करायचा हे तिथल्या प्राचीन परंपरांवर अवलंबून असते.



फक्त महाराष्ट्राचा विचार केला तरी देवरायांशी निगडीत अनेक परस्परविरोधी समजुती दिसून येतात. काही ठिकाणी वर्षातून दोन-तीन महत्वाचे सण, उत्सव ह्या देवरायांच्यामधल्या देवळात साजरे केले जातात. तर काही ठिकाणी देवरायांमध्ये प्रवेश करतानाही मनावर भीतीचे सावट पसरते. पूर्वज आणि मृतात्म्यांच्या नावाने राखून ठेवलेल्या देवरायांही भारतात अनेक ठिकाणी आढळतात. काही देवरायांमध्ये तसंच तिथल्या देवळांमध्ये स्त्रियांना प्रवेश निषिद्ध असतो.

भारतातील बहुतेक आदिवासी स्थानिक जमातींकडे ह्या 'संरक्षित ग्राम वनांची' मालकी असते. काही ठिकाणी देवरायांची जमीन महसूल खात्याच्या मालकीची असते तर व्यवस्थापन ग्रामपंचायतीकडे सुपूर्द केलेले असते. सरकारी राखीव वनांना जोडून असलेल्या देवराया वनविभागाच्या ताब्यात आहेत. काही ठिकाणी देवराईतल्या देवाची ख्याती 'सुप्रसिद्ध तीर्थक्षेत्र' अशी आहे.

मार्लेश्वरासारख्या अशा देवरायांचे व्यवस्थापन मुख्यतः मंदिर विश्वस्त मंडळाकडे आहे.

देवरायांमध्ये प्रवेश आणि वावर, देवराईतील देऊळ व परिसराचा वापर, साधनसंपत्ती व वृक्षराजीचा वापर ह्या सगळ्यांसाठी गावाने, समाजाने घालून दिलेले नियम महत्त्वाचे असतात. देवराईतील

झाडे तोडली किंवा इतर नियमांचे उल्लंघन केले तर देवाचा कोप होतो वा शाप लागतो ही भीती आजही बऱ्याच ठिकाणी आढळते. बऱ्याचशा देवरायांमधून लाकूड व इतर वनोपज तसेच पातेरा म्हणजे कुजणारा पालापाचोळा गोळा करणे निषिद्ध असते. देवराईतील वृक्षराजीबरोबरच त्यांच्या आश्रयाने राहणारे पशुपक्षी, साप यांनाही अभय असते. म्हणूनच कोकणातल्या मार्लेश्वराच्या देवराईत आणि गुहेतल्या देवळात नेहमी नाग, साप बघायला मिळतात.

काही देवरायांमध्ये मात्र आपल्या उपयोगापुरतं वाळकं लाकूड, काडीकचरा गोळा करायला परवानगी असते. कोकणातलंच उदाहरण बघायचं झालं तर इथे गावाचं व्यवस्थापन एकत्रितरित्या होतं. दर महिन्यात एखाद्या ठराविक दिवशी म्हणजे अमावस्येनंतरचा पहिला रविवार किंवा शुद्ध एकादशी अशा दिवशी सगळा गाव रहाटीतल्या देवळात जमतो. आज देवाला कुठली गान्हाणी घालायची हे आधीच गुरवाशी चर्चा करून ठरवलं जातं. मग देवाचा कौल घेतात. कधी देवराहाटी सांभाळणारा म्हसोबा, वेतोबा नाहीतर वाघजाई गुरवाच्या अंगात येते. गावातली भांडणतंटे सोडविण्याबरोबरच पेरणीचा, लावणीचा, काढणीचा मुहूर्त वगैरे इथेच ठरवले जातात. सगळ्यांचं एकमत



झाल्याशिवाय आणि देवाचा तीनदा आपल्या बाजूने कौल झाल्याशिवाय निर्णय पक्का होत नाही, अंमलात आणता येत नाही.

आजकाल शहरीकरणाच्या प्रभावामुळे सगळ्या देवरायांमधली जुनी पारंपरिक देवळे पाडून नवीन बांधायची किंवा आहेत त्यांचं संगमरवरी फरशा वगैरे टाकून नूतनीकरण करायचं अशी प्रथा वाढीला लागते आहे. ह्यासाठी लोकवर्गणी पुरेशी जमा झाली नाही तर सगळा गाव देवाच्या संमतीनेच देवरहाटीतील मोठी झाडं तोडून पैसा गोळा करतो. असा एखादा विरोधाभास सोडला तरी कोकणात आजही गावाच्या एकत्रित निर्णय प्रक्रियेचा धागा देवरहाटीच्या परंपरेशी घट्ट जोडला गेला आहे.

देवरायांचं महत्त्व ओळखून भारतात १९७०-७२ पासून त्यावर खूप वेगवेगळ्या दृष्टिकोनातून संशोधन सुरू झालं. पुण्याच्या

महाराष्ट्र विज्ञानवर्धिनीचे (आताची आधारकर संशोधन संस्था) सुप्रसिद्ध वनस्पती शास्त्रज्ञ कै. डॉ. वा. द. वर्तक यांचा त्यातला वाटा मोलाचा. दुर्मिळ आणि नष्टप्राय होत जाणाऱ्या वनस्पतींचं वसतीस्थान असणाऱ्या देवरायांच्या संशोधनामुळे मग वनस्पतीशास्त्राच्या दृष्टीने अलिबाबाच्या गुहेचं दारच उघडलं जसं काही ! गेली ३५ वर्षे भारतातल्या आणि जगभरातल्या देवरहाट्यांवर, पवित्र वनांवर, पवित्र पर्वतांबद्दल उदंड संशोधन अव्याहत सुरू आहे.

ह्या सगळ्या संशोधनातून देवरायांमधले महाकाय वृक्ष, प्रचंड वेली, परजीवी वनस्पती, नेच्यांचे प्रकार अशा अनेक विस्मयकारक गोष्टींची माहिती पुढे आली आहे. आजूबाजूच्या परिसरातून केव्हाच नाहीशा झालेल्या कडू कवठासारख्या अनेक

दुर्मिळ वनस्पती आज फक्त देवरायांमध्येच सापडतात. केरळमध्ये समुद्रालगत असलेल्या काही 'कावू' म्हणजे देवरायांमध्ये मिरिस्टिका ह्या वनस्पतींच्या दलदलीत वाढणाऱ्या मुळांमुळे तयार झालेली परिसंस्था आढळते. अशा परिसंस्था फक्त देवरायांच्या परंपरेमुळेच कशाबशा तग धरून आहेत.

वनांच्या आणि वृक्षांच्या अस्तित्वामुळे देवराया म्हणजे प्राणी, पक्षी, कीटक यांचे वसतीस्थान आहेत. ह्या वन्य जीवांचे संवर्धन, पावसाचे पाणी मुरवून भूजलात भर घालणे, मातीची धूप थांबविणे ही कामे या छोट्याशा पण परिपूर्ण जंगलामुळे आपोआप होत असतात. म्हणूनच रत्नागिरी जिल्ह्यातल्या अनेक देवरहाट्यांमध्ये शिंगवालं घुबड भरदिवसासुद्धा बघायला मिळतं. 'माडगरूड' म्हणजे मोठे शिंगचोचे (धनेश/हॉर्नबिल) अनेक देवरायांमधल्या वड-बेहेड्यासारख्या प्राचीन वृक्षांवर मोठ्या संख्येने आढळतात. म्हणूनच सामाजिक, धार्मिक हेतूने सांभाळलेल्या ह्या देवरहाट्या पर्यावरण संरक्षणात महत्त्वाची भूमिका बजावत आहेत.

भारतातल्या निरनिराळ्या देवरायांचा इतिहास कितीही चांगला असला तरी आज जवळ जवळ सर्वच देवरायांच्या अस्तित्वाला धोका निर्माण झाला आहे. शहरीकरण, तसंच वाढती लोकसंख्या ही महत्त्वाची कारणं आहेत. ग्रामीण भागात शेतजमिनीची

कमतरता भासत असल्यामुळे वनांवर, त्यातही देवरायांवर शेतीसाठी अतिक्रमणे होताना दिसतात. चराऊ कुरणे कमी झाल्यामुळे गुराढोरांचा देवराईत वाढलेला मुक्त वावर हे आणखी एक कारण. रस्ते, धरणं, कालवे किंवा इतर विकास कामांसाठी देवराई आणि वनसंरक्षण दुय्यम मानलं जातं. मग पर्यायी मार्ग शोधण्याआधीच देवराईच्या वृक्षराजीवर कुऱ्हाड पडते. काही ठिकाणी तर सामाजिक वनीकरणासाठी लागवड करण्यासाठी गावाची इतर कुठलीही सामायिक जमीन उपलब्ध नसल्याने सरळ देवराईतले जुने वृक्ष तोडून त्या जागेवर निलगिरी आणि ऑस्ट्रेलियन बाभूळ लागवड करण्याचे प्रकार घडले. ह्या सगळ्या गोष्टींची परिणती देवरायांच्या न्हासात होत आहे.

ही सगळी परिस्थिती लक्षात घेता देवरायांच्या संरक्षणासाठी तात्काळ उपाययोजना करणे निकडीचे आहे. असे प्रयत्न भारतात काही ठिकाणी सुरू झाले आहेत. स्थानिक लोकांच्या मदतीने देवराईसारख्या संपन्न परंपरेचं पुनरुज्जीवन कसं करता येईल आणि त्याबद्दलचे काही यशस्वी प्रयोग यांची माहिती पुढच्या लेखात -



लेखक : अर्चना गोडबोले अॅप्लाइड एन्व्हायर्नमेंटल रिसर्च फाँडेशनच्या संचालिका. भारतभरच्या देवरायांबद्दलचा अभ्यास.



# नैसर्गिक शेती म्हणजे कमी खर्चात शेती (भाग दुसरा)

लेखक : आ.दि. कर्वे

शेती करताना वृक्ष लागवड, शेडनेट वापरून आर्द्रता, कार्बनडाय ऑक्साईड आणि सूर्यप्रकाशाचा सुयोग्य वापर याबद्दल आपण गेल्या भागात वाचलं. आता या भागात निसर्गात उपलब्ध असलेल्या खनिज द्रव्यांचा, सूक्ष्म जीवजंतूंचा आणि काही पारंपरिक पद्धतींचा उपयोग करून नैसर्गिक शेती कशी करता येईल याबद्दल .....

## एकमेकां साह्य करू

आपण गेल्या सुमारे १०० वर्षांपासून रासायनिक खते वापरू लागलो आहोत. त्यापूर्वी, म्हणजे वनस्पतींचे भूपृष्ठावर वास्तव्य आहे तेव्हापासून, कोणत्याही रासायनिक खतांविना वनस्पती वाढतच होत्या. आजही जेथे रासायनिक खते वापरली जात नाहीत अशा ठिकाणी वनस्पती वाढत आहेत. कोरडवाहू शेतीत कोणतीच कृषिआदाने वापरली जात नसूनही अशा शेतीतून दरवर्षी उत्पन्न काढले जातेच. मग अशा शेतीत वाढणाऱ्या वनस्पतींना मिळणारी पोषकद्रव्ये कुठून येतात या प्रश्नाचे उत्तर असे, की ही पोषकद्रव्ये मातीतल्या खनिजांद्वारे वनस्पतींना मिळतात. खनिजांच्या विघटनाला प्रामुख्याने जमिनीत वास्तव्य करणारे सूक्ष्म

जीवजंतू जबाबदार असतात. या क्रियेत भाग घेणारे सूक्ष्मजीव आपले अन्न व पर्यायाने आपल्या चयनासाठी लागणारी ऊर्जा स्वतः निर्माण करीत नाहीत तर त्यांना त्यासाठी जमिनीत वाढणाऱ्या वनस्पतींवर अवलंबून रहावे लागते. त्यामुळे वनस्पती आणि मातीतले सूक्ष्मजीव यांच्यात एकप्रकारचे परस्परावलंबित्व निर्माण झालेले आहे. जीवाणूंचे पोषण व्हावे यासाठी वनस्पतींच्या मुळांद्वारे शर्करा व शर्करेपासूनच बनलेला डिकेसारखा एक श्लेष्मल पदार्थ जमिनीत स्रवत असतो. या दोन्ही शर्करायुक्त पदार्थांमुळे मुळांजवळ वास्तव्य करणाऱ्या सूक्ष्मजंतूंना आपल्या चयनासाठी आणि वाढीसाठी आवश्यक असणारा कार्बन व ऊर्जा हे जरी मिळाले तरी त्यांना आपल्या

वाढीसाठी लागणारी अन्य पोषकद्रव्ये मातीतल्या खनिजांमधून घ्यावी लागतात, व त्यासाठी हे जीवाणू मातीचे रासायनिक विघटन करतात. या क्रियेद्वारे मुक्त होणारी पोषकद्रव्ये ते स्वतःच्या चयनासाठी तर वापरतातच पण शिवाय ती त्या जमिनीत वाढणाऱ्या वनस्पतींनाही उपलब्ध करून देतात.

मातीतून खनिजरूपी अन्न मिळवण्यासाठी वनस्पती केवळ मुळांद्वारेच नाही तर इतरही मार्गांनी जमिनीतल्या सूक्ष्मजीवांना अन्नपुरवठा करतात. वनस्पतींची पाने व फुले जमिनीवर पडतात, त्यांचा उपयोग जमिनीतल्या जीवमात्रांना खाद्य म्हणून होतो. वनस्पतीच्या पानांमध्ये जलग्रंथी असतात व त्यांद्वारे बऱ्याच वनस्पतींच्या प्रजाती आपल्या पर्णसंभाराखालील जमीन भिजवतात. या पाण्यात काही विशिष्ट सेंद्रीय पदार्थ विरघळलेले असतात, व त्यांचाही उपयोग जमिनीतल्या सूक्ष्मजीवांना खाद्य म्हणूनच होतो. उदाहरणार्थ हरभऱ्याच्या पानांमधून स्रवणाऱ्या पाण्यात सेंद्रीय आम्ले असतात तर ज्वारीच्या पानांमधून स्रवणाऱ्या पाण्यात साखर विरघळलेली असते. याप्रकारे जमिनीच्या पृष्ठभागावर पडणारे सेंद्रीय पदार्थ आणि मातीच्या याच थराला होणारा हवेतल्या ऑक्सिजनचा पुरवठा यांमुळे जमिनीच्या वरच्या थरात सूक्ष्मजीवांचे कार्य अधिक जोराने चालते, आणि याच कारणाने जमिनीचा वरचा थर हा खालच्या थरांच्या

मानाने अधिक सुपीक असतो. शेतात सपाटीकरणाच्या निमित्ताने एका ठिकाणची माती काढून दुसरीकडे हलवली असेल तर जिथली माती हलवली आहे, तिथले पीक चांगले येत नाही, त्याचे कारण हेच असते.

### खनिजद्रव्यांचा खजिना

वनस्पती आपल्याला लागणारी पोषकद्रव्ये जमिनीतल्या खनिजांपासून मिळवत असूनही ती खनिजद्रव्ये संपून जात नाहीत याचे एक उत्तम उदाहरण आहे, तृणधान्यांमधील सिलिका या पदार्थाचे. भात, गहू, ऊस यांसारखी पिके जमिनीतून दर वर्षी प्रति हेक्टर २५० ते ५०० किलोग्राम इतकी सिलिका काढून घेतात. आपण शेतीत वापरत असलेल्या कोणत्याही रासायनिक खतात सिलिकाचा समावेश नसतो, त्यामुळे ही सिलिका मातीतल्या खनिजांमधूनच येते हे निर्विवाद आहे, आणि त्यामुळे एव्हाना जगात सर्वत्र शेतजमिनींमध्ये सिलिकॉनची कमतरता निर्माण व्हावयास हवी होती, पण अशी कमतरता निर्माण झाल्याची आजवर तरी कुणी तक्रार केलेली नाही.

### सूक्ष्मजंतूसाठी अमृतपाणी

जमिनीतल्या सूक्ष्मजंतूना योग्य असे खाद्य देऊन त्यांच्याद्वारे आपल्या पिकाचे पोषण करवून घेणे हा प्रयोग आज महाराष्ट्रातले अक्षरशः हजारो शेतकरी करित आहेत. हे शेतकरी एका २०० लिटरच्या पिंपात पाणी,

१० किलोग्राम शेण, १० किलोग्राम गोमूत्र व १० किलोग्राम गूळ यांचे मिश्रण सुमारे ८ दिवस कुजत ठेवतात व हे द्रावण सिंचनाच्या पाण्याबरोबर एका एकरास देतात. काही शेतकरी या मिश्रणात गाईचे तूपही घालतात. महाराष्ट्रात श्री. मोहन देशपांडे यांनी हे द्रावण अमृतपाणी या नावाने प्रचलित केले, पण शिवाय जीवामृत, जीवनपाणी अशाही नावांनीही ते ओळखले जाते. दक्षिणेतील राज्यांमध्येही अशीच एक प्रथा आहे, पण तेथले शेतकरी जमिनीत पंचगव्य (गाईचे शेण, मूत्र, दूध, तूप व दही) घालतात. याबाबत बरीच भोंदूगिरी व गैरसमज आहेत. ते म्हणजे यात वापरले जाणारे सर्व पदार्थ हे देशी गाईचेच असावे. यासंबंधीचा आणखी एक गैरसमज असा आहे की या द्रावणातले जंतू वनस्पतींना अन्नपुरवठा करतात. पण हेही खोटे आहे, कारण मातीचे विघटन करणारे जंतू व शेणातले जंतू हे अगदी वेगवेगळे असतात. या द्रावणात घातलेल्या गुळामुळे शेणातल्या जंतूंची संख्या वाढते यात संशय नाही, पण हे द्रावण जेव्हा जमिनीत घातले जाते, तेव्हा त्यातले शेणातले जंतू मरून जातात व त्यांचा उपयोग जमिनीतल्या जंतूंना खाद्य म्हणून होतो. आम्ही केलेल्या प्रयोगांमध्ये आम्हास असे आढळले आहे, की अमृतपाणी किंवा पंचगव्याऐवजी उच्च पोषणऊर्जा असणारा कोणताही पदार्थ, म्हणजे साखर, गूळ, मासळी खत इ. प्रति हेक्टर सुमारे १० ते २५ किलोग्राम येवढ्या

कमी मात्रेत जमिनीत घातला तरी त्याचाही असाच परिणाम होतो. या पदार्थांमधील उच्च ऊर्जा आणि सेंद्रीय कार्बन यांचा वापर करून जमिनीतल्या जीवाणूंची संख्या केवळ १ दिवसात ४०० ते ५०० पटींनी वाढते. आपल्या वाढीसाठी लागणारी खनिजद्रव्ये हे जीवाणू मातीतूनच मिळवितात, परंतु जमिनीत घातलेला सेंद्रीय पदार्थ जसजसा संपून जातो तसतसे ऊर्जेच्या कमतरतेमुळे जीवाणू मरू लागतात. मेलेल्या जीवाणूंच्या पेशीतून मुक्त होणारी खनिजपोषके त्या शेतात वाढणाऱ्या वनस्पतींना उपलब्ध होतात. अशा प्रकारचे उच्च पोषणमूल्य असणारे पदार्थ एका हेक्टरला केवळ १० ते २५ किलोग्रॅम इतक्या कमी प्रमाणात देऊनही आपण सेंद्रीय शेती करू शकतो. या पदार्थांचे नक्की प्रमाण किती असावे आणि ते घालण्याची वारंवारिता किती, हे कदाचित मातीचा प्रकार व पिकाची प्रजाती, यांनुसार बदलू शकतील. यावर आमचे अजून प्रयोग चालू आहेत.

### तण, कीटक आणि रोग

याशिवाय तणांपासून होणारी स्पर्धा व कीटक आणि रोगांपासून संरक्षण यांचाही शेतीत महत्त्वाचा भाग असतो व या दोन्ही बाबींवर शेतकऱ्यांना बराच खर्च करावा लागतो. यातली तणांपासून होणारी स्पर्धा टाळावयाची असेल, तर एक गोष्ट मात्र ध्यानात ठेवावी लागेल, की तणांचे बी रूजून

येण्यासाठी त्यांवर सूर्यप्रकाश पडावा लागतो, याउलट पिकांचे बियाणे मात्र अंधारात रुजते. यामुळे आपण जर शेतात अगोदरच्या पिकाचा जैवभार पसरून ठेवला, तर त्यामुळे जमीन झाकली जाईल व तणांच्या बिया रूजण्याच्या प्रक्रियेत व्यत्यय येईल. परंतु जर जमिनीत लव्हाळा किंवा हरळी यांसारखे कायमस्वरूपी तण असतील तर ते मात्र नांगरट करून किंवा खणून काढणेच योग्य ठरते.

कीटक व रोगांपासून पिकाचे रक्षण करण्यासाठी आजकाल संरक्षक रसायनांचा वापर केला जातो. परंतु सेंद्रीय शेती करणारे शेतकरी सांगतात, की त्यांच्या पिकांना कीटक किंवा रोग यांच्यापासून फारसा त्रासच होत नाही. याचे एक कारण असे असावे, की सेंद्रीय शेतीमुळे जमिनीत खनिजविघटनाचे कार्य जोरात सुरू होते. मातीतल्या खनिजांमध्ये सिलिकेट हा आयन मोठ्या प्रमाणात असतो व खनिजांचे रासायनिक विघटन झाले की तो वनस्पतींना उपलब्ध होतो. सिलिकेटचे मुळांद्वारे शोषण केले जाते व त्यापासून निर्माण होणारा सिलिका हा पदार्थ वनस्पतींच्या पेशिभित्तिकांमध्ये साठविला जातो. सिलिकामुळे त्यांच्या पेशिभित्तिका कणखर होतात, व अशा वनस्पतींना अपाय करणे हे कीटकांना व रोगकारक बुरशांना अवघड जाते.

### नैसर्गिक संरक्षण

परंतु याशिवाय निसर्गात वनस्पती आपले कीटकांपासून कसे संरक्षण करतात याचा अभ्यास करूनही आपल्याला काही उत्तरे सापडू शकतात.

आपल्या देशी तुरीच्या जातींचे बी एप्रिलपासून पुढे अगदी सप्टेंबरपर्यंत पेरले तरी त्यापासून निर्माण होणाऱ्या रोपट्याला ऑक्टोबरमध्येच फुले लागतात. या गुणधर्मांमुळे तुरीच्या शेंगा येण्याचा व बी भरण्याचा काळ हा कोरड्या ऋतूतच येतो. संपूर्ण पावसाळा केवळ शाकीय वाढीत घालवायचा आणि हिवाळ्यात, जेव्हा पाण्याचा तुटवडा भासू लागतो तेव्हा कोरड्या वातावरणात शेंगा व बियांचा विकास घडवून आणावयाचा ही या वनस्पतीची रीत आपल्या कृषिशास्त्रज्ञांना उफराटी वाटली आणि त्यांनी तुरीची लवकर तयार होणारी वाणे निर्माण केली. या वाणांची लागण पावसाळ्यात सुरुवातीस केल्यास पावसाळ्याच्या अखेरपर्यंत त्यांच्या शेंगा तयार होऊन पीक काढणीयोग्य झालेले असते. शेंगा व बियांची वाढ होत असताना जमिनीत पुरेसे पाणी असल्याने या वाणांचे उत्पन्न भरघोस येऊ लागले व त्यामुळे ही वाणे शेतकऱ्यांना लागणीसाठी देण्यात आली. कृषिसंशोधन केंद्रांमध्ये या वाणांची चांगली देखभाल केली जात असल्याने तेथे त्यांचे उत्पन्न चांगले आले पण शेतकऱ्यांच्या शेतात मात्र ही वाणे

अयशस्वी ठरली, कारण शेतकऱ्यांच्या शेतात त्यांच्यावर किडींचा प्रचंड हल्ला होऊ लागला. तुरीवर कीटकनाशके उडवावी लागतील याची शेतकऱ्यांना कल्पनाच नसल्याने ही वाणे बहुतेक ठिकाणी अयशस्वी ठरली. कीटकांना बळी पडणे हा गुणधर्म आपल्या देशी तुरीच्या वाणांमध्येही असतो, पण पावसाळा संपल्यानंतरच्या कोरड्या हवामानात कीटकांची संख्या निसर्गतः आपोआप कमी होत असल्याने उशीरा तयार होणाऱ्या देशी तुरीच्या वाणांवर कीटकांचा हल्ला कमी प्रमाणात होतो व पाण्याचा ताण बसूनही काहीतरी उत्पन्न शेतकऱ्यांच्या हाती लागते. सुमारे ५० वर्षांपूर्वी दक्षिण महाराष्ट्र आणि कर्नाटकाच्या उत्तर भागात ऑगस्ट-सप्टेंबरात कपाशीची पेरणी केली जाई. हा कापूस जानेवारी-फेब्रुवारीत वेचणीला येई. त्याकाळी कीटकनाशके वापरण्याची पद्धत नसल्याने शेतकऱ्यांनी कीटकांचा उपद्रव टाळण्यासाठी मुद्दाम हा हंगाम निवडलेला होता.

### काट्याने काटा

याशिवाय कीटकांच्या उपद्रवाविरुद्ध शेतकऱ्यांनीच निवडलेला आणखी एक उपाय म्हणजे मिरची, लसूण इ. तिखट व तीव्र वासाच्या पदार्थांचा अर्क काढून तो आपल्या पिकावर उडवणे. पूर्वी पिकांवर तंबाखूचे पाणी उडविण्याची पद्धत होती. सध्या निंबोणीचा अर्क उडवावा असे

सांगितले जाते. परंतु मिरची, लसूण, तंबाखू किंवा कडुलिंबू या सर्व वनस्पतींवर कीटकांचा हल्ला होतोच. असे असताना त्यांच्या अर्काने इतर वनस्पतींवरच्या कीटकांचा बंदोबस्त कसा होतो यामागचे वैज्ञानिक तत्व कोणाला उमगलेले दिसत नाही. आपण जर जगातल्या वनस्पतिभक्षक कीटकांची जंत्री केली तर असे दिसेल की जगात एकूण वनस्पतिभक्षक कीटकांच्या सुमारे १ लक्ष प्रजाती आहेत. आपण आपल्या शेतात आढळणाऱ्या कीटकांची नोंद घेऊ लागल्यास असे दिसेल, की कोणत्याही एका पीक प्रजातीवर कीटकांच्या केवळ ५-६ प्रजातीच आढळतात, आणि एका पीकप्रजातीवर आढळणारे किडे सहसा दुसऱ्या पीकप्रजातीवर आढळत नाहीत. याचा अर्थ असा होतो की प्रत्येक वनस्पतीमध्ये निसर्गतःच कीटकनाशक रसायने असतात व त्यांमुळे त्या वनस्पतीचे जवळ जवळ सर्व वनस्पतिभक्षक कीटकांपासून संरक्षण होते, पण हाताच्या बोटावर मोजता येतील अशा ज्या काही निवडक कीटकप्रजातींमध्ये त्या विशिष्ट वनस्पतींमधली विषे पचविण्याची क्षमता आहे, तेवढ्याच कीटकप्रजाती त्या वनस्पतीला अपाय करू शकतात. त्यामुळे एका वनस्पतीप्रजातीचा अर्क हा दुसऱ्या वनस्पतीप्रजातीचे कीटकांपासून रक्षण करतो. एकदा हे तत्व समजले की आपण केवळ तीव्र किंवा कडू वासाच्या वनस्पतींचाच

कीटकनाशासाठी वापर न करता कोणत्याही वनस्पतीचा वापर करू शकतो. तत्वशः कपाशीच्या अकाने कपाशी सोडून, किंवा मोहरीच्या अकाने मोहरी सोडून इतर सर्व पिकांवरील किडींचा बंदोबस्त करता येईल.

वनस्पतींवर पडणाऱ्या बुरशीजन्य रोगांपासून आपला बचाव करण्यासाठी वनस्पती आपल्या पेशींमध्ये फायटोअंलेक्झीन या नावाने ओळखली जाणारी रसायने निर्माण करतात. पण फायटोअंलेक्झीनची निर्मिती होण्यासाठी प्रथम त्या वनस्पतीवर बुरशीचा हल्ला व्हावा लागतो. आपल्यावर एखाद्या बुरशीचा हल्ला झाला आहे हे त्या वनस्पतीला बुरशीच्या पेशींमधील काही विशिष्ट रासायनिक

घटकांमुळे समजते. या रासायनिक घटकांमध्ये कायटीन या पदार्थाचाही समावेश आहे. खेकडे, झिंगे किंवा कोळंबी यांच्या कवचातही हाच पदार्थ असतो. या प्राण्यांच्या कवचाची पूड खताबरोबर शेतात घातली तर पिकावर बुरशीजन्य रोग कमी पडतात असा शेतकऱ्यांचा अनुभव आहे.

अशाप्रकारे वनस्पतींची व निसर्गाची कार्यपद्धती जाणून घेऊन जर शेती केली, तर शेतीवरचा खर्च कमी होईल व तिच्यातून मिळणाऱ्या नफ्यात वाढ होईल.



लेखक : आ. दि. कर्वे, वनस्पतीशास्त्रज्ञ.  
अॅप्रोप्रिएट रूरल टेक्नॉलजी इन्स्टिट्यूट या संस्थेचे संस्थापक संचालक

निर्मळ



# रानवारा

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

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

वंचित विकास संचलित - रानवारा

४०५/९ नारायण पेठ, मोदी गणपतीमागे, पुणे ४११ ०३०.

फोन - २४४५४६५८, २४४८३०५०



# हाडं खिळखिळी करुणारा अंतराळ प्रवास

लेखक : प्रज्ञा पिसोळकर

“दिवसभर मी दूरचित्रवाणीला खिळलो होतो. ‘डिस्कव्हरी’ चे सर्व अंतराळवीर सुखरूप परतले. ‘नासा’ ची मोहिम फत्ते झाली! आता मी निश्चित झालो.” दिवंगत कल्पना चावलाचे वडील सांगत होते.

अडीच वर्षांपूर्वीचीच गोष्ट. कोलंबिया यान पृथ्वीवर परतत होते. आकस्मिक त्याच्या ठिकऱ्या ठिकऱ्या झाल्या. कल्पनाचा या अपघातात चटका लावणारा मृत्यू झाला. यावेळी मात्र डिस्कव्हरी मोहिमेची प्रमुख एलिन कॉलिन्स व सहकारी अंतराळयात्री सुरक्षितपणे उतरले. वृद्ध बी. चावलांनी निश्वास सोडला.

## अंतराळ प्रवासातील धोके

अंतराळ प्रवास म्हणजे जीवावर उदार होऊन केलेले साहस. अंतराळ प्रवाश्यांना प्रामुख्याने दोन मोठ्या धोक्यांना तोंड द्यावे लागते.

१) अंतराळात वैश्विक किरणांचा वर्षाव होत असतो. त्या हानिकारक प्रारणांमुळे मोतीबिंदू होऊ शकतो. अंतराळवीर दृष्टी गमावू शकतात.

२) अंतराळात पृथ्वीचे गुरुत्वाकर्षणाचे

बल नगण्य असते. वजनरहित अवस्था असते. त्यामुळे हाडांची झीज वेगाने होते.

या धोक्यामुळे सध्या तरी थोड्या काळासाठीच अंतराळात राहता येते. ‘डिस्कव्हरी’ ने अंतराळात केवळ चौदा दिवसांसाठीच मुक्काम केला. नजीकच्या भविष्यात अधिक काळ अंतराळात राहणं अपरिहार्य होणार आहे. मंगळावर पदार्पण, चंद्रावर वास्तव्य, अंतराळ स्थानकात मुक्काम या त्या योजना आहेत.

मंगळ पृथ्वीपासून सुमारे सात कोटी च्याऐंशी लाख किलोमीटर्स अंतरावर आहे. त्यावर जाऊन यायला कमीत कमी एक वर्ष तरी लागेल असा अंदाज आहे.

## हाडांची झीज

पृथ्वीवर मानवाच्या हाडीमाशी गुरुत्वाकर्षण रुजलंथ. ते हाडांना भरीव राहण्यास मदत करते. अंतराळात मात्र ते शून्य असते. वजनरहित अवस्थेत वावरणारे अंतराळवीर आपण दूरचित्रवाणीवर पाहिले असतील. त्यामुळे त्यांची हाडं ठिसूळ होतात. पृथ्वीवरही अस्थिछिद्रतेच्या विकाराने



खराब झालेले हाड  
नष्ट करणाऱ्या पेशी

नवीन प्रथिने आणून  
झीज भरून काढणाऱ्या पेशी

अस्थिछिद्रतेमध्ये हाड नष्ट करणाऱ्या पेशी वाढतात तर झीज भरून काढणाऱ्या कमी होतात.

पछाडलेले रोगी असतात. त्यांच्या हाडाची झीज दर १० वर्षांत २ ते ३% होते. पण अंतराळ यात्रीमध्ये हे प्रमाण दर महिन्याला २% असते! (म्हणजे वर्षाला २४%) वर्षभरात मंगळावर जाऊन यायचं म्हणजे हाडांची चाळणीच करून घेणं की! मंगळ तरी पृथ्वीच्या जवळचा ग्रह. आपल्याच सूर्यमालेतील इतर ग्रहांवर जायला अक्षरशः हाडं झिजवायलाच लागणार ना!

### हाडांची घनता व व्यायाम

विशेषतः रजोनिवृत्तीला सामोऱ्या जाणाऱ्या स्त्रियांना अस्थिछिद्रतेशी सामंन्य करावा लागतो. पृथ्वीवर या अवस्थेला तोंड देणं शक्य तरी आहे हो. त्यासाठी १) आहारातील कॅल्शियमचे प्रमाण वाढवितात. कॅल्शियमच्या गोळ्या देतात. २) वजन उचलून व्यायाम करतात. अशा ताकदीच्या व्यायामांमुळे हाडांची घनता वाढते. अस्थिछिद्रता कमी होते.

पण अंतराळात असते वजनरहित अवस्था. डम्बेल्सही अंतराळयानात तरंगत असणार. मग 'उचलणे' ही बाबच तेथे

अशक्य. अंतराळात कितीही व्यायाम केला तरी अस्थिछिद्रतेला प्रतिबंध होणार नाही.

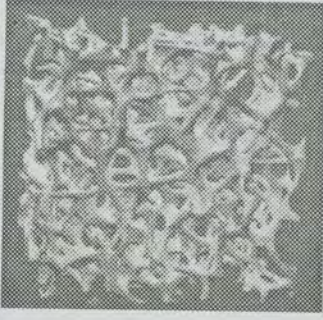
### शेपिरोंचे संशोधन

युनिफॉर्मर्ड सर्बिहसेस विश्वविद्यालय, मेरीलँड येथील के. जे. शेपिरो व त्यांचे सहकारी संशोधक या प्रश्नाचा गुंता उकलत आहेत. त्यांच्या हाती 'जोलड्रोनेट' नावाचं जादुई औषध लागलय. हाडांच्या विशिष्ट प्रकारच्या कॅन्सरमध्ये 'जोलड्रोनेट' चा उपयोग होतो. ते हाडांमधील ट्यूमर्सच्या वाढीला प्रतिबंध तर करतेच. पण हाडांना ठिसूळपणापासूनही वाचविते.

शेपिरोंनी पाठीच्या कण्याला इजा झालेल्या रुग्णांचा अभ्यास केलाय. अंतराळातील वजनरहित अवस्थेचा पाठीच्या कण्यावर होणारा परिणाम अभ्यासण्यासाठी हे रुग्ण म्हणजे आदर्श नमुने आहेत. कारण या रुग्णांमध्ये व अंतराळ प्रवाश्यांमध्ये हाडांची झीज होण्याचा वेग साधारणतः सारखाच असतो.

शेपिरोंनी या रुग्णांचे दोन गट केले. 'अ' गटातील रुग्णांना त्यांनी जोलड्रोनेट दिले





सामान्य हाडांची रचना (अनेक पट मोठी करून दाखविलेली) अस्थिछिद्रतेमुळे होणारा बदल

नाही. 'ब' गटातील रुग्णांना जोलड्रोनेट नियमितपणे दिले. दोन्ही गटातील रुग्णांच्या फीमरच्या (मांडीचे हाड) वजनाचा त्यांनी तुलनात्मक अभ्यास केला. 'अ' गटातील रुग्णांच्या फीमरचे वजन एका वर्षात १६ ते १८ टक्क्यांनी कमी झाले. 'ब' गटातील रुग्णांच्या फीमरचे वजन एका वर्षात मात्र ६ टक्क्यांनीच कमी झाले. जोलड्रोनेट हाडांच्या न्हासाला प्रतिबंध करते हे सिद्ध झालं. जोलड्रोनेट नेमक्या कशा प्रकारे हा परिणाम घडविते हे शोधण्यात सध्या शेपिरो हाडाची काडं करत आहेत.

शेपिरोंनी 'अमेरिकन सोसायटी फॉर बोन अँड मिनरल रिसर्च' च्या वार्षिक बैठकीत आपल्या संशोधनाचे निकाल जाहीर केले. 'मानवाने मंगळावर पदार्पण करण्याच्या दिशेने एक पाऊल उचलेलं आहे' असा आशावादही त्यांनी व्यक्त केला. अंतराळयार्त्रींना या संशोधनाचा फायदा

होवो वा न होवो. पण पाठीच्या कण्याला इजा झालेल्या रुग्णांना तरी जोलड्रोनेट एक वरदानच आहे.

### संशोधनाच्या मर्यादा

जोलड्रोनेट प्रत्यक्ष अंतराळ प्रवासात वापरण्याच्या दृष्टीने 'नॅशनल स्पेस बायोमेडिकल रिसर्च' ही संस्था प्रयत्नशील आहे. त्यामुळे जोलड्रोनेटचे नेमके परिणाम अभ्यासता येतील. पण अंतराळ प्रवास अत्यंत अनिश्चित व महागडे असतात. म्हणून अद्याप असा अभ्यास शक्य झालेला नाही.

### स्पेस टॉक्सिकॉलॉजी

स्पेस टॉक्सिकॉलॉजीमध्ये अंतराळवीरांच्या सुरक्षिततेची काळजी घेणाऱ्या विषयांबाबत संशोधन चालते. दीर्घकाळ अवकाशात प्रवास करणाऱ्या अंतराळवीरांच्या बाबतीत अनेक गोष्टींचा एकत्रित विचार करायला हवा. उदाहरणार्थ,

१) अंतराळयानात, किंबहुना अंतराळवीरांच्या 'स्पेस सूट' (अंतराळात

घालायचा पोषाख) मध्येच कृत्रिम गुरुत्वाकर्षण निर्माण करणे.

२) अंतराळवीरांच्या आहारात आवश्यक त्या पूरक पदार्थांची (कॅल्शियम सारख्या) खास योजना करणे. ठराविक मात्रेत त्यांना जोलड्रोनेटसारखी औषधं देणे.

३) अंतराळातील प्रारणांचा, विषारी घटकांचा, गुरुत्वाकर्षणाचा विचार करून खास प्रकारचा 'स्पेस सूट' विकसित करणं.

### समारोप

शेपिरींसारखे 'हाडाचे' शास्त्रज्ञ अनेक अडचणींतून मार्ग काढतील. नर्जीकच्या भविष्यकाळात 'मंगळ' मानवाने पादाक्रांत

केला असेल. इतकंच काय तर, मानवासह अवकाश यानं काही प्रकाशवर्ष अंतर पार करतील, आपल्या आकाशगंगेशेजारील आकाशगंगांच्या दिशेने झेपावतील ! (मित्रांनो, तुम्हीही झटपट कामाला लागा. एक प्रकाशवर्ष म्हणजे किती कि.मी. ते सांगा. आपल्या सर्वात जवळच्या आकाशगंगेचं नाव सांगा. या अंकात इतरत्र उत्तरं दिली आहेत.)

आधार : स्रोत

लेखक : प्रज्ञा पिसोळकर (एमएस्सी)  
चिंचवड येथे फिटनेस सेंटर चालवितात.  
ट्रेकिंग, वाचन, लेखन यांची आवड

### अंतराळ प्रवासाचा माणसावर होणारा शारीरिक परिणाम

अब्जावधी वर्षांपासून मानवाला पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षण शक्तीच्या प्रभावात राहण्याची सवय लागली. आपल्या शरीराच्या प्रत्येक चौ.सें.मी. भागावर वातावरणाचा एक किलो भार असतो. त्यामुळे आपल्याला यापेक्षा कमी किंवा अधिक भार सहन होत नाही.

अंतराळात वजनविरहित अवस्था प्राप्त होते. वजनविरहित अवस्था हा अत्यंत तापदायक अनुभव असतो. या काळात दिशा कळत नाही. डोके जड होते. हालचालींवर नियंत्रण रहात नाही. गुरुत्वाकर्षण नसल्यामुळे शरीराच्या खालच्या भागाला, पायांना होणारा रक्तपुरवठा थांबतो. पायांवर, चेहऱ्यावर सूज येते. वजनविरहित अवस्थेत पाठीच्या मणक्यांच्या दरम्यान असलेले अंतर वाढते. त्यामुळे माणसाची जंची सुमारे १ सें.मी. ने वाढते. अवकाश भ्रमणाच्या काळात अवकाशयात्रींचे वजन ३ टक्क्यांनी घटते.

अंतराळप्रवास अनेक आठवडे चालू राहिल्यास अनेक गंभीर समस्या उद्भवतात. दीर्घकाळ वजन विरहित अवस्थेत राहिल्याने हाडांमधील कॅल्शियमचे प्रमाण घटते. स्नायूंचा बळकटपणा कमी होतो. पृथ्वीवर स्नायू शरीराला सरळ ठेवण्यासाठी सतत गुरुत्वाकर्षण शक्तीशी संघर्ष करत असतात. त्यामुळे ते सतत कार्यरत व सशक्त राहतात. अवकाशात हा दुष्परिणाम टाळण्यासाठी अंतराळवीरांना सतत व्यायाम करावा लागतो. त्यासाठी यानात एकाच ठिकाणी स्टेशनरी सायकल किंवा ट्रेडमिल (धावण्याचे यंत्र) ठेवलेली असते.

# कुणी आहे तिथे !



फार पूर्वीपासून म्हणजे अगदी आदि-मानवापासून माणसाला प्रश्न पडू लागले. त्या प्रश्नांची उत्तरे शोधता शोधता विज्ञानाची प्रगती होऊ लागली. वेगवेगळे शोध लागू लागले. ह्या शोधातूनच पुन्हा नवीन प्रश्न आणि त्या प्रश्नांची नवीन उत्तरे वैज्ञानिकांच्या डोक्यात येऊ लागली.

विज्ञानाची सर्व अंगांनी म्हणजे सर्व शाखांमध्ये प्रगती होत असतानाच नव-नवीन शाखा उपशाखा (एखाद्या झाडाला नवीन फांद्या-पाने फुटतात तशा) तयार होऊ लागल्या. ह्या नवीन विज्ञान शाखा उपशाखांमध्ये नवनवीन विचार प्रवाह वाहू लागले.

ह्या विज्ञान शाखांमध्ये एक शाखा आहे.

अवकाश-विज्ञान. ह्यात आपली सूर्यमाला-त्यातील ग्रह, आपल्या आजूबाजूचे अवकाश आणि जवळचे लांबचे तारे, दीर्घिका ह्याचा अभ्यास केला जातो. तसाच आणखी एका प्रश्नाचा अभ्यास केला जातो, तो म्हणजे पृथ्वी ग्रहावर प्राणी-वनस्पती ह्यांची जीवसृष्टी आहे तशी आणखी कुठल्या ग्रहावर जीवसृष्टी आहे का ? ती आपल्या एवढी प्रगत आहे की नाही ? ते कसे असतील ? त्याची भाषा कशी असेल ?

आपल्याला जे आकाश दिसते किंवा दुर्बिणीतून पाहू शकतो अशा १०० बिलियन्स (१००x१०<sup>९</sup>) दीर्घिका आहेत. त्यात सरासरीने २५० बिलियन्स तारे आहेत.



परग्रहांवरील स्थितीचा अंदाज घेऊन तेथील प्राण्यांबद्दल शास्त्रज्ञांनी वेगवेगळ्या कल्पना केल्या. लहान ग्रहांवरच्या विरळ वातावरणातील उंच उंच प्राण्यांच्या मोठ्या नाकपुड्या आणि मोठी छाती.

त्यांच्याभोवती आपल्या सूर्यमालेप्रमाणे ग्रह फिरत असतील आणि त्या ग्रहांवर कुठेतरी आपल्याप्रमाणे जीवसृष्टीही असण्याची शक्यता आहे.

काहींचा तर असा अंदाज आहे की आपल्याच आकाशगंगेत अंदाजे दहा लाखांपेक्षा जास्त अशा संस्कृती नांदत असतील. त्यातील काही, तांत्रिक गोष्टींमधे आपल्यापेक्षाही जास्त प्रगत अशा असतील.

आपण आपल्या पृथ्वीवरून अशा संस्कृतींना भेटण्यासाठी अवकाश याने त्यांच्या दिशेने पाठविलीही. आपले स्थान

किंवा आपला पत्ता हे सर्व त्या यानांतून अवकाशात पाठवलेले आहेच.

आपल्याला जशी 'त्यांना' (ज्या संस्कृतीला) भेटण्याची इच्छा आहे तशी त्यांना पण आपल्याला भेटावे असे वाटत असेल का? आणि जर त्यांना भेटावे असं वाटत असेल तरी ते आपल्याशी संपर्क का करत नाहीत? ह्याची वैज्ञानिकांनी काही संभाव्य कारणे दिली आहेत ती पुढील प्रमाणे.

१) आपण आत्ता कुठे अवकाशात पाऊल ठेवायला सुरवात केली आहे म्हणजे आपण (आपली संस्कृती) खूप मागासलेले असण्याची शक्यता आहे. त्यामुळे 'गॅलॅक्सी प्रोटेक्शन लॉ ऑफ अँडव्हान्स सिव्हीलायझेशन' च्या नियमाने आपल्याला भेटायची किंवा आपल्याशी संवाद, संपर्क साधण्याची 'त्यांना' बंदी असेल.

२) 'ते' (इतर ग्रहवासी) आपल्या न कळत आपल्याला भेट देऊन जात असतील.

३) 'ते' आपल्या ग्रहाला अधूनमधून 'दीर्घिकेचे सर्वेक्षण' या कार्यक्रमात भेट देत असावेत. ते सुद्धा कित्येक लाख वर्षांतून एकदा. (काही शास्त्रज्ञांच्या मते 'त्यांची' शेवटची भेट २० लाख वर्षांपूर्वी झाली होती.)

४) आकाशगंगेत २५० बिलियन्स तारे आहेत, त्यातील एका कोपऱ्यातील आपली साधी सूर्यमाला आणि त्यातील तीन क्रमांकाचा ग्रह पृथ्वी, त्यावरची आपली



जीवसृष्टी आहे. त्यामुळे एखाद वेळेस आपण 'इथे' आहोत हेच मुळी 'त्यांना' (परग्रहवासीयांना) माहित नसण्याची शक्यता आहे.

५) ह्या अनंत संस्कृती एकमेकींपासून शेकडो प्रकाशवर्षे दूर आहेत. इतक्या दूर अंतरापर्यंत 'प्रत्यक्ष' प्रवास करणे अशक्य आहे. आपल्या जवळची तांत्रिकदृष्ट्या प्रगत संस्कृती सुमारे ३०० प्रकाशवर्षे इतक्या अंतरावर आहे. (अवकाशातील ग्रहगोलांची प्रचंड अंतरे मोजण्यासाठी प्रकाशवर्ष हे एकक वापरले जाते. एक प्रकाश वर्ष म्हणजे प्रकाशाने एका वर्षात कापलेले अंतर होय.)

६) शास्त्रज्ञांच्या म्हणण्यानुसार दीर्घिकेच्या मध्याजवळ ताऱ्यांची संख्या जास्त आहे त्यामुळे जीवसृष्टी असलीच तर ती साधारणपणे केंद्राभोवतीच जास्ती करून असू शकेल. फारच थोड्या संस्कृती किंवा

जीवसृष्टी या दीर्घिकेच्या कडेला (बाहेरच्या बाजूला) असू शकतील. (आपली आकाशगंगा हीसुद्धा एक दीर्घिकाच आहे आणि आपली सूर्यमाला ही ह्या आकाशगंगेच्या एका टोकाला कडेला आहे.)

त्यामुळे अतिप्रगत तंत्रज्ञान वापरून जरी प्रवास करण्याचा वेग प्रकाशाच्या वेगापेक्षा जास्त केला तरी त्या संस्कृतींना किंवा 'त्यांना' भेटणं हे शक्य नाही.

इतर ग्रहांवर असलेल्या जीवसृष्टीच्या संस्कृती खूप खूप जुन्या आहेत त्यामुळे त्यांचे ज्ञान आपल्यापेक्षा इतके प्रचंड असू शकेल की त्यांना ह्या पूर्ण विश्वाची सगळी माहिती असू शकेल. त्यामुळे त्यांना आपल्या पृथ्वीवरच्या त्यांच्या दृष्टीने नुकत्याच जन्माला आलेल्या जीवसृष्टीबद्दल किंवा संस्कृती बद्दल कोणतीही उत्सुकता उरलेली नाही. याउलट आपण 'त्यांच्या' दृष्टीने लहान असल्याने आपल्याला त्यांना भेटण्याची उत्सुकता आहे. (जसे लहान मुलाला प्रत्येक गोष्टीबद्दल उत्सुकता असते तशी प्रौढ माणसाला नसते त्याप्रमाणे.)

८) पृथ्वीचा अंदाजे इतिहास ४.६ बिलियन वर्षे इतका आहे. इतक्या वर्षात फक्त 'मानव' हा एकच जीव प्रगत मेंदू असलेला उत्क्रांत झालेला आहे. त्यामुळे लाखो ग्रहांवर जरी जीवसृष्टी असली तरी त्यामधे कोणीही बुद्धिवान असा जीव उत्क्रांत

झालेला नसावा.

९) विश्वामधे परग्रहावर जीवसृष्टी असणे अगदी शक्य असले तरी तंत्रज्ञान आणि बुद्धिमत्ता ह्यांनी प्रगत झालेली संस्कृती कुठेतरी असणे ही शक्यता अगदी अंधुक

अशी आहे.

ही काही कारणे असली तरी 'सेटी' (SETI) Search for Extra Terrestrial Intelligence.) ह्या कार्यक्रमाअंतर्गत खगोल-वैज्ञानिकांचे प्रयत्न चालूच आहेत. ह्या प्रयत्नांत शास्त्रज्ञ सर्व जगभर

### ड्रेक समीकरण

$$(N = N^* f_p n_e f_1 f_c f_l)$$

ह्या समीकरणात अनेक N आणि त्याबरोबर वेगवेगळी चले त्याने वापरलेली आहेत. त्यांचे स्पष्टीकरण पुढीलप्रमाणे देता येईल.

**N** - ज्या दीर्घिकेतून जीवसृष्टीचे, संस्कृतीचे रेडियो संदेश येऊ शकतील अशा संस्कृतींची संख्या.

**N\*** - दीर्घिकेत (आकाशगंगेत) असणाऱ्या ताऱ्यांची संख्या.

**f<sub>p</sub>** - त्या ताऱ्यांपैकी ज्यांना ग्रह आहेत त्यांची संभाव्य संख्या.

**n<sub>e</sub>** - ज्या ग्रहांवर जीवसृष्टी वाढू शकेल असे वातावरण असणाऱ्या ग्रहांची संख्या. (ह्यात तो ग्रह पृथ्वी एवढ्या आकाराचा आणि त्या ग्रहाच्या सूर्यापासून योग्य अंतरावर असणारा व वातावरणही आहे असा असावा.)

**f<sub>1</sub>** - ज्या ग्रहांवर प्रत्यक्ष जीवसृष्टी तयार होऊ शकेल अशा संभाव्य ग्रहांची संख्या.

**f<sub>i</sub>** - ज्या ग्रहांवरील जीवसृष्टीत, बुद्धीमान जीव उत्क्रांत झाला आहे अशा ग्रहांची संभाव्य संख्या.

**f<sub>c</sub>** - ज्या संस्कृती तंत्रज्ञानाने विकसित झाल्या असून आपल्या अस्तित्वाबद्दल अवकाशात पकडता येतील असे संदेश पाठवू शकणाऱ्या संभाव्य संस्कृतींची संख्या.

**f<sub>l</sub>** - अशा प्रगत संस्कृती किती वेळासाठी असे संदेश अवकाशात पाठवतात तो कालावधी.

असे हे बरेचसे किचकट पण महत्त्वाचे असे 'ड्रेक समीकरण.' या समीकरणाने असे म्हणता येते की आकाशगंगेत तंत्रज्ञान विकसित झाले आहे अशा १० मिलीयन्स संस्कृती नांदत आहेत.

उभारलेल्या वेधशाळा आणि अतिशय प्रभावी अशा रेडिओ दुर्बिणी ह्यांच्या सहाय्याने वेगवेगळा अभ्यास करत आहेत, आणि रेडिओ लहरींद्वारे काही संदेश आपल्याकडे येत आहेत का? ह्याची वाट पाहात आहेत.

साधारणपणे आपल्या सर्वात जवळची संस्कृती ही आपल्यापासून ३०० प्रकाशवर्षे इतकी दूर आहे. म्हणजे आपण पाठवलेली माहिती त्या संस्कृतीला मिळायला ३०० वर्षे लागतील आणि समजा त्यांचं उत्तर आलंच तर ते उत्तर आपल्यापर्यंत येईपर्यंत पुन्हा ३०० वर्षे लागतील म्हणजे एकूण ६०० वर्षे ह्या सगळ्या गोष्टी होण्यासाठी हवी आहेत. (आणि पृथ्वीवरच्या माणसाचे आयुष्य ७०-८० वर्षे असे आपण मानतो.) तरी वैज्ञानिकांनी आपले प्रयत्न सोडलेले नाहीत.

ह्यामध्ये सगळ्यात पहिले प्रयत्न अमेरिकन खगोल वैज्ञानिक फ्रँक ड्रेक ह्याने १९६० साली (SETI) सेटी या कार्यक्रमात 'ओझेमा' (Ozma) ह्या प्रकल्पाखाली केले. ह्यासाठी त्याने 'ताऊ सेटी' (Tau-Ceti) आणि

'एप्सिलॉन इरीडानी' (Epsilon Eridani) ह्या दोन ताऱ्यांचे दोन आठवडे रेडियो दुर्बिणीद्वारे सतत निरीक्षण केले.

या निरीक्षणातूनच त्याने १९६१ साली विश्वात जीवसृष्टी किती ठिकाणी असू शकेल याचे एक सूत्रच बनवले ते ड्रेक समीकरण म्हणून प्रसिद्ध आहे.

परग्रहावरच्या जीवाने पृथ्वीला भेट दिली ह्याचा एकही वैज्ञानिक पुरावा मानवाच्या इतिहासात अजूनपर्यंत तरी नाही तरीसुद्धा...

आपण वाट पाहत रहायचे. पण आज ना उद्या त्या रेडिओ लहरी आपल्यापर्यंत येतीलच आणि मग कुणी सांगावं 'त्या आपल्या शेजाऱ्यांमुळे' काय काय आणि कसे कसे बदल होतील ते.

(सायन्स रिपोर्टर एप्रिल २००५ मधील के. संदीप ह्यांच्या लेखावरून साभार.)

लेखक : शशी बेडेकर वामनराव मुरांजन हायस्कूल, मुलुंड येथे शिक्षक विद्यार्थ्यांसाठी अनेक विज्ञानविषयक पुस्तके प्रसिद्ध.

### मागच्या लेखातील प्रश्नांची उत्तरे

- १) प्रकाशाचा वेग = ३ लाख कि.मी. प्रति सेकंद म्हणजेच  
१ प्रकाश वर्ष =  $९.३ \times १०^{१२}$  कि.मी. ..अंदाजे दहा हजार अब्ज किलोमीटर
- २) आपल्याला सर्वात जवळची आकाशगंगा म्हणजे देवयानी (अँड्रोमिडा गॅलॅक्सी)

# विज्ञान म्हणजे काय ?

न्यूयॉर्क येथे १९६६ मध्ये नॅशनल सायन्स टीचर्स असोसिएशनच्या वार्षिक अधिवेशनात डॉ. फाईनमन यांचे What is Science ? या विषयावर व्याख्यान झाले. त्यातील काही भागाचा यशश्री पुणेकर यांनी केलेला अनुवाद.

मी खूप लहान होतो. किती वर्षांचा ते मला आठवतसुद्धा नाही. माझ्याकडे एक गाडी होती. मी ती ओढत ओढत खेळत होतो. तेवढ्यात माझ्या एक गोष्ट लक्षात आली. माझ्या गाडीच्या हौद्यात एक बॉल होता. तो गाडीबरोबर हलायचा नाही. मी बाबांना विचारलं, “बाबा मी जेव्हा गाडी ओढतो तेव्हा हा बॉल मागे जातो आणि गाडी पळवता पळवता मी जेव्हा थांबतो तेव्हा बॉल पुढे येतो. असं का ?”

आता याचं उत्तर लहान मुलाला काय देणार ? ते म्हणाले, “का, ते सांगता येणार नाही. असं नेहमीच बऱ्याच गोष्टींचं होतं. हलत्या वस्तूचा हलतच राहण्याचा कल असतो आणि स्थिर वस्तू स्थिर राहण्याचा प्रयत्न करते. तू जरा लक्ष देऊन बघ. जेव्हा थांबलेली गाडी तू ओढतोस तेव्हा बॉल खरं म्हणजे मागे जात नाही. पण तू गाडीइतक्या वेगाने सुरूवात करत नाही, थोडासाच पुढे येतो. सर्वच वस्तू स्वतःची मूळ स्थिती सोडायला तयार नसतात. त्याला ‘जडत्व’ असं म्हणतात.” मी हे सगळं परत करून

बघितलं आणि बॉल मागे जात नाही याची खात्री करून घेतली. आपल्याला समजू शकतो असा एखादा गुणधर्म आणि त्याला दिलेलं नाव यातला फरक त्यांनी मला अगदी स्पष्टपणे सांगितला.

या नाव आणि शब्दांच्या खेळावरून मला एक गोष्ट आठवली. आम्ही सुट्टीत डोंगरावर जायचो. शनिवारी-रविवारी बाबांना वेळ असायचा तेव्हा बाबा मला जंगलात फिरायला न्यायचे. आम्ही फिरायला गेलो की बाबा मला खूप गोष्टी दाखवायचे. निसर्गातल्या अनेक गोष्टी मी तिथेच शिकलो आणि ती एक पद्धतच पडली. माझ्या काही मित्रांनाही आमच्या बरोबर यायचं असायचं. पण बाबा नको म्हणायचे कारण एका विद्यार्थ्याला माझे वडील छान समजावून सांगायचे पण जास्त मुले झाली की ते जमत नसे. त्यामुळे आम्ही दोघंच जायचो.

पण इतर मुलांच्या आया स्वस्थ बसत नसत. त्याही आपल्या नवऱ्यांना मुलांना जंगलात फिरायला न्यायचं फर्मान सोडायच्या. मग इतरही मुलं आणि त्यांचे



वडील रविवारी दुपारी जंगलात फिरायचे.

एकदा आम्ही शेतात खेळत होतो. एक मुलगा म्हणाला, “ए, तो बघ पक्षी. त्याचं नाव काय असेल?”

मी म्हणालो, “मला तर काही माहिती नाही बुवा”

तो म्हणालो, “अरे हा तर करड्या गळ्याचा श्रश आहे. तुझे वडील तुला काहीच विज्ञान शिकवत नाहीत वाटतं.”

मी स्वतःशीच हसलो कारण माझ्या बाबांनी मला कधीच शिकवलां होतं की वस्तूचं नाव आपल्याला वस्तूबद्दल फारशी माहिती देत नाही. ते म्हणाले होते “हा बघ करड्या गळ्याचा श्रश. जर्मनीत ह्याला हॉलसेंप्युगेल म्हणतात तर चायनीज लोक त्याला चंगलिंग म्हणतात. तुला जरी ही सगळी नावं पाठ झाली तरी तुला त्या पक्ष्याबद्दल कितीसं कळणार? फक्त त्या पक्ष्याला लोक किती नावांनी हाक मारतात इतकंच कळेल. हा श्रश पक्षी गातो, आपल्या पिळ्ळांना उडायला शिकवतो आणि उन्हाळ्यात शेकडो मैल उडत देशापार जातो. तो मार्ग कसा शोधतो हे अजूनही कोणाला समजलेलं नाही.” इत्यादी...

म्हणजेच एखाद्या वस्तूचं नाव आणि ती वस्तू यात फरक नक्कीच आहे.

**विज्ञान आणि त्याची भाषा**

आता मी मध्येच जरा शब्द आणि व्याख्यांबद्दल बोलतो कारण शब्द शिकणं,

लक्षात ठेवणं हेही आवश्यक असतं.

हे काही विज्ञान नाही, पण याचा अर्थ असा नाही की आपण व्याख्या, भाषा शिकायचीच नाही. काय शिकायचं, शिकवायचं या वेगळ्या गोष्टी आहेत. आणि विज्ञान कशाला म्हणायचं ही वेगळी गोष्ट आहे. सॅटीग्रेडचं फॅरनहीटमध्ये रूपांतर करायला शिकणे म्हणजे विज्ञान नव्हे. ते शिकणं आवश्यक आहे पण फक्त ते शिकणे म्हणजे विज्ञान नाही.

आता असं बघा, तुम्ही जर ‘कला म्हणजे काय’ या विषयावर बोलत असाल तर कला म्हणजे ‘३-बी ही पेन्सील ही २एच पेन्सीलपेक्षा मृदू असते’ हे कला शिकणं नक्कीच नाही. एक माहिती म्हणून शिक्षकांनी ते जरूर सांगावं. पण खरं म्हणजे दोन्ही पेन्सिली वापरल्यावर ते लगेचच लक्षात येतं. कोणी वेगळं सांगायची गरज नसते.

एकमेकांशी बोलण्यासाठी भाषेचा, शब्दांचा वापर आपण करतो. विज्ञान आपण भाषेतून, शब्दातूनच शिकतो. विज्ञान शिकायचं ते एक साधन आहे. पण आपण व्याख्या शिकवताना फक्त भाषा शिकवतो, ते विज्ञान नसतं. त्यामुळे कधी आपण व्याख्या शिकवतोय आणि कधी विज्ञान शिकवतोय याकडे लक्ष दिले पाहिजे.

आता हा मुद्दा आणखी स्पष्ट करण्यासाठी मी एक शास्त्राचं पुस्तक घेतो. खरं म्हणजे त्यातल्या चुका काढणं हे फारसं चांगलं नाही

कारण अशा तऱ्हेच्या अनेक चुका अनेक ठिकाणी दिसतात.

हे एक उत्तम प्रतीचं शास्त्राचं पुस्तक आहे. पण या उत्तम पुस्तकाच्या पहिल्याच धड्यात दुर्दैवाने विज्ञान काय आहे याबाबत चुकीची संकल्पना मांडली आहे. यात एक किल्ली दिल्यावर फिरणारा खेळण्यातला कुत्रा आहे. किल्लीपाशी हात दाखवला आहे नंतर कुत्रा फिरताना दाखवला आहे. शेवटच्या चित्राखाली लिहिलंय “हे खेळणं कशामुळे फिरू शकतंय ?” नंतर एका खऱ्या सजीव कुत्र्याचं चित्र दाखवून ह्याची हालचाल कशामुळे होते ? असं विचारलंय. हाच प्रश्न मोटारबाईक आणि इतर काही चित्रं दाखवून विचारला आहे.

मला वाटलं शास्त्र शिकण्याची (भौतिक, जीव, रसायन इ.) पूर्वतयारी म्हणून त्यांनी हे सगळं दिलंय - पण ते तसं नव्हतं. या प्रश्नाचं उत्तर त्यांनी शिक्षक पुस्तिकेत दिलं होतं - त्याची हालचाल ऊर्जेमुळे होते ! मी चक्रावलो.

ऊर्जा ही एक संदिग्ध संकल्पना आहे ती कळणं फार म्हणजे फारच कठीण आहे. ती समजावून घेतल्याशिवाय तिचा वापर करणे योग्य ठरणार नाही. ऊर्जेमुळे वस्तूची हालचाल होते हे विधान म्हणजे ‘देवामुळे हालचाल होते’ किंवा ‘हे आत्म्याचे काम आहे’ असे म्हटल्यासारखे आहे. खरं म्हणजे ऊर्जेमुळे वस्तूची हालचाल थांबते असंही

म्हणता येईल.

याकडे जरा वेगळ्या तऱ्हेनं बघू या. ऊर्जेची व्याख्या उलट रितीने करून पाहू. एखादी गोष्ट हलते आहे म्हणजे तिच्यामध्ये ऊर्जा आहे. ती ऊर्जेमुळे हलते. जडत्वाच्या संकल्पनेप्रमाणेच ही खूपच संदिग्ध कल्पना आहे.

आणखी थोडं स्पष्ट करतो - जर एखाद्या मुलाला विचारलं की खेळण्यातला कुत्रा कसा फिरतो तर सामान्यपणे तो काय उत्तर देईल ? उत्तर असं असेल - की किल्ली फिरवल्यावर स्प्रिंग गुंडाळली जाते. ती उलगडताना कुत्रा फिरतो.

विज्ञान शिकवण्याचा सोपा मार्ग सांगू ? एखादं खेळणं घ्या, उघडा. ते कसं फिरतं, हालतं ते बघा. त्याचं यंत्र, स्प्रिंग, तरफा, दातेरी चाकं कसं काम करतात ते जाणून घ्या. त्या खेळण्याची रचना, चक्रांची जुळणी आणि इतर गोष्टी समजावून घ्या.

समजा त्या पुस्तकाच्या उदाहरणात एखाद्या विद्यार्थी म्हणाला, ‘मला नाही वाटत की ऊर्जेमुळे त्यांची हालचाल होते, तर मग ही चर्चा पुढे काय वळण घेईल ? तुम्ही एखादी संकल्पना शिकवताय का फक्त व्याख्या शिकवताय, हे शोधण्यासाठी एक चाचणी आहे. ती अशी - तुम्ही असं सांगायचं, “आत्ता आपण शिकलेल्या व्याख्यांमधला एकही शब्द न वापरता आपण जे काही शिकलो ते तुमच्या शब्दात मांडा.

‘ऊर्जा’ हा शब्द न वापरता कुत्र्याच्या हालचालीबाबत तुम्ही सांगू शकाल का? नाही ना? मग तुम्ही काहीसुद्धा शिकला नाहीत.

आत्ताच तुम्हाला शास्त्र वगैरे शिकायचं नसलं, व्याख्या शिकायच्या असल्या तरी हरकत नाही. पण अगदी पहिल्या धड्यापासून अशा रितीनं शिकवणं म्हणजे संपलंच! मला वाटतं सुरुवातीला प्रश्नाचं अगदी ठराविक साच्यातलं उत्तर द्यायला शिकणं फारसं चांगलं नाही. अशी ठराविक उत्तरं त्या पुस्तकात भरपूर आहेत.

‘गुरुत्वाकर्षणामुळे वस्तू खाली पडते’ किंवा ‘बुटांचे तळ घर्षणामुळे झिजतात’ इत्यादी बुटाचा तळ रस्त्यावरच्या खडबडीत पृष्ठभागावर घासला जातो आणि त्यामुळे त्याचे छोटे छोटे कण निघून येतात. पण फक्त ‘घर्षणाने बूट झिजतो’ म्हणणं योग्य नाही कारण ते विज्ञान नाही.

माझे वडील ऊर्जेशी संबंधित खेळ मला देत. पण माझी ऊर्जेबद्दलची संकल्पना स्पष्ट झाल्यावरच त्यांनी तो शब्द वापरला. मला माहिती आहे त्यांनी काय केलं असतं. अगदी ते कुत्र्याचं उदाहरणच घ्यायचं तर ते म्हणाले असते, “त्याची हालचाल सूर्यप्रकाशामुळे होते” मग मी म्हणालो असतो, “सूर्यप्रकाशाचा काय संबंध? कुत्रा फिरतो कारण स्प्रिंग गुंडाळली जाते.” ते म्हणाले असते, “तुला स्प्रिंग कशामुळे



गुंडाळता आली? कारण माझ्याकडे शक्ती आहे.” “ती कुटून येते?” “कारण मी खातो.” “काय खातोस तू?” “मी भाज्या, फळं खातो.” “त्या कशा वाढतात?” “त्या सूर्यप्रकाशामुळे वाढतात.” याच प्रकारे सजीव कुत्र्याबद्दलही त्यांनी सांगितलं असतं. आणि पेट्रोलचं काय? सूर्याची एकत्रित ऊर्जा वनस्पतींनी शोषून भूगर्भात दडवलेली असते. तीच पेट्रोल रूपात आपण वापरतो. अशा तऱ्हेनं आपल्याला जगातल्या इतर गोष्टींबद्दलही सांगता येईल. हालचाल करू शकणाऱ्या सर्व गोष्टींची हालचाल सूर्यप्रकाशामुळे होते. यामध्ये

ऊर्जेच्या एका स्रोताचा दुसऱ्याशी संबंधही नीट स्पष्ट होतो आणि हे एखाद्या लहान मुलालाही सांगता येईल.

### निरीक्षण आणि गप्पा

आम्ही जेव्हा जंगलात फिरायचो तेव्हा मी खूप गोष्टी शिकलो. पक्ष्यांची नावं सांगण्यापेक्षा माझे बाबा म्हणायचे, “बघ तो पक्षी, कसा सारखा पंखात चोच खुपसतोय. तो असं का करतोय ? तुला माहितेय ?”

मला वाटायचं पिसं नीट सरळ व्हावीत म्हणून तो तसं करत असावा. ते म्हणाले, “पण पिसं का विस्कटतात ?

“तो उडतो तेव्हा ती पसरली जातात आणि विस्कटतात. चालताना ती फारशी विस्कटत नाहीत” मी सांगितलं.

मग ते म्हणत “म्हणजे पक्षी जेव्हा उडून खाली येऊन बसतो तेव्हा त्याला जास्त वेळ पंख विंचरावे लागतील. तो जेव्हा नुसता चालत फिरतो तेव्हा पंख फारसे विस्कटत नाहीत, असं म्हणायचंय ना तुला ? चल, बघू या.” मग आम्ही लक्षपूर्वक निरीक्षण करायचो. त्यातून माझ्या लक्षात आलं, पक्षी सारखाच पंखात चोच घालतो. मग तो चालत येवो नाहीतर उडत. म्हणजे माझा अंदाज चुकला होता. मग माझ्या वडिलांनी मला खरं कारण सांगितलं. पक्ष्यांच्या पिसांच्या मुळाशी चरबीचे छोटे छोटे कण बाहेर पडतात आणि ते खाण्यासाठी त्यांच्या अंगावर उवा असतात.

या उवा जी घाण करतात त्यात ती खाण्यासाठी सूक्ष्म जीव असतात, इत्यादी... हे सगळं अगदी अचूक नसेलही. पण पद्धत बरोबर आहे. त्यामुळे मला परजीवी किंवा परावलंबी सजीवांबद्दल समजलं. पुढे ते म्हणाले “जगात जिथे कुठे खाण्यायोग्य गोष्ट असेल तिथे तिचा उपयोग कोणीतरी करतच असतं आणि उरलेल्या गोष्टीही कोणीतरी खातंच.” यातला महत्वाचा मुद्दा असा आहे की निरीक्षणातून अगदी निष्कर्षापर्यंत नाही पोचता आलं तरी खूप काही शिकता येतं. तो एक फारच छान अनुभव असतो.

मला एखाद्या गोष्टीचं निरीक्षण करून नोंदी लिहून ठेवायला सांगितलं असतं तर त्या नोंदीबरोबरच इतर अनेक निरीक्षणांच्या याद्या मी लिहिल्या असत्या, भले त्यातून फार काही निष्पन्न न होवो.

माझ्या मते एखाद्याला निरीक्षण करायला शिकवताना त्यातून निश्चित काहीतरी हाती येईल हेही शिकवावे. यातूनच मला विज्ञानाबद्दल एक शिकता आलं, ते म्हणजे संयम, धीर. तुम्ही बघितलं, निरीक्षण केलंत, लक्षपूर्वक पाहिलंत तर त्यातून तुम्हाला अतिशय उत्तम गोष्टी शिकायला मिळतात. अगदी नेहमी नाही पण बऱ्याच वेळेला.

पुढे मी मोठा झालो, तेव्हा एखाद्या समस्येची उकल करण्याकरता अनेक वर्षे रोज तासन्तास प्रयत्न करत असे. बरेचसे प्रयत्न व्यर्थ जात, पण प्रत्येक वेळेस मी

नवनवीन गोष्टी शिकत असे. मी लहानपणापासूनच निरीक्षणातून येणारं शहाणपण शिकलो होतो. निरीक्षण करणं म्हणजे वेळ घालवणं असं म्हटल्याने त्यातली गंमत मला कळली.

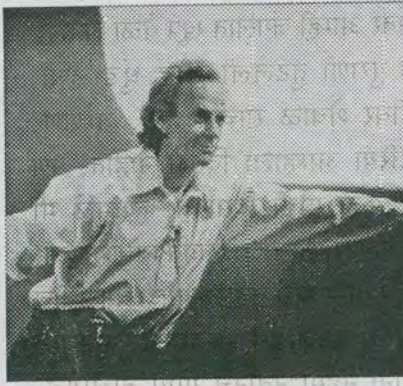
जंगलात फिरताना मी इतरही अनेक गोष्टी शिकलो. आम्ही नेहमीच्या साध्यासुध्या गोष्टी बघायचो. त्यांच्याबद्दल बोलायचो. वाढणारी झाडं, त्यांची प्रकाश मिळवण्याची धडपड, त्यासाठी होणारी त्यांची उंचच उंच वाढ, ३०-४० फुटांपर्यंत वाढून पाणी मिळवण्यासाठी त्यांचे प्रयत्न, छोट्या छोट्या जमिनीलगतच्या झाडांची वाढ इत्यादी इत्यादी... एक दिवस हे सगळं पाहून झाल्यावर माझे वडील मला म्हणाले “इतके दिवस आपण जंगलाचं निरीक्षण करतोय पण खरं म्हणजे जे आहे त्याच्या फक्त निम्मंच आपण पाहू शकलोत.” मी विचारलं, “म्हणजे काय?”

ते म्हणाले, “आपण या सगळ्याची वाढ कशी होते हे बघितलं पण या वाढीबरोबरच काहीतरी नष्ट होत असणारच. नाहीतर हवेतले, जमिनीतले पोषक पदार्थ संपून जातील आणि मृत झाडं झुडपं तशीच पडून राहतील. कुजून पुन्हा मातीत मिसळणार नाहीत. मग पुन्हा काहीच वाढू शकणार नाही. कारण पोषक तत्त्वंच नसतील. प्रत्येक वाढीच्या घटकासाठी दुसरा एखादा घटक नष्ट होतच असतो.

नंतर आम्ही जंगलात खूप वेळा फिरलो. जुनी पुराणी तुटलेली खोडं धुंडाळली. काहींवर शेवाळं साचलं होतं. जीवाणू, बॅक्टेरिया आम्हाला दिसले नाहीत, पण कुजणाऱ्या गोष्टी दिसल्या. त्यामुळे मी सातत्याने घडणाऱ्या बदलांविषयी शिकलो. बऱ्याच गोष्टी माझे वडील अगदी वेगळ्याच पद्धतीनं समजावून सांगायचे. सुरुवात करताना नेहमी नवीनच गोष्टी बोलायचे, म्हणायचे. “समजा मंगळावरचा एखादा माणूस पृथ्वीवर आला तर त्याला हे जग कसं वाटेल?”

मी एकदा माझी छोटी आगगाडी खेळत होतो. ती विजेवर चालणारी होती. विजेबद्दल त्यांनी सांगितलं, “पाण्यामुळे फिरणारं एक प्रचंड मोठं चाक असतं. त्याला तांब्याच्या लांबचलांब तारा जोडलेल्या असतात. त्या तारांच्या गुंडाळ्या सर्व दिशांनी चाकावर बसवलेल्या असतात. त्याच्या आतल्या बाजूला छोटं चाक असतं. दोन्हीमध्ये लोखंड आणि तांबं वापरलेलं असतं.

तुम्ही मोठं चाक इकडे फिरवलंत की आतलं लहान चाक फिरतं. या दोन्हीला जोडणारं काहीही नसलं तरी त्याभोवतीच्या तांबे व लोखंड यांच्यामुळं एक चाक फिरवल्यानंतर दुसरे फिरू लागतं. त्याला मग इतर चाकं जोडतात. तुझी ही आगगाडी त्यातलीच एक.” मला त्यांनी जे जे काही



“जेव्हा अणू उत्तेजित अवस्थेतून खालच्या अवस्थेत जातो. तेव्हा जर फोटॉन बाहेर पडतो. तर याचा अर्थ उत्तेजित अवस्थेतल्या अणूमध्ये फोटॉन असतो.” मला मी म्हणालो. “खरं तर, नाही.” ते म्हणाले, “उत्तेजित अवस्थेतल्या अणूत जर फोटॉन नसतो. तर मग हा फोटॉन कोण बाहेर पडतो असं मानतात ते कोणत्या दृष्टिकोनातून ?”

सांगितलं ते इतकं वेगळं आणि अद्भूत होतं! मी काही काळ विचार केला आणि मी ते कधीही विसरणार नाही. म्हणालो, “माफ करा, मला माहित नाही. तुम्ही म्हणाल, त्यांना या सगळ्यातून मी हे तुम्हाला समजावून सांगू शकत नाही.” काय मिळालं? मी एम. आय. टी त गेलो. इतकी वर्षं मला काहीतरी शिकवण्याचा प्रिन्सटनला गेलो. मी घरी परत आलो, तेव्हा ते म्हणाले, “आता तू विज्ञानाचं शिक्षण घेतलं आहेस. एक गोष्ट मला कधीच समजली नाही. आणि जाणून घेण्याची इच्छा आहे. तेव्हा बेटा, तू मला हे समजावून दे.” मला म्हणालो, “ठीक आहे.” ते म्हणाले. “असं म्हणतात, की अणू जेव्हा एका स्थितीतून दुसऱ्या स्थितीत म्हणजे ऊर्जेच्या उत्तेजित अवस्थेतून खालच्या अवस्थेत जातो, तेव्हा प्रकाश बाहेर फेकला जातो.” मी म्हणालो, “बरोबर आहे.” “आणि प्रकाश हा एक प्रकारचा कण आहे. मला वाटतं, त्याला फोटॉन म्हणतात.” “हो.”

मला वाटतं ते काहीसं असं असावं = आपल्या पृथ्वीवर जीवसृष्टी उत्क्रांत होत गेली. उत्क्रांतीमध्ये शेवटी सर्वात बुद्धिमान प्राणी जन्माला आले. मला फक्त ‘मनुष्य प्राणी’ असं म्हणायचं नाही तर जे खेळू शकतात, जे अनुभवातून शिकू शकतात. असे (मांजरासारखे) प्राणी निर्माण झाले. पण या अवस्थेत सर्व प्राण्यांना स्वतःच्या अनुभवातून शिकावं लागत असणार. त्यामुळे त्यांचा विकास संधपणे झाला असावा. निदान उत्क्रांतीच्या प्रगत टप्प्यातले (माणूस, एप

इ.) प्राणी निर्माण होईपर्यंत तरी विकास संधि  
 राहिला. प्रगत प्राणी अनुभवातून लवकर  
 शिकत असावेत किंवा इतरांचे अनुभव पोहून  
 ते शिकत असावेत. मग अशी स्थिती आली  
 की एकाच्या अनुभवातून इतरही सर्वांना  
 शिकता येईल. पण अनुभवाच्या किंवा  
 ज्ञानाच्या हस्तांतरणाचा वेग कमी पडला  
 म्हणा किंवा ज्यांनी ते मिळवलं होतं ते पुढे  
 देण्याच्या आत मृत झाले. (नष्ट झाले.)  
 मग प्रश्न असा येतो - कुठल्याही  
 अनुभवातून (अपघात-प्रसंग) मिळणारं ज्ञान  
 विस्मृतीत जाण्याआधी शिकता येईल का ?  
 आपली स्मरणशक्ती चांगली नसेल किंवा ते  
 ज्ञान देणारी व्यक्ती किंवा संशोधक मरण  
 पावला तर ? आपल्याला त्याआधी  
 शिकण्यासाठी वेग वाढवता येईल का ?  
 मग एक काळ असा आला की काही  
 प्रगत प्रजातींमध्ये (माणूस ?) शिकण्याचं  
 प्रमाण वाढलं. ते इतकं उंचावलं की एका  
 व्यक्तीनं मिळवलेलं ज्ञान दुसऱ्याला,  
 दुसऱ्याकडून तिसऱ्याला आणि पुढे  
 अनेकांना अगदी वेगाने पसरू लागलं. ज्ञान  
 नष्ट होण्याआधीच ते सर्वांना मिळाल्यामुळे  
 त्या जमातीच्या ज्ञानाचा साठा तयार झाला.  
 हे कालबद्ध झालं. आजही आपल्यापैकी  
 अनेक जण इतरांचे अनुभव स्वतःशी जोडून  
 घेतात, पडताळून पाहतात आणि त्यातून  
 शिकत जातात. ज्ञानाचा साठा एका  
 स्मृतीचे वरदान आणि ज्ञानाचा साठा एका  
 पिढीकडून पुढच्या पिढीला मिळणे सुरु झाले.  
 पण यामध्ये एक त्रुटी आहे. अशा ज्ञानाच्या  
 हस्तांतरणात समूहाला उपयुक्त नसलेल्या  
 काही कल्पना एका पिढीकडून दुसऱ्या  
 पिढीकडे दिल्या जातात.  
 त्यामुळे नंतरच्या काळात या साठ्यामध्ये  
 व्यवहार्य आणि उपयुक्त कल्पनांबरोबर अनेक  
 अनावश्यक, अवास्तव आणि विचित्र  
 कल्पनाही साठत गेल्या. मग अशी  
 अनावश्यक माहिती टाळण्यासाठी उपाय  
 शोधले गेले. एक उपाय म्हणजे पूर्वीच्या  
 संकल्पना आत्ताच्या काळाला अनुसरून  
 पडताळून घेणे. कोणत्याही गोष्टीसाठी 'हे  
 असं का ?' हा प्रश्न विचारणे. पूर्वीच्या  
 अनुभवावर डोळे झाकून विश्वास न ठेवता  
 आजच्या अनुभवाला ती लागू होतेय का  
 याचा विचार करणे.  
 हेच विज्ञान आहे. एखाद्या शोधाचा  
 निष्कर्ष पुन्हा पुन्हा अनुभवाच्या मुशीत  
 पडताळून पाहणे आणि पूर्वसुरींच्या  
 अनुभवांवर अंध विश्वास न ठेवता त्या गोष्टीची  
 (माहितीची) अनुभूती स्वतः घेणे यालाच  
 माझ्या मते विज्ञान म्हणतात. विज्ञानाची ही  
 एक सुंदर व्याख्या आहे.  
 तुम्हाला माहिती असलेलीच एक गोष्ट  
 मी तुम्हाला परत सांगतो. धर्मपरंपरांमध्ये  
 नैतिक मूल्यं शिकवली जातात, नुसती  
 शिकवली जात नाहीत तर पुन्हा पुन्हा  
 सांगितली जातात. ती शिकण्यासाठी किंवा

अंगिकारण्यासाठी पुन्हा पुन्हा आग्रह धरला जातो. मला वाटतं वाढत्या वयातल्या मुलांना, मोठ्यांना, सर्वांनाच विज्ञानाचं महत्त्वं समजावं, म्हणून अशा तऱ्हेचा आग्रह धरणं, प्रोत्साहन देणं आवश्यक आहे. एक चांगला नागरिक बनण्याच्या दृष्टीनं आणि निसर्गाबद्दलही चांगल्या तऱ्हेनं जाणून घेण्यासाठी या गोष्टी महत्त्वाच्या आहेत. इतरही काही गोष्टी आहेत.

विज्ञानाने एक वैश्विक दृष्टिकोन दिला आहे. जगातील सुंदर आणि आश्चर्यकारक गोष्टी या नव्या अनुभवातून आपल्या निदर्शनास आल्या आहेत. उदा. बऱ्याचशा गोष्टी सूर्याच्या प्रकाशामुळे गतिमान आहेत. (अर्थात् बऱ्याचशा गोष्टी सूर्यप्रकाशा-शिवायही गतिमान राहतात. उदा. पृथ्वीचे सूर्याभोवती फिरणे. आण्विक क्रिया, तसेच ज्वालामुखींची प्रक्रियाही सूर्य प्रकाशामुळे होत नसावी.)

विज्ञान जाणून घेतल्यानंतर तेच जग इतकं वेगळं वाटायला लागतं. उदा. सूर्याचा प्रकाश, जमीन आणि हवा यातूनच झाडाची निर्मिती होते. झाडं जळल्यानंतर जी राख निर्माण होते ती जमिनीकडून आलेली असते आणि जमिनीत जाते. हवेकडून घेतलेले वायू आणि घेतलेली उष्णताही परत केली जाते. अशा सुंदर आणि आश्चर्यजनक गोष्टींनी विज्ञान भरलेलं आहे. त्यांच्याकडून आपणही प्रोत्साहन घ्यावं आणि इतरांनाही द्यावं.

विज्ञानाचं आणखी एक वैशिष्ट्य म्हणजे ते आपल्याला विवेकानं विचार करायला शिकवतं आणि विचार स्वातंत्र्याचं महत्त्व पटवतं. शिकवलेल्या कोणत्याही गोष्टींचा संशय घेऊन, तपासून पाहण्यातूनच निष्कर्ष काढले जातात. 'विज्ञान' आणि ते विकसित करण्याच्या पद्धती यातील फरक ओळखायला हवा.

'आम्ही लिहितो, प्रयोग करतो, निरीक्षण करतो, अमूक करतो नू तमूक करतो...' असं म्हणणं सोपं आहे. एखादी पद्धती आहे तशी स्वीकारणं सोपं असतं. मोठमोठ्या धर्मांचे अनुयायी जेव्हा आशय लक्षात न घेता फक्त बाह्य पद्धतीच अवलंबतात तेव्हा त्यातला मूळ उद्देशच नष्ट होतो. त्याचप्रमाणे विज्ञानातही फक्त प्रचलित पद्धती वापरल्यामुळे आम्ही विज्ञान शिकतो असं म्हणणं शक्य आहे. पण ते खरे विज्ञान नव्हे, ते (छद्म) खोटे विज्ञान.

अशा खोट्या विज्ञानाच्या प्रभावांखालील अनेक संस्थांमध्ये एक प्रकारे जुलूम होत असतो. अनेक प्रकल्प राबवले जातात, त्यात अनेक लोक निरीक्षण करतात, नोंदी ठेवतात, संख्यात्मक विश्लेषण करतात. पण तेबद्दचामुळेच ते विज्ञान सिद्ध होत नाही. ती या पद्धतीची नुसती नक्कलच ठरते. अतिशय पद्धतशीर नक्कल करून समजा विमानतळाचं, विमाने, रडार यंत्रणा याचं मॉडेल बनवलं तरी विमान उडतील कशी ? अशा तऱ्हेनं फक्त



ती पद्धत वापरणारे तज्ञ निर्माण होऊ शकतात. आपल्यापैकी बरेच लोक असे तज्ञ असतीलही. पण अशा तज्ञांबद्दल शिक्षकांनी शंका घ्याव्यात. कारण शिक्षकांना पहिल्या पायरीवरच विज्ञान शिकवायचे असते. विज्ञानाची वेगळी एक व्याख्या करता येईल : तज्ञांच्या अज्ञानावर ठेवलेला विश्वास - म्हणजे विज्ञान.

‘विज्ञान अमूक एक गोष्ट शिकवतं’ असं म्हणणं अयोग्य ठरतं कारण विज्ञान काही शिकवत नाही तर अनुभव शिकवतो. जर कोणी म्हणालं, “विज्ञानाने ही गोष्ट दाखवली” तर आपण त्याला प्रश्न विचारले पाहिजेत, “कशी काय ? कधी ? कोणी ? कुठे ?”... त्याऐवजी ‘या प्रयोगातून, या परिणामातून असे दिसले’ असे म्हणणे योग्य ठरेल. तो प्रयोग, त्यातील घटनाक्रम नीट, शांतपणे समजावून घ्यावा आणि मग त्यातून निघालेला निष्कर्ष योग्य आहे का ठरवावे. तो अधिकार आपल्याला नक्कीच आहे.

शिक्षणासारख्या गुंतागुंतीच्या विषयात आपल्या खरं विज्ञान आणायचं असेल तर माणसाच्या मूळ शहाणपणावर, थेट सरळपणावर विश्वास ठेवावा लागेल. नैसर्गिक बुद्धिमत्ता आणि कॉमनसेन्स (सामान्य ज्ञान) यावर शिक्षकांनी विश्वास ठेवावा. तरच मुलांना विज्ञान शिकवायला सुरवात करताना ‘आशा’ करता येईल. तुम्हाला पुढे नेणारे सल्लागार कदाचित् चूकही असू शकतील.

आपण एका अवैज्ञानिक काळात राहतो आहोत असं वाटतं. संभाषण, प्रसारमाध्यमं, शब्द, पुस्तकं सगळ्यांमधून अवैज्ञानिक गोष्टी प्रसारित होत आहेत. विज्ञानाच्या नावाखाली त्यामुळे एक बौद्धिक जुलूम होत आहे.

शेवटी आपल्या सगळ्यांनाच वेळाची मर्यादा आहे. त्यामुळे आधीच्या पिढीने त्यांच्या अनुभवातून शोधलेल्या गोष्टी पुढच्या पिढीकडे संक्रमित करायला हव्यातच. पण त्यात एक लवचिक समतोल असायला हवा. त्यामध्ये तारतम्य हवं. आपण संक्रमित करत असलेला जो एकूण ज्ञानाचा ठेवा आहे त्यामध्ये थोडा शहाणपणाचा भाग आहे आणि काही थोडा अज्ञानाचा देखील आहे - हे आता आपल्याला कळून घ्यायला हवं. त्यामुळे त्यातल्या चुका त्यांच्यामाथी फार जोरदार मारल्या जाणार नाहीत हे पाहायला हवं.

या ज्ञानामधून आपल्याला उपयुक्त गोष्टी स्वीकारण्याची आणि इतर गोष्टी नाकारण्याची शिकवण मुलांना द्यायला हवी. ही एक कौशल्याचीच गोष्ट आहे.

पूर्वीचे ज्येष्ठ आणि श्रेष्ठ लोक चुकणारच नाहीत अशा अचल विश्वासामुळेच अंधविश्वास निर्माण होण्याचा धोका उत्पन्न होतो, हे सांगण्याची ताकद फक्त विज्ञानातच आहे.

तर ह्या सगळ्याच गोष्टी ध्यानात घेऊन विज्ञान शिकवण्यासाठी सर्वांना शुभेच्छा.



# तुमची ओळख तुमच्याशीच

## पुस्तक परिचय

आपल्याला आपल्या शरीराची फारशी माहिती नसते. शालेय अभ्यासक्रमात आपण कधीतरी शरीरातल्या अवयवांबद्दल शिकतो पण पुढे ते पार विसरूनही जातो. अपेंडिक्सचा अॅटॅक आलाय किंवा लिव्हरला सूज आली आहे म्हणजे नक्की कुठे, काय झालं आहे ते नेमकं सांगता येत नाही. त्यासाठी आपल्याला आपल्या शरीराची, आतल्या अवयवांची ओळख असणे आवश्यक आहे.

आपण श्वासोच्छ्वास का करतो ? पचन म्हणजे काय ? रक्तप्रवाह कसा फिरतो ? या साधारण वाटणाऱ्या प्रश्नांची उत्तरे मिळवण्यासाठी, सर्वसामान्य लोकांना समजेल अशा पद्धतीने आपल्या शरीराची माहिती करून देणारे पुस्तक आहे - 'तुमची ओळख तुमच्याशीच.' कुठेही अवघड परिभाषा न वापरता, मनोरंजक रितीने आपल्या शरीराची ओळख इथे करून दिली आहे. अगदी 'पेशी' पासून सुरू करून अवयव संस्था, अस्थिरचना, श्वसन, प्रजनन, रक्ताभिसरण, पचन, उत्सर्जन इत्यादी सर्व क्रियांची माहिती यात दिली आहे. चेतासंस्था, संप्रेरके या काहीशा अवघड गोष्टीही सोप्या करून सांगितल्या आहेत. आकृत्या आणि दैनंदिन जीवनातले दाखले यामुळे पुस्तक वाचताना विषय समजायला मदत होते. याच्या हिंदी भाषांतराला २००३ चे राष्ट्रीय पारितोषिक मिळाले आहे.

सामान्य वाचकांप्रमाणेच पाठ्यपुस्तकाला पूरक म्हणून विद्यार्थ्यांनाही याचा उपयोग होईल. यातील काही भाग पुढे देत आहोत.

## प्रतिक्रम क्रिया (Reflex Action)

प्रतिक्रम क्रिया ही देखील एक प्रकारची अनैच्छिक क्रियाच असते पण ही क्रिया अगदी अकस्मात आणि फार अल्प काळात म्हणजे क्षणार्धात होते. आपल्या दैनंदिन जीवनात अनेक प्रकारच्या प्रतिक्रम क्रिया नेहमीच आणि वारंवार होत असतात.

उदा. एखाद्या गरम वस्तूला नकळत हातावा स्पर्श झाला तर क्षणार्धात हात त्या वस्तूपासून लांब ओढला जातो. अनवाणी चालत असताना एखादी टोकदार वस्तू पायात खुपली तर पाय पटकन वर उचलला जातो. डोळ्यांवर एकदम प्रखर प्रकाश पडला की डोळे लगेच किलकिले होतात. कानावर एकाएकी कर्कश आवाजाच्या लहरी आदळल्या की, लगेच हातातून कान झकले जातात. जिभेला अत्यंत कडू, तिखट किंवा अप्रिय असा स्वाद

आढळला की थू-थू ची क्रिया आपोआपच होते. प्रतिक्षिप्त क्रियेचे अत्यंत गमतीदार उदाहरण बहुतेक सर्वांच्याच परिचयाचे असेल - झुरळ, उंदीर किंवा पाल यासारखा प्राणी एखाद्या स्त्रीला आपल्या जवळपास वावरताना आढळला की तिच्या तोंडातून जीवाच्या आकांताने एकाएकी फुटणारी भयंकर किंकाळी.

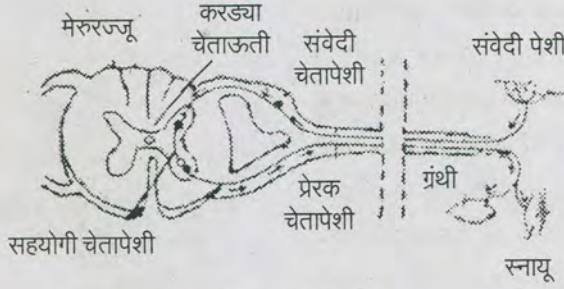
प्रतिक्षिप्त क्रिया आपल्या दैनंदिन जीवनातील एक अत्यंत महत्त्वपूर्ण आणि आवश्यक बाब आहे. या क्रियेमुळे काही वेळेला आपल्या प्राणावरच ब्रेतणाऱ्या प्रसंगातूनही आपण सहीसलामत बचावतो. उदा. रस्त्यावरून चालत असताना काही वेळेला आपण एखाद्या विचारात एवढे बुडून जातो की, रस्त्याची कड सोडून रस्त्याच्या मधे केव्हा पोहोचतो हे कळतच नाही. एकाएकी पाठीमागून मोटारीचा कर्कश हॉर्न कानावर पडताच आपण टुणूकन उडी मारून क्षणार्धात रस्त्याच्या कडेला जातो आणि त्या पाठोपाठ आपल्या अगदी जवळून बेफामपणे निघून जाणारी मोटार बघून आपल्याला धडकी भरते. हृदयाचे काही ठोकेही चुकतात आणि आपल्या मनात विचार येतो की, आपण वेळेवर उडी नसती घेतली तर काय झाले असते? पण या सर्व गोष्टी आपण बाजूला उडी घेतल्यानंतर होतात. प्रतिक्षिप्त क्रियेमुळे थोडासाही विलंब न होता क्षणार्धात शरीराकडून ही क्रिया केली जाते. प्रतिक्षिप्त



क्रियेऐवजी नेहमीच्या पठडीतून ही क्रिया झाली असती तर मोटारीच्या तावडीतून आपण नक्कीच सुटलो नसतो.

नेहमीच्या पद्धतीने ही क्रिया झाली असती तर कानांना मोटारीचा हॉर्न ऐकू आल्यावर त्याची सूचना प्रथम मेंदूला मिळाली असती आणि नंतर मेंदूकडून (विचाराअंती) आदेश आल्यावरच पाय आपल्या जागेवरून हलले असते. या सर्व क्रिया कितीही वेगाने झाल्या असत्या तरीही आपल्याला मोटारीच्या तावडीतून सुटणे शक्य झाले नसते. म्हणजे प्रतिक्षिप्त क्रियेमुळेच आपण बचावतो.

या उदाहरणावरून दोन गोष्टींचा बोध होतो. पहिली गोष्ट ही की प्रतिक्षिप्त क्रिया अत्यंत वेगाने होतात. दुसरी गोष्ट ही की, प्रतिक्षिप्त क्रियेचा मेंदूशी प्रत्यक्ष असा काहीच संबंध नसतो. म्हणजे प्रतिक्षिप्त क्रियेवर मेंदूचे प्रत्यक्ष नियंत्रण नसते. मेंदूला प्रतिक्षिप्त क्रियेची



### प्रतिक्षिप्त चापाचे घटक

जाणीव होते, पण प्रतिक्षिप्त क्रिया झाल्यावर, अगोदर नव्हे.

दैनंदिन जीवनात अनेक लहानमोठ्या संकटातून आपली सुटका करण्याची कामगिरी करण्याव्यतिरिक्त प्रतिक्षिप्त क्रियेचा आणखीही एक मोठा फायदा होतो. शरीराच्या अनेक लहानसहान क्रिया प्रतिक्षिप्त क्रियेमुळेच होत असल्याने मेंदूला त्यांच्याकडे लक्ष पुरवावे लागत नाही आणि त्यामुळे मेंदूला शरीराच्या अन्य आवश्यक क्रियांकडे लक्ष देण्यास सवड मिळते. प्रतिक्षिप्त क्रियेमुळे मेंदूच्या शरीरावरील सत्तेचे विकेंद्रीकरण (Decentralisation) होते.

प्रतिक्षिप्त क्रिया घडवून आणण्यासाठी चेंतासंस्थेची एक विशेष यंत्रणा असते. ही यंत्रणा अनेक एककांपासून (units) बनलेली असते. या एककाला प्रतिक्षिप्त चाप (Reflex Arc) म्हणतात. या चापांचा परस्परशांशी तसेच चेंतासंस्थेच्या इतर सर्व भागांशी संबंध असतो. या असंख्य चापांपैकी

फक्त एका चापाची रचना बघितली की प्रतिक्षिप्त क्रिया घडवून आणणाऱ्या यंत्रणेची कल्पना येईल.

प्रत्येक प्रतिक्षिप्त चापाचे पाच घटक असतात. १) ज्ञानेंद्रिय किंवा संवेदी पेशी २) संवेदी चेंतापेशी ३) सहयोगी चेंतापेशी ४) प्रेरक चेंतापेशी आणि ५) प्रेरक अवयव.

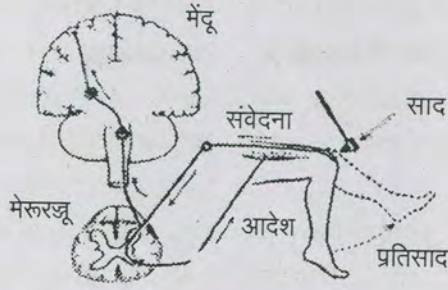
### ज्ञानेंद्रिय किंवा संवेदी पेशी

#### (Receptor or sense organ)

हा प्रतिक्षिप्त चापाचा महत्त्वाचा घटक आहे. यात त्वचा, डोळे, कान, नाक आणि जीभ या पाच ज्ञानेंद्रियांचा समावेश होतो. याशिवाय शरीराच्या आत अनेक ठिकाणी असलेल्या किंवा बाहेरून मिळणाऱ्या निरनिराळ्या प्रकारच्या संवेदना (Stimuli) ग्रहण करता येतात.

### संवेदी चेंतापेशी (Sensory neuron)

या चेंतापेशीचे काम ज्ञानेंद्रियाकडून मिळालेली संवेदना मध्यवर्ती चेंतासंस्थेकडे वाहून नेण्याचे असते. या चेंतापेशीच्या



प्रतिक्षिप्त क्रिया

वृक्षिका अक्षतंतूप्रमाणे लांब असतात, पण त्यांचे अक्षतंतू आखूड असतात.

### सहयोगी चेतापेशी

#### (Association neuron)

ही चेतापेशी मेरुरज्जूच्या (मध्यवर्ती चेतासंस्था) आत असते. याचे काम Telephone exchange प्रमाणे असते. म्हणजे संवेदी चेतापेशीचा योग्य त्या प्रेरक चेतापेशीशी संबंध जोडण्याचे काम सहयोगी चेतामार्फत होते. उदा. संवेदना उजव्या हाताच्या संवेदी चेतापेशीकडून आली तर तिचा संबंध उजव्या हाताच्या प्रेरक चेतापेशीची जोडला जातो. डाव्या हाताच्या नव्हे.

#### प्रेरक चेतापेशी (Motor neuron)

या चेतापेशीचे कार्य सहयोगी चेतापेशीकडून येणाऱ्या संवेदना प्रेरक अवयवाकडे नेण्याचे असते.

#### प्रेरक अवयव

#### (Effector or Motor Organ)

या घटकात स्नायू किंवा काही ग्रंथीचा

समावेश होतो. प्रतिक्षिप्त क्रिया याच्याच कृतीमुळे घडून येते.

प्रत्येक प्रतिक्षिप्त चापात या पाच घटकांची साखळी असते. या जिवंत साखळीमार्फत प्रतिक्षिप्त क्रियेशी संबंधित ज्ञानेंद्रिय आणि प्रेरक अवयव यांच्यात संपर्क प्रस्थापित होऊन प्रतिक्षिप्त क्रिया घडून येते.

आकृतीमध्ये प्रतिक्षिप्त क्रियेचे एक उदाहरण दाखविले आहे. गुडघ्याच्या सांध्यावर एका विशिष्ट ठिकाणी हलका प्रहार केला गेल्यावर प्रतिसाद म्हणून झटक्यानिशी पाय वर उचलला जातो. आपण दुसरे एक उदाहरण घेऊ. एक कॉलेज विद्यार्थी दिवसभराच्या दगदगीमुळे दमलेल्या, भुकेल्या अवस्थेत घरी पोहोचतो. घरात शिरताच त्याला त्याच्या सर्वात आवडत्या खाद्य पदार्थाचा खमंग वास येतो आणि ताबडतोब, नकळत त्याच्या तोंडाला पाणी सुटते. या प्रतिक्षिप्त क्रियेत नाक हे ज्ञानेंद्रिय असते. प्रेरक अवयव स्नायू नसून

लाळग्रंथी असतात. आई-बाबा रागावले की लहान मुलांच्या डोळ्यातून लगेच गंगायमुना वाहू लागतात. ही पण एक प्रतिक्षिप्त क्रिया आहे. आणि यात प्रेरक अवयव अश्रूग्रंथी आहेत.

शरीराच्या आतील संवेदनांमुळे सुद्धा प्रतिक्षिप्त क्रिया होतात. उदा. अन्न जठरात पोहोचल्याबरोबर जठर ग्रंथीतून जाठर रसाचा स्राव होणे ही अशाच प्रकारची प्रतिक्षिप्त क्रिया आहे.

बहुतेक प्रतिक्षिप्त क्रियांचे नियंत्रण मेरूरज्जूकडून केले जाते. पण काही प्रतिक्षिप्त क्रिया मेंदूच्या खालच्या भागाकडून तर काही अनुकंपी चेतासंस्थेकडून नियंत्रित होतात.

प्रतिक्षिप्त चापातील सहयोगी चेतापेशीचे काम टेलिफोन एक्सचेंजसारखे असल्याचे म्हटले आहे. पण प्रत्यक्षात सहयोगी चेतापेशी किती तरी श्रेष्ठ आहेत, हे या उदाहरणावरून लक्षात येईल. आपल्या घरी कोणी गंभीरपणे आजारी असले की आपण डॉक्टरांना फोन करतो. काही कारणामुळे डॉक्टरांचा फोन लागला नाही तर, परिस्थितीचे गांभीर्य ओळखून, टेलिफोन एक्सचेंजमध्ये ही क्षमता नसते की आपला फोन दुसऱ्या एखाद्या डॉक्टरांच्या फोनशी जोडू शकेल. पण प्रतिक्षिप्त चापामधील या

टेलिफोन एक्सचेंजमध्ये ही क्षमता असते. उदा. आपण झोपेत असताना आपल्या उजव्या हातावर बसून एखादा डास आपल्याला त्रास देऊ लागला की, प्रतिक्षिप्त क्रियेमुळे तो हात हलवला जातो आणि डास उडून जातो. पण त्या लोचट डासाने उजव्या हाताला कडकडून चावा घेतला तर फक्त हात हलवून काम होणार नाही हे ओळखून सहयोगी चेतापेशी उजव्या हाताऐवजी डाव्या हाताशी संबंध प्रस्थापित करते त्यामुळे डावा हात मदतीला पुढे सरसावतो आणि त्याच्या एका फटक्याने उजव्या हातावर बसलेला डास ठार होतो.

प्रतिक्षिप्त चापांचे तसेच प्रतिक्षिप्त क्रियांचेही अनेक प्रकार असू शकतात. आपण यापैकी फक्त दोनच प्रकारच्या प्रतिक्षिप्त क्रियांचा विचार करू. १) स्वाभाविक प्रतिक्षिप्त क्रिया आणि २) अवलंबी प्रतिक्षिप्त क्रिया.

**स्वाभाविक प्रतिक्षिप्त क्रिया (Natural or Unconditional Reflexes)**  
या प्रतिक्षिप्त क्रिया माणसाला जन्मजातच अवगत असतात. त्यांचे शिक्षण घ्यावे लागत नाही. उदा. भूक लागली की रडावे हे तान्ह्या बाळांना शिकवावे लागत नाही. काहीही प्रतिकूल घडले की रडणे ही त्यांची नैसर्गिक

तुमची ओळख तुमच्याशीच  
प्रकाशक - आस्वाद प्रकाशन

लेखक : प्रा. पु. के. चितळे  
किंमत : १५०/-

प्रतिक्षिप्त क्रिया असते. हाताला विजेचा झटका लागला की, हात बाजूला करावा हे कुणालाही सांगावे लागत नाही. अशा वेळेला हात आपोआपच बाजूला ओढला जातो. या प्रकारच्या प्रतिक्षिप्त क्रियांच्या आणखी उदाहरणाची गरज नाही.

### अवलंबी प्रतिक्षिप्त क्रिया (Learned or Conditional Reflexes)

या प्रकारच्या प्रतिक्षिप्त क्रिया स्वाभाविक किंवा जन्मजात अवगत नसतात. त्या शिकाव्या लागतात. उदा. सायकल, मोटार किंवा आणखी कुठलेही वाहन चालविणे, न बघता भरभर टाईप करणे, एखादे वाद्य वाजविणे, पोहणे, तारेवरची कसरत करणे वगैरे.

नैसर्गिक आणि अवलंबी प्रतिक्षिप्त क्रिया यांच्यात एक फार मोठा फरक हा आहे की, नैसर्गिक प्रतिक्षिप्त क्रियेत त्याच प्रकारच्या सादाला शरीराकडून नेहमी तोच प्रतिसाद दिला जातो. तीच प्रतिक्षिप्त क्रिया कितीही वेळा पुन्हा-पुन्हा घडली, तरी प्रतिसाद तोच असतो. त्यात बदल होत नाही. उदा. गरम वस्तूला हाताचा अचानक स्पर्श झाला की, हात बाजूला ओढला जातो. ही प्रतिक्षिप्त क्रिया १०० वेळा झाली तरी प्रत्येक वेळेला प्रतिसाद तोच राहिल, त्यात फरक होणार नाही.

अवलंबी प्रतिक्षिप्त क्रियेचा प्रकार थोडा निराळा आहे. या प्रकारच्या प्रतिक्षिप्त क्रियेत

प्रतिसाद सारखा तोच तो नसतो, त्यात बदल होतो. म्हणजे तीच अवलंबी प्रतिक्षिप्त क्रिया १०० वेळेला घडली तर दरवेळेला तिच्या प्रतिसादात बदल होत जाईल. प्रत्येक वेळेला त्यात थोडी सुधारणा होईल. उदा. सायकल चालवायला शिकताना सुरुवातीला किती त्रास होतो यांचा अनुभव बऱ्याच लोकांना असेल. हँडलकडे लक्ष ठेवले तर पायडल मारायला विसरतो. पायडलकडे लक्ष ठेवले तर हँडल वाकडे होते. कितीदा तरी पडायला होते. दोन झाडांच्या मधून जाताना एकावर आपण आदळतो वगैरे. पण प्रत्येक वेळेला शरीराच्या प्रतिसादात बदल होत जातो. आणि शेवटी आपल्याला सायकल चालविण्याचा एवढा सराव होतो की, अगदी बिनधास्तपणे हात सोडून सुद्धा सायकल चालविण्याचा सराव करत असताना तीच ती प्रतिक्षिप्त क्रिया परत परत घडत असते. पण प्रत्येक वेळेला शरीराच्या प्रतिसादात थोडा बदल, थोडी सुधारणा होत जाते आणि शेवटी आपण सायकलपटू होतो. कुठलीही नवीन गोष्ट शिकताना हीच प्रक्रिया थोड्या फार फरकाने होत असते.

नुकतेच चालायचा प्रयत्न करणारे मूल बघण्याचा गमतीदार अनुभव बहुतेक सर्वांच्याच वाट्याला आला असेल. प्रथम त्या मुलाचा स्वतःच्या पायावर उभे राहाण्याचा प्रयत्न चालू होतो. यासाठी त्याला सुरुवातीला काहीतरी आधार घ्यावा

गिजुभाई बधेका, ताराबाई मोडक, शेष नामले, अनुताई वाघ  
यांसारखे ज्येष्ठ शिक्षणतज्ज्ञ संपादक म्हणून लाभलेले,  
७२ वर्षाची परंपरा असलेले मासिक

### शिक्षणपत्रिका

शिक्षणाविषयी साकल्याने मांडणी करणारे,  
शास्त्रीय शिक्षणपद्धतीचा  
प्रचार आणि प्रसार करणारे मासिक

### शिक्षणपत्रिका

मूल कसे असते व कसे शिकते हे समजावून देणारे,  
प्रत्येक शिक्षक व पालकाच्या संग्रही असायलाच हवे, असे मासिक

### शिक्षणपत्रिका

वार्षिक वर्गणी रु. १५०/- त्रैवार्षिक वर्गणी रु. ४००/-  
चेक, डीडी 'शिक्षणपत्रिका' या नावे  
(बाहेरगावच्या चेकसाठी वटणावळ रु. ३०)

पत्ता : रश्मी ३/९ यशश्री कॉलनी,  
कर्वेनगर विठ्ठलमंदिरामागे,  
कर्वेनगर, पुणे - ४११ ०५२.  
फोन : ३०९१८६१७



लागतो. तसे करताना ते मूल बऱ्याच वेळेला पडते पण त्याचे प्रयत्न चालूच असतात. हळूहळू ते मूल एक-एक पाय पुढे टाकण्याचा प्रयत्न करते पण प्रत्येक पावलागणिक ते कितीदा पडते याची काहीच गणना नसते. त्याच्या प्रयत्नात मात्र खंड पडत नाही. क्रमशः त्याच्या शरीराच्या प्रतिसादात बदल आणि सुधार होत असतात. त्याला चालण्याचा सराव होतो. आणि काही दिवसातच प्रत्येक पाऊल टाकताना अनेक वेळा पडणारे मूल दुडू-दुडू धावू लागते.

यावरून लक्षात आले असेल की, सरावामुळे अवलंबी प्रतिक्षिप्त क्रियेत सुधारणा होते आणि आपण काहीतरी नवीन करायला शिकतो. ते काम करण्याचा दर्जा सुधारतो. म्हणूनच कुठल्याही कलेत प्राविण्य मिळविण्यासाठी सततचा सराव किंवा अभ्यास अत्यंत महत्त्वाचा असतो. अवलंबी प्रतिक्षिप्त क्रियेचा आणखीही एक महत्त्वाचा गुण असा आहे की, यामुळे आपण शिकलेली कला सहसा विसरत नाही. सराव नाही झाला तर त्या कलेतील आपले प्राविण्य कमी होईल पण ती कला आपण मुळापासून विसरणार नाही आणि अल्प प्रयत्नाने ती परत प्राप्त करता येईल. उदा. लहानपणी आपण पोहायला शिकलो आणि त्यात प्राविण्य मिळविले तर अनेक वर्षांच्या खंडानंतर म्हातारपणीही आपण पोहायला विसरणार नाही. वयोमानाप्रमाणे त्यातले

प्राविण्य कमी होईल एवढेच.

अशा प्रकारे नवीन गोष्टी शिकण्याची क्षमता सर्व प्राण्यात असते असे नव्हे. कारण यासाठी त्या प्राण्यात बुद्धी आणि स्मरणशक्ती या दोन गोष्टी असणे आवश्यक असते. सर्कसमध्ये काम करणाऱ्या वाघ, सिंह, हत्ती, घोडा, कुत्रा, शेळी, माकड, अस्वल यासारख्या प्राण्यांत हे दोन्ही गुण कमी-अधिक प्रमाणात असल्यामुळे त्यांना अनेक गोष्टी शिकविणे शक्य होते. खालच्या वर्गातील प्राण्यांना काहीही शिकविणे फार अवघड असते. याचे कारण असे की, त्यांच्यात नवीन गोष्ट आत्मसात करण्याची बुद्धी नसते आणि दुसरी गोष्ट ही की ते काही शिकले तरी अत्यल्प काळात त्यांना त्याचा विसर पडतो. पण एक गोष्ट मान्य करावी लागेल की, अशा प्राण्यांना जन्मजातच माणसाला न जमणाऱ्या अनेक कला अवगत असतात. उदा. माणसाव्यतिरिक्त बहुतेक सर्व प्राण्यांना त्यांच्या जन्मापासूनच पोहता येते. माणसाला मात्र पोहणे शिकावे लागते. इतर प्राण्यांच्या नैसर्गिक प्रतिक्षिप्त क्रिया माणसापेक्षा जास्त प्रमाणात विकसित झालेल्या असतात. कारण त्यांच्यावरच त्यांचे जगणे आणि मृत्यू अवलंबून असतो.



लेखक पु. के. चितळे जीवशास्त्राचे प्राध्यापक (निवृत्त). सातत्याने विज्ञानलेखन करतात. दोन पुस्तके प्रसिद्ध.

# प्रेमळ पर्वत आणि जाँय

लेखक : अॅलिस मॅकलेरान अनुवाद - प्रीती केतकर

एक होता पर्वत - दूरवर पसरलेल्या ओसाड माळरानात तो एकटाच एकाकीपणे उभा होता. त्याच्या कठीण कातळावर झाडं-झुडुपंच काय, गवताचं एखादं पातंही नव्हतं. किडे-कीटक, प्राणी, पक्षी काही काही नव्हतं. सूर्याची प्रखर किरणं त्या पर्वताला भाजून काढत असत आणि मोकळ्या माळरानातून येणारा सुसाट वारा त्याला गारदून टाकत असे. त्याच्या अंगावर पडणाऱ्या पावसाच्या पाण्याचा आणि बर्फाचा एवढे दोनच स्पर्श त्याला माहिती होते. रात्रंदिवस ढगांच्या इकडून तिकडे पळणाऱ्या लाटा बघत तो आकाशाकडे डोळे लावून बसायचा.

रोज दिवसभरात सूर्य आणि रात्रीच्यावेळी चंद्र आकाशाचा पट ओलांडून जात असत. रोज अव्याहतपणे ते दृश्य पाहून पर्वताला त्यांच्या जाण्यायेण्याचा रस्ता अगदी पाठ झाला होता. आकाश निरभ्र असेल तेव्हा तो दूरवर लुकलुकणाऱ्या ताऱ्यांचं

सावकाशपणे फिरणारं चक्र पाहात असे. या दोन गोष्टींव्यतिरिक्त बघण्यासारखं तिथे आणखी काहीही नव्हतं.

एक दिवस एक नवल घडलं. कुठून कशी कुणास ठाऊक पण एक पक्षीण तिथे आली. पर्वताभोवती एक फेरी मारून पर्वतात तयार झालेल्या एका सुरक्षित खोबणीत अलगद उतरली. पंख साफसूफ करावेत, थोडी विश्रांती घ्यावी असा तिचा विचार होता. ती पर्वतावर उतरली तेव्हाच तिच्या पंजाचा काहीसा कठीण स्पर्श, तिथे ती जरा विसावली तेव्हाचा मऊमऊ पिसांनी बनलेल्या तिच्या शरीराचा मुलायम स्पर्श - आयुष्यात पहिल्यांदाच अनुभवलेल्या त्या अनोख्या स्पर्शांनी पर्वत थरारून गेला.

आकाशातून यापूर्वी कधीच असं काही आलेलं नसल्यामुळे त्या पक्षिणीला बघून पर्वत आश्चर्यानं थक झाला.

“तू कोण आहेस ? आणि तुझं नाव तरी काय ?” पर्वतानं विचारलं.



“मी पक्षीण आहे. माझं नाव आहे जॉय!” पक्षीण म्हणाली. “मी दूरवरच्या हिरव्यागार प्रदेशातून आले. पिलांना वाढविण्यासाठी मला घरटं बांधायचं असतं. म्हणून दर वसंत ऋतूमध्ये घरट्यासाठी उत्तम जागा शोधण्यासाठी मी हवेत उंच भरारी मारते. घरट्यासाठी मी दरवर्षी नवीन जागा शोधते. त्यामुळे माझा हा शोध सततच चालू असतो.”

“तुझ्यासारखी सुंदर अद्भुत गोष्ट मी आजपर्यंत कधीच पाहिली नाही.” पर्वत म्हणाला, “तू आता कुठे जाणार? इथंच नाही का राहणार?”

जॉयनं नकारार्थी मान हलवीत म्हटलं, “अरे बाबा, आम्ही पक्षी सजीव असतो. आम्हाला जगण्यासाठी अन्न आणि पाण्याची गरज असते. इथे तर मला खाण्यासाठी काहीच उगवत नाही. आणि पाण्याचा एखादा झरामुद्दा नाही.”

“बरं बुवा! मग निदान परत कधीतरी मला

भेटायला तरी येशील का?” पर्वतानं विचारलं.

जॉयनं एक क्षणभर विचार केला. “मी सतत दूरदूरच्या प्रदेशात भ्रमण करत असते. विसाव्यासाठी वेगवेगळ्या पर्वतांवर उतरते. पण मी त्यांच्याकडे आले काय, गेले काय, त्यांनी कधीच माझी दखल घेतली नाही. तू मात्र तसा नाहीयेस. मला तुझ्याकडे परत यायला नक्कीच आवडेल. पण तसं यायचं झालं तरी वसंत ऋतूत घरटं बांधण्यापूर्वीच मला यायला लागेल. आणखी एक अडचण म्हणजे तुझ्या इथे माझ्यासाठी अन्नपाणी मिळण्याची सुतराम शक्यता नाही. त्यामुळे जास्त नाही, फक्त काही तासच मी इथे थांबू शकेन.”

“हो हो, चालेल! तुझ्यासारखी इतकी अपूर्वाईची गोष्ट मी यापूर्वी कधीच पाहिलेली नाही -” पर्वत पुन्हा एकवार म्हणाला, “त्यामुळे थोड्या वेळासाठी का होईना, तू परत मला भेटायला आलीस तर मला खूप



आनंद होईल.”

“आणखी एक महत्त्वाची गोष्ट तुला सांगितली पाहिजे. ती म्हणजे पर्वतांचं अस्तित्व कधी नष्ट होत नाही. पक्ष्यांचं मात्र तसं नसतं. ते काही खूप वर्ष नाही जगत. त्यामुळे प्रत्येक वसंत ऋतूत इथे यांचं असं म्हटलं तरी आयुष्यभरात माझ्या थोड्याच भेटी होतील.”

“तुझ्याबरोबरच्या भेटी थांबतील तेव्हा मला खूप खूप वाईट वाटेल.” पर्वत म्हणाला. “पण आता इथून तू दूर उडून गेल्यावर परत कधीच आली नाहीस तर ते मला जास्त दुःखदायक होईल.”

थोडावेळ जांय मूकपणे तिथे बसली. नंतर छोट्या घंटेच्या किणकिणीसारख्या मंजूळ आवाजात ती गाऊ लागली. आजपर्यंतच्या आयुष्यातलं पर्वतानं ऐकलेलं ते पहिलं संगीत होतं. गाणं गाऊन झाल्यावर जांय म्हणाली, “तू इतर पर्वतांसारखी बेपर्वाई न दाखवता माझी इतक्या प्रेमानं दखल घेतलीस. म्हणून मी तुला एक वचन देते. मी तर आयुष्यभर

प्रत्येक वसंत ऋतूमधे तुला भेटायला येईनच. तुझ्यासाठी गाणं गाईन, तुझ्याभोवती बागडेन. पण मी काही खूप वर्ष जगणार नाही. म्हणून मी माझ्या एका मुलीला माझं जांय हे नाव देईन. तुझ्यापर्यंत कसं पोचायचं ते तिला सांगेन. त्यामुळे कितीही वर्ष झाली तरी तुला भेटायला येणारी, तुझ्यासाठी गाणारी मैत्रीण तुला सततच लाभेल.”

पर्वताच्या मनात आनंद आणि दुःख एकाच वेळी दाटून आलं. “तू इथेच राहावंस असं मला अजूनही मनापासून वाटतंय. पण ठीक आहे. तू मला भेटायला परत येण्याचं कबूल केलंयस त्यामुळे मला खूप आनंद झालाय.”

“चला, आता मला निघायला हवं.” जांय म्हणाली. “माझ्यासाठी अन्नपाणी मिळेल अशा ठिकाणी पोचायचं म्हणजे मला खूप दूरवर मजल मारायला हवी. अच्छा तर मग, पुढच्या वर्षी भेटूच!” आपले पंख पसरून तिने आकाशात झेप घेतली. ती दूरवर



दिसेनाशी होईपर्यंत पर्वत तिच्याकडे बघत राहिला.

वर्षामागून वर्ष जात होती. प्रत्येक वसंतात न चुकता ती चिमुकली पक्षीण पर्वताला भेटायला यायची. “माझं नाव जाँय आहे. मी तुला भेटायला आल्येय.” असं गात पर्वतावर घिरट्या घालायची. तर कधी थोडावेळ तिथे विसावून जायची. प्रत्येक भेटीत तिची निघायची वेळ झाली की पर्वत तिला विचारायचा, “तू इथे कायम राहू शकशील यासाठी काहीच उपाय नाही का?” आणि दरवेळेस जाँय तेच उत्तर द्यायची, “आत्ता तर नाहीये, पण मी पुढच्या वर्षी नक्की येईन.”

दरवर्षी वाढत्या आतुरतेनं पर्वत जाँयच्या भेटीची वाट पाहायचा. ती जायला निघाली की त्याला होणारं दुःख दरवेळेस वाढत होतं. अशा तऱ्हेने नव्याणव वसंत ऋतू आले आणि गेले. शंभराव्या वसंतात जाँय जेव्हा परत यायला निघाली तेव्हा तिनं कायम तिथे राहावं म्हणून त्यानं तिला नेहमीसारखं विनवलं ...

नेहमीसारखा ती दिसेनाशी होईपर्यंत तो बघत राहिला... आणि तेवढ्यात एक चमत्कार झाला. पर्वताचं हृदय दुभंगलं. त्या कठिण कातळाला तडा गेला. आणि त्याच्या गाभ्यामधून पर्वताचे अश्रू उसळी मारून वर आले.

त्या अश्रूंचा एक झराच तयार झाला आणि पर्वताच्या अंगावरून वाहू लागला. पुढच्या वसंतात जेव्हा जाँय आली, गाणं गायली तेव्हा काहीही न बोलता पर्वत फक्त अश्रू ढाळत राहिला. तिला किती थोडावेळ थांबता येतं आणि परत यायला मात्र किती जास्त काळ लागतो या विचारानं त्याला अश्रूंचे उमाळे येत होते.

जाँय तिच्या नेहमीच्या जागेवर विसावली तेव्हा तिला अश्रूंचा झरा दिसला. मग ती नेहमीप्रमाणे थोडावेळ गायली. तिची निघायची वेळ झाली तरी पर्वत रडतच होता. पुढच्या वर्षीचा वायदा करून जाँय उडून गेली.

पुढच्या वसंतात येताना ती चोचीतून एक



बी घेऊन आली. अश्रूंच्या झऱ्याजवळ कातळाला एक भेग होती. भेगेच्या आसपास पाण्यामुळे दमटपणा आला होता. बी वाळून जाऊ नये म्हणून जाँयनं ते काळजीपूर्वक त्या भेगेत खोचून ठेवलं. नेहमीसारखी थोडा विसावा घेऊन गाणं गाऊन ती निघाली. पण अजूनही पर्वत काही बोलण्याच्या अवस्थेत नव्हता - नुसता रडतच होता.

जाँयनं ठेवलेल्या बी ला मोड आला. जवळ छोट्या भेगांमधून खोल गेला. भेगांमधून झिरपणारं पाणी पिऊन, थोड्याशा मृदू झालेल्या दगडातून अन्न मिळवून त्यातून मुळं वाढू लागली. काही दिवसांनी बीमधून एक अंकुर फुटला. सूर्यप्रकाश मिळवण्यासाठी तो त्या भेगेतून बाहेर डोकावला. पुरेसा सूर्यप्रकाश मिळाल्यावर त्याला इवली इवली पोपटी पानं फुटली.

पर्वत मात्र अजून स्वतःच्याच दुःखात चूर

असल्यामुळे त्या इवल्याशा रोपट्याकडे त्याचं लक्षच गेलं नव्हतं. नंतरच्या प्रत्येक वसंतात येताना जाँय आणखी बिया आणत राहिली. अश्रूंच्या झऱ्याजवळ सुरक्षित जागा शोधून त्या नीट काळजीपूर्वक तिथे ठेवत राहिली. गात राहिली. पण पर्वताच्या अश्रूंना जराही खळ नव्हता. वर्षांमागून वर्ष उलटली. नवीन आलेल्या रोपांच्या मुळांच्यामुळे झऱ्याच्या आसपासचा दगड मृदू बनला. त्याचं हळूहळू मातीत रुपांतर झालं.

मग तिथे शेवाळ वाढायला लागलं. गवत, तऱ्हेतऱ्हेची फुलझाडं उगवली. वाऱ्याबरोबर पर्वताच्या दिशेने येणारे किडे, कीटक घाईघाईनं पानांमधे लपू लागले, हे सगळं घडत असतानाच अगदी पहिल्यांदा रुजलेल्या बीची मुळं खोल खोल वाढत जाऊन पर्वताच्या हृदयापर्यंत पोचली. आणि जमिनीच्या वर प्रथम डोकावलेल्या कोंबाचं

एका छोट्या झाडाच्या खोडात रुपांतर झालं. त्या खोडाला छोटी छोटी पानं अंगावर मिरवणाऱ्या अनेक फांद्या फुटल्या.

पर्वताच्या हृदयापर्यंत पोचलेल्या मुळांचा हळुवार स्पर्श अखेर त्याला जाणवला. त्याच्या हृदयाचा जखमा अलगदपणे बऱ्या झाल्या. त्याचं दुःख पळालं. आजूबाजूला घडून आलेल्या बदलांकडे त्याचं प्रथमच लक्ष गेलं. त्या नवीन सुंदर गोष्टी दृष्टीला पडल्याबरोबर त्याच्या दुःखाश्रूंचं रुपांतर आनंदाश्रूमधे झालं.

दरवर्षी जांय आणत असलेल्या नवीन बियांमुळे पर्वताला आनंदाचे आणखी उमाळे येत होते आणि सगळी जमीन भिजवून टाकत होते. सगळीकडे नवीन झाडं-झुडुपं, गवत उगवल्यामुळे सगळा परिसर हिरवागार झाला. या सगळ्या आल्हाददायक बदलांमुळे दुःख विसरलेला पर्वत आता पुन्हां जांयला विचारायला लागला होता की ती इथेच नाही का राहू शकणार? पण अजूनही जांयचा नकार कायमच होता, आणि पुढच्या वर्षी येण्याचा वायदाही.

आणखी काही वर्ष उलटली. पर्वतातून वाहणारे झरे खालच्या मैदानी भागात पोचले आणि त्यांनी आसपासची सृष्टी सजीव केली, आसमंत हिरवागार केला. दूर क्षितिजापलिकडच्या प्रदेशातून छोटे-मोठे प्राणी पर्वताकडे यायला लागले. पर्वताच्या आधारानं उतारावरून वाढणारी ही हिरवी

सजीव सृष्टी बघून पर्वताच्या हृदयात एका अदम्य जीवनेच्छेनं जन्म घेतला आणि आतून अगदी हृदयाच्या गाभ्यातून त्यानं आपली सगळी शक्ती, ताकद झाडांच्या मुळांना देऊ केली. त्यामुळे झाडांच्या फांद्यांनी जोमदारपणे आकाशाच्या दिशेने आपले हात उंचावले आणि पर्वताच्या गाभ्यातून उमललेली ती जीवनेच्छा एखाद्या सुरेल गाण्यासारखी झिरपत पानापानापर्यंत पोचली.

वसंत आला आणि ठरल्याप्रमाणे जांय पर्वताकडे आली. पण यावेळी तिनं बी नव्हतं आणलं. ती एक छोटीशी काडी घेऊन आली. तिनं सर्वात प्रथम आणलेल्या बीपासून उगवलेलं झाड आता सर्वात उंच झालं होतं. जांय काडी घेऊन थेट त्या झाडापाशी गेली. त्याच्या फांद्यांमधे घटं बांधायला योग्य अशी जागा शोधून तिथे ती काडी तिनं ठेवली. आणि ती गाऊ लागली पण ह्यावेळी मात्र तिच्या गाण्याचे शब्द होते - “मी आहे जांय! आणि मी आता इथे कायमच्या वास्तव्यासाठी आले आहे!”

मूळ इंग्रजी कथा श्री. अरविंद गुप्ता यांनी  
'संदर्भ' साठी उपलब्ध करून दिली.  
त्यांचे मनःपूर्वक आभार.



अनुवाद : प्रीती केतकर पालकनीती गटात सहभागी.  
स्वतंत्र कथालेखन.



## प्रश्नमंजूषा

### संदर्भच्या वाचकांसाठी

खालीलपैकी कमीतकमी दहा प्रश्नांची उत्तरे लिहून ?  
डिसेंबर २००५ च्या आत 'संदर्भ'कडे पाठवा.

- १) पाढे तयार करण्याच्या किती पद्धती तुम्हाला माहित आहेत ? त्यातील कोणती पद्धत सर्वात सोपी, कोणती पद्धत सर्वात उपयुक्त आणि कोणती सर्वात आधी उत्तर देऊ शकते ? का ?
- २) मांसाहार सर्वमान्य असूनही, अंडी खाण्यावर प्रतिबंध केव्हा होता ? त्याचं कारण तुम्हाला काय वाटतं ?
- ३) भारतात मांसाहार निषिद्ध कधीपासून मानला जाऊ लागला ?
- ४) संदर्भ अंक ३३ ते ३५ मधील सर्वोत्कृष्ट विज्ञानकथा कोणती ? का ?
- ५) पिण्याच्या पाण्यामध्ये किती ऑक्सिजन असणे आवश्यक आहे ? कोणत्या स्वरूपात ? कशासाठी ?
- ६) वरील रांगोळी कमीत कमी किती वेळा हात उचलून काढावी लागले ? हात एकदाही न उचलता काढता येणारी एक छान रांगोळी काढून पाठवा.
- ७) सर्वात पुरातन चित्र कोणत्या विषयावरचे असावे ? का ?
- ८) सर्वात पुरातन स्मारक कसले असावे ? कोणते ?
- ९) बुडवून जीवदान कसे काय शक्य होते ?
- १०) संदर्भ अंक ३३ ते ३५ मधील तुम्हाला आवडलेला उत्कृष्ट लेख कोणता ? का ?
- ११) घरी केलेले आईस्क्रीम बाहेरच्या पेक्षा कोणत्या बाबतीत वेगळे असते ? कशामुळे ?
- १२) सुगंध/दुर्गंध पसरविण्याच्या झाडाचा त्यामागे उद्देश काय असतो ? उदाहरणे द्या.



- १३) औषधाची गोळी लवकर विरघळणे किंवा उशीरा विरघळणे यामुळे रुग्णाला कोणकोणते फायदे-तोटे होऊ शकतील ? कसे ?
- १४) पोलिसखात्यात कुत्री कोणते काम करतात ? याचे सर्वात जुने उदाहरण कोणते ?
- १५) फलित अंडी उबविण्यासाठी i) ती लोकरित गुंडाळली ii) थोड्या उबदार हवेत किंवा ओव्हनमध्ये ठेवली iii) कोमट पाण्यात ठेवली तर काय होईल ?

वरील प्रश्नांच्या उत्तरांबरोबर तुमचे नाव, पत्ता, वर्गणीदार क्रमांक कळवा. निवडक उत्तरपत्रिकांना तसेच जास्तीत जास्त उत्तरे बरोबर देणाऱ्या वाचकांना संदर्भकडून विशेष भेट देण्यात येईल.

\*अंक ३३, ३४, व ३५ वाचलेत ना ?\*

### आमचे प्रतिनिधी

- १) श्री. नंदलाल जोशी, चंद्रमा - १७ ब, अंकुर, महाबँक सोसायटी, सावेडी रोड, अहमदनगर ४१४ ००१. फोन - ०२४१-२३२३६०७
- २) श्री. नागेश मोने, ११२३, ब्राह्मणशाही, भाग्योदय निवास, वाई, जि. सातारा. फोन - ०२१६७-२२०७६६
- ३) श्री. विष्णु सोमण, आनंदनगर, जालगाव, दापोली, जि. रत्नागिरी ४१५ ७१२ फोन - ०२३५८-२८२१९१
- ४) अॅड. देवीदास वडगावकर, देवधर - आदर्शनगर तांबरी - उस्मानाबाद फोन - ०२४७२-२२४३२५
- ५) डॉ. मधुकर गुंबळे, अपेक्षा होमिओ सोसायटी, गुरूकुंज - मोझरी ता. तवसा जि. अमरावती ४४४ ९०२, फोन - ०७२२५-२२४२४०
- ६) श्री. राजेंद्र गाडगीळ, २३७, शिवाजीनगर, जळगाव - ४२५ ००१ फोन - ०२५७-२२२३९७१
- ७) श्री. प्रकाश खटावकर, ३०४, सोमवार पेठ, सातारा, फोन - ०२१६४-२३४५७५.
- ८) श्री. शरद जोशी, ग्रंथ प्रसारक, अमर कल्पतरु को-ऑप. सोसायटी, देवी चौक, शास्त्रीनगर, डोंबिवली, (प.) जि. ठाणे. फोन - ०२५१-२४८६९६७

सभासदत्व नोंदणी

वार्षिक सहा अंक	किंमत	हवे असतील त्यापुढे 4 खूण करा.
मागील उपलब्ध सर्व अंक (२५)	रु. ३८५/-*	
वार्षिक वर्गणी	रु. १२५/-	
एकूण		बँक ड्राफ्ट / चेक <sup>+</sup> /मनी ऑर्डर

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

शैक्षणिक संदर्भच्या वर्गणीसाठी रु. ....

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

\*(पुण्याबाहेरच्या चेकसाठी वरील रकमेवर रु. १५/- अधिक पाठवावेत.)

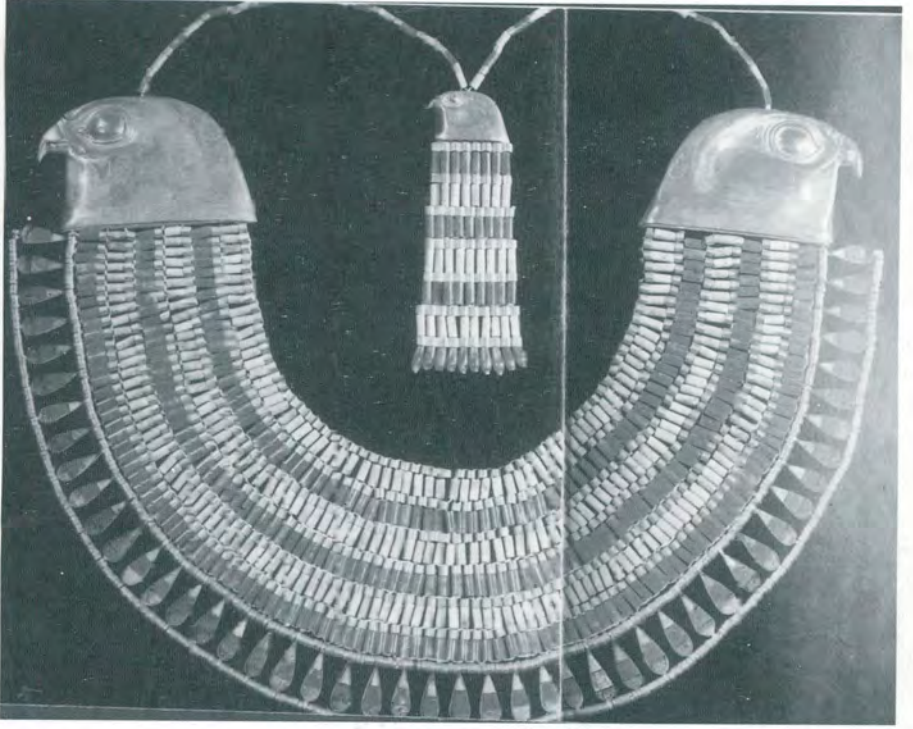
नाव \_\_\_\_\_

पत्ता \_\_\_\_\_

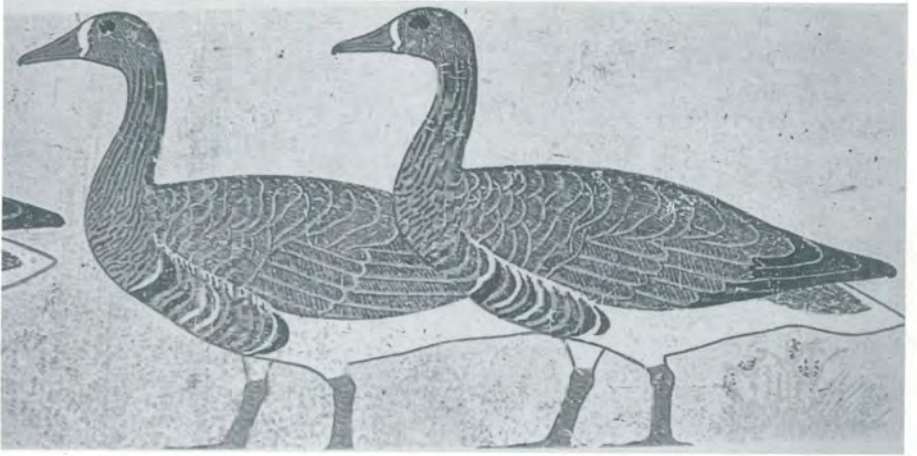
फोन : \_\_\_\_\_ तारीख \_\_\_\_\_

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

२) वंदना अपार्टमेंट्स, आयडियल कॉलनी, कोथरूड, पुणे ३८.  
फोन : ०२०-५४६१२६५. वेळ : १२.३० ते ४.



फियन्स मण्यांचा सोन्याचा हार



पिरमिड्सच्या विशाल दालनात विविध रंगात  
रंगवलेले वास्तववादी शैलीतील चित्र (लेख पान २३ वर)

शैक्षणिक संदर्भ - ऑक्टोबर - नोव्हेंबर ०५ RNI Regn. No. : MAHMAR/19९9/3913

मालक, मुद्रक, प्रकाशक पालकनीती परिवार करिता संपादक नीलिमा सहस्रबुद्धे यांनी

अमृता क्लिनिक, संभाजी पूल कोपरा, कर्वे पथ, पुणे ४ येथे प्रकाशित केले.

