

शैक्षणिक

संदर्भ

अंक ३७

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 ३७

पालकनीती परिवारसाठी

निर्मिती आणि वितरण : संदर्भ

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

दूरध्वनी : २५४६१२६५

ई-मेल : pryd@indiatimes.com

सुमेरियन संस्कृतीची सर्व छायाचित्रे
राम अनंत थत्ते यांच्याकडून साभार.

पोस्टेजसहित

वार्षिक वर्गणी रु. १२५/-

अंकाची किंमत : रुपये २०/-


जगातली सात आश्चर्ये - इजिप्तचे पिरॅमिड, बॅबिलोनच्या झुलत्या बागा, आशिया
मायनर जवळचे डायनाचे मंदिर, मुसोलसचे भव्य स्मारक, न्होडस् आणि
ऑलिम्पिया इथले पुतळे आणि अलेक्झान्द्रिया येथील पुरातन दीपगृह - सगळीच
आश्चर्ये म्हणजे इसवी सनाआधीच मानवांनी तयार केलेली स्थापत्ये होती.

बरीचशी आता नष्टच झाली आहेत. मग आता हजारो वर्षांनंतर, आज जर डोळे
दिपवणाऱ्या अतिभव्य स्थापत्यांना क्रमांक द्यायचे ठरवले तर कोणकोणत्या
कलाकृतींचा विचार करावा लागेल ? शिवाय हे क्रमांक ठरवायचे कोणी ?
या सगळ्याबद्दलच या अंकात वाचू या.

मुखपृष्ठावर नवीन आश्चर्यांपैकी काहींची छायाचित्रे इंटरनेटवरून

अनुक्रमणिका

शैक्षणिक संदर्भ अंक - ३४

- वनस्पतींची अभियांत्रिकी ५
- जग इलेक्ट्रॉनिक्सचे १०
- आठवड्याचे आठ दिवस का नसतात ? १८
- नव्या दुनियेतील सात आश्चर्ये २१
-  वैदिक गणित ३०
- सुमेरियन संस्कृती ३३
- देवराई - वनसंरक्षणाची परंपरा ४३
- मुक्तीची विज्ञानवाट ४७
- ऑयलेरियन मार्ग ५४
- लाजाळू ५६
- उत्तर तयार असावं का तयार करावं ? ६३
- विज्ञानातील चुका कशा टाळाल ? ६७
- लोकविज्ञान दिनदर्शिका ७५
- तीन चेष्टा एक गुपित ७७



हे लेख शालेय पाठ्यक्रमाला पूरक आहेत.

वनस्पतींची अभियांत्रिकी ५

कपानाफांद्यांचा डोलारा, त्याला आधार देणारं खोड, वाऱ्यापावसातही ताठ राहण्यासाठी जमिनीत घट्ट रोवलेली मुळं... कशी केली जाते ही ताकदवान, लवचिक रचना ?



जग इलेक्ट्रॉनिक्सचे २३

विद्युत ऊर्जेबद्दल शिकताना सुवाहक आणि दुर्वाहक पदार्थांबद्दल माहिती होते. वीज वाहून नेणारा सुवाहक आणि न नेणारा दुर्वाहक. याच्या पुढे जाऊन अर्धवाहक - कधी वीज वाहून नेणारा तर विशिष्ट परिस्थितीत न नेणारा - याबद्दल जरा जास्त खोलात जाऊन समजून घेऊ या.

सुमेरियन संस्कृती २३

जगातली सात आश्चर्ये कोणती ? प्रश्नमंजुषेच्या स्पर्धेत हमखास विचारला जाणारा प्रश्न. पहिली यादी इसवीसनापूर्वी दोन शतके एका ग्रीक सेनापतीनं केली होती. त्यातील काही आश्चर्ये काळाच्या उंदरात गडप झाली. आता एकविसाव्या शतकातील यादी करण्यासाठी तुम्हीही आपलं मत नोंदवू शकता. कसं, कुठे, वाचा या लेखात...



लाजाळू २३

सर्वच प्राणी आजुबाजूच्या गोष्टींना प्रतिसाद देतात. वनस्पतींचं काय ? त्यांनी दिलेला प्रतिसाद आपल्याला क्वचितच समजतो, उदाहरण लाजाळूचं. या लाजाळूचं नीटपणे निरीक्षण केलं तेव्हा अनेक गोष्टी समजल्या.

अभिनंदन



संदर्भ संस्थेच्या विश्वस्त व शैक्षणिक संदर्भच्या संपादक गटातील प्रियदर्शिनी कर्वे यांना २००५ सालचा 'जागतिक तंत्रज्ञान पुरस्कार - पर्यावरण' हा सन्मान वर्ल्ड टेक्नॉलॉजी नेटवर्क यांच्याकडून प्राप्त झाला आहे.

हे पारितोषिक दरवर्षी तंत्रज्ञानाच्या विविध क्षेत्रातील पाच व्यक्ती व पाच संस्थांना नामांकन व मतदान या पद्धतीने दिले जाते. त्यामुळे या पारितोषिकाद्वारे प्रियदर्शिनी कर्वे या पर्यावरणीय तंत्रज्ञान या क्षेत्रातील नामवंतांकडून या क्षेत्रातील सर्वात कल्पक व्यक्तींपैकी एक मानल्या गेल्या आहेत.

ग्रामीण घरांमध्ये लाकडावर चालणाऱ्या चुर्लीच्या धुरामुळे हवेचे प्रदूषण होते, आणि त्याचा स्वयंपाक करणाऱ्या महिलांच्या आरोग्यावर अनिष्ट

परिणाम होतो. दरवर्षी जगभरात सुमारे वीस लाख (भारतात पाच लाख) महिला व बालके गृहांतर्गत प्रदूषणामुळे होणाऱ्या विकारांना बळी पडतात. या समस्येवर तोडगा म्हणून 'अॅप्रोप्रिएट रूरल टेक्नॉलजी इन्स्टिट्यूट (आरती)' या संस्थेने प्रदूषण न करणारी जैव इंधने आणि लाकूड व इतर जैव इंधनांवरच चालणारी पण प्रदूषण न करणारी स्वयंपाकाची साधने विकसित केली आहेत आणि ग्रामीण व्यावसायिकां-मार्फत त्यांचा प्रसार आणि प्रचार करण्यासाठी मोहीम हाती घेतली आहे. या कामातील प्रियदर्शिनी कर्वे यांच्या सक्रीय सहभागाची दखल या आंतरराष्ट्रीय पारितोषिकाद्वारे घेतली गेली आहे.

**'संदर्भ' तर्फे
हार्दिक अभिनंदन !**

वर्ल्ड टेक्नॉलॉजी नेटवर्क (WTN) ही न्यूयॉर्कमधली संस्था, जेम्स क्लार्क यांनी आठ वर्षांपूर्वी चालू केली. त्याचा उद्देश त्यांनी म्हटला आहे - To encourage surrendipity (Happy coincidence). त्यांच्या असं लक्षात आलं की तंत्रज्ञानातील बरेचसे शोध हे केवळ योगायोगानं लागतात. विज्ञान किंवा इतर क्षेत्रात काम करणाऱ्या मंडळींना त्यांच्या आयुष्यात कामाव्यतिरिक्त इतरांशी बोलतानाच एकदम नवनवीन कल्पना डोक्यात येतात आणि तंत्रज्ञानात त्या फार उपयुक्त, क्रांतिकारी ठरतात. मग वेगवेगळ्या क्षेत्रातल्या लोकांनी मुद्दामच एकत्रित भेटून, आपापल्या कामाची माहिती एकमेकांना सांगितली तर ? ते नक्कीच उपयुक्त ठरेल. मग त्यांनी प्रत्यक्षात अशा जागतिक तंत्रज्ञान परिषदेला सुरवात केली. त्यासाठी त्यांनी २० विषय ठरवले. , टेलिकम्युनिकेशनपासून ऊर्जा, पर्यावरण इथपर्यंत. त्यातच त्यांनी धोरण ठरविणारे तसंच कायदा आणि कला यांचाही समावेश केला. कारण त्यातील कामाचा, विकासाचा अप्रत्यक्ष परिणाम तंत्रज्ञानावर होतच असतो.

त्या त्या विषयात काम

करणाऱ्या ५संस्था आणि ५ व्यक्ती दरवर्षी निवडल्या जातात. आणि त्यातील एका संस्थेला व व्यक्तीला हा पुरस्कार दिला जातो. या सर्व व्यक्ती व संस्था नंतर WTN मधे सामील होतात. पुढच्या वर्षी त्यांनी एखाद्या क्षेत्रात प्रभावी काम करणाऱ्या नवीन व्यक्ती/संस्थांचे नाव सुचवायचे असते. सुचवलेल्या सर्वांची माहिती गोळा करून त्यांना मते दिली जातात. त्यापैकी जास्तीत जास्त मते मिळवणाऱ्या पाचांना पुरस्कार दिला जातो.

या वर्षीचे आणखी दोन पुरस्कार विशेष वाटले. कोलंबिआमधील शिक्षणपद्धतीत परिणामकारक बदल घडवून आणणाऱ्या एका संस्थेला (भोपाळच्या एकलव्य सारख्या) शिक्षण विभागामधे पुरस्कार मिळाला आहे.

तसेच सेऊलच्या नगरपालिकेला पर्यावरणविषयामधे यावर्षीचा पुरस्कार दिला गेला. शहरातून वाहणाऱ्या नदीपात्रात तेथे रस्ता बांधला गेला होता, तो तेथे उखडून पात्र पुन्हा मोकळे करण्यात आले. शहराच्या मध्यवस्तीमधे पुन्हा जागा करून तेथे झाडे लावण्यात आली. या कामाबद्दल ही निवड झाली होती.



वनस्पतींची अभियांत्रिकी

लेखक : अ.चिं. इनामदार

अनेक मजली इमारती वेगाने उभ्या राहताना आपण पाहतो. प्रथम इमारतीचा सांगाडा R.C.C. मध्ये करतात. कॉलम - बीम - स्लॉब,

कॉलम - बीम - स्लॉब... मग भिंती, फ्लॉस्टर, फिनिशिंग... झाली इमारत तयार! स्थापत्य अभियांत्रिकी तत्वांचा वापर करून बांधलेल्या देखण्या इमारती, इतर वास्तू आपण पाहतो व रचनाकारांच्या कौशल्याला दाद देतो.

मानवजातीच्या पृथ्वीवरील उत्क्रांतीपूर्वी कोट्यवधी वर्षे येथे असलेल्या वनस्पतींमध्ये स्थापत्य अभियांत्रिकीची तत्त्वे आढळतात, असे कोणी म्हटले तर आपला विश्वास बसेल? तसे कशाला? हे मीच म्हणतो आणि त्याला पुरावेही देतो. पार्श्वभूमी म्हणून वनस्पतींवर कोणकोणत्या बाह्य प्रेरणा कार्य करतात, हे पाहू.

वाऱ्याच्या झोतामुळे झाड मुळापासून उखडले जाऊ शकते, किंवा जमिनीवर

लोळू शकते. गुरुत्वाकर्षणाच्या शक्तीमुळे झाडाची उंची कमी होऊ शकते. मोठी व रुंद पाने वाऱ्याला अटकाव केल्यामुळे फाटू शकतात. जड फळ नाजूक देठावर तोलले असेल तर देठावर ताण पडतो. उंच वनस्पतींवर हे सर्व परिणाम होतातच, पण छोट्या, कमी काळ जगणाऱ्या वनस्पतींवरही हे परिणाम होतात. या सर्व परिणामांचा सामना करण्यासाठी वनस्पती खास ऊती तयार करतात, व त्याहून विशेष म्हणजे त्या ऊतींची मांडणी विशिष्ट पद्धतीने करतात. वनस्पतींच्या भागांचे छेद घेऊन, ते रंगवून, सूक्ष्मदर्शकाखाली पाहिले तर ही मांडणी लक्षात येते.

वनस्पतींच्या विविध भागांमध्ये या ऊतींची मांडणी पाहण्याआधी त्यासाठी वनस्पती काही मार्गदर्शक तत्वांचा वापर करतात :

१. श्रमविभागणीचे तत्त्व

वेगवेगळ्या कामांसाठी खास करून तयार केलेल्या पेशी. उदा. वहनासाठी लांब, संरक्षणासाठी जाड भिंतीच्या, त्वचेसाठी सपाट, वगैरे.

२. सक्षमतेचे तत्त्व

जे कार्य पेशीला किंवा पेशीसमूहाला (ऊतीला) करायचे आहे, त्यासाठी ती रचनात्मक दृष्ट्या योग्य व सक्षम हवी.

३. काटकसरीचे तत्त्व

हे सर्व करताना कमीतकमी ऊर्जा किंवा साधनसामुग्री वापरून जास्तीत जास्त परिणामकारक कार्य व्हायला हवे.

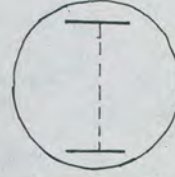
४. बहुउपयोगिता

शक्यतो एका प्रकारच्या पेशीने अनेक - किंवा किमान काही प्रकारची कार्ये करायला हवीत.

या मूलभूत तत्त्वांवर वनस्पतींतील ऊतींची विभागणी झालेली असते.

I - गर्डरचे तत्त्व

वनस्पतींना व त्यांच्या भागांना संरक्षण देणाऱ्या ऊतींची मांडणी पाहण्यापूर्वी आपण I गर्डरचे तत्त्व समजावून घेऊ. समजा एक I गर्डर कठीण जमिनीवर उभा आहे. त्याच्या वरच्या भागावर जड वजन आहे. आता I गर्डरच्या वरच्या व खालच्या टोकावर जास्तीत जास्त प्रेरणा कार्य करतील. वरच्या टोकावर धन/अधिक (+, पॉझिटिव्ह) प्रेरणा असेल, तर खालच्या टोकावर ऋण/उणे (-, निगेटिव्ह) प्रेरणा असेल. त्यामुळे वरच्या टोकावर दाब (compression) कार्य करेल, तर खालच्या टोकावर ताण (Tension) असेल. जसेजसे आपण I च्या मध्याकडे येऊ, तशातशा या प्रेरणा कमी कमी होत



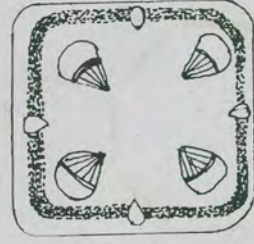
१ गर्डर, टोकाला २ फ्लॅजेस, मध्ये वेव.

जातील. बरोबर मध्यावर दाबही नसेल अन् ताणही नसेल.

या परिस्थितीत ताण व दाब असलेल्या ठिकाणी कठीण पेशीभित्तिका असलेल्या, व ते नसलेल्या ठिकाणी साध्या - पातळ पेशीभित्तिका असलेल्या ऊती वनस्पती ठेवतात. आपणास माहित आहेच की दृढोतक (Sclerenchyma) व प्रकाशाच्या (Xylem) पेशी जाड भितींच्या असतात, त्या बनवायला वनस्पतीला अधिक ऊर्जा वापरावी लागते, तर प्रधानोतक/मुलोतक/मृदुतक (Parenchyma) पेशी पातळ भितींच्या असतात. स्थूलकोनोतक (Collenchyma) पेशी कडेला - कोपऱ्यांना जाड असतात, तेथे तुलीराचे (Cellulose) थर असतात. तर प्रकाश व दृढोतक पेशींना काष्ठीरामुळे (lignin) संरक्षणात्मक गुणधर्म मिळतात. स्थूलकोनोतक (Collenchyma) पेशी वेगाने वाढणाऱ्या, विशेषतः एका दिशेने वाढणाऱ्या, (उदा. लांबी) असतात. त्या वनस्पतींच्या भागांना संरक्षण देण्याशिवाय, प्रकाश संश्लेषण व सजीव पेशी करू शकणाऱ्या सर्व क्रिया करतात. प्रधानोतक पेशी केंद्रक असलेल्या, सजीव व सर्व कार्ये



२ गर्डस



'कोलियस' खोडाचा छेद

कमीतकमी किती I गर्ड आवश्यक आहेत ? एक नाही, कारण वनस्पतींचे (पाने सोडून) बहुतेक भाग गोलाकार असतात. दोन I गर्ड पुरे होतील. अशी रचना कोलियस, तुळस व इतर काही वनस्पतींच्या खोडात दिसते.

करू शकणाऱ्या असतात. त्या बनविताना वनस्पतींची कमीतकमी ऊर्जा वापरली जाते आणि संख्येने त्या सर्वात जास्त असतात.

वनस्पतींच्या विविध भागांना वेगळ्या प्रश्नांच्या अनुरोधाने त्या ऊर्तीची रचना करून यांत्रिकी संरक्षण मिळवावे लागते. मुळांना झाडाला जमिनीत आधार द्यावा लागतो, त्यांच्या गरजा जाड दोराप्रमाणे असतात, पाने वाऱ्यामुळे फाटू शकतात, तसे होऊ नये म्हणून त्यांना आधार लागतो, जड फळे लांब देठावर तोलली असतील तर देठाच्या दोन्ही टोकांना प्रेरणा कार्य करतात. कमी वेळ जगणाऱ्या वनस्पतींची जाडी कमी असते, त्या वाऱ्याच्या झोतामुळे भुईसपाट होतात. म्हणजे वेगवेगळ्या भागांच्या गरजा वेगवेगळ्या असतात, पण वर दिलेल्या मार्गदर्शक तत्वांप्रमाणे, आणि I गर्डचा वापर करून वनस्पती आपले संरक्षण करतात.

वर दिलेले I गर्डचे तत्त्व आता वनस्पतींच्या विविध भागांत कसे वापरले जाते ते पाहू. आपण हेही लक्षात ठेवावे की दाब व ताण या प्रेरणा I च्या दोन टोकांना जास्तीत जास्त असतात, त्यामुळे तेथे कठीण व जाड भिंती असलेल्या पेशी आवश्यक आहेत, तर I च्या इतर ठिकाणी साध्या पेशी चालतील.

सर्व आकृत्यांत काळा भाग म्हणजे कठीण व जाड भिंती असलेल्या ऊती व पांढरा भाग म्हणजे पातळ भिंतीच्या ऊती.

क्रमाक्रमाने आपण तीन, चार, सहा इत्यादि संख्येच्या I गर्डरकडे येतो. सूर्यफूल व बहुतेक द्विदल वनस्पतींच्या कोवळ्या खोडामध्ये ही रचना दिसते. जून खोडाच्या छेदामध्ये मोठ्या प्रमाणावर असलेल्या कठीण ऊती दिसतात, कारण त्यांना फांद्या, पाने इत्यादींचे मोठे वजन तोलायचे असते.

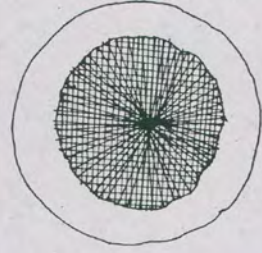
मका, बांबू व इतर एकदल वनस्पतींच्या



४ गर्डर्स



सूर्यफुलाच्या कोवळ्या
खोडाचा छेद



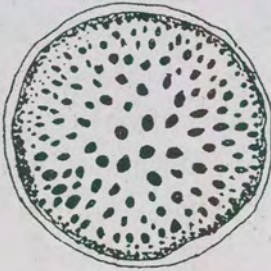
द्विदल वनस्पतीच्या जून
खोडाचा छेद

खोडात थोडी वेगळी रचना आढळते. कडेला अनेक, लागून असलेले, बारके वाहक वृंद (व्हॅस्कुलर बंडल्स) व दृढोतकाचे कडे असते, तर क्रमाने मध्यभागी मोठे व अंतरावर असलेले वाहक वृंद (व्हॅस्कुलर बंडल्स) प्रधानोतकामध्ये रोवलेले असतात. हे आर.सी.सी. कॉलमप्रमाणे आहे, हे लक्षात येईल.

पानांच्या छेदात द्विदल व एकदल वनस्पतीत थोडा फरक दिसतो, पण मूलभूत रचना सारखी असते. एकदल वनस्पतीच्या (उदा. मका) पानाच्या छेदात लहानमोठे वाहक वृंद एकमेकांना समांतर असतात. (या

पानांचा शिराविन्यास समांतर असतो), तर द्विदल वनस्पतींच्या पानात अशा शिरा अनेक पद्धतींनी कापल्या गेलेल्या दिसतात.

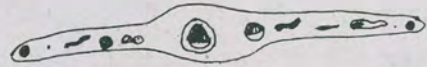
मुळांना प्रामुख्याने वनस्पतींना तोलून धरायचे असते, त्यामुळे त्यांना दोराप्रमाणे काम करावे लागते. अगदी कोवळ्या मुळाची अशी गरज मर्यादित असते, त्याच्या मध्याशी या ऊती असतात. मोठ्या मुळात या ऊती अधिक असतात. मका व इतर काही वनस्पतींना अधिक आधार देण्यासाठी जमिनीलगत तिरकी जाणारी मुळे असतात (ती आपल्याला खांबांना आधार देणाऱ्या लोखंडी दोरांप्रमाणे दिसतात व तशीच



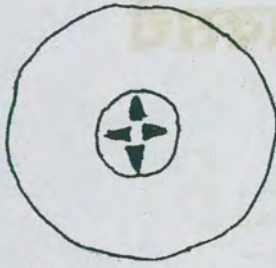
मक्याच्या खोडाचा छेद.



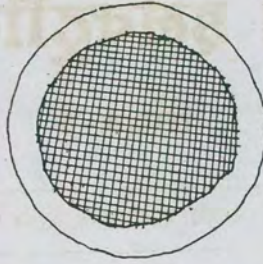
मक्याच्या पानाचा छेद.



द्विदल वनस्पतीच्या पानाचा छेद



द्विदल वनस्पतीच्या कोवळ्या मुळाचा छेद.



द्विदल वनस्पतीच्या जून मुळाचा छेद.



मक्याच्या मुळाचा छेद.

असतात.) अशा मुळांच्या छेदात कडेला असलेला एक दृढोतकाचा थर असतो, तो अधिक संरक्षणासाठी.

अर्थात, कोणत्याही गोष्टीचा अनेकविध उपयोग करायचा व काटकसरही साधायची या तत्त्वाप्रमाणे वनस्पतींना आधार देणाऱ्या ऊती वहनाचेही कार्य करतात. साध्या शैवाल, नेचे इत्यादि वनस्पतींपासून ते उत्क्रांत अशा वनस्पतींपर्यंत यात अनेक नमुने व फरक

आढळतात, पण स्थापत्य अभियांत्रिकीच्या तत्त्वांना अनुसरूनच वनस्पतींची आंतर-रचना असते, व कमीतकमी सामुग्री व ऊर्जा वापरून अधिकतम परिणाम साधण्यात त्या यशस्वी झाल्या आहेत, हे निश्चित आहे.

◆◆

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



पालकनीती

पालकत्वाला वाहिलेले मासिक

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

हे मासिक जरूर वाचा. वार्षिक वर्गणी रु.१२०/-

पालकनीती परिवार, अमृता क्लिनिक, संभाजी पूल कोपरा,
डेकन जिमखाना, पुणे ४. फोन : २५४४१२३०

जग इलेक्ट्रॉनिक्सचे

लेखांक-३

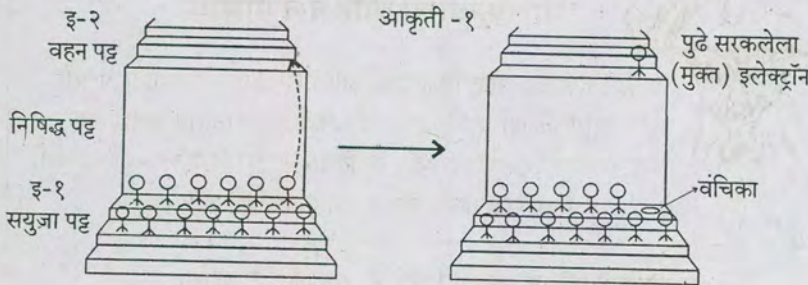
लेखक : राजश्री राजगोपाल, प्रियदर्शिनी कर्वे

अर्धवाहक पदार्थ कमी तापमानाला दुर्वाहकांसारखे वागतात, तर सामान्य तापमानाला मात्र सुवाहकांप्रमाणे विद्युत वहन करतात. असं घडण्याला अर्धवाहकांच्या ऊर्जा पट्टांची संरचना कारणीभूत आहे, हे आपण मागच्या लेखात पाहिलं. इलेक्ट्रॉनिक साधनं बनवण्यासाठी अर्धवाहक वापरतात त्यामागे हे एकच कारण आहे का ? तर नाही. आपल्या आजूबाजूला दिसणाऱ्या इलेक्ट्रॉनिक साधनांमध्ये आणि उपकरणांमध्ये जे वैविध्य दिसतं, त्यामागे अर्धवाहकांचं आणखी एक वैशिष्ट्य आहे. हे वैशिष्ट्यही ऊर्जापट्टांच्या रचनेमुळेच आहे.

है वैशिष्ट्य म्हणजे वंचिका (hole). या लेखांकात आपण यापासून सुरुवात करू या.

अर्धवाहकांमध्ये संयुजा पट्ट आणि वहन पट्ट यांमध्ये एक निषिद्ध ऊर्जा पट्ट असतो. सामान्य किंवा त्यापेक्षा अधिक तापमानाला संयुजा पट्टातील इलेक्ट्रॉन हा निषिद्ध पट्ट ओलांडून वहन पट्टात जाऊ शकतात. मात्र एक इलेक्ट्रॉन संयुजा पट्टातून वहन पट्टात गेला की, वहन पट्टात एक वंचिका (hole) किंवा रिक्त ऊर्जा पातळी तयार होते.

हे समजून घेण्यासाठी आपण एक उदाहरण पाहू. समजा तुम्ही गिनेमाचं तिकीट



अर्धवाहकात दिसणारी ऊर्जापट्टांची रचना

संयुजा पट्टातून वहन पट्टात इलेक्ट्रॉन गेल्यामुळे संयुजा पट्टात त्याच्या जागी वंचिका निर्माण होते.

काढण्यासाठी रांगेत उभे आहात. तुम्ही जर रांग सोडून बाजूला गेलात, तर रांगेत एक रिकामी जागा तयार होते. तुमच्या मागे उभा असलेला माणूस ही जागा भरून काढण्यासाठी पुढे सरकतो. याचप्रमाणे जेव्हा इ१ या ऊर्जापातळीला असलेल्या संयुजा पट्टातून इलेक्ट्रॉन इ२ या पातळीला असलेल्या वहन पट्टात जातो. (आकृती १ पहा), तेव्हा संयुजा पट्टात एक रिकामी जागा तयार होते. यालाच वंचिका असं म्हणतात. थोडक्यात वंचिका म्हणजे इलेक्ट्रॉनचे नसणं !

सुवाहक, अर्धवाहक आणि दुर्वाहक पदार्थांमधील ऊर्जा पट्टांच्या रचना पाहिल्या तर एक गोष्ट तुमच्या लक्षात येईल. केवळ अर्धवाहकांमध्येच अशा प्रकारे इलेक्ट्रॉन निषिद्ध ऊर्जा पट्टे ओलांडू शकतो. म्हणजेच वंचिका ही संकल्पना फक्त अर्धवाहक पदार्थांनाच लागू होते. पण आपण या वंचिकांबद्दल का बोलतो आहोत ? त्या काय करतात ?

वंचिका प्रवाह

ज्याप्रमाणे इलेक्ट्रॉन्समुळे विद्युतवहन होतं, तसंच वंचिकांमुळेही विद्युतवहन होऊ शकतं. हे समजावून घेण्यासाठी पुन्हा आधीचंच उदाहरण घेऊ या. समजा तुम्ही सिनेमाचं तिकीट काढण्यासाठी रांगेत उभे आहात. तुम्ही तिकीट घेतल्यानंतर रांग सोडून बाहेर पडता तेव्हा काय होतं ? तिकीट खिडकीशी एक रिकामी जागा तयार होते.

तुमच्या मागे उभा असलेला माणूस पुढे सरकून ही जागा घेतो. त्याची जागा मागचा माणूस घेतो. अशा रितीने संपूर्ण रांगच तिकीट खिडकीच्या दिशेने पुढे सरकते. म्हणजेच खिडकीशी सुरुवातीला तयार झालेल्या रिकाम्या जागेच्या दृष्टीने विचार केला, तर ही जागा उलट्या दिशेने सरकत सरकत रांगेच्या शेवटच्या टोकाला जाते ! याच पद्धतीने अर्धवाहक पदार्थांच्या संयुजा पट्टात तयार झालेल्या वंचिकेची जागा घेण्यासाठी जेव्हा पट्टातील इलेक्ट्रॉन एका मागे एक असे एका विशिष्ट दिशेने पुढे पुढे सरकतात, तेव्हा वंचिकेच्या दृष्टीने ती विरुद्ध दिशेला सरकत असते. हा तर्क डोक्यात ठेवून आता जरा विचार करा. सामान्य तापमानाला एक अर्धवाहक पदार्थ जर एका विद्युतघटाच्या दोन अग्रामध्ये ठेवला तर काय होईल ?

पहिली गोष्ट म्हणजे, अर्धवाहक पदार्थ सामान्य तापमानाला असल्यामुळे काही संयुजा इलेक्ट्रॉन निषिद्ध पट्टे ओलांडून वहन पट्टात गेलेले असणार. त्यामुळे वहन पट्टात जितके इलेक्ट्रॉन असतील, तितक्या वंचिका संयुजा पट्टात असणार. विद्युतघटाची दोन टोकं जर या पदार्थांच्या दोन बाजूंना जोडली असतील, तर पदार्थांच्या दोन बाजूंमध्ये विभवांतर तयार होणार. म्हणजेच एक बाजू धनभारित होणार तर दुसरी ऋणभारित. पदार्थातील इलेक्ट्रॉन धनभारित बाजूकडे खेचले जाणार. आता वहन पट्टात तर इलेक्ट्रॉन मुक्तपणे संचार

करू शकतातच, त्यामुळे हे इलेक्ट्रॉन्स सहजपणे धनभारित बाजूकडे प्रवाहित होतील. पण संयुजा पट्टातही वंचिकांच्या रूपाने इलेक्ट्रॉन्सना प्रवाहित होण्यास वाव आहे. संयुजा इलेक्ट्रॉन्सही एका वंचिकेतून

दुसऱ्या वंचिकेत एकामागोमाग एक उड्या मारत (सिनेमाच्या तिकीट खिडकीसमोरच्या रांगेतल्या माणसांप्रमाणे) धनभारित बाजूकडे प्रवाहित होतील. अशा रितीने अर्धवाहक पदार्थातून होणाऱ्या विद्युतवहनात संयुजा

विद्युतधारेची दिशा

जर इलेक्ट्रॉन पूर्वेकडे वाहत असतील, आणि वंचिका पश्चिमेकडे, तर विद्युतधारा कोणत्या दिशेला वाहते ?

विद्युत धारा म्हणजे विशिष्ट दिशेने विद्युतभाराचं वहन, हे आपण मागच्या लेखांकात पाहिलं आहे. आपण हेही पाहिलं आहे की विरुद्ध विद्युतभार एकमेकांच्या विरुद्ध दिशेने प्रवाहित होतात. विद्युत अपघटनीमध्ये (electrolyte) धन आयन जेव्हा ऋणाग्राकडे प्रवाहित होतात, त्याचवेळी ऋण आयन धनाग्राकडे प्रवाहित होत असतात. अर्धवाहकांमध्ये इलेक्ट्रॉन व वंचिका एकमेकांच्या विरुद्ध दिशांना प्रवाहित होतात. मग अशा परिस्थितीत विद्युतधारेची दिशा कोणती धरायची ? तुमच्यापैकी बरेच जण म्हणतील, की इलेक्ट्रॉनच्या (म्हणजे ऋणभाराच्या) प्रवाहाची दिशा हीच विद्युतधारेची दिशा समजायला हवी. शेवटी साध्या धातुरूप सुवाहकांचा विचार केला, तर त्यात विद्युतधारा फक्त इलेक्ट्रॉन्समुळेच असते. त्यात कोणत्याही प्रकारचा धन भार किंवा वंचिका सहभागी नसतात. बरोबर ?

दुर्दैवाने हा युक्तिवाद तार्किकदृष्ट्या बरोबर असला, तरी वस्तुस्थिती तशी नाही. जेव्हा विजेचा शोध लागला, तेव्हा लोकांचा असा गैरसमज होता, की कोणत्याही पदार्थातून जाताना विद्युतधारा जोडलेल्या विद्युतघटाच्या धनाग्राकडून ऋणाग्राकडे प्रवाहित होते. म्हणजेच धन विद्युतभाराच्या प्रवाहाची दिशा ही विद्युतधारेच्या प्रवाहाची दिशा मानली गेली. हाच समज पायाभूत मानून विद्युतधारा व विभवांतराशी संबंधित अनेक उपयुक्त नियम शोधून काढले गेले. त्यामुळे आजही विद्युतधारेची दिशा याच पद्धतीने ठरवली जाते - विद्युत मंडळात जोडलेल्या विद्युत घटाच्या धनाग्राकडून ऋणाग्राकडे. याला आता पारंपरिक विद्युतधारा (conventional current) असं म्हटलं जातं.

तर लक्षात ठेवा की जेव्हा आपण 'विद्युतधारा' म्हणतो, तेव्हा आपण या 'पारंपरिक विद्युतधारे'बद्दल बोलत असतो. या प्रवाहाची दिशा इलेक्ट्रॉन्सच्या किंवा ऋणभाराच्या प्रवाहाच्या विरुद्ध दिशेने तर वंचिकांच्या किंवा धनभाराच्या प्रवाहाच्या दिशेने असते.

इलेक्ट्रॉन्सचाही वाटा असणार. मात्र संयुजा इलेक्ट्रॉन्सच्या या प्रवाहाकडे विरुद्ध दिशेने होणारा वंचिकांचा प्रवाह म्हणून पाहणे सैद्धांतिक दृष्ट्या अधिक सोयीस्कर ठरते. या दृष्टीने पाहिल्यास संयुजा पट्टातील रिक्त जागा किंवा वंचिका म्हणजे इलेक्ट्रॉनवरील ऋण विद्युतभाराइतक्याच मूल्याचा, पण धन विद्युत भार असलेला एक काल्पनिक कण समजता येतो.

अर्धवाहक पदार्थातच सापडणारं हेच ते दुसरं उपयुक्त वैशिष्ट्य - संयुजा पट्टातील वंचिकांमुळे वाहणारी विद्युतधारा!

एक गोष्ट महत्वाची - वहन पट्टात इलेक्ट्रॉन्सचा प्रवाह आणि संयुजा पट्टात वंचिकांचा प्रवाह हे दोन्ही एकमेकांपासून स्वतंत्रपणे वाहत असतात. दुसरं म्हणजे, जरी या दोन प्रवाहांची दिशा एकमेकांच्या विरुद्ध असली, तरी ते एकमेकांमधून वजा होत नाहीत, तर त्यांची बेरीज होते. अर्धवाहकातून वाहणारी एकूण विद्युतधारा म्हणजे वहन पट्टातील इलेक्ट्रॉन्समुळे वाहणारी विद्युत धारा अधिक संयुजा पट्टातील वंचिकांमुळे वाहणारी विद्युतधारा. (चौकट पहा.)

इलेक्ट्रॉन व वंचिकांमध्ये भर

अर्धवाहक पदार्थ वैशिष्ट्यपूर्ण आहेत खरे! तापमानासारखा बाह्य ऊर्जास्रोत वापरून त्यांची विद्युत वाहकता पाहिजे तितकी करता येते. जितके जास्त तापमान तितके वहन पट्टातील इलेक्ट्रॉन जास्त. तसेच संयुजा पट्टातील वंचिका जास्त आणि

तितकी जास्त विद्युतवाहकता. पण आपण तर इलेक्ट्रॉनिक साधनं आणि उपकरणं सामान्य तापमानालाच वापरतो. मग तापमान न बदलता विद्युत वाहकतेवर नियंत्रण मिळवता येईल का? तर हे शक्य आहे. कसं ते पुढे वाचा.

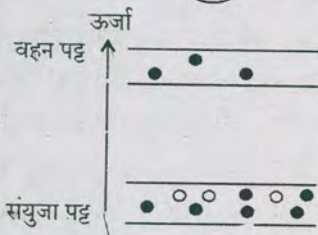
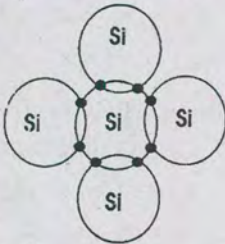
प्रथम एका प्रश्नाचा विचार करू या - कोणत्याही पदार्थाची वाहकता कशी वाढवली जाऊ शकते? एक सोपा आणि लगेच सुचणारा मार्ग म्हणजे, विद्युत धारेच्या वहनाला कारणीभूत ठरणाऱ्या विद्युतभार वाहकांची (charge carriers) संख्या वाढवणे. म्हणजेच बाह्य विद्युत क्षेत्राच्या प्रवाहाखाली विशिष्ट दिशेने प्रवाहित होऊ शकतील अशा 'मुक्त' इलेक्ट्रॉन्सची संख्या वाढवणे. अर्थात अर्धवाहकांसाठी विद्युतवाहकता वाढवण्याचा आणखी एक पर्याय आहे - वंचिकांची संख्या वाढवणे. म्हणजेच संयुजा इलेक्ट्रॉन्सना आणखी रिक्त जागा उपलब्ध करून देणे, आणि त्याद्वारे त्यांना पदार्थातून प्रवाहित होण्यासाठी उद्युक्त करणे. आपण आधी पाहिल्याप्रमाणे संयुजा पट्टातील वंचिका हा इलेक्ट्रॉन्सवरील विद्युतभाराइतकाच पण धन विद्युतभार असलेला कण मानता येऊ शकतो. त्यामुळे अर्धवाहकाच्या बाबतीत आपण म्हणू शकतो की त्याची विद्युत वाहकता दोन प्रकारे वाढवता येऊ शकते - वहन पट्टातल्या इलेक्ट्रॉन्समध्ये भर घालून किंवा संयुजा पट्टातल्या वंचिकांमध्ये भर घालून.

तेव्हा इलेक्ट्रॉनिक साधनं बनवण्यासाठी पाहिजे तितक्या विद्युत वाहकतेचे अर्धवाहक बनवण्यासाठी त्या पदार्थात गरजेनुसार इलेक्ट्रॉन व वंचिकांची भर घातली की झालं! वाचायला सोपं वाटत असलं तरी हे करण्यासाठी एक अवघड प्रक्रिया अतिशय काळजीपूर्वक करावी लागते. या प्रक्रियेला प्रलेपन (doping) असं म्हणतात. या प्रक्रियेत अर्धवाहक पदार्थातील (उदा. सिलिकॉन किंवा जर्मेनियम) काही मूळ अणूंच्या जागी काळजीपूर्वकरित्या वेगळ्या मूलद्रव्याचे अणू (उदा. फॉस्फरस किंवा इंडियम) घातले जातात. मूळ अर्धवाहक अणूंच्या तुलनेत या 'पाहुण्या' किंवा प्रलेपित (dopant) अणूंमध्ये संयुजा इलेक्ट्रॉनची संख्या एकतर जास्त तरी असते किंवा कमी तरी असते.

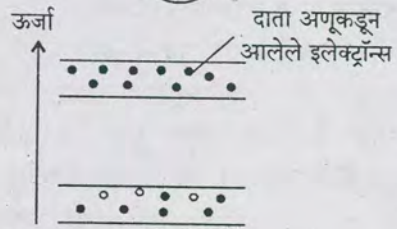
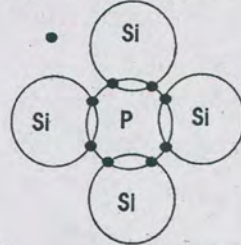
यामुळे त्या पदार्थातील इलेक्ट्रॉन्समध्ये तरी भर पडते किंवा वंचिकांमध्येतरी भर पडते.

उदा. प्रत्येक फॉस्फरस अणूमध्ये पाच संयुजा इलेक्ट्रॉन असतात. तर सिलिकॉन अणूमध्ये चार संयुजा इलेक्ट्रॉन असतात. त्यामुळे सिलिकॉनमध्ये फॉस्फरसचे प्रलेपन केले तर पदार्थात एकूण इलेक्ट्रॉन्सची संख्या वाढते. प्रत्येक फॉस्फरस अणूतील चार संयुजा इलेक्ट्रॉन आपल्या आजूबाजूच्या चार सिलिकॉन अणूंबरोबर बंध बांधू शकतात. पण एक इलेक्ट्रॉन शिल्लक राहतो. हा इलेक्ट्रॉन कोणत्याच बंधात बांधला न गेल्याने मुक्त राहतो, म्हणजेच वहन पट्टात जाऊन बसतो. अशा रितीने फॉस्फरससारखे अणू संयुजा पट्टात वंचिका निर्माण न करता वहन पट्टाला इलेक्ट्रॉन प्रदान करतात, म्हणून त्यांना 'दाता' (donor) म्हटलं जातं.

निजअर्धवाहक (प्रलेपनाशिवाय)

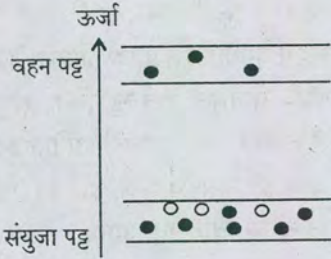
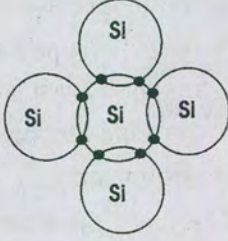


n-type चे अर्धवाहक (दात्याचे प्रलेपन)



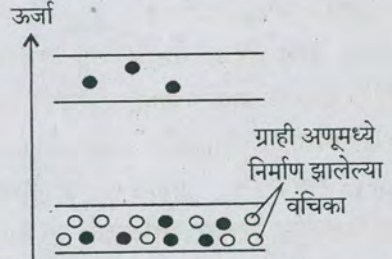
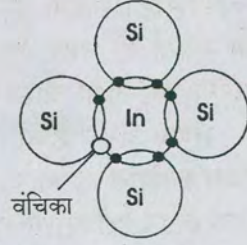
आकृती : २

निजअर्धवाहक



आकृती : ३

p-type चे अर्धवाहक (ग्राहीचे प्रलेपन)



टीप : ह्या ऊर्जापट्ट्याच्या रचना सामान्य तापमानातील आहेत.

(आकृती २ पहा). याचा परिणाम असा होतो, की सामान्य तापमानाला अशा अर्धवाहकाच्या वहन पट्टातील इलेक्ट्रॉन्सची संख्या ही संयुजा पट्टातील वंचिकांच्या संख्येपेक्षा जास्त असते. तापमान निरपेक्ष शून्याच्या तुलनेत खूपच जास्त असल्यामुळे काही संयुजा इलेक्ट्रॉन वहन पट्ट्यात जातात, आणि तितक्याच संख्येने वंचिका मागे रहातात. पण दाता अणूमध्ये असलेले अतिरिक्त इलेक्ट्रॉनही या तापमानाला वहन पट्ट्यातच असतात. अशा अर्धवाहकाच्या विद्युतवाहकतेत अर्थातच वहन पट्ट्यातल्या इलेक्ट्रॉन्सचा वाटा संयुजा पट्ट्यातल्या वंचिकांपेक्षा जास्त असतो. त्यामुळे अशा अर्धवाहकात वहन

इलेक्ट्रॉन्सना प्रमुख विद्युतभार वाहक (majority charge carrier) व संयुजा पट्ट्यातल्या वंचिकांना दुय्यम विद्युतभार वाहक (minority charge carrier) म्हणतात.

फॉस्फरसच्या उलट इंडियममध्ये तीनच संयुजा इलेक्ट्रॉन असतात. यामुळे सिलिकॉन अणूच्या जागी जर इंडियम अणूचे प्रलेपन केले, तर संयुजा पट्ट्यात एका इलेक्ट्रॉनची कमतरता भासते. म्हणजेच एक वंचिका तयार होते. अशा प्रकारे संयुजा पट्ट्यातून वहन पट्ट्यात इलेक्ट्रॉन उत्तेजित न करता संयुजा पट्ट्यातल्या वंचिकांमध्ये भर घालणाऱ्या अणूंना 'ग्राही' (acceptor) म्हणतात. (आकृती ३ पहा.) आकृतीत

दाखवल्याप्रमाणे अशा अर्धवाहकात सामान्य तापमानाला संयुजा पट्टातल्या वंचिकांची संख्या ही वहन पट्टातल्या इलेक्ट्रॉन्सच्या संख्येपेक्षा जास्त असते. म्हणजेच, अशा अर्धवाहकात प्रमुख विद्युतभार वाहक संयुजा पट्टातल्या वंचिका असतात, तर वहन इलेक्ट्रॉन्स हे दुय्यम विद्युतभार वाहक असतात. जेव्हा अर्धवाहक पदार्थ कोणत्याही प्रलेपनाशिवाय वापरले जातात, तेव्हा त्यांना निज अर्धवाहक (intrinsic semiconductor) म्हणतात. प्रलेपन केलेल्या अर्धवाहकांना निजेतर अर्धवाहक (extrinsic semiconductor) म्हणतात. ज्या निजेतर अर्धवाहकात दाता अणूंचे प्रलेपन

केलेले असते, त्यात प्रमुख विद्युतभार वाहक हे ऋणभारित इलेक्ट्रॉन असल्याने त्याला ऋण प्रकारचा (n type) अर्धवाहक म्हणतात. ज्यात ग्राही अणूंचे प्रलेपन केलेले असते, त्यात प्रमुख विद्युतभार वाहक या धनभारित वंचिका असल्याने त्याला धन प्रकारचा (p type) अर्धवाहक म्हणतात. ऋण व धन प्रकारच्या अर्धवाहकांची एकमेकांशी वेगवेगळ्या प्रकारे जोडणी करून वेगवेगळी मूलभूत इलेक्ट्रॉनिक साधनं बनवली जातात. अशी जोडणी अनेक प्रकारे होऊ शकत असल्यानेच इलेक्ट्रॉनिक साधनांत बरीच विविधता आहे.

लेखक : राजश्री राजगोपाल बी.ई. इलेक्ट्रॉनिक्स अँड टेलिकम्युनिकेशन्स

प्रियदर्शिनी कर्वे श्रीमती काशिबाई नवले कॉलेज ऑफ इंजिनियरिंगमध्ये प्राध्यापक.

वंचिकांच्या निमित्ताने

अणूरेणूंच्या पातळीवर नेमकं काय घडतं, हे आपण प्रत्यक्ष पाहू शकत नाही. ही आपल्या तंत्रज्ञानाची किंवा प्रयोगाची मर्यादा नाही, तर अणू रेणूंच्या अंतरंगातल्या पुंजभौतिकी (quantum physical) जगाचाच हा एक मूलभूत गुणधर्म आहे. आपल्याला आपल्या प्रयोगात आणि निरीक्षणात दिसतात, ते केवळ या सूक्ष्म पातळीवरील घडामोडींचे दृश्य परिणाम असतात. या परिणामांचे धागेदोरे पकडून संशोधक नेमकं काय घडत असेल याचा अंदाज बांधत असतात. इलेक्ट्रॉन ही त्या अर्थाने केवळ एक सैध्दांतिक संकल्पना आहे. ज्याला आपण इलेक्ट्रॉन म्हणतो, त्या गुणधर्माचं काहीतरी सर्व पदार्थात आहे, असं गृहीत धरलं, तर बऱ्याचशा दृश्य गोष्टींचं (उदा. विद्युत वहन) तर्कशुध्द स्पष्टीकरण देता येऊ शकतं. त्यामुळे या संकल्पनेचा वैज्ञानिकांनी स्वीकार केला आहे. एकमेकांशी कोणताही संबंध नसलेल्या अनेक निरीक्षणांचं आणि दृश्य परिणामांचं स्पष्टीकरण इलेक्ट्रॉन

ही संकल्पना वापरून देता येतं, त्यामुळे ही संकल्पना आता आपल्या अगदी परिचयाची झालेली आहे. म्हणूनच आपण अगदी सहजपणे आणि निःशंकपणे ही संकल्पना वापरतो. इलेक्ट्रॉन ही संकल्पना वापरून विद्युतवहनाची चर्चा करताना आपण ऊर्जापट्ट ही आणखी एक सैद्धांतिक संकल्पना मागच्या लेखात मांडली. ऊर्जा पट्टांच्या मदतीने आपण सुवाहक, दुर्वाहक आणि अर्धवाहकांमधला फरक खूपच सोप्या मदतीने- रेखाचित्रांच्या मदतीने- स्पष्ट करू शकलो. आता या लेखात आपण वंचिका ही नवी संकल्पना पाहिली. इलेक्ट्रॉनच्या नसण्याला आपण वंचिकेचं असणं म्हणतो आहोत. अर्धवाहकाच्या संयुजा पट्टात एका दिशेने होणाऱ्या संयुजा इलेक्ट्रॉन्सच्या प्रवासाला आपण वंचिकांचा विरुद्ध दिशेने होणारा प्रवास म्हणतो आहोत. मग आपण वहन पट्टातही हीच संकल्पना का वापरत नाही? किंवा सुवाहकांमधील विद्युतवहनाबद्दल चर्चा करताना आपण वंचिकांच्या भाषेत का बोलत नाही?

याचं उत्तर इतकंच की अर्धवाहकांच्या संयुजा इलेक्ट्रॉन आणि वहन इलेक्ट्रॉन या दोन्हीमुळे असणाऱ्या विद्युतवाहकतेचं गणिती दृष्टिकोनातून सर्वात सोपं आणि तरीही परिपूर्ण (म्हणजे अर्धवाहकांतील विद्युतवाहकतेसंबंधीची सर्व निरीक्षणं तर्कसंगत पध्दतीने समजावून देणारं) सैद्धांतिक स्पष्टीकरण देण्यासाठी संयुजा पट्टात धनभारित वंचिका प्रवाहित होतात असं म्हणणं सोयीचं आहे. असं का, याचं उत्तर तुम्हाला तुम्ही स्वतः जेव्हा या सैद्धांतिक गणिताचा अभ्यास कराल तेव्हा मिळेल.

पण वंचिकांच्या निमित्ताने एक गोष्ट लक्षात घ्या. विज्ञानात गृहीतकांचं महत्त्व मोठं आहे, पण मर्यादितही आहे. गृहीतक म्हणजे अशा संकल्पना ज्या सिध्द करता येत नाहीत, तर त्यांच्यावर श्रध्दा ठेवावी लागते. पण ही आंधळेपणानं ठेवलेली श्रध्दा नसते. जर एखादं गृहीतक एखाद्या दृश्य परिणामाचं समाधानकारक स्पष्टीकरण देण्यात अपयशी ठरलं, तर त्यात बदल करण्याची किंवा सर्वस्वी वेगळं गृहीतक मांडण्याचीही संशोधकांना मुभा असते. तर्काच्या कसोटीवर उतरणारी गृहीतकं सर्वमान्य होतात, आणि टिकून रहातात. पण म्हणून ती शाश्वत होत नाहीत. उद्या जर कोणी संशोधक इलेक्ट्रॉन व वंचिका या संकल्पना न वापरता अर्धवाहकातील विद्युतवहनाचं अधिक चांगलं व सोपं स्पष्टीकरण देऊ शकला, आणि हे स्पष्टीकरण इतर वैज्ञानिक मान्यतांशी सुसंगत असेल, तर हे नवं स्पष्टीकरण या व मागील लेखातील संकल्पनांची जागा घेईल! पण तसं घडेपर्यंत तरी आपल्याला इलेक्ट्रॉन आणि वंचिकांच्या भाषेतच ही चर्चा पुढे न्यावी लागेल !

प्रियदर्शिनी कर्वे

आठवड्याचे दिवस आठ का नाहीत ?

सात दिवसांचा सप्ताह माणसाने आपल्या सोयीसाठी बनवला आहे. मधूनमधून सुटी घेण्याच्या तसंच धार्मिक गोष्टी करण्याच्या माणसाच्या मानसिक गरजेतूनच बहुतेक ही आठवड्याची गरज निर्माण झाली असावी.

प्राचीन इजिप्तमध्ये आठवडा दहा दिवसांचा असे. तसंच वैदिक कालीन भारतात आठवडा सहा दिवसांचा होता. प्राचीन बॅबिलोन मध्ये महिन्याचा पहिला, आठवा, पंधरावा आणि बावीसावा दिवस धार्मिक कार्यासाठी राखून ठेवलेला होता. ही रचना जवळपास सात दिवसांच्या सप्ताहासारखीच होती. परंतु कधी कधी शेवटचा आठवडा आठ दिवसांचा होत असे.

अशाच प्रकारे प्राचीन इराणमध्येही महिन्याचे काही दिवस धार्मिक कामांसाठी ठेवले होते. हे दिवस साधारण सात दिवसांच्या अंतरानेच असत.

इसवी सनाच्या पहिल्या शंभर वर्षांच्या आसपास ग्रीसच्या खगोल शास्त्रज्ञांनी आजच्या सात दिवसांच्या सप्ताहाचं स्वरूप निश्चित केलं. त्याकाळी मानवाला सात ग्रहांचं ज्ञान होतं आणि सात या संख्येचं महत्त्वही जास्त होतं. एक गोष्ट मात्र लक्षात घेतली पाहिजे की त्याकाळी ग्रहांमध्ये सूर्य आणि चंद्राचाही समावेश होत असे.

ज्योतिषशास्त्रात सूर्य, चंद्र आणि पाच ग्रहांना सात प्रमुख देवता मानलं जायचं. आकाशातील या ग्रहांच्या स्थिती आणि गतीचं विश्लेषण करून एखाद्या राजाविषयी किंवा राज्याविषयी या 'देवतांची काय इच्छा आहे' हे ठरवता येईल असंही मानलं जात असे. त्या काळी या ग्रहांचं पृथ्वीपासूनचं जे अंतर मानलं जाई, त्यानुसार त्यांचा क्रम लावला होता. (तक्ता बघा.)

आता आठवड्याविषयी बघू. एका दिवसाचे चोवीस तास. दिवसाच्या प्रत्येक

ग्रह	बॅबिलॉनच्या देवता
शनि	निनिब : कष्ट देणारी देवता
गुरू	मार्दुक : देवांचा राजा
मंगळ	नर्गल : युद्धाची देवता
सूर्य	रामश : न्यायाची देवता
शुक्र	इशतार : देवी
बुध	नबु : लेखनाचा राजा
चंद्र	सिन : शेतीची देवता



तासाला एक एक देवता क्रमाने पृथ्वीची देखभाल करते आहे, असं मानलं जाऊ लागलं. दिवसांच्या पहिल्या तासाला जी देवता पृथ्वीची देखभाल करेल, त्या देवाच्या नावाने त्या वारालाही नाव दिलं गेलं. म्हणजेच ज्या दिवशी पहिल्या तासाला शनि निगराणी करेल तो झाला शनिवार. त्यानंतर दुसऱ्या तासाला दुसऱ्या क्रमांकाचा देव म्हणजेच गुरू निगराणी करेल. अशाच रितीने

आठवा, पंधरावा आणि बाविसावा तास शनीची पाळी. नंतर तेविसावा, चोविसावा आणि पंचविसावा तास अनुक्रमे गुरू, मंगळ आणि सूर्याचा येईल. परंतु पंचविसावा तास दुसऱ्या दिवसाचा पहिला तास आहे. म्हणजेच आपण वर बघितलेल्या नियमानुसार त्याची निगराणी सूर्यदेव करणार. त्यामुळेच तो झाला सण्डे किंवा रविवार. आता याच क्रमानं चालायचं तर या पद्धतीनं आठवड्याच्या सात दिवसांची नावं येणार - शनिवार, रविवार, सोमवार, मंगळवार, बुधवार, गुरूवार आणि शुक्रवार.

सप्ताहाच्या सात दिवसांचं मूळ हे आपल्याला फलज्योतिषाच्या विचार - प्रणालीत सापडतं. आता सर्वत्र दिसणारा सात दिवसांचा सप्ताह प्राचीन ग्रीस, रोम मधील लोकांना, हिंदू किंवा ख्रिश्चनांना माहीत नव्हता. भारतात इसवी सन ४०० च्या आसपास या सप्ताहाची सुरुवात झाली. वेद किंवा महाभारतासारख्या महाकाव्यांमध्ये या

सात वारांचा उल्लेख सापडत नाही. भारतात या वारांचा उल्लेख इ.स. ४८४ च्या शिलालेखांमध्ये आढळतो.

◆◆

क्यों और कैसे - मार्च १ - २००५.
मधून साभार.

अनुवाद : वृषाली वैद्य

शनि	१	८	१५	२२	
गुरू	२	९	१६	२३	
मंगळ	३	१०	१७	२४	
सूर्य (रवि)	४	११	१८	२५	-
शुक्र	५	१२	१९	-	-
बुध	६	१३	२०	-	-
चंद्र (सोम)	७	१४	२१		४९

आपल्या मुलांच्या सर्वांगीण विकासासाठी

आपण रोज फक्त ४८ पैसे द्याल ना ?

तर मग हे आवर्जून वाचलंच पाहिजे.

२१व्या शतकाला सामोरं जाताना पालक, शिक्षक म्हणून आपण आपल्या मुलांच्या भवितव्याचा, त्यांच्या विकासाचा नक्कीच विचार करत असतो. पण म्हणजे नक्की काय करतो? बऱ्याच वेळा काही करत नाही. मात्र यापुढील स्पर्धेच्या युगात असं चालणार नाही. या स्पर्धात्मक काळाला आपल्या मुलां/मुलीं अधिक आत्मविश्वासानं सामोरं जायला हवं..... यासाठीच पुण्यातून सुरू झालंय शिक्षणविषयक एक नवं मासिक -

‘जडण-घडण’ (विद्यार्थी-पालक-शिक्षकांचं संयुक्त व्यासपीठ)

मुख्य संपादक : सागर देशपांडे

व्यक्तिगत कौशल्यांचा विकास, मुलांच्या शारीरिक विकासासाठी-
व्यक्तिमत्व विकासासाठी मार्गदर्शन करणारे मान्यवरांचे लेख. विविध शैक्षणिक
विषयांवरील चर्चा, शिक्षण क्षेत्रातील अभिनव प्रयोग आणि संस्था परिचय, शिक्षण
क्षेत्रातील ताज्या घडामोडींची माहिती

एवढं सगळं एकाच मासिकात

दर महिन्याला घरपोच....

आणि वर्षभरासाठी !

अवघ्या १७५ रु.

वार्षिक वर्गणीमध्ये !

संपर्कासाठी पत्ता :

सौ. स्मिता देशपांडे,

(संपादक : जडण-घडण)

१०१, सी, आतिष कॉम्प्लेक्स,

शिवपुष्प पार्कच्या

मागे, आनंदनगर, सिंगड रोड,

पुणे - ५१. फोन - (०२०) २४३४६२३९.

म्हणजेच रोजचे केवळ ४८ पैसे!

‘जडण-घडण’ मध्ये मान्यवरांचा सहभाग - शिवशाहीर बाबासाहेब पुरंदरे, ज्येष्ठ
संगणकतज्ज्ञ डॉ. विजय भटकर, ज्येष्ठ समाजशास्त्रज्ञ डॉ. शरच्चंद्र गोखले, माजी
आय. ए. एस. अधिकारी व लेखक श्री. अविनाश धर्माधिकारी, संत साहित्याचे
ज्येष्ठ अभ्यासक प्रा. डॉ. अशोक कामत, प्रयोगशील मुख्याध्यापिका
सौ. रेणू दांडेकर, ‘फाय फौंडेशन’ पुरस्कार प्राप्त शिक्षणतज्ज्ञ अनंतराव आजगावकर,
कोल्हापूर येथील भूगर्भाशास्त्र विषयाचे तज्ज्ञ प्रा. डॉ. अनिलराज जगदाळे आणि
इतर अनेक मान्यवर.

नव्या दुनियेतील सात आश्चर्ये

लेखक : बी.एम. पुरोहित • अनुवाद : स्मिता जोगळेकर

जगातील सात आश्चर्यांची जी यादी सांगितली जाते, ती थेट इसवी सनापूर्वी दोन शतके बनली होती, त्या सात आश्चर्यांपैकी सहा ७०० वर्षांपूर्वीच नष्ट झालीत. इजिप्तचे पिरॅमिड फक्त शिल्लक आहेत.

खरे पाहता ही यादी योग्य तरी कशी म्हणावी - कारण सातही आश्चर्ये केवळ भूमध्य सागराच्या आसपासच्या प्रदेशातीलच आहेत. त्या साऱ्यावर ग्रीक संस्कृतीचा प्रभाव आहे. अन्य रचनांकडे ग्रीक सेनापती अँन्टीपॅटर याने पूर्ण दुर्लक्ष केले किंवा त्याला ती माहिती नसावीत.

दुसरा मुद्दा म्हणजे इजिप्तच्या पिरॅमिडपासून अलेक्झांड्रियामधील दीपस्तंभापर्यंतची ही आश्चर्ये एकाच काळात अस्तित्वात नव्हती. उदा. अेजियन समुद्राच्या ऱ्होडस बंदराच्या प्रवेशमार्गावर ग्रीक सूर्यदेवता हेलिओसची विशाल मूर्ती इ.स.पू. २८० मध्ये बनली. त्यापूर्वीच अडीचशे वर्ष, म्हणजे इ.स.पू. ५३० मध्ये बॅबिलॉनचे झुलते बगीचे नष्ट झाले होते. आर्टेमिसचे मंदिर इ.स. पू ३५६ मध्ये जळून गेले तर इ.स. पू. २७९ मध्ये

दीपस्तंभाचे बांधकाम सुरु झाले.

यानंतर काही अद्भूत स्थापत्ये निर्माण झाली. ती आजही तग धरून आहेत. वर सांगितलेल्या आश्चर्यांपेक्षा सरस आहेत. ऱ्होडसचा पुतळा १२० फूट होता तर रशियातील वोल्गोग्राड इथला 'मातृभूमी'चा पुतळा २७० फूट, जपानमधील गौतम बुद्धाचा पुतळा ३९४ फूट आहे. शिवाय एकाच व्यक्तीने बनवलेली अशी यादी स्वीकारणे थोडे अवघडच वाटते. त्यामुळेच पाचेक वर्षांपूर्वी स्वित्झर्लंडमधील एका जिज्ञासूने ठरवले की पूर्ण जगभरातून यासाठी मते मागवावीत. इन्टरनेट हाताशी होतेच. यासाठी कोणीही आपल्या पसंतीची सात आश्चर्ये एक ते सात क्रमाने कळवू शकणार आहे. २००१ मध्ये यास सुरुवात झाली. पहिला टप्पा नामांकन / नोंदणीचा. २८-०२-०५ पर्यंत ज्यांना सर्वाधिक मते मिळतील अशा २१ स्थापत्यांमधून सात निवडावी असे ठरले. व अंतिम निकालाची तारीख आहे ०१-०१-२००७.

साडेचार वर्षांत यासाठी करोडो मते

नोंदवली गेली. एक ते सातचा क्रम किरकोळ फरकाने ठरला आहे. यात विशेष बदल होण्याचा संभव नाही. कारण बऱ्याच व्यक्तींनी दोनदोन वेळा मतदान करून टाकले आहे. दुसरे म्हणजे मतदान करणाऱ्यांमध्ये चीन आणि भारतीयांची मते अधिक आहेत म्हणूनच चीनची भिंत, पोतळा राजवाडा, ताजमहाल यांचे स्थान अबाधित आहे. ब्रिटन, अमेरिका, फ्रान्स, जपान, वगैरेंची लोकसंख्याच मुळात कमी असल्यामुळे त्यांच्या मतांनी फारसा बदल होण्याची शक्यता नाही. न्यू ओपन वर्ल्ड फाऊंडेशनने इंटरनेट द्वारा घेतलेल्या मतदानाच्या आधारे जवळजवळ निश्चित झालेल्या या यादीतील नव्या आश्चर्यांचा हा परिचय.

१) चीनची महान भिंत

इ.स. पूर्व २२० च्या काळात मंगोल घोडेस्वारांच्या वारंवार होणाऱ्या आक्रमणांना अटकाव करण्यासाठी बांधलेली ही भिंत ६३५० कि.मी. लांब आहे. एका चिनी प्रवाशाने १९९० मध्ये दोन्ही पायांवर अंतर मापक (पॅडोमीटर) बांधून भिंतीवर चालण्यास सुरुवात केली. शेवटी अंतर ६७०० कि.मी. नोंदले गेले. भारताच्या सागरी किनाऱ्यापेक्षाही हे अंतर दोनशे कि.मी. ने जास्त झाले. या भिंतीची उंची साधारण ९ मीटर असून दर १८० मीटर वर मनोरे व १२ मीटर उंचीचे टेहळणी बुरूज आहेत. भिंतीची रुंदी एका वेळी दहा सैनिक पायी किंवा ५ सैनिक घोड्यावरून सहज जातील एवढी



आहे (६ मीटर). पाया म्हणून बांधलेली भिंत ७.६ मी. जाड आहे. बांधकाम सुरू झाले तेव्हा ३ लाख मजूर तर दुसऱ्या टप्प्यात दहा लाख मजूर राबत होते. यातील पाचेक लाख मजूर अतिश्रमामुळे किंवा साथीच्या आजारामुळे मृत्यू पावले. परंतु आपल्या जिवावर उदार होऊन त्यांनी बांधलेल्या या भिंतीने वर्षानुवर्षे चेंगीजखान, कुब्लाइखान अशा आक्रमकांपासून चीनचे संरक्षण केले.



२) तिबेटचा पोतळा राजवाडा

समुद्रसपाटी पासून ११,९७५ फूट उंच असलेली तिबेटची राजधानी ल्हासा येथे हा महाल आहे. नव्या यादीत त्याचा नंबर दुसरा येतो. तिबेटी भाषेत पोतळा म्हणजे दयेच्या देवीचे निवासस्थान इ.स. ६४१ मध्ये तिबेटी राजा सोंगत्सान गाम्बो याने आपली पत्नी वेनचेंग हिच्यासाठी ९९९ खोल्यांचा हा महाल बांधला. हा महाल ११७ मीटर उंच असलेल्या 'लाल टेकडी' वर असल्याने वीज पडल्यामुळे अनेकदा महालात आगीही लागल्या. १७ व्या शतकात मोठ्या आगीत खूप नुकसान झालेला महाल पुन्हा बांधला गेला. पुढे तो बौद्ध धर्मगुरू दलाईलामांचे निवासस्थान बनला. चिनी सैन्याच्या १९५१

च्या हल्ल्यानंतर तो चीनच्या ताब्यात गेला.

या महालात विशेष कलाकुसर नाही परंतु याचा प्रचंड आकार अचंबित करून टाकतो. लांबी ३६० मीटर, रुंदी २६० मीटर, १३ मजले व एकूण क्षेत्रफळ ३,६०,००० चौ. मी. सर्वात मोठ्या दोन खोल्या अनुक्रमे ७१७, ७२५ चौ.मी. आहेत. महालाच्या आत लहान लहान १००० पॅगोडा, गौतम बुद्धाच्या १०,००० प्रतिमा आणि १४.८५ मीटर ऊंचीचे आठ स्तूप आहेत. प्रत्येक स्तूप सोन्याने मढवलेला आहे. त्यावर किंमती रत्ने व मोती जडवलेले आहेत. चीनच्या ताब्यात हा महाल आल्यानंतर चिनी सरकारने ५.३ कोटी युआन खर्च करून याची पुन्हा सजावट केली. (एक युआन - ५.५० रुपये)



३) ताजमहाल - भारत

१६३१ मध्ये पत्नी मुमताझ हिच्या मृत्यूनंतर शाहजहान ने तिची आठवण म्हणून मकबरा बनवण्याचे निश्चित केले. याचे नाव ताजमहाल ठेवण्याचेही ठरवले. ताजमहाल म्हणजेच सर्व महालांचा मुकुटमणी, सर्वोत्तम. यासाठी त्याने ३७ अनुभवी कसलेल्या व्यक्तींच्या मार्गदर्शनाखाली २०,००० कामगारांना कामास लावले. आगऱ्याहून ३२२ कि.मी. वर असलेल्या राजस्थानमधील मकराणा येथून संगमरवर खणून काढण्याकरता १८०० मजुरांनी खोदकाम केले. २.२५ टन वजनाच्या संगमरवरी शिळा अप्रयास आणण्याचे काम १००० हत्तींनी केले. यमुनेच्या तीरी ६.७ मीटर ऊंच, ९५ x ९५ मीटरच्या

चबुतऱ्यावर काम सुरू झाले. ३९.५ मीटर उंचीचे चार मिनार आणि ६५.५ मीटर पर्यंत जाणारा घुमट बांधण्यात बावीस वर्ष गेली. यात ९,४०,००० घन फूट संगमरवर वापरले गेले.

इंटरनेट वरील वैश्विक मतदानात सात आश्चर्यांमध्ये ताजमहाल आत्ता तिसऱ्या क्रमांकावर आहे. कदाचित प्रत्यक्ष यादी बाहेर पडेल तेव्हा तो दुसऱ्या क्रमांकावरही जाऊ शकतो. पण तिसऱ्याच्या खाली जाण्याची तिळमात्रही शक्यता नाही.

४) कलोजियम इटली

प्राचीन काळी रोममध्ये बिना छताचे नाट्यगृह किंवा खेळाचे मैदान कलोजियम म्हणून ओळखले जाई. आफ्रिकेच्या वनांमध्ये/



प्रेक्षकांच्या उपस्थितीत या कलोझियमचे उद्घाटन झाले तेव्हा त्या वेळच्या सम्राटाने (टिटसे) ५००० प्राणी प्रदर्शनासाठी आणवले होते.

प्राण्यांनी प्रेक्षकांवर हल्ला करू नये यासाठी सर्वात खालची रांगही १५ फूट उंचीवर बांधली होती. या कलोझियममध्ये अनेक रक्तरंजित सामने खेळले गेले. अखेर

जंगलांमध्ये आढळणाऱ्या किंवा युरोपमध्ये विशेष नाविन्य वाटणाऱ्या सिंह, चित्ता, बबून, जिराफ, शहामृग वगैरे प्राण्या-पक्ष्यांची येथे प्रदर्शने भरवली जात. घोड्यांच्या रथांच्या स्पर्धा आयोजित केल्या जात. तलवार सज्ज अशा तगड्या योद्ध्यांच्या (ग्लॅडिअटर) अगदी एकमेकांचे जीव घेईपर्यंतच्या लढाया होत. लोक या हिंसक खेळाची पुरेपूर मजाही घेत.

इ.स. ६९ मध्ये वेस्पाझन या रोमन सम्राटाने राजधानी रोम येथे नवे कलोझियम बनवण्याचे ठरवले. दहा वर्षात ते बनलेही. उंची ४८ मीटर, लांबी १८९ मीटर, रुंदी १५५ मीटर, परीघ अर्धा कि.मी. याला ८० प्रवेशद्वारे, पैकी दोन राजघराण्यासाठी आरक्षित होती. इ.स. ८० मध्ये ५०,०००

मौजमस्तीमध्ये बुडालेल्या रोमन साम्राज्याचे पतन होऊ लागले व या तमाशाचा अंत होत गेला. मध्ययुगात भूकंपामुळे या नाट्यगृहाचे पुष्कळ नुकसान झाले. भिंतींना भेगा पडल्या, आसने उखडली गेली. कलात्मक शिल्पे नष्ट झाली, चोरीस गेली. इ.स. १५०० नंतर याची रयाच गेली. विसाव्या शतकाच्या अखेरीस याचे अवशेषच उरले.

आठ वर्षे पुनर्रचना करून इटली सरकारने हे कलोझियम २००० साली पुन्हा खुले केले. आज परदेशी पर्यटक मुद्दाम या वास्तूला भेट देतात.

५) चीचेन इत्सा पिरॅमिड - मेक्सिको पिरॅमिड म्हणताच आपल्या तोंडी नाव येते इजिप्तचे. पण सेव्हन वंडर्सच्या यादीत झळकणारा हा पिरॅमिड आहे मेक्सिकोमध्ये.



इ.स. पूर्व १५०० च्या आसपास मेक्सिको मध्ये बहुरू लागलेली माया संस्कृती इ.स. २५० मध्ये यशस्वितेच्या व समृद्धीच्या सर्वोच्च शिखरावर होती. चित्रकला, शिल्पकला, स्थापत्य, खगोल, गणित अशा सर्व क्षेत्रात उत्तम कामगिरी होत होती. आज ज्याला आपण मेक्सिको म्हणून ओळखतो, त्या मध्य अमेरिकन प्रदेशात अनेक नगरांचा विकास झाला. भव्य सभागृहे, महाल, मंदिरे बांधली गेली. सर्वात चित्ताकर्षक व प्रभावशाली स्थापत्य होते धार्मिक विधीसाठी बांधले गेलेले पिरॅमिड. यांची रचना इजिप्तच्या पिरॅमिडपेक्षा वेगळी होती. यात टोकाला असलेल्या देवालयापर्यंत जाण्यासाठी बाजूच्या तिरक्या उतारावर पायऱ्या होत्या. इजिप्तच्या पिरॅमिडपेक्षा उंची कमी होती. याचा उपयोग मृतदेह ठेवण्यासाठी नसून धार्मिक कार्यासाठी विशेषतः नरबळी देण्यासाठी होत होता.

इ.स. १२०० नंतर लुप्त झालेल्या या

नगरातील इतर ऐतिहासिक बांधकामे आज अवशेषांच्या स्वरूपात आहेत मात्र अेल क्रस्तिलो नावाचा २४ मीटर उंच पिरॅमिड मात्र अंभंग स्थितीत आहे. प्रत्येक बाजूस त्याचा पाया ६० मीटर लांबीचा आहे. चारही बाजूस प्रत्येकी ९१ पायऱ्या आहेत. पायऱ्यांकडे उतरत जाणाऱ्या पिरॅमिडला ९ टरेसमध्ये विभागले आहे. ९१ × ४ पायऱ्या वर्षाचे दिवस सुचवतात तर ९ टरेस माया संस्कृतीप्रमाणे असलेले ९ महिने सुचवतात. टोकास असलेल्या देवालयात अखेरची पूजा १२२४ मध्ये झाली असावी असा अंदाज आहे.

इजिप्तच्या विराट पिरॅमिडच्या तुलनेत हा पिरॅमिड अति शानदार किंवा भव्य नसून ही, बहुचर्चित माया संस्कृतीशी त्याचा संबंध असल्याने कदाचित त्याचा क्रमांक नव्या यादीत पाचवा लागतो आहे. डिसेंबर २००६ पर्यंत तो टिकतो का ते बघावे लागेल.

६) ईस्टर बेटावरचे पुतळे

दक्षिण अमेरिकेतील चिली देशापासून ३६०० किमी. पश्चिमेस अटलांटिक महासागरात हे बेट आहे. १७२२ मध्ये डच अँडमिरल जेकब रोगेवी याने ईस्टरच्या सणाच्या दिवशी याचा शोध लावला म्हणून त्याचे नाव ईस्टरचे बेट पडले.

या बेटावर परिश्रमपूर्वक कोरलेले अनेक पुतळे आढळले आहेत. जेकब नेदरलॅन्डला परत गेल्यावर, या बेटावर मालकी प्रस्थापित करण्याबद्दल सरकारशी बातचीत झाली. परंतु केवळ १६५ चौ.कि.मी. क्षेत्रफळ असलेल्या या क्षेत्राबद्दल सरकारने रस दाखवला नाही. शेवटी १८८८ मध्ये चिली सरकारने ईस्टरवर आपली मालकी जाहीर केली.

आज या बेटावर साधारण २००० लोकवस्ती आहे. हे बहुतांश पॉलिनेशियन आहेत व आपले विशिष्ट रितीरिवाज जपत आहेत. इ.स. १००० ते १६०० या काळात जे आदिवासी येथे वास्तव्यास होते त्यांनी या पुतळ्यांची निर्मिती केल्याचे आता मानले

जाते. पुतळ्यांचे प्रयोजन मात्र कळू शकलेले नाही. देवीदेवतांच्या स्तुतीप्रित्यर्थ असावेत किंवा पूर्वजांची आठवण म्हणून असावेत. सर्वांची तोंडे समुद्राच्या दिशेकडे आहेत. काही पुतळे लहान तर काही मोठे आहेत.

पुतळे ६०० पेक्षाही जास्त आहेत. बरेचसे १२ ते १५ फूट उंच, सरासरी २० टनाचे आहेत. एक ४० फुटी पुतळा ९० टनापेक्षाही जास्त आहे. बेटाच्या ज्वालामुखी प्रभावित भागातील विशिष्ट खडक कोरून पुतळे बनवणे व ते कित्येक किलोमीटर दूर समुद्रकिनारी आणणे हे काम निश्चितच कष्टप्रद आहे. काही खास कारण असल्याशिवाय कोणी असे कष्ट उपसणे शक्य नाही. मात्र कारण अजून कोणासही उमगू शकलेले नाही.

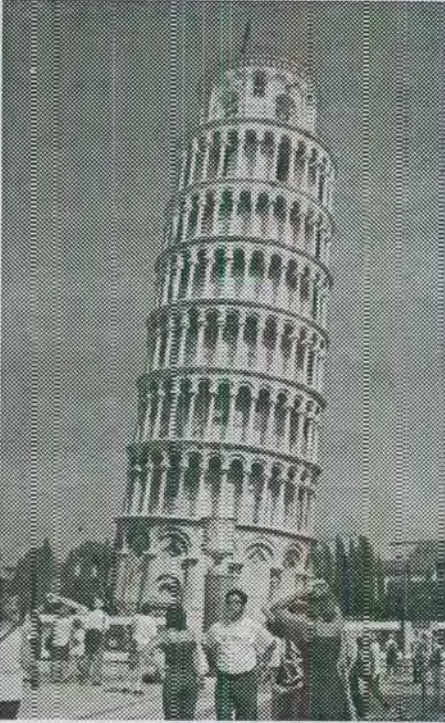
आजपासून हजारों वर्षांपूर्वी कोणत्याही लोखंडी आयुधांचाचून बनवलेले हे रेखीव पुतळे, खाबडखुबड जमिनीवरून हजारो किलोमीटर वाहून नेणे हा अभियांत्रिकीचा एक चमत्कारच मानला जावा - नाही का ?



७) पिसाचा मनोरा - इटली

खरे म्हणजे स्थापत्य जाणणारी कोणीही व्यक्ती पिसाच्या मनोऱ्यास सातवेच काय अंतिम स्थानही देणार नाही. कारण स्थापत्याचे नियम येथे पूर्णपणे धाव्यावर बसवले आहेत.

इटलीचा बोनानो पिसानो नावाचा गाफिल इंजिनियर व त्याच्या साथीदारांनी ६०% पाणी अन्नलेल्या भुसभुशीत व वालुकामय जमिनीमध्ये मनोऱ्याचा पाया घेण्यास सुरूवात केली. ११७३ ला म्हणजेच साधारण साडेतीन मजले बांधून झाले असता हा डोलारा दक्षिणेकडे कलू लागला. लगेचच



वरील मजले बांधण्याचा विचार गुंडाळून ठेवला गेला. कलता कलता हा मनोरा चक्र तीन मीटर तिरका झाला. त्या काळी चर्चमधील प्रार्थनेसाठी वाजवण्यात येणारी घंटा संपूर्ण नगराला ऐकू यावी म्हणून उंच स्थानी बांधली जाई. याच हेतूने हा मनोरा पूर्ण करण्याचे ठरले. १२३४ मध्ये बेनेनातो नावाच्या इंजिनियरला हे काम दिले गेले. त्याने आणखी चार मजले बांधून काढले. उंची वाढल्यामुळे तिरकेपणा आणखीनच जाणवू लागला. पुन्हा काम ठप्प झाले. १३५० ते ६० च्या दरम्यान विल्यम ऑफ इन्सब्रक नावाच्या तिसऱ्या इंजिनियरने आव्हान स्वीकारले व किंचित विरुद्ध दिशेकडे बांधकाम करत सातव्या मजल्यापर्यंत आणले. एक विकृती झाकण्याकरता दुसरी विकृती निर्माण केली. शेवटी टोकास २९ टन वजन भरेल अशा सात घंटा टांगण्यात आल्या.

५१ फूट व्यास, १८० फूट उंची व पाया केवळ १३ फूट जाड भिंतीचा, असा हा अजब मनोरा म्हणजे विचित्र स्थापत्यच म्हटले पाहिजे. पायापासून सुरूवात केल्यास सातव्या मजल्याच्या टोकास जाईपर्यंत हा मनोरा तब्बल चार मीटर कललेला आहे. भुसभुशीत जमीन या १४,५०० टनी डोलाऱ्यास कसा आधार देत असेल? गंमत म्हणजे याला इंटरनेट मध्ये चक्र सातवे स्थान मिळाले आहे.

वेबसाइटवर सतत झळकणाऱ्या साप्ताहिक 'टॉप सेव्हन' ची यादी सतत वरखाली होत आहे. मे च्या शेवटच्या आठवड्यात मदुराईच्या मीनाक्षी मंदिराचा नंबर अचानक चढला होता. निकाल जवळ येत जाईल तसतसा मतदानाला कदाचित वेग चढत जाईल. यादीत कदाचित काही बदलही होतील.

www.newsevenwonders.com या साइटवर मतदान करण्याची पद्धत अगदी सोपी आहे. बोगस मतदान होऊ नये यासाठी पुरेपूर काळजी घेतली गेली आहे. एका कॉम्प्युटर वरून एकदाच मतदान होऊ शकते. म्हणजेच तुम्हाला पुन्हा मतदान करावयाचे असल्यास दुसरा कॉम्प्युटर / सेंटर वापरावे लागेल.

दुसरे म्हणजे मतदात्याला आंतरराष्ट्रीय कॉलचा टेलीफोन नंबर ३७२-५४-१११-४३४ किंवा ३७२-५४-१११-४४४

फिरवायचा आहे. नंबर लागल्यावर त्याला सहा अंकी कोड देण्यात येईल. हा कोड एक तासासाठी मान्य असेल. या तासातच मतदान व्हायला हवे.

जुन्या यादीतील सात आश्चर्ये ग्रीस सेनापती अँटिपॅटर याने निश्चित केली व जगाने त्यास मान्यता दिली. मात्र आज 'सेव्हन वंडर्स' निवडण्याच्या प्रक्रियेत समग्र जगाने सामील व्हावे अशी इच्छा स्वित्झर्लंडच्या बर्नार्ड वेबर यांनी धरली. म्हणूनच १. जानेवारी २००७ या दिवशी प्रसिद्ध होणारी ही यादी साऱ्या जगाचं प्रतिनिधित्व करेल असे म्हणावयास हरकत नाही.



'अर्वाचीन सात अजायबीओ'

सफारी - जून २००५ मधून साभार,

लेखक - बी. एम. पुरोहित.

अनुवाद : स्मिता जोगळेकर, मुंबई.

भाषांतरे, स्वतंत्र एकांकिका लेखन करतात.

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 'ट्रैमासिक' आहे. त्याच्या प्रत्येक अंकामध्ये विविध विषयांवरील मनोरंजक लेख वाचायला मिळतात. हिंदी भाषिक मित्रांसाठी अनमोल असं ज्ञान साधन!

हिंदी संदर्भची वार्षिक वर्गणी रुपये ७५ आहे.

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

$$\begin{aligned}
 १६१६३०१ &= \\
 १३१ \quad | \quad ३०१ &= \\
 २(३३) \quad | \quad (३३) + ३३०१ &= २(३३)(३०१) \\
 ३३ = ०००१ - ३३०१ &= \text{पूर्वक} \\
 ०००१ &= \text{आधारक} \\
 २(३३)(३०१) & \\
 १००२११ &= २(१११) \therefore \\
 १०० \quad | \quad (२११) &= \\
 २(३-३) \quad | \quad (३-१११) &= २(१११) \therefore \\
 ३- = ०००१ - १११ &= \text{पूर्वक} \\
 ०००१ &= \text{आधारक} \\
 २(१११) & \\
 \text{उदा} : १(१) & \\
 \end{aligned}$$

केला की उजवा भाग मिळती.
 उजवा भाग उजवा भाग मिळती नि पूर्वकाचा वर्ग
 (वि-हू लक्षाल घऊन) मिळविला की
 म्हणजे - तिलेल्या (इड) संख्येत पूर्वक
 वास्तुपूर्वकयोगः दक्षिण पूर्वक वर्गः
 अणांका धारयति शीर्षविन्दुः
 प्राप्य इदं दशाधारकार्त्त
 बदलून लिहिता येईल.
 म्हणून वरील सूत्र वर्ग करणयासाठी
 संख्येचा वर्ग येतो.

असल्या उजवीक वृ (००१-११) या
 सोपी ठरे. कारण दोन्ही संख्या साठ्या
 गुणाकारादक्षिण ही ही पीत वर्गामाती

$$\begin{array}{r}
 १० \quad २१ \\
 \hline
 ३- \quad ११ \times \\
 ३- \quad ११ \\
 \hline
 ३- = ००१ - ११
 \end{array}$$
 (००१ आधारक)

$$११ \times ११ = १२१$$
 उदा. (११) = १२१
 करता येता.
 हेच सूत्र वाचन आणल्याला वर्गही
 वास्तुकर्मयोगः दक्षिण उजवीकगणाम ।
 अणांका धारयति शीर्षविन्दुः
 प्राप्य इदं दशाधारकार्त्तक
 क्रियासूत्रं आण लोखंक-१ मध्ये दिले होते.
 हे गणाकारासाठीचे अगदी पहिले
 उपयुक्त ठरतील.
 लोखंक १, २ मध्ये दाखविलेल्या पद्धती खूप
 करायचा असून तर हे गणिणाकाराच्या
 पण जर कुठल्याही संख्येचा वर्ग
 संख्यांचे वर्ग कसे करायचे ते पाहिले.
 लोखंक सहामध्ये आण काही वैशिष्ट्यापूर्ण

लोखंक : अंजली पंडसे

वैदिक गणित

महोदयश्रीगणेशाय नमः
श्रीगणेशाय नमः
लेखक : अञ्जली वैद्य



हेतु नक्षत्र विज्ञान
नाडी. गणनाकारणानुसारं नक्षत्र विज्ञान
करणाकारणानुसारं नक्षत्र विज्ञान
द्वितीयोक्त्या केषुचिदक्षरानुसारं
करणाकारणानुसारं नक्षत्र विज्ञान
शुद्धकरणाकारणानुसारं नक्षत्र विज्ञान

$$४०७५१२४ = २(१०१८६) \therefore$$

$$\begin{array}{r} ४०७५ \\ २ \times \\ \hline २०३७५ \end{array}$$

$$४०७५ \times २ = ८१५०$$

$$४०७५ = २(२०३७)$$

आहे. $४०७५ = २(२०३७)$

$$(२०३७ - २) \times २ = ४०७२$$

$$२ - २ = ०$$

$$४०७५ \times २ = ८१५०$$

$$२(२०३७)$$

$$४०७५ \times २ = ८१५०$$

$$\begin{array}{r} ४०७५ \\ २ \times \\ \hline ८१५० \end{array}$$

$$४०७५ \times २ = ८१५०$$

$$२(२०३७) \times २ = ४०७४$$

$$२ - २ = ०$$

$$४०७५ \times २ = ८१५०$$

$$२(२०३७)$$

$$४०७५ \times २ = ८१५०$$

$$\begin{array}{r} ४०७५ \\ २ \times \\ \hline ८१५० \end{array}$$

$$४०७५ \times २ = ८१५०$$

$$२(२०३७) \times २ = ४०७४$$

$$२ - २ = ०$$

$$४०७५ \times २ = ८१५०$$

$$२(२०३७)$$

$$४०७५ \times २ = ८१५०$$

$$४०७५ \times २ = ८१५०$$

$$४०७५ \times २ = ८१५०$$

$$४०७५ \times २ = ८१५०$$

$$४०७५ \times २ = ८१५०$$

$$४०७५ \times २ = ८१५०$$

$$४०७५ \times २ = ८१५०$$

$$४०७५ \times २ = ८१५०$$

$$४०७५ \times २ = ८१५०$$

$$२(२०३७) \times २ = ४०७४$$

$$२ - २ = ०$$

$$४०७५ \times २ = ८१५०$$

$$२(२०३७)$$

$$४०७५ \times २ = ८१५०$$

$$४०७५ \times २ = ८१५०$$

$$२(२०३७) \times २ = ४०७४$$

$$४०७५ \times २ = ८१५०$$

$$४०७५ \times २ = ८१५०$$

$$२(२०३७)$$

पुरुष उवाच आणि मावा यांनी मिळून प्रकाशित केलेला
आगळावेगळा दिवाळी अंक २००५

पुरुष-स्पंदनं

माणूसपणाच्या वाटेवरची

देणगी मूल्य रु. ५०/-

सहजीवन हुंकार ! सुधीर मोघे, शुभदा मोघे

बापलेक नातं : संपत काळे, अनिल बळेल, डॉ. अभिजित वैद्य

कथा : भारत सासणे, केशव बोबडे, क. दि. सोनटक्के, भीमसेन देठे

ललित लेख : आनंद यादव, आनंद भावे

लेख : सु. श्री. पांढरीपांडे, अतुल कुलकर्णी, विवेक सबनीस,
भुजंग मेश्राम, श्रीनिवास हेमाडे, मंगेश कुलकर्णी, अजित अभ्यंकर,
अनिल अभ्यंकर, आणि इतर

माझा प्रवास : विलास सोनावणे, अरविंद चित्तेवाले, प्रा. शिवाजी
गायकवाड, आणि इतर

मुलाखत : आम्ही दोघं भाऊ भाऊ - श्रीकांत व सुधीर मोघे, सिने.
दिग्दर्शक - गजेंद्र अहिरे

कविता : राजा दीक्षित, इंद्रजिम भालेराव, सुधीर मोघे, प्रमोद अणेराव,
गणेश विसपुते, सौमित्र आणि इतर

मावा : हरिष सदानी, १२अ परिश्रम बिल्डिंग, भांडार लेन, लेडी जमशेदजी रोड,
माहिम, मुंबई - ४०००१६, फोन- २४३६०६३१

पुरुष उवाच : मुकुंद सा. न. (किर्दत) डॉ. गीताली वि. म., बी-२/५०१, कुमार
प्राईड पार्क, सेनापती बापट रोड, पुणे १६,

फोन - २५६५२३२४ ई-मेल - packera@vsnl.com

सुमेरियन संस्कृती

लेखक : राम अनंत थत्ते



वेगवेगळ्या ठिकाणी निर्माण झालेल्या संस्कृतींवर तिथल्या भौगोलिक परिस्थितीचा परिणाम तर झालाच पण इतर अनेक संस्कृतींचाही प्रभाव पडत गेला. यातूनच विज्ञान, विचार, कला यांची देवाणघेवाण होऊन प्रगती होऊ लागली. यावेळच्या लेखात मेसोपोटेमिया या प्रदेशातील सुमेरियन संस्कृतीबद्दल.

टायग्रिस व युफ्रेटिस ह्या दोन नद्यांच्या मधील पट्टा म्हणजे मेसोपोटेमिया. आर्मेनियाच्या उंच पर्वतराजीतून पर्शियाखाडीपर्यंत वाहत जाणाऱ्या दोन्ही नद्यातून वाहून आलेल्या गाळामुळे व त्याला कालव्यांची जोड दिल्याने अत्यंत सुपीक असलेला हा प्रदेश.

पीतवर्णीय मंगोलियन वंशाचे अक्कड

लोक ह्या प्रदेशांत सर्व प्रथम होते - सुमेरियन (सुमेर) बाबिलोनियन अथवा खाल्डीयन. खाल्डीयन लोक हे पुरोहित होते व ते खगोलशास्त्र व ज्योतिष विद्येत प्रवीण होते. मेसोपोटेमियाचा दक्षिणेकडील भाग म्हणजे बाबिलोनिया हे नाव युफ्राटीस नदीच्या तीरावर वसलेल्या बाबिलोन ह्या शहरामुळे मिळाले. उत्तरेकडील भागाला अस्सिरीया हे अस्सुर



राजा गुडे

लोकांमुळे मिळालेले नाव. त्यांची राजधानी निनेव्ह येथे, तैग्रीस नदीच्या उत्तरेला होती.

मेसोपोटेमियाला पर्वतराजी नसल्याने व समुद्राचेही वलय नसल्याने या सरळ सपाट अशा देशाला आक्रमणांच्या वेढ्यांतच सतत राहावे लागले. युद्ध हा येथील स्थायीभावच राहिला. अगदी आजच्या युगातही

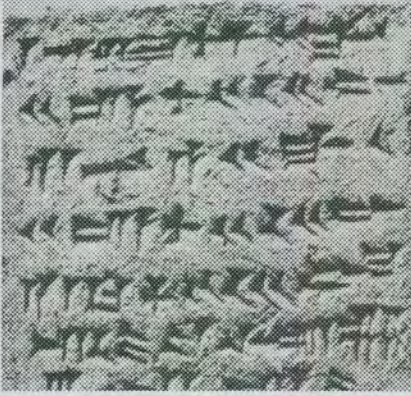
आपल्याला इराक-इराण-अफगाणिस्तान ह्या देशांमध्ये युद्ध संग्राम सातत्याने दिसतो.

ह्या प्रदेशात पर्वत वा दगडांच्या खाणी नव्हत्या. पण गाळ मुबलक होता. त्यामुळे येथील सर्व शहरांमध्ये मोठमोठ्या इमारती - राजवाडे, झिगुरात वगैरे विटांमध्ये बांधल्या गेल्या. सुरुवातीला उन्हात वाळवून तयार केलेल्या विटांमध्ये बांधकाम करित असत परंतु नंतर मात्र भाजलेल्या विटांचे बांधकाम सर्व ठिकाणी सुरू झाले. आज आपल्याला या इमारतींचे अवशेष धराशायी अवस्थेत मिळतात. दगडाच्या अभावामुळे दगडातून कोरून काढलेली मोठमोठी शिल्पे येथे आढळत नाहीत.

खाल्डीयन लोक हे प्रयोगशील व कलेविषयी प्रेम असणारे होते. त्यांनी मोठमोठी शहरे वसवली - बांधली. तसेच क्युनिफॉर्म लेखन पद्धती, धर्मशास्त्र, विज्ञान, कला, आकाश निरीक्षण व ज्योतिषशास्त्र ह्या विषयांमध्ये प्रगती केली.

वेगवेगळ्या राज्यकर्त्यांचा कालखंड

अकडांच्या कालखंडात इ.स.पू. २३४० ते २१८० पर्यंत नरमसीन हा राजा होता. नव्या सुमेरीयन कालखंडात इ.स.पू. २१२५ ते २०२५ पर्यंत गुडे राजा होता. त्याची राजधानी लगाश येथे होती. अस्सुरियन काळात असूर नसीरपाल व त्याच्या मुलांनी इ.स.पू. ८५० पर्यंत राज्य केले. इ.स.पू. ६१२ ते ५३९ पर्यंत राजा नेबुचदनेझरने राज्य केले. त्यानंतर पार्शियन राजा सायरसने इ.स.पू. ५३९ मध्ये बाबिलोनिया जिंकून त्यावर राज्य केले.



विटांच्या पुस्तकातील पान



विटांवर कोरलेला नक्षत्रांचा नकाशा

क्युनिफॉर्म लेखन पद्धति

असिरीयन राजवाड्यामध्ये दोन दालने सापडली. त्यात एका दालनांत मोठमोठ्या रांजणांमध्ये ठेवलेल्या क्युनिफॉर्म लिपीत लिहिलेल्या भाजलेल्या विटांची पुस्तके - लायब्ररी सापडली व दुसऱ्या दालनात १०००० विटांवर सरकारी नोंदी, राजाने दिलेल्या अनुदानाचे हिशोब असे सर्व सापडले. ह्या सर्वांचे वाचन होऊ शकल्यामुळेच आज आपल्याला सर्व इतिहास समजू शकतो. त्यातून आपणाला त्या वेळच्या धर्म, अंकगणित, विज्ञान, आकाश निरीक्षणाची माहिती मिळते. राजवाड्याच्या भिंतीवर विटांमध्ये कोरलेल्या लेखांमधूनही खूपच माहिती मिळते.

अक्षर म्हणजे कोरून काढलेले व वर्णमाला म्हणजे शाईने लिहिलेले. ओल्या मातीच्या छोट्या अशा चौरस विटांवर लेखणीने अक्षरे कोरून काढीत असत. नंतर

त्या विटा भट्टीत भाजून त्याला कायम स्वरूप दिले जात असे. मागच्या पिढीत आपल्याकडेही लाकडी पाटीवर रेती पसरून त्यामध्ये कांडीने अक्षरे गिरवली जातात. अक्षरे लिहून झाल्यावर पुन्हा रेती सारखी करून पुन्हा अक्षरे काढीत असत.

मेसोपोटेमियामध्ये विद्यार्थी लहानपणापासूनच गुरुगृही जात असत. गुरुजी 'पिता' म्हणून ओळखला जाई. शाळा 'लिहिल्या जाणाऱ्या मातीच्या विटांचे घर' म्हणून ओळखली जाई. येथे धनिकवर्गातीलच मुले येऊ शकत. वयात येईपर्यंत ह्या शाळेत यावे लागे. मातीच्या विटांवर पुराणकथा, महाकाव्यातील कथा, पारंपरिक गोष्टी, छोटी छोटी गीते, फळे, फुले, भाजीपाला, खनिज पदार्थ, देशपरदेशातील स्थळांची, बंदरांची नावे वाचून लिहावी लागत. व्याकरण, इतिहास व गणित पण शिकवले जाई.

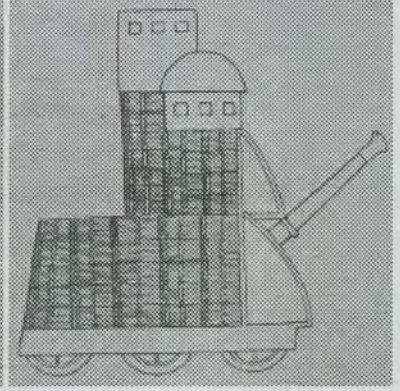
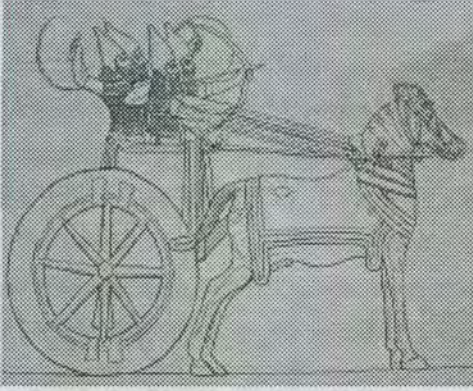
गुरुजींच्या हाती शिस्त जोपासनेसाठी वेताची छडी पण असे. सर्व विद्यार्थ्यांना रोज दैनंदिनी लिहावी लागे. एका विद्यार्थ्याच्या दैनंदिनीमध्ये आपल्याला गंमतीदार माहिती मिळते 'वर्गामधून बाहेर रस्त्यावर चाललेल्या गोष्टी बघितल्याबद्दल, एकदा काही कारण नसताना वर्गामध्ये उभे राहाण्याबद्दल तर दोन तीन वेळा अभ्यास नीट न केल्याबद्दल मला छडीचा मार बसला ! ह्या बाबत घरी तक्रार केली तर घरी पण वडिलांचा मार खावा लागला.'

लेखन कला चांगली जोपासण्यासाठी ५०० लेखनिक मुद्दाम नेमलेले होते. ह्या शिवाय सरकारी अधिकाऱ्यांची मुले, राजदूत, गव्हर्नर इतिहासकार, हिशेबनीस, कर गोळा करणारे अधिकारी, बोटीवरील कॅप्टन वगैरे लोक पण त्यात सहभागी करून घेतले जात. ह्या

सर्वांमध्ये फक्त एकाच स्त्रीचे नाव सापडते. उरचा राजा शुली हा स्वतःला 'निसाबा' म्हणजे लेखनाची देवता म्हणवून घेत असे. सेनाचेरीब राजाचा नातू असूरबेनीपाल इ.स.पू. ७२९ मध्ये राज्यावर आला. तो ह्या विटांच्या पुस्तकांच्या 'लायब्ररी'मध्ये तासनतास रममाण होत असे. इ.स.पू. ६६९मध्ये त्याने त्याची सर्व लायब्ररी आपल्या आजोबांच्या राजवाड्यात आणली.

मारीमध्ये २०,००० लिहिलेल्या विटा सापडल्या. त्यावरून तेथील समाजजीवन व राज्यव्यवस्थेची माहिती मिळते. सैन्यामध्ये भरती होऊन युद्धावर गेलेल्या आपल्या पतीला लिहिलेल्या पत्रात शिब्तु नावाची राणी लिहिते "माझ्या स्वामींनी शत्रूचा पराभव करून मारीचे संरक्षण करावे व सुखरूप परत येऊन आपला आनंद

मध्यंतरी मास्को युनिव्हर्सिटीतर्फे भाषा तज्ञांच्या अभ्यासात वंजारी जमात व त्यांची भाषा ह्या संबंधी संशोधन झाले. कॉकेशियस पर्वतापासून निघालेले हे वंजारी थेट भारतातील दौलताबाद व मध्यपूर्वेत इस्रायल पर्यंत व्यापाराकरता भटकतात हे लक्षात आले. त्यांची भाषा रशियापासून भारतात आणि इराकमध्ये पण पूर्वी एक होती हे सिद्ध झाले. कारण सर्व ठिकाणी काही शब्द अजूनही तसेच आहेत. 'सामत' हा शब्द घराबाहेर उभ्या केलेल्या टॅटमपोलसाठी वापरतात. व हा शब्द सर्व ठिकाणी सारखा आहे. वंजारी लोकांच्या चार शाखा. त्यातील वंजारी (वणिक जन) व लमाण (लवण-कार) हे जेथे युद्ध नाहीत अशा भारतात ह्या दोन शाखा आल्या व मध्यपूर्वेकडे सततच्या युद्धांमुळे बलुचि व जिप्सी ह्या दोन शाखा पसरल्या कारण जिप्सी हे शस्त्र विकणारे असे लोक. सततच्या युद्धांमुळे ह्या दोन्ही शाखा अजूनही कार्यरत आहेत.



व्यक्त करावा” दुसऱ्या एका पत्रात “राणीने नुकताच एका जुळ्याला जन्म दिला आहे. आपल्या मुली आनंदात आहेत तुम्ही हिंमत हारू नका...” असा आशय आहे.

लेखनकलेबरोबरच नक्षत्रांचे; राशींचे ज्ञान व ज्योतिषविद्येत पण त्यांची प्रगति अलौकिक होती. त्यांनी आकाशातील तान्यांना नावे देऊन त्याचा नकाशा केला होता. तान्यांचे वेध घेऊन सूर्यग्रहण व चंद्रग्रहण कधी असेल ह्याची अनुमाने काढली होती. आकाशात अमूक एक ग्रहस्थिती असेल तर अमूक गोष्ट घडते असे आडाखे पण केलेले आहेत. सूर्य, चंद्र, इशतर देवता वगैरेंच्या स्थितीवरून वारा, वादळ, पाऊस ह्यांचे अंदाजही त्यांनी केले होते.

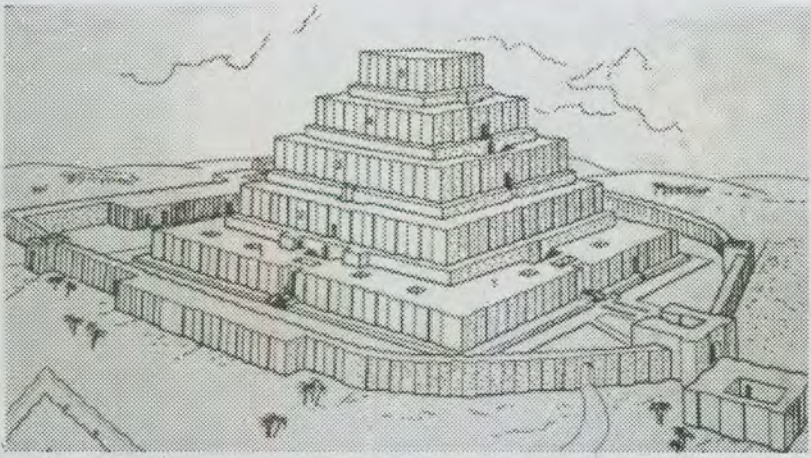
शस्त्रास्त्रे

मेसोपोटेमिया मध्ये पुष्कळ वेळा युद्धे होऊन राज्यकर्ते बदलले परंतु नवीन राजवटींनी क्युनिफॉर्म लेखन- अंकगणित, ज्योतिष अथवा बांधकाम क्षेत्रांत कुठलीही

ढवळाढवळ केली नाही. त्यामुळे ज्ञान आणि विज्ञानक्षेत्रात उत्तरोत्तर प्रगतीच झाली. सततच्या युद्धांमुळे नवनवीन शस्त्रास्त्रांचा शोध लागला. लढाई करण्यास स्वसंरक्षणासाठी जाळीची चिलखते, डोक्यावर उंच शिरस्त्राण, धनुष्य बाण, गोफणगुंडे, दोन घोड्यांचे रथ सरसकट वापरले जात. शत्रूच्या कोट किल्ल्यांच्या भिंतीवर आघात करून त्यांना खिंडार पाडण्यासाठी चाकांवर पुढे सरकणारे उंच मनोरे व त्याला भिंतीना धडक मारण्यासाठी असलेले धातूचे लांब असे खांब अशी रचना असे. ह्यांचा शोध ४००० वर्षापूर्वीचा. हे सगळं बघितलं तर सद्दाम हुसेनने निर्माण केलेली शस्त्रास्त्रे त्याच्यापुढे काहीच वाटत नाहीत.

स्थापत्य

प्रत्येक राज्यकर्त्यांनी आपापल्या सत्तेच्या वेळी, निरनिराळ्या प्रकारची बांधकामे केली, राजवाडे व मोठमोठ्या इमारती बांधल्या. ह्या सर्व प्रदेशामध्ये दगडांच्या



खाल्डीयन झिगुरात

खाणी नसल्याने बांधकामासाठी विटांचा उपयोगच प्रकर्षाने झालेला आहे. सुरुवातीला सूर्याच्या उन्हात वाळवलेल्या विटा वापरत परंतु नंतर मात्र भाजलेल्या विटांचा उपयोग सरसकट सुरू झाला. उर-नम्मु नावाचा उरचा राजा हा बांधकामामध्ये लक्ष घालून कामे करून घेणारा होता. त्याने ५४ फूट उंचीचा 'झिगुरात' बांधून त्यावर 'नना' म्हणजे चंद्राचे देऊळ बांधले. त्या मंदिरासभोवती ननाची पत्नी 'नीनगल' चे पण मंदिरे होते. तेथे पशुबली दिले जात असत. तेथेच सापडलेल्या एका स्वयंपाकघरात असलेल्या भट्टीत वुली नावाच्या संशोधकाने ३००० वर्षांनंतर पुन्हा एकदा ब्रेड बनवला .

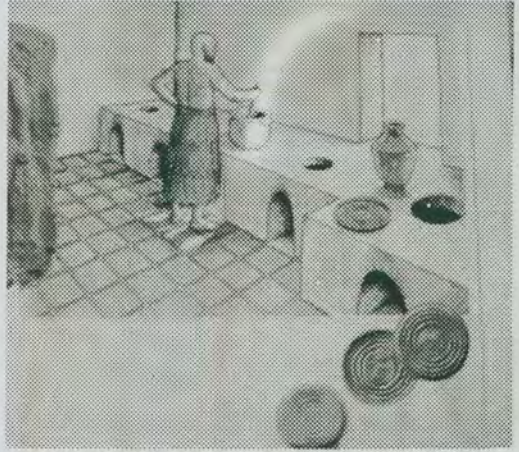
मेसोपोटेमियामध्ये मंदिराचा उपयोग फक्त पूजेसाठीच होत असे. देवाला धान्य, तेल, लोकर, फळे व पशुंचा 'नैवेद्य' असे.

उर मध्ये उत्खननात सापडलेले मेंढ्यांचे शिल्प ५० सें.मी. उंचीचे, संपूर्ण सोन्याचे होते व त्यावर नीलमणी, चांदी व मोती लावून अलंकरण केलेले दिसते. शिल्प व कलाकुसर म्हणून खूपच महनीय आहे. 'civve peruddue' म्हणून ओळखली जाणारी उरच्या देवतेची मूर्ती Lost wax पद्धतीने पण ब्राँझ धातूमध्ये ओतून तयार केलेली आहे. तेथेच सापडलेले बैलाच्या तोंडाने सजवलेले हार्प हे तंतू वाद्य इ.स. पूर्वी २८०० मध्ये केले आहे ह्यावर विश्वास ठेवणे कठीण जाते.

झिगुरात

खाल्डीयन लोकांची मंदिरे 'झिगुरात' म्हणून ओळखली जात. चौरस बैठकीवर एकावर एक असे सात लहान लहान होत जाणारे चौथरे बांधून काढीत असत. त्याचे प्रमाण

भव्य असे असल्याने ते एखाद्या उंच पर्वतासारखेच दिसते. सर्वात वरच्या भागी इशतर देवतेचे मंदिर असे व त्यासाठी थेटपर्यंत पायऱ्या केलेल्या असत. बोरसीप्पा येथील पडून गेलेला हा झिगुरात नेबुचदनेझर ह्या राजाने पुनश्च बांधून त्याच्या सातही टप्प्यांना निरनिराळे रंग देऊन आकाशातील सात ग्रहांचे स्मारकच केले होते. हा झिगुरात १५६ फूट उंचीचा होता. त्याच्या



चारही बाजूंनी संरक्षक कोट उभारले होते. त्यावर सापडलेल्या शिलालेखात 'पूर्वी असलेल्या झिगुरातमध्ये पावसाचे पाणी वाहून निघून जाण्यासाठी चर खोदलेले नसल्यामुळे पडझड झाली व ती यापुढे होऊ नये अशी व्यवस्था करून (चर खणून) हा झिगुरात पुन्हा बांधला आहे' असा उल्लेख सापडला आहे.

मेसोपोटेमियातील जीवन

इ.स. पूर्वी १४०० च्या सुमारास अस्सिरीयन लोकांनी बाबिलोनीयन (खाल्डीयन) लोकांचा पराभव करून मेसोपोटेमिया आपल्या ताब्यात घेतले. मात्र दोन्हीही वंशाच्या लोकांमध्ये तसा भेदभाव नसल्याने राज्यातील कुठल्याही शहरांची, चीजवस्तूंची, वास्तूंची हानी झाली नाही.

मेसोपोटेमियामध्ये हस्तोद्योगामध्ये गालिचे व कशिदाकाम खूप चांगले होत असे.

खुर्च्या व टेबले सुद्धा सुरेख अशा अलंकरणांनी नटलेली असत. खुर्च्यांचे पाय हे सिंहाच्या पंजांसारखे केल्यामुळेच त्याला 'सिंहासन' असे नाव पडले. त्यांनी जिप्सम, बेसॉल्ट किंवा पॉलीश केलेल्या दगडामध्ये कोरलेले खूपच सुरेख शिक्रे सापडले आहेत. त्यांना काच बनवणे, टेराकोटावर चिनी मातीचा लेप देण्याचे चांगले ज्ञान होते.

विटांमध्ये बांधलेले मोठमोठे राजवाडे व इमारतींचे आज फक्त अवशेषच आढळतात. खोर्साबाद येथे सापडलेल्या अवशेषांवरून तेथे असलेल्या राजवाड्यात ३१ चौक होते. सर्वात मोठा चौक हा ३१५ x २०० चौरस फूट होता.

इ.स. पूर्वी २००० मधील राजवाड्यात उभ्याने स्वयंपाक करता येईल असे चूल व वैल असलेले ओट्याचे स्वयंपाकघर सापडले आहे. त्या स्वयंपाक



राजासाठी भेटवस्तू घेऊन जाणारे

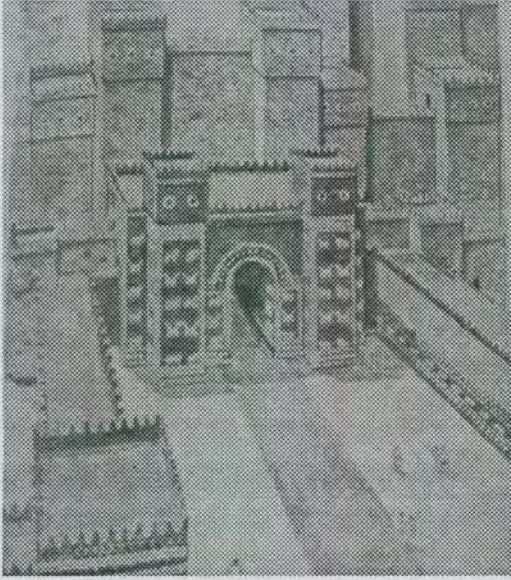
राजा असुरवेनीपालचे उत्थित शिल्प



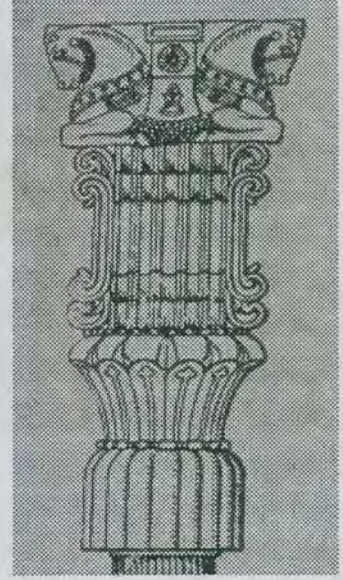
घरात आचाऱ्याने राजासाठी केलेल्या ब्रेडची नोंद सापडली आहे. ७० मापे ब्रेड, ३ मापे शेवया, २ मापे पेज व २ मापे घेवडा असा ९४ मापांचा ब्रेड हा राजासाठी केलेला आहे. तेथेच पेस्ट्री साठीचे ५० साचे सापडलेले आहेत. तसेच बेसॉल्टमध्ये घडवलेला राजपुत्राचा पुतळा पण सापडला आहे.

इ.स. पूर्वी ७०० मधील निनेव्ह येथील राजा असुरवेनीपालचे उत्थित शिल्प एक उत्तम वास्तववादी, तरी अलंकरण पद्धतीने केलेले शिल्प आहे. शिकारीसाठी निघालेला राजा, त्याने धनुष्याची प्रत्यंचा ओढून चढवलेला बाण, द्रुतगतीने पळणारा घोडा, असे हे उत्कृष्ट शिल्प आहे.

ह्या सर्व भागात सततच युद्धे होत राहिली व राजे लोक सततच लढत राहिले. हिंस्र प्राण्यांची शिकार करणे हा त्यांचा खेळ असावा. येथे सापडलेल्या सर्व शिल्पांमध्ये आपल्याला शिकारीची दृश्ये, युद्धाची दृश्ये किंवा शत्रूवर विजय मिळवल्याची दृश्ये चित्रित झालेली दिसतात. मुख्यत्वे करून ही सर्व उत्थित प्रकारची शिल्पे आहेत. ह्यामध्ये स्त्रीचे शिल्प हे अभावानेच सापडते.



इशतर गेट



पर्शियन स्तंभरचना

राजवाडे व वास्तुकला

बाबिलोनचा राजा नेबुचदनेझर याच्या राजवाड्याचे प्रवेशद्वार नगरदेवता इशतरच्या नावाचे होते. सुरक्षेच्या दृष्टीने आत असलेल्या वाड्यामध्ये दोन दोन इमारतीची लांबच लांब रांग होती. प्रवेशद्वार हे निळ्या रंगाने तयार केलेल्या चिनी मातीचा लेप दिलेल्या विटांचे होते. त्या विटांची भाजून तयार केलेली उत्थित शिल्पे हा वास्तुकलेमधील आगळा वेगळा प्रकार खूपच सुरेख आहे. अलंकरणात्मक पद्धतीने नटलेल्या या शिल्पांमधील झाडे फारच सहजतेने केलेली आहेत.

१८४५ मध्ये ब्रिटिश पुरातत्त्वविद्वान सर आस्टेन हेन्री लेयार्ड यांनी तयार केलेले

अस्सुरनसीरपालच्या राजवाड्याचे कल्पनाचित्र बघितले तर डोळ्याचे पारणे फिटते. त्यानंतर जवळजवळ १०० वर्षांनी सर मॅक्स मॅलोवन ह्यांनी (रहस्य कथा लिहिणाऱ्या अंगाथा ख्रिस्तीचे पती) इथे संशोधन केले. त्यांना एवढा मोठा राजवाडा सापडला, ज्याचा चढणीचा रस्ताच मुळी ११ कि.मी. लांबीचा होता. त्या राजवाड्याला विशाल अशी १५ महाद्वारे होती. राजा सेनाचरिबने पाण्याच्या सोयीसाठी म्हणून बावियन येथे असलेल्या टेकड्यामधील पाण्याच्या झऱ्यांपासून ३०० मीटर लांब कालवे तयार करून पाण्याची कायम स्वरूपी व्यवस्था केली. आपल्या औरंगाबाद येथील पाणचक्री व



सिरीयन

शिथीयन

बॅबिलोनियन

आथोनियन

बेगमपुऱ्यातील थत्ते हौदात २४ तास वाहणारे पाणी बघितले की औरंगजेबाच्या कारकीर्दीत झालेल्या ह्या व्यवस्थेचा मूलस्रोत कुठे होता ही गोष्ट लक्षात येते.

ख्रिस्त पूर्व ६१२ ते ५३९ पर्यंत राजा नेबुचदनेझर ह्याने राज्य केले. ह्याच्याच काळात रंगीत ग्लेझ केलेल्या टाइल्स लावून तयार केलेले 'इशतर गेट' आहे. त्यानंतर सायरस नावाच्या पर्शियन राजाने ५३९ ख्रि. पू. मध्ये बाबिलोनिया जिंकून त्यावर राज्य केले. ह्याच्याच काळात वास्तुकलेला सूत्रबद्ध स्वरूप प्राप्त झाले. मेसोपोटेमियाचे बैलाचे चिन्ह हे अलंकारित स्वरूपात स्तंभांचे शीर्ष म्हणून प्रचलित झाले. स्तंभाचे परिमाण पण नेमस्त असे केले गेले. स्तंभाच्या रुंदीचे व उंचीचे प्रमाण ठरवले गेले. १:२, २:३ किंवा ३:५ ह्या प्रमाणात दरवाजे व

खिडक्यांमध्ये निश्चित केले गेले. वास्तुकलेच्या सजावटीमध्ये सार्वभौम सत्तेचे प्रदर्शन ठायी ठायी ठसवले गेले. त्या करिता राजाला भेटवस्तू घेऊन येणाऱ्या व्यक्तींची उत्थित शिल्पे भरपूर प्रमाणात आहेत. पर्शियन वास्तुकला व स्तंभांची रचना ही नंतरच्या काळात भारतामध्ये झालेल्या वास्तूसाठी प्रेरणास्थान बनले हे नक्की. इ.स.पू. २०० च्या पांडव लेणी, कार्ला येथील लेण्यांचे स्तंभ बघितले तर ही गोष्ट चटकन लक्षात येईल. एवढेच नव्हे तर 'अशोक स्तंभ' हा भारतीय शिल्पकलेचा नमुना असला तरी त्याचा आधार पर्शियन स्तंभ आहे हे नक्की.



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

देवराई : वनसंरक्षणाची परंपरा

लेखांक-तिसरा

लेखक : अर्चना गोडबोले

देवराईची परंपरा म्हणजे जनमानसांचं निसर्गाबद्दलचं प्रेम आणि आस्था दाखवून देणारी आदर्श संस्था, पिढ्यानुपिढ्या चालत आलेली. गेल्या तीस-चाळीस वर्षांपर्यंत राष्ट्रीय उद्याने, अभयारण्ये अशासारखी सरकारी स्तरावरून कायद्याद्वारे वनसंरक्षण करण्यासाठीची जंगलं वेगळी नव्हती. इंग्रजांनी आखून दिलेल्या १९ व्या शतकाच्या अखेरीच्या वनधोरणानुसार शिकारीसाठी काही वने राखीव म्हणून घोषित करण्यात आली होती. शिवाय भारतभरातले संस्थानिक आणि राजघराण्यांच्या मालकीची खाजगी संपन्न जंगलं होती. पण गावपातळीवर आपल्या भागातल्या वृक्षराजींचं संरक्षण करण्यासाठी देवराई किंवा गावाचं सामायिक गायरान असे. ह्या मागची संकल्पना, त्याचं व्यवस्थापन ह्या बदलची सविस्तर माहिती आधीच्या दोन लेखांमध्ये आपण वाचली आहे.

देवराई ही गावाने जपलेली गावाची परंपरा असल्यामुळे सरकारी पातळीवरून संरक्षणाचे प्रयत्न तितकेसे यशस्वी झाले नाहीत. देवराया

आकाराने त्यामानाने लहान असल्यामुळे त्यांना राष्ट्रीय पातळीवरच्या अभयारण्ये किंवा राष्ट्रीय उद्यानांच्या साखळीत समाविष्ट करून घेणे शक्य नाही. म्हणूनच स्थानिक लोकांच्या मदतीनेच ह्या देवराईच्या प्रथेचं पुनरुज्जीवन आणि देवरहाट त्यांमधल्या दुर्मिळ वृक्षराजीचं संरक्षण करणं शक्य आहे.

आम्ही कोकणात गेली दहा वर्षे स्थानिक लोकांमध्ये जाणीव जागृतीचं काम करत आहोत. त्यातून दोन गावांमध्ये लोकांनी स्वतःच एकत्र येऊन देवराई संरक्षणाची नवीन पध्दत सुरू केली. वाशी उर्फ संगमेश्वर गाव डोंगरात वसलेलं. गावाच्या वस्त्या एकूण नऊ, त्याही विखुरलेल्या. गावात एक जुनी, बरीचशी तुटलेली देवरहाटी 'मोडका डंग' म्हणून ओळखली जात असे. इथे वाघजाई आणि केदारलिंगाची मोडकळीला आलेली दोन देवळं होती. गेल्या काही वर्षांत देऊळ, शाळेची डागडुजी यासाठी देवराईतील बरेच वृक्ष गावाच्या संमतीनेच तोडले होते. गुरांसाठी देवराई म्हणजे हक्काचं गायरान होतं. नवीन येणाऱ्या झाडांची रोपं तयार व्हायची पण ती तुडवली जायची.



दर महिन्याच्या अमावास्येनंतरच्या पहिल्या रविवारी इथं गावाची महिन्याची सभा म्हणजे वारी होते. गावात प्रत्येक वाडीवस्तीवर अनेक देवळं असली तरी गावाचं पारंपरिक देऊळ देवहाटीतलंच.

आम्ही ह्या सभामध्ये जाऊन लोकांशी बोलायला, देवराईबद्दल समजून घ्यायला सुरुवात केली. त्यांना देवराईच्या परंपरेचं महत्त्व लोककला, स्लाईड शोज् वगैरेंच्या माध्यमातून सांगायचा प्रयत्न सुरू केला. मग दोन वर्षांनी देवराईचं पुनरुज्जीवन व संरक्षण करण्यासाठी लोकांनी एकत्र येऊन काम करायला हवं ही कल्पना लोकांसमोर मांडली. त्यात देवराईतल्या उघड्या पडलेल्या मोकळ्या जागेत दुर्मिळ वनस्पतींची लागवड करायची कल्पना लोकांनी उचलून धरली. मोकळ्या जागेतच वृक्ष लागवड करायची, त्यासाठी कोणतेही वृक्ष किंवा झाडोरा तोडून जागा करायची

नाही; ही अर्थातच आमची अट होती. शिवाय आजकाल अनेक सरकारी विकास कामांतून गावाला पैसे मिळतात तशी काहीच सुविधा किंवा तात्कालिक फायदा गावाला मिळणार नव्हता. पण लोकांच्या मनातली देवराईवरची श्रद्धा, प्रयोगशीलता आणि आमचे आधीच्या वर्षामधले जाणीव जागृतीचे चिकाटीने केलेले प्रयत्न यामुळे लोकांचा चांगला प्रतिसाद मिळाला. आम्ही कोकणातल्या वेगवेगळ्या रोपवाटिका फिरून सीतेचा अशोक, पुत्रंजीवा, बकुळी, अर्जुन, जायफळ अशा अनेक स्थानिक वृक्षांची रोपे मिळविली. वाशीचे ग्रामस्थ, शाळेचे विद्यार्थी आणि आमचे उत्साही कार्यकर्ते ह्यांच्या मदतीने झाडे लावायचा जोरदार कार्यक्रम पावसाळ्यात पार पाडला. पावसाळ्यानंतर रोपांच्या संरक्षणाची आणि लागल्यास पाणी घालण्याची जबाबदारी आमची असं आश्वासनही वाशी गावाने दिलं



आणि आमचा उत्साह द्विगुणीत झाला.

मात्र लावलेल्या झाडांची लोकांनी काळजी न घेतल्यामुळे आणि रहाटीतल्या गुरांच्या मुक्त वावराची काळजी न घेतल्यामुळे लागवडीचा प्रयत्न मातीमोल ठरला. पुढच्या पावसाळ्यात वाशीच्या लोकांनी पुन्हा पुन्हा खात्री दिल्यावर आम्ही त्यांच्याशी संवादास सुरूवात केली. पुन्हा एकदा रोपांची जमवाजमव करून लागवड केली. यावेळी ग्रामस्थांनी आपली जबाबदारी पार पाडली. वाशीच्या नऊ वाड्यांतल्या लोकांनी नोव्हेंबर ते फेब्रुवारी या काळात श्रमदानाने देवराईच्या ७ हेक्टर जागेभोवती पक्का गडगा घातला. गुरांचा वावर पूर्णपणे बंद झाला. गेली तीन वर्षे मोकळ्या जागेत आम्ही लावलेली झाडे तर वाढत आहेतच, पण संरक्षण दिल्यामुळे नैसर्गिक पुनर्वाढ सुरू झाली आहे. चार वर्षापूर्वी मोडका डंग असलेली वाशीची रहाटी म्हणजे आज ह्या भागातलं उत्तम

जंगल आहे. इथल्या माडगरुडांची संख्या वाढली आहे.

डोंगराच्या कड्यावरच्या गुहेतलं मार्लेश्वराचं स्थान म्हणजे अशीच मोठी देवराई आहे. मार्लेश्वराला दरवर्षी संक्रांतीच्या वेळी मोठी जत्रा भरते. लाखो भाविक इथं दर्शनाला येतात. पूर्वी प्लॅस्टिकचा अतिरिक्त वापर आणि भरपूर कचरा व्हायचा, तात्पुरत्या स्टॉलसाठी देवराईतील छोटे वृक्ष तोडले जायचे. देवराईशी निगडीत वेगवेगळ्या समस्या असलेल्या या दहा गावांमध्ये कामं करणं आणि देवराई संरक्षणाच्या कामात लोकांना सहभागी करून घेणं हे खरोखरच आव्हान होतं.

मार्लेश्वराच्या मकर संक्रांतीच्या जत्रेच्या वेळी आमच्या आठ-दहा कार्यकर्त्यांना घेऊन आम्ही प्रत्यक्ष कचरा गोळा करणे, दुकानदारांना प्रसाद देण्यासाठी प्लॅस्टिकऐवजी कागदाच्या पिशव्या

वापरायचा आग्रह करून, कागदी पिशव्या पुरविणे, यात्रेच्या वेळी तिथे येणाऱ्या-जाणाऱ्या सगळ्या एस.टी. गाड्यांवर पोस्टर्स चिकटविणे असे उद्योग सातत्याने तीन वर्षे करित होते. आमची त्यातली समरसता बघून मार्लेश्वर देवस्थान ट्रस्ट व मारळच्या ग्रामस्थांनी गेल्या तीन वर्षांपासून ही जबाबदारी स्वतःच उचलली आहे. आता जत्रेच्या दरम्यान यात्रेकरूंचं व्यवस्थापन, प्लॅस्टिकचा मर्यादित वापर, कचरा व्यवस्थापन, गाडीतळाची व्यवस्था हे सगळं खूप सुरळीत होताना दिसत आहे. देवराईच्या परिसरावरचा ताण ह्यामुळे बराच कमी झाला आहे. आणि यात्रेकरूंच्या मनात मार्लेश्वराच्या स्थानाबरोबरच आजूबाजूच्या निसर्गा-बद्दलचा आदर वाढताना दिसतो आहे. आमच्या पर्यावरण विषयक जाणीव जागृतीचा परिणाम म्हणजे खाजगी तसंच सरकारी संस्थांमार्फत मार्लेश्वरचा धार्मिक

व्यावसायिक पर्यटनस्थळ म्हणून विकास करायच्या कल्पनेला स्थानिक लोकांनी संपूर्णपणे विरोध केला आहे. त्यामुळे ही योजना आता बारगळली आहे.

लोकसहभागातून देवराई संरक्षण व संवर्धनाचे काम अवघड असलं तरीही मार्लेश्वर आणि वाशीच्या प्रतिसादामुळे आमचा आत्मविश्वास नक्कीच वाढला आहे. देवरहाटी संरक्षणाचं काम हेच मुख्य उद्दिष्ट ठेवून; संस्था मोठी करण्याचे इतर मोह टाळून केलेल्या जाणीवपूर्वक कामामुळेच आम्हाला काही ठिकाणी यश मिळालं. कोकणात संगमेश्वर भागात आता आणखी पंधरा गावांमधले लोकही उत्स्फूर्तपणे हा कार्यक्रम राबविण्यासाठी पुढे आले आहेत.

◆◆

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



विज्ञान म्हणजे प्रयोग, पाठ केलेल्या सूत्रांपेक्षा, प्रयोग करणं, खेळता खेळता, अनुभवणं - पाहणं - समजावून घेणं हे अधिक महत्वाचं आहे. साधे - सोपे स्वस्त साहित्य घेऊन खेळ, जादू, प्रयोग करणं यात मुलांना धमाल येईल. त्यांना प्रयोग करू द्या. अशा खेळांचं, प्रयोगांचं संकलन असलेली पुस्तके संदर्भ लवकरच प्रकाशित करत आहे.

मुक्तीची विज्ञानवाट

भाग - १

लेखक : दिलीप कुलकर्णी

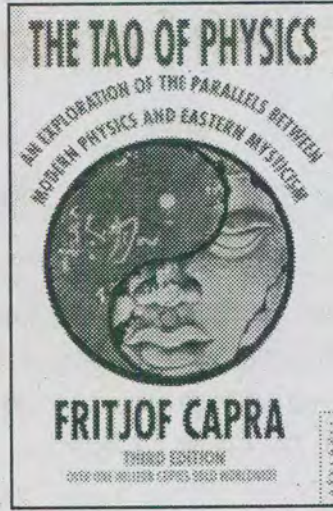
डॉ. फ्रिट्चॉफ काप्रा या तरुण पदार्थवैज्ञानिकानं गेल्या दशकाच्या मध्यावर The Tao of Physics हे पुस्तक लिहून एकच धमाल उडवून दिली. आधुनिक पदार्थविज्ञान हे विज्ञानाच्या कक्षा ओलांडून तत्त्वज्ञानाच्या क्षेत्रात प्रवेश करित आहे हे त्यापूर्वी अनेक वैज्ञानिकांना जाणवत होतं. पण स्पष्टपणे तसं म्हणण्याचं, वा त्याविषयी विस्तारानं लिहिण्याचं प्रत्येक जण टाळीत होता. The Tao of Physics लिहून काप्रांनी हे धाडस केलं. प्रसिद्ध झाल्यावर या पुस्तकाविषयी उलटसुलट प्रतिक्रिया व्यक्त होणं स्वाभाविक होतं. पण प्रतिक्रिया देणारी मंडळी ही पदार्थ-विज्ञानाच्या क्षेत्रातील बडी-बडी मंडळी असल्यानं या पुस्तकाचा गाजावाजा खूप झाला. इंग्रजीत त्याच्या लक्षावधी प्रती खपल्या आणि अन्य अनेक भाषांत त्याची भाषांतरं झाली. अशा या पुस्तकाचा हा संक्षिप्त परिचय काही भागांत करून देत आहोत.

कित्येक पुस्तकं अशी असतात की, जी हातात घेताक्षणीच वाचायला प्रवृत्त करतात. त्यांची आणि आपली तार जुळणार असं का कोण जाणे पण वाटू लागतं. डॉ. काप्रांच्या The Tao of Physics या पुस्तकाच्या बाबतीत माझं अगदी असं झालं. एका अनपेक्षित क्षणी हे पुस्तक हातात आलं आणि सहज चाळतानाच 'प्रथमदर्शनी प्रेमा'त पाडून गेलं. साधारणतः सात वर्षापूर्वीची ही गोष्ट. त्यानंतर अनेकवेळा या पुस्तकाची पारायणं झाली, अनेकांना ते वाचायला देऊन झालं नि अनेकांशी त्यावर

चर्चा झाल्या. इतकं होऊनही ते अजूनही टवटवीत, हवंसं वाटतं.

The Tao of Physics हे पुस्तकाचं नावच मोठं सूचक आहे. ताओ हा चीनमधला एक तत्त्वपंथ. ताओ शब्दाचा मूळ अर्थ आहे 'वाट'. पुढे 'मुक्तीकडे नेणारी वाट' असा अर्थ या शब्दाला प्राप्त झाला; आणि शेवटी 'मुक्ती' याच अर्थानं तो वापरला जाऊ लागला. The Tao of Physics म्हणजे 'मुक्तीची विज्ञानवाट'. फिजिक्सच्या म्हणजेच पदार्थविज्ञानाच्या माध्यमातून आपण मुक्ती मिळवू शकतो हा

भावार्थ. मुक्ती म्हणजे काय? - तर या विश्वातल्या अंतिम सत्याचं, अंतिम एकत्वाचं, अद्वैताचं ज्ञान होणं. आजवर हे ज्ञान, किंवा ही अनुभूती अध्यात्माच्या वाटेनं जाणाऱ्यांनाच होत असे. आता मात्र विज्ञानाची वाट चोखाळणाऱ्यांनाही ही अनुभूती येऊ शकेल असं काप्रांचं मत.



सतत कशाची तरी देवाण-घेवाण होत आहे, सर्व वस्तूजात परस्परांशी जोडलेलं आहे असं आता मानलं जातं. गेल्या आणि त्यापूर्वीच्या दोन-तीन शतकांतलं पदार्थ-विज्ञान, हे दैनंदिन व्यवहारात चालू शकेल एवढंच काटेकोर होतं. मात्र जेव्हा अणूचं अंतरंग माणसानं अभ्यासलं तेव्हा

‘विज्ञान-योग’

हे मत बनण्याला काप्रांपाशी सबळ कारण आहेत. मुळात ते आहेत एक पदार्थविज्ञानाचे अभ्यासक. हा अभ्यास आणि तत्संबंधी प्रयोग करीत असताना त्यांना असं जाणवलं की, आईनस्टाईनच्या पूर्वीचं या विश्वाचं चित्र आणि आईनस्टाईननं सापेक्षतेचा सिद्धान्त मांडल्यानंतरचं चित्र यात आमूलाग्र फ़क आहे. पूर्वीची विश्वाची कल्पना जडद्रव्यावर (matter वर) आधारित आहे, तर आईनस्टाईनोत्तर काळात ही कल्पना चैतन्यावर (energy वर) आधारित झालेली आहे. ‘स्थिती’ हा विश्वाचा मूलभूत गुणधर्म नसून ‘गती’ हा मूलभूत गुणधर्म आहे असं आता मानलं जातं. या विश्वातले घटक परस्परांशी असंबद्ध नाहीत; तर त्यांच्यात

दैनंदिन व्यवहारातले विज्ञानाचे नियम तिथे लागू पडत नाहीत असं माणसाला आढळलं. जेव्हा प्रकाशाच्या वेगाशी तुलना करता येईल एवढ्या वेगाचा विचार पुढे आला, तेव्हाही हे नियम निरुपयोगी जाणवू लागले. अणूच्या गाभ्यात शिरून सूक्ष्म कणांचा अभ्यास करताना ‘क्वांटम थिअरी’ची आवश्यकता भासू लागली; आणि प्रचंड वेगानं हालचाल करणाऱ्या वस्तूंचा अभ्यास करताना ‘रिलेटिव्हिटी थिअरी’ची गरज भासू लागली. या दोन्ही सिद्धांतातून विश्वातील अंतिम सत्याविषयी पदार्थविज्ञानशास्त्रज्ञांना जे जाणवत आहे, ते आध्यात्मिक साधना करणाऱ्यांना जे जाणवतं त्याच्याशी मिळतंजुळतं असं आहे. आणि म्हणून पदार्थविज्ञान हा ‘विज्ञानयोग’ होऊ शकतो, ताओ होऊ शकतो असं काप्रा म्हणतात.

तो अनुभव

हे पुस्तक लिहिण्याची प्रेरणा काप्रांना ज्या एका अनुभवातून झाली, तो त्यांनी प्रस्तावनेच्या प्रारंभीच दिला आहे. ते म्हणतात : 'उन्हाळ्यातल्या एका दुपारी मी प्रशांत महासागराच्या तीरावर बसलो होतो. लाटांच्या घुसळणीकडे मी एकटकपणे पाहत होतो. आणि अचानकपणे एका क्षणी मला अशी जाणीव झाली की, जणू माझ्याभोवतीचं सगळं वातावरण, सगळं वस्तुजात एका वैश्विक नृत्यात सहभागी झालेलं आहे! मी पदार्थवैज्ञानिक असल्यानं माझ्या भोवतीच्या सगळ्या वस्तू-वाळू, पाणी, खडक, हवा सर्व काही - स्पंदमान अणुरेणूंच्या बनलेल्या आहेत हे मी जाणत होतो. पदार्थविज्ञानातील मूलभूत संशोधनातून मला हे ठाऊक झालं होतं की, पृथ्वीच्या वातावरणातील हवेवर वैश्विक किरणांचा सतत मारा होत असतो, आणि त्यातून होणाऱ्या टक्कींमुळे प्रतिक्षणी असंख्य नव्या कणांची निर्मिती आणि विनाश होत असतो. हे सगळं मला ठाऊक होतं : पण ते आलेखांतून, आकृत्यांतून आणि गणितातून. मात्र त्या दिवशी पुळणीवर बसलेलो असताना हे सर्व ज्ञान 'अनुभूती'तून प्रत्ययाला आलं. विश्वकिरणांचा होत असणारा वर्षाव आणि त्यातून होत असणारा कणांचा तालबद्ध सृजनसंहार मी प्रत्यक्ष 'पाहिला'. माझ्या देहातील अणू या वैश्विक नृत्यात

सहभागी असलेले मी 'पाहिले'. त्या नृत्याची लय मला जाणवली; त्या नृत्याचे स्वर मी 'ऐकले!' आणि त्या क्षणी मला ही 'अनुभूती' झाली की, हेच ते शिवाचं, हिंदूंकडून पूजल्या जाणाऱ्या नटराजाचं वैश्विक नृत्य आहे!'

काप्रांच्या या अनुभवाला एक आध्यात्मिक अनुभव म्हणता येईल. कोणताही आध्यात्मिक अनुभव हा मनाच्या शून्यावस्थेत येत असतो. आणि मनाला अशी साम्यावस्था, शून्यावस्था सागरतीरी फार सहजतेनं प्राप्त होऊ शकते. प्रशांत महासागराच्या तीरी निहेंतुकपणे बसलेले असताना काप्रांना अशी अवस्था प्राप्त झाली असावी आणि त्यातून त्यांना हे 'दर्शन' - एका अर्थानं विश्वरूपदर्शन - झालं असावं.

सामान्यांसाठी विवेचन

अर्थात असं 'दर्शन' होण्यापूर्वी, ऐकीव वा वाचीव ज्ञानातून ती गोष्ट मनात ठसलेली असू शकते. डॉ. काप्रांना, त्यांनीच वर म्हटल्याप्रमाणे, ही गोष्ट पदार्थविज्ञानातील प्रयोग करतांना माहित झाली होती. त्याचबरोबर त्यांचा पौर्वात्य तत्त्वज्ञानाचाही अभ्यास होता. या दोन्हींतील साम्यस्थळे हा त्यांच्या चिंतनाचा विषय होता. आधुनिक विज्ञानातून प्रत्ययाला येणारं विश्वाचं चित्र हे पौर्वात्य तत्त्वचिंतकांनी वर्णिलेल्या (आणि 'पाहिलेल्या') चित्राशी खूपच मिळतंजुळतं आहे असं त्यांना वारंवार जाणवत होतं. प्रारंभी

या साम्यस्थळांविषयी त्यांनी शास्त्रीय नियतकालिकांतून लेख लिहिले आणि नंतर हे पुस्तक लिहिलं. अतिशय सोपी भाषा, विषयाची उत्तम समज, सर्वसामान्य वाचकाला तो समजावून देण्याची हातोटी आणि समोर सतत असा सर्वसामान्य वाचक ठेवल्यानं क्लिष्टपणा



आणि गणिती भाषा टाळली गेली. यांमुळे या पुस्तकाचं वाचन हा एकाचवेळी बुद्धी आणि मन यांच्या आवडीचा विषय होतो. भारतीय माणसाला तर कळत-नकळत बऱ्याच आध्यात्मिक शब्दांचं ज्ञान झालेलं असतं - ब्रह्म, माया, लीला, नटराज शिवाचं नृत्य, दर्शन इत्यादी. त्यामुळे पदार्थविज्ञानातील संकल्पना थोडा नेट लावून समजावून घेतल्या, तर काप्रांना जाणवलेली साम्यस्थळं आपल्यालाही जाणवू लागतात आणि मग पुस्तक संपूर्ण वाचल्याशिवाय खाली ठेवत नाही.

पुस्तकाचं पहिलं प्रकरण Modern Physics या नावाचं आहे. आधुनिक पदार्थविज्ञानाविषयी चर्चा करण्याआधी काप्रा पदार्थविज्ञान या शास्त्राचं मूलभूत महत्त्व प्रतिपादन करतात. पदार्थविज्ञान (फिजिक्स)

हा सर्व विज्ञानाचा पाया आहे. तंत्रज्ञानातील प्रगतीमागेही याच शास्त्रातील मूलभूत सिद्धांत आहेत. पण काप्रांचं म्हणणं असं की, पदार्थविज्ञान हे केवळ विज्ञान वा तंत्रज्ञान यांचं मूलभूत शास्त्र एवढंच मर्यादित नाही-तो एक तत्त्वज्ञानात्मक पाया आहे. कोणतंही तत्त्वज्ञान

विश्वातलं अंतिम सत्य (तत्) जाणण्याचा प्रयत्न करतं. पदार्थविज्ञानाचाही प्रयत्न असाच असतो. या विश्वाच्या मुळाशी काय आहे; हे विश्व कशाचं बनलं आहे हे पदार्थविज्ञान शोधू पाहतं.

मूलतत्त्वाचा शोध

माणसाला प्रारंभापासून या गोष्टीविषयी अपार कुतूहल आहे. भारतातील तत्त्वज्ञांनी ज्याप्रमाणं या गोष्टींचाच विचार केला, त्याप्रमाणेच तो पाश्चात्यांनीही केला. काप्रा या इतिहासाचा थोडक्यात आढावा घेतात. इ.स. पूर्व ६००च्या सुमारास ग्रीसमधल्या आयोनिया इथल्या मायलेझिन तत्त्वपंथाचा उद्देश सर्व वस्तुजाताचं निश्चित स्वरूप काय आहे हे शोधण्याचा होता. या स्वरूपाला ते 'Physics' असं म्हणत. (आजचा physics हा शब्द या ग्रीक शब्दावरूनच

आला आहे.) या मायलेझिअन तत्त्वज्ञानाचं वैशिष्ट्य हे की, जड द्रव्य हे चैतन्यमय आहे, मृत नाही असं ते मानीत. सजीव आणि निर्जीव, जड आणि चेतन यांत ते भेद मानीतच नाहीत. किंबहुना जड द्रव्य (matter) या अर्थाचा शब्दही या तत्त्वज्ञानात नाही! कारण जे काही आहे ते सगळं 'physics' चं चैतन्ययुक्त प्रकटीकरणच आहे असं ते मानत. साहजिकच, चैतन्यावाचून दुसरं काहीच नसल्यानं 'जड द्रव्य' असं काही नाहीच असा हा सिद्धान्त आहे.

हेराक्लिटस् तर मायलेझिअन तत्त्वज्ञानाच्या पुढे जाऊन 'हे विश्व म्हणजे सतत होणारं स्थित्यंतर आहे' असं सांगतो. म्हणजेच 'सततची घडामोड' हे या विश्वाचं स्वरूप आहे. जे जे काही स्थिर आहे असं वाटतं, तो भ्रम आहे असं हेराक्लिटस् म्हणतो.

परंतु पुढे पारमेनिडेस् या तत्त्वज्ञानं याच्या बरोबर उलटी भूमिका घेतली. या विश्वाच्या मुळाशी चैतन्य वगैरे काहीही नाही. तर एक अपरिवर्तनीय तत्त्व त्याच्या मुळाशी आहे असं त्याचं म्हणणं, घडामोड किंवा स्थित्यंतर हा दृष्टिभ्रम आहे असं त्यानं प्रतिपादन केलं. ख्रिस्तपूर्व पाचव्या शतकातल्या तत्त्वज्ञांनी या विचारांनाच पाठिंबा दिल्यानं मायलेझिअन वा हेराक्लिटस्चं चैतन्यवादी तत्त्वज्ञान मागं पडलं. या तत्त्वज्ञांनी असं ठरवलं की, पारमेनिडेस्च्या म्हणण्याप्रमाणे असलेलं जे

अपरिवर्तनीय तत्त्व तेच अपरिवर्तनीय (जड) द्रव्यांच्या स्वरूपात प्रकट होतं. या विश्वात ज्या घडामोडी अनुभवाला येतात त्या त्या द्रव्यांमधील संयोग-वियोगामुळे असतात असंही त्यांनी ठरवलं. यातूनच डेमॉक्रिटस्च्या तत्त्वज्ञानात 'अणू' ही संकल्पना पुढे आली. हे अणू पूर्णपणे चैतन्यहीन, जड अशा स्वरूपाचे कल्पिले गेले. सर्व स्थूल पदार्थ हे या अणूंचे बनलेले आहेत असं ठरवण्यात आलं. विश्वाच्या पोकळीत या अणूंचं जे भ्रमण चालू आहे ते साहजिकच अणूंमधील शक्तीमुळे नव्हे, तर त्यांबाहेरील काही शक्तीमुळे असंही ठरविलं गेलं. म्हणजेच या ठिकाणी जडद्रव्य (matter) आणि शक्ती (energy) यांची पूर्ण फारकत केली गेली. या फारकतीचेच प्रतिध्वनी सजीव आणि निर्जीव, देह आणि आत्मा यांचीही फारकत होण्यात उमटले.

पुढची जवळजवळ दोन सहस्र वर्षे हीच परिस्थिती कायम राहिली. याचं कारण असं की, देह आणि आत्मा यांची फारकत केली गेल्यावर सर्व तत्त्वज्ञांचं लक्ष चैतन्याकडे, म्हणजेच आत्म्याकडे लागलं. मानवी जीवन, त्याची नीतिमूल्यं इत्यादी तत्त्वज्ञानात्मक प्रश्नांचाच विचार सर्व विद्वान करू लागल्यामुळे जड द्रव्याचं संशोधन पूर्णपणे थांबलं. मध्ययुगीन काळात ख्रिश्चन चर्चनंही या समजुतीनाच उचलून धरल्यानं त्या अधिक बळकट झाल्या.

जडाच्या संशोधनाचं पुढचं पाऊल पडण्यासाठी इसवी सनाचं पंधरावं शतक उजाडावं लागलं. अनेक विचारी लोकांनी वास्तवता समजून घेण्यासाठी चर्चचं जोखड झुगारून प्रत्यक्ष प्रयोग सुरू केले. याच शतकाच्या शेवटी गणिताच्या ज्ञानाचीही वाढ होऊ लागली. प्रत्यक्ष प्रयोग आणि त्यामागचं गणिती तर्कशास्त्र यांच्या संयोगामुळे विज्ञानाची वाढ होऊ लागली. चर्चचा विरोध पत्करूनही गॅलिलिओसारखे संशोधक आपले सिद्धांत पुढे मांडू लागले. म्हणूनच या काळाला 'पाश्चात्य संस्कृतीच्या पुनरुज्जीवनाचा काळ' असं म्हणतात.

या काळी सांस्कृतिक पुनरुज्जीवन जरी सुरू झालं, तरी संस्कृतीमधील जड-चैतन्यविषयक मतांना मुळीच धक्का लागला नाही. किंबहुना जड आणि चैतन्य यांच्यातील फारकत रेने डेकार्ट याच्या विचारांमुळे अधिकच दृढ झाली. 'जे प्रत्यक्ष दिसत नाही किंवा पुराव्यानं सिद्ध करता येत नाही ते मी मानणार नाही' असं म्हणणाऱ्या डेकार्टनं प्रत्येक गोष्टीकडे साशंक बुद्धीनं पहायला प्रारंभ केला. सगळं ज्ञान, सगळ्या संवेदना, अगदी स्वतःला शरीर आहे ही गोष्ट या सगळ्यांविषयी त्यानं संशय व्यक्त केला. फक्त एका गोष्टीविषयी तो निःसंशय होता : 'विचार करणारं' म्हणून असणारं त्याचं अस्तित्व. या विचार करणाऱ्या भागाला

त्यानं 'मन' (mind) आणि इतर सर्व गोष्टींना 'जड द्रव्य' (matter) म्हटलं. या विचारांचा परिणाम जडद्रव्य हे मृत, निर्जीव असं ठरवण्यात आणि मुख्य म्हणजे स्वतःपेक्षा (mind पेक्षा) वेगळं ठरवण्यात झाला. वेदान्ताच्या परिभाषेत सांगात्यचं तर 'स्व' आणि 'स्वेतर' (स्व-इतर) हा भेद अधिक दृढमूल झाला.

डेकार्टच्या या विचारांचा, गेल्या तीन शतकांतल्या पदार्थविज्ञानाच्या वाढीवर फार मोठा परिणाम झालेला आहे. डेकार्टच्या मतांवर आधारित अशी 'यांत्रिक जगा'ची कल्पना न्यूटननं पुढे मांडली. हे विश्व म्हणजे अत्यंत काटेकोरपणे काम करणारं एक अवाढव्य यंत्र आहे असं न्यूटनचं म्हणणं. आजची सर्व तंत्रज्ञानात्मक प्रगती ही न्यूटनच्या या मतावर आणि त्यानं घालून दिलेल्या पायाभूत नियमांवर आधारित अशी आहे.

समस्या

डेकार्टच्या विचारप्रणालीमुळे अभिजात विज्ञानाची वाढ होऊ शकली. त्याचबरोबर एकूणच पाश्चात्य जीवनपद्धतीवरही तिचा मोठा प्रभाव पडला. पण त्याचबरोबर, दुर्दैवानं, आजच्या सामाजिक समस्यांनाही तीच कारणीभूत ठरली आहे असं काप्रा म्हणतात. डेकार्टनं ठामपणे पुढे मांडलेली जड आणि चेतन यांतील फारकत ही मानवाच्याही व्यक्तिमत्वाला दुभंगणारी

फारकत ठरली आहे. आणि या अंतर्गत फारकतीचंच प्रतिबिंब बाह्य जगातील विभाजनात उमटलेलं आपण पाहत आहोत. सध्याचं जग अनेक राजकीय गटांत, सामाजिक गटांत, वांशिक गटात असं जे विभागलेलं दिसतं त्यामागे डेकार्टची विभाजनाची संकल्पना आहे. एकत्वाची, पूर्णत्वाची भावना कुठेच दृग्गोचर होताना दिसत नाही. 'मी वेगळा आणि बाकी सगळं विश्व माझ्यापेक्षा वेगळं' असं मानलं की, जगाचा नि माझा संबंध संपतो आणि मग 'माझ्या स्वार्थासाठी मी या जगातल्या वाटेल त्या वस्तूचा मला वाटेल तसा वापर करीन' ही वृत्ती बळावते. आजूबाजूच्या निसर्गाचं, माणसांचं, राष्ट्रांचं शोषण करण्याची प्रवृत्ती वाढीला लागते.

सुदैवानं विसाव्या शतकातलं विज्ञान

हे विज्ञानाला या पायापासून दूर नेणारं ठरत आहे. विभाजनाऐवजी ते एकत्वाकडे जात आहे. 'असंबद्ध विश्वाच्या' किंवा 'यांत्रिक विश्वा'च्या संकल्पनेपासून दूर जाऊन ते आता संबद्ध आणि एकात्म विश्वाच्या संकल्पनेकडे नेत आहे. म्हणजेच ते पौर्वात्य तत्त्वज्ञानां मांडलेल्या आणि ऋषिमुनींनी अनुभवलेल्या 'एकते'कडे जात आहे. हिंदू, बौद्ध, ताओ वा झेन-बौद्ध इ. तत्त्वज्ञानांत या विश्वाविषयी ज्या संकल्पना मांडलेल्या आहेत - हजारो वर्षांपूर्वी मांडलेल्या आहेत - त्या संकल्पनांकडे विज्ञानाचा प्रवास चालू आहे.

विवेकविचार जानेवारी १० मधून साभार. ◆◆

लेखक : दिलीप कुलकर्णी

दापोलीजवळच्या कुडावळे येथे स्थायिक, पर्यावरणविषयक लेखन, गतिमान संतुलन नावाचे मासिक चालवतात.



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

ऑयलेरियन मार्ग

लेखक : किरण बर्वे

प्रेगेल नदीच्या किनाऱ्यावर पर्शियातील कॉनिसबर्ग नावाचे एक शहर वसलेले आहे. ह्या शहरात नदीच्या पात्रात दोन बेटे होती. ही बेटे व नदीच्या दोन्ही बाजूंकडील भाग वेगवेगळ्या पुलांनी जोडलेले होते. साधारण आकृती १ प्रमाणे.

B व C ही बेटे व A आणि D हे नदीच्या दोन बाजूंचे शहराचे भाग आहेत. पूल हे १-७ अंकांनी दाखविले आहेत.

त्या शहरातील लोकांना फिरायला जायची आवड होती. (आजच्यासारखीच!) एका ठिकाणाहून सुरुवात करून फिरत फिरत ह्या पुलावरून त्या पुलावरून जात परत पहिल्याच (मूळ) जागी परत येणे म्हणजे फिरणे. त्यातील काही लोकांना असे जाणवायला लागले की सर्व पुलांवरून एकेकदाच जाऊन परत मूळ जागी येता येत नाही. त्यातल्या सर्व हुशार व उत्साही मंडळींनी वेगवेगळ्या प्रकारे फिरून व प्रयत्न करूनही हे जमेना! त्यामुळे त्यांनी त्यावेळचा प्रसिद्ध गणिती लिओनार्ड ऑयलर ह्याला हे कोडे विचारले. ऑयलरने हे कोडे तर सोडवलेच पण त्याच्या अभ्यासातून ग्राफ थिअरी (रांगोळीचे गणित) ह्या गणितशास्त्राचा उगम झाला.

ऑयलरने ह्या आकृतीतील 'अनावश्यक' माहिती काढून टाकली. (बेटे, पूल, पाणी अशी) आणि बेटे वा जमिनीचा एक सलग भूभाग ह्याला एकेक नाव दिले. नंतर पुलांना नावे दिली. व आकृती काढली.

आता कोणत्याही बिंदूपासून (A, B, C, D) निघून सर्व पुलांवरून एकदाच जाऊन परत त्याच बिंदूपाशी परत येणे, हा पण ठरला. त्याने प्रश्न केला - एका बिंदूपाशी किती पूल जोडलेले आहेत ?

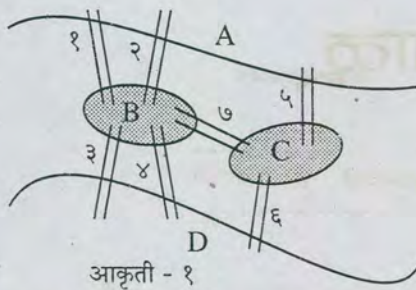
तर A पाशी ३ पूल (रेषा) (१, २, ५),

B पाशी ५ पूल (१, २, ३, ४, ७),

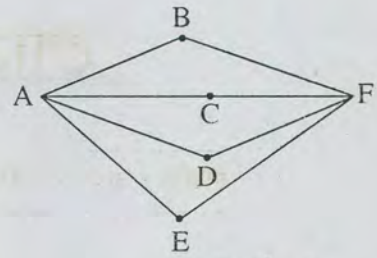
C पाशी ३ (५, ६, ७),

D पाशी ३ पूल (रेषा) (३, ४, ६) असे पूल जोडलेले आहेत. त्यांना बिंदूची कोटी असे म्हणूयात. (गेल्या लेखात आकृतीतील सर्व बिंदूंच्या कोटींची बेरीज सम येते असे आपण बघितले आहे.)

जर A पासून निघून हिंडून परत A पर्यंत यायचे असेल तर A तून बाहेर जाणारा एक पूल हवा व A पाशी परत येणारा एक पूल हवा. A तून बाहेर जाण्यासाठी वापरलेल्या पुलांची संख्या = A पाशी परत येण्यासाठी वापरलेल्या पुलांची संख्या. आता जर पूल एकदा आणि एकदाच वापरायचे असतील



आकृती - १



आकृती - २

तर A पाशी असलेल्या पूलांची संख्या सम हवी. म्हणजेच A ची कोटी सम हवी. तसे ह्या आकृतीत नाही. सबब अशा पद्धतीने एका बिंदूपासून निघून प्रत्येक पूल एकदा आणि एकदाच वापरून त्याच बिंदूपाशी परत येणारा मार्ग अस्तित्वातच नाही. तुम्हा आम्हाला जमत नाही असे नाही, तर असे शक्यच नाही. हे ऑयलरने सिद्ध केले.

ऑयलरने अशा आकृतीतील बिंदूपासून परत त्याच बिंदूपर्यंत रेषा एकेकदाच वापरून परत येणाऱ्या सर्व मार्गांचा अभ्यास करायला सुरुवात केली. आणि वरीलप्रमाणे तर्क लढवत १७३६ साली एक निष्कर्ष मांडला - 'एखाद्या आकृतीतील बिंदूंना जोडणाऱ्या प्रत्येक बाजूवरून एकदा आणि एकदाच जाऊन (सर्व बिंदूंना भेट देऊन) मूळ जागी परत येता येत असेल तर त्या सर्व बिंदूची कोटी सम असते.' अशा आकृतीला ऑयलर आकृती (किंवा रांगोळी/ग्राफ) म्हणतात. याचा व्यत्यास म्हणजे 'ज्या आकृतीतील सर्व बिंदूची कोटी सम असते, त्याच्या प्रत्येक बाजूवरून एकदा आणि एकदाच जाऊन (सर्व बिंदूंना भेट देऊन) परत

मूळ जागी येता येते.'

ह्या अतिशय साध्या वाटणाऱ्या पण महत्त्वाच्या निष्कर्षामुळे त्या प्रकारच्या मार्गाना (Eulerian) ऑयलेरियन मार्ग असे नाव दिले गेले.

तुम्ही आता कोणतीही रांगोळी काढा आणि ठरवा की ती ऑयलेरियन आहे वा नाही ? आकृती २ मधील रांगोळीत A (कोटी ४), B (कोटी २), C (कोटी २), D (कोटी २), E (कोटी २), F (कोटी ४) असे बिंदु आहेत. सर्व कोटी सम आहेत. सबब ही Eulerian रांगोळी आहे. A-B-F-E-A-D-F-C-A हा ऑयलेरियन मार्ग आहे.

ह्या छोट्याशा गंमतीतून आपण एक महत्त्वाची व मोठी गोष्ट बघू शकतो ती म्हणजे गणिताची प्रगति कशी झाली ? गणितातील संशोधन कशा पद्धतीने होते ? ह्या विषयी तुमची मते आम्हाला जरूर कळवा. पुढील लेखात माझी मते मी मांडीन.

◆◆

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

लाजाळू

लेखक : जावेद सिद्दिकी, ● अनुवाद : यशश्री पुणेकर

लहानपणी शाळेतनं घरी जाताना आम्ही एक मजेदार खेळ खेळायचो. आमच्या वाटेवर लाजाळूची खूप झाडं (झुडपं) होती. तुम्हाला माहितीय ना अगदी हलक्या स्पर्शाने सुद्धा लाजाळूची पानं मिटतात पण आम्ही मात्र त्याच्या फांद्या जोरजोरात हलवून त्याची पानं मिटवून टाकायचो. त्यावेळी फक्त पानं मिटतात एवढंच कळलं होतं पण पानाबरोबरच त्याच्या डहाळ्याही वाकतात हे नंतर लक्षात आलं. थोड्या वेळानं डहाळ्या आणि पानं पूर्ववत होतात.

या मिटून घ्यायच्या गुणधर्मांमुळेच त्याला लाजाळू लाजवंती अशी नावं पडली असतील. वनस्पतीशास्त्रातलं त्याचं नाव आहे मायमोसां. का मिटत असतील त्याची पानं ? फक्त हात लावल्यावरच मिटतात का अजून कुठल्या गोष्टींमुळे ? या प्रश्नांची उत्तरं शोधतानाच या झाडावर कशाकशाचा परिणाम होतो आणि कसा ? हेही आम्ही पडताळून पाहिलं.

कशा कशाचा परिणाम ?

लाजाळूच्या झाडाला जोरात हलवायची गरज नाही. अगदी नकळत स्पर्शही त्याची

पानं मिटून टाकतो. छोट्यासा किडा पानांवर चालत असला तर तेवढ्या स्पर्शानेही त्याची पानं बंद होतात. जरा जोराचा वारा आला तरी ही पानं मिटतात. तुम्ही कधी त्याच्यावर फुंकर मारलीय ? स्ट्रॉ किंवा रिफिल घेऊन लाजाळूवर फुंकर मारून पहा. किती जोरात फुंकल्यावर पानं मिटतात आणि डहाळ्या झुकतात ?

नंतर आम्ही काडेपेटीची जळती काडी लाजाळूच्या पानांजवळ नेली. ही काडी टोकाच्या पानाजवळ पोचते न पोचते तोच एक एक करत संपूर्ण पान बंद होत गेलं. गरम केलेली लाल लोखंडी तार किंवा खिळा पानाजवळ नेला तर काय होईल ?

रात्रीच्या वेळी लाजाळूची पानं वरच्या दिशेला मिटून बंद होतात पण फांद्या मात्र सरळ ताठ असतात. अर्थात हात लावल्यावर त्या खाली झुकतातच.

आवाजाचा परिणाम बघण्यासाठी लाजाळूजवळ वेगवेगळे आवाज काढून बघायला हरकत नाही. गाण्याची लकेर, टाळ्या, ओरडणं, ढोल वाजवणं यातल्या कशाचा जास्त परिणाम होतो ? आम्ही



लाजाळूच्या पानांना एकदम स्पर्श केल्यावर पानं तर वरच्या बाजूला मुडपली गेलीच पण डहाळ्या जवळजवळ आल्या आणि खोडाच्या जवळ त्या खाली झुकल्या. पण या सगळ्याला एक अपवादही आहे. ओळखा बरं कोणता ?

स्पीकर लावून मोठा आवाज केला तेव्हा ही पानं पटापट बंद होत गेली. पण पेटल्या काडेपेटीइतका हा परिणाम तीव्र नव्हता. कारण पानं मिटली पण फांद्या मात्र ताठच राहिल्या.

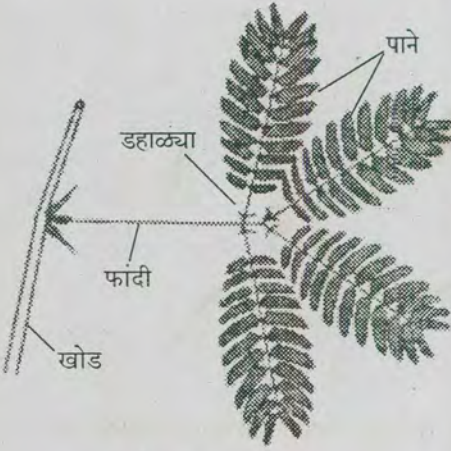
नंतर आम्ही विद्युतप्रवाहाचा परिणाम बघण्यासाठी प्लगमधून दोन तारा लाजाळूच्या झाडाला लावून पाहिल्या. जी तार न्यूट्रल होती तिथली पानं फक्त स्पर्शामुळे बंद झाली पण विद्युतप्रवाहित तारेतून मात्र प्रवाह सगळ्या झाडात पसरला आणि सगळी पानं बंद झाली. फांद्या झुकल्या.

नंतर दुपारी आम्ही भिंग घेऊन लाजाळूच्या झाडावर वेगवेगळ्या ठिकाणी सूर्यप्रकाश केंद्रित केला. जेव्हा पानांवर प्रकाश केंद्रित केला तेव्हा ती एकामागून एक मिटत गेली. फांद्या खालच्या बाजूला

झुकल्या. पण जेव्हा मुख्य खोड आणि इतर फांद्या फुटतात तिथे भिंग धरून प्रकाश पाडला तेव्हा फारसा परिणाम दिसला नाही. हा प्रभाव प्रकाशाचा आहे का उन्हाचा (उष्णतेचा) आहे हे पडताळून पहायला हवं.

इतके प्रयोग केल्यानंतर असं लक्षात आलं की वेगवेगळ्या गोष्टींचा लाजाळूवर वेगवेगळा परिणाम होतो. काहींचा चटकन परिणाम होतो, काहींचा फारसा परिणाम होत नाही, तर इतर काही गोष्टींचा परिणाम थोड्या वेळानं दिसून येतो.

आतापर्यंत लाजाळूची पानं कशामुळे मिटतात ते आपण पाहिलं. पण ही पानं मिटताना विशिष्ट क्रमानं मिटतात का, छोटी पानं, डहाळ्या, फांद्या, मुख्य खोड यांचा मिटण्याचा, झुकण्याचा काही वेगळा प्रकार आहे का, हे पण पहायला हवं.



लाजाळूच्या पूर्ण पानाचं चित्र. मुख्य खोडापासून एक फांदी निघते आणि तिला पुढे चार डहाळ्या फुटतात. या डहाळ्यांवरच छोटी-छोटी पानं उगवतात.

क्रमाक्रमाने मिटणे

लाजाळूची पानं मिटताना तुम्ही लक्ष देऊन पाहिलं आहेत का ? सर्वात प्रथम अगदी छोटी छोटी पानं हात लावल्याबरोबर वर येतात आणि मग आतल्या बाजूला वळतात, मिटतात. त्यानंतर एकामागून एक लाटेसारखी पानं पटापट मिटत जातात. दोन्ही बाजूची पानं मिटून एकमेकांना इतकी चिकटतात की वाटतं जणू काही एकच पान आहे. नंतर ही पानं असलेल्या बारीक बारीक डहाळ्या जवळ येतात आणि मुख्य डहाळी जिथे खोडाला उगवते तिथे दुमडून खाली वाकतात.

सर्वसाधारणपणे हात लावल्यावर अशीच प्रतिक्रिया होते पण दरवेळी हाच क्रम असेल असं नाही. झाडाच्या वेगवेगळ्या भागांना स्पर्श केल्यावर काही फरक जाणवला.

जर एका छोट्या पानाला एखाद्या

काडीने किंवा टोकदार वस्तूने स्पर्श केला तर फक्त ते पान आत वळतं. त्या डहाळीवरची बाकीची पानं तर सोडाच पण त्याच्या जोडीचं पान ही मिटत नाही. पेनाच्या टोकानं किंवा काट्यानं खोडाला किंवा फांदीच्या जोडाला, स्पर्श केला तर त्या जोडापाशी फक्त फांदी खाली झुकते पण पानं मिटत नाहीत, उघडीच राहतात. जोडाच्या थोडं पुढे फांदी खाली झुकते. जिथं ती खाली झुकते तिथे खोडावर एक फुगीर गाठीसारखा भाग दिसतो. पण तो कठीण नसतो. ह्या लवचिक फुगीर भागामुळे फांदी हालू शकते. ह्या भागाबद्दल आपण जास्त माहिती करून घेऊ. कारण लाजाळूची पानं मिटण्याचं रहस्य त्यातच लपलंय.

काही प्रयोग आणि निरीक्षणं

लाजाळूला स्पर्श करताच पानं मिटतात आणि फांद्याही झुकतात, या सगळ्याचा खोडावर आलेल्या फुगीर भागाशी काय संबंध आहे

हे पाहण्याकरता आम्ही एक प्रयोग केला. आम्ही एका झाडाच्या चार फांद्या निवडल्या. त्यातल्या एका फांदीवर खोड आणि फांदीच्या जोडावर असलेल्या फुगीर भागाच्या वरच्या भागावर ब्लेडनं खरवडलं. दुसऱ्या फांदीच्या फुगीर भागाच्या खालच्या बाजूला, तिसऱ्या फांदीवर उजव्या तर चौथ्याच्या डाव्या बाजूला ब्लेडनं खरवडलं. पण खरवडताना आतल्या शिरांना धक्का लागू नये म्हणून फक्त वरवर साधारण अर्धा मिलीलीटर इतकंच खरवडलं.

जेव्हा आपण खरवडण्यासाठी पानांना हात लावतो तेव्हा ती मिटतात, फांद्या खाली झुकतात. म्हणून शेजारच्या फांदीच्या काही पानांना हात लावून त्यांनाही मिटवलं. (आम्ही असं का केलं, सांगू शकाल?)

ज्या पानाच्या देठांना आम्ही खरवडलं नव्हतं ती पानं थोड्या वेळानं परत पहिल्यासारखी झाली. ज्या फांदीच्या फुगीर भागाला खालच्या बाजूनी खरवडलं होतं त्यांच्या फांद्या झुकलेल्याच राहिल्या. इतर फांद्यांच्या मानानं त्या जरा जास्तच झुकल्या होत्या. त्याच्या उपफांद्यावरची पानं मात्र पुन्हा उघडली.

ज्या फांद्याच्या फुगीर भागाला वरच्या बाजूला खरवडलं होतं त्या थोड्या वेळाने उघडल्या. पण नंतर पुन्हा पुन्हा हात लावल्यावर सुद्धा फांद्या खाली झुकल्या नाहीत. हात लावल्यावर दरवेळी फक्त पानं

मिटली पण फांद्या मात्र अजिबात झुकल्या नाहीत.

ज्या फांद्यांच्या डाव्या किंवा उजव्या बाजूला छेद दिले होते. त्या फांद्या पूर्वीसारख्या वरती आल्या आणि छेद दिला होता त्या बाजूला थोड्या झुकल्या.

लाजाळूच्या संवेदनशीलतेची प्रक्रिया नेमकी काय असेल? फुगीर भाग आणि फांद्यांची वळण्याची दिशा यांचा काही संबंध आहे का? पानं जिथं उपफांद्यांना जोडलेली असतात तिथं भिंगानं पाहिल्यावर असं दिसलं की पानं उघडी असताना तिथला वरचा भाग जास्त फुगीर आहे. पण जेव्हा आपण पानांना स्पर्श करतो आणि ती मिटतात तेव्हा खालचा भाग फुगीर होतो.

जेव्हा आपण लाजाळूला हात लावतो तेव्हा पानं आधी वर मुडपतात आणि फांद्या खाली झुकतात. हात लावण्यापूर्वी पानं आणि फांद्यांच्या जोडाचा खालचा भाग फुगीर असतो आणि हात लावल्यावर मात्र वरचा भाग फुगीर होतो म्हणजे पानांच्या अगदी विरुद्ध. म्हणजेच लाजाळूच्या झाडाला हात लावल्यावर ज्या बाजूला ते नेहमी वळते त्याच्या उलट बाजूला फुगीर भाग दिसतो.

पाण्याची कमाल

खरं तर फुगीर भागातल्या पेशींच्या भिंती अतिशय लवचिक असतात. त्यांची तणावक्षमताही जास्त असते. म्हणूनच त्या

सहजरित्या प्रसरण आणि आकुंचन पावतात. जेव्हा या पेशींमध्ये पाणी शिरतं तेव्हा त्या फुगतात आणि पाणी निघून गेलं की आकुंचन पावतात.

लाजाळूच्या या मिटण्याची आणि उघडण्याची प्रक्रिया या फुगीर भागात वरच्या किंवा खालच्या पेशींमध्ये पाणी भरल्यामुळे होते असं दिसतं. लाजाळूच्या पानांना हात लावल्यावर पाने आणि (उप) डहाळ्या यांच्या सांध्याजवळच्या पेशींमधलं पाणी खाली सरकतं आणि खालच्या पेशी फुगीर होतात. तेव्हा पानाच्या दोन्ही बाजूला दाब पडतो आणि या बाजू वर आतल्या बाजूला वळतात. पानं अशी एका मागोमाग मिटत जातात.

मुख्य फांदीवर बरोबर याच्या उलट क्रिया घडते. सामान्य स्थितीत त्यांच्या सांध्याचा खालचा भाग फुगीर असतो. त्यामुळे फांदीला आधार मिळतो. पण त्यांच्या फुगीर भागाला खास संदेश मिळताच खालच्या फुगीर भागातल्या पेशीतलं पाणी वरच्या पेशींमध्ये जातं आणि वरचा भाग फुगतो. खालचा आधार जाऊन वरच्या भागावर दाब आल्यामुळे फांदी खाली झुकते.

पेशींमधल्या पाण्याची ही आतबाहेर जाण्याची क्रिया ऑस्मॉसिस म्हणजेच परासरणाद्वारे होते. पेशींच्या अर्धपारगम्य (semi permeable) पेशीभित्तीतून पाणी कमी सांद्रता असलेल्या द्रवाकडून जास्त

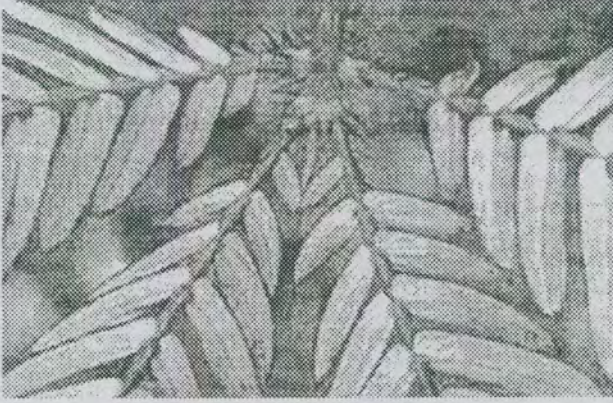
सांद्रतेच्या द्रवाकडे वाहते. पेशींच्या बाहेरील द्रवाची सांद्रता जास्त असो किंवा पेशीद्रव्यात जास्ती असो, पाण्याचे अणू जास्त सांद्रता असलेल्या भागाकडे जातात. साधारणतः पेशींच्या आतील वा बाहेरील द्रवाची सांद्रता वाढवण्यात कॅल्शियम, पोटॅशियम, क्लोराईड, हायड्रोजन इत्यादी आयनांचा महत्त्वाचा वाटा असतो.

जर काही कारणाने पेशीद्रवाची सांद्रता वाढली तर पेशींच्या आजूबाजूचं पाणी पेशीभित्तीमधून आत जातं. पेशीबाहेरील द्रवाची सांद्रता वाढली तर पाणी पेशीमधून बाहेर येतं.

पेशींच्या आत पाण्याचे प्रमाण वाढल्यामुळे जो दाब निर्माण होतो तो वनस्पतींच्या पेशींमध्ये वेगवेगळ्या क्रियांसाठी वापरला जातो. उदाहरणार्थ पानांची श्वसनरंघ्रे उघडण्या/मिटण्यासाठी.

पेशीभित्तीका आणि पेशींमधील रिक्तिकांमध्ये काही विशिष्ट पदार्थ असतात. खास संदेश मिळाल्यानंतर त्यातून आयन मुक्त होतात आणि या आयनांमुळे पेशीद्रवाची सांद्रता वाढते. आयनांचे प्रमाण अचानक वाढल्यामुळे पाणी भरभर आत येतं आणि पेशी फुगते.

सामान्य परासरण दाबाने जर पाणी पेशींच्या आतबाहेर येत असतं तर फांदी आणि पानाच्या जोडाच्या पेशी इतक्या वेगाने फुगल्या नसल्या आणि पानंही पटकन मिटली नसती.



लाजाळूच्या पानाचा जवळून घेतलेला फोटो. यामध्ये मुख्य फांदीभोवती असलेली बारीक लव किंवा केसर दिसते. या केसरामार्फतच पेशींमध्ये आयनांच्या सांद्रतेबाबत योग्य तो संदेश पोहचवला जातो.

या पेशींमध्ये पाण्याचा प्रवाह वेगाने येण्यासाठी पेशीभिर्तीकामध्ये विशिष्ट प्रकारची प्रथिने आढळतात. (अँक्रापोरिन्स) परासरणाच्या वेळी ही प्रथिने पाण्याला वेगाने आत खेचतात किंवा बाहेर ढकलतात.

पेशींमध्ये आयन आणि पाण्याची ये-जा तशीही चालूच असते. पण जास्त प्रमाणात पाण्याच्या वाहतुकीसाठी आयनांची सांद्रता बदलणं आवश्यक असतं. त्यामुळे सुरुवातीला आलेले आयन इतर आयनांना एक संदेश पाठवतात आणि आयनांची सांद्रता वेगाने वाढते. याबरोबरच पेशीभिर्तीतील अँक्रापोरिन प्रथिनेही सक्रीय होतात आणि पाणी एका प्रवाहाच्या वेगाने आत येऊ शकतं.

तुम्हाला वाटत असेल की लाजाळूच्या पाना-फांद्यातल्या पेशींना

आयनांची सांद्रता आता वाढवायची आहे किंवा कमी करायची आहे, का आहे त्या स्थितीत ठेवायचंय हा संदेश कसा मिळतो ?

तुम्ही त्या गाठीसारख्या फुगीर भागाकडे लक्षपूर्वक पाहिलंत तर तुम्हाला त्याच्यावर बारीक लव किंवा केसर दिसतील. हे केसर त्यांच्या आजूबाजूच्या पृष्ठभागावरच्या पेशी आणि पानं यांच्याकडून संवेदना ग्रहण करतात. या पेशींच्या भिंती अतिशय संवेदनशील असतात. या पेशींमध्ये केसरांची मुळं असतात. ह्या केसरांना कशाचाही जरासा जरी स्पर्श झाला की या पेशींमध्ये ताण निर्माण होतो. त्यामुळे पेशींमध्ये अतिसूक्ष्म (-७० ते -८० मायक्रोव्होल्ट) विद्युतदाब निर्माण होतो. त्यामुळे संदेश फुगीर भागाकडे दोन प्रकारांनी पोचवला जातो.

- प्रकाष्ठ व परिकाष्ठ म्हणजेच पाणी आणि पोषक पदार्थ वाहून नेणाऱ्या वाहिन्यांमधून.

- या पेशीतून त्या पेशीकडे रासायनिक संदेशाद्वारे.

याच उत्तेजित प्रवाहामुळे पेशीतील आयनांची ये-जा वाढते आणि त्यांचा वेगही वाढतो. आणि पेशीतील आयन सांद्रता वाढल्यामुळे पाणी वेगाने पेशीमध्ये येते. पण मग असा प्रश्न येतो की जर या पेशीत इतकं पाणी सारखं भरलं तर त्या फुगून फुटत का नाहीत ?

त्यासाठी एक व्यवस्था असते. त्यानुसार किती पाणी आत येईल किंवा बाहेर जाईल ते ठरवलं जातं. फुगीर भागात आलेल्या जास्तीच्या आयनांना आणि पाण्याला बाहेर जाण्याचा संदेश मिळतो. आयन बाहेर जातात आणि सांद्रता कमी झाल्याने पाठोपाठ पाणीही बाहेर जाते.

याच वेळेला दुसऱ्या बाजूला आकुंचित पेशींना संदेश मिळतो. त्यांच्यातील आयनिक प्रवाह सामान्य वेगाने सुरू होतो. त्यामुळे पाणी त्या पेशीमध्ये जाते आणि त्या फुगतात. यानंतर थोड्या वेळाने दोन्ही बाजूला पाण्याचं वितरण समान होतं आणि फाट्यांमधे पाने पूर्ववत होतात.

आता असा प्रश्न पडेल की सगळ्या वनस्पतींमध्ये अशी संवेदनशीलता का नसते ? लाजाळूसारख्याच इतरही काही

वनस्पती संवेदनशील असतात. चिंच, बाभळीची पानं रात्रीच्या वेळी मिटतात पण दिवसा त्यांना कितीही हालवलं तरी मिटत नाहीत.

काही कीटकभक्षी वनस्पती (व्हीनस प्लाय ट्रॅप, सनड्यू, पिचर प्लॅन्ट घटपर्णी) इ. आपली शिकार म्हणजेच कीटक मिळवण्याकरता पानांची उघडझाप करतात. व्हीनस प्लाय ट्रॅपची पानं अतिशय संवेदनशील असतात. एखाद्या कीटकाचा पानाच्या आतल्या बाजूला स्पर्श झाला की लगेच पानं मिटतात आणि कीटक अडकून पडतो. कीटक नीट पचवल्यावर पानं पुन्हा उघडतात. अशा झाडांमध्ये निदान अन्न मिळवण्यासाठी तरी पानं मिटतात. पण लाजाळूमध्ये याचं काय कारण असेल ते समजत नाही. या पानं मिटण्याचा लाजाळूला काही फायदा होतो का ? चरणाऱ्या जनावरांपासून बचाव करण्यासाठी असं होतं का ? का याच्यामागे काहीच कारण नाही ?

या 'का'चं उत्तर सध्या तरी आपल्याला माहित नाही. याबद्दल अधिक माहिती तुमच्याकडे असेल तर आम्हाला जरूर कळवा.



शैक्षिक संदर्भ अंक ५० मधून साभार.

लेखक : जावेद सिद्दिकी - एकलव्य च्या होशंगाबाद केंद्रावर विज्ञान गटात काम करतात.

अनुवाद : यशश्री पुणेकर

उत्तर : तयार असावं ? का तयार करावं ?

लेखक : कॅरन हेडॉक • अनुवाद : अमिता नायगांवकर

प्रश्नांची अगदी अचूक उत्तरं आठवण म्हणजेच शिकणं का हो ? उत्तराच्या अनुषंगाने कसा 'विचार' केला जावा हे मुलांनी शिकणं गरजेचं नाहीये का ? मग भविष्यात ते स्वतःविषयी कसा विचार करतील ?

मी एका शिक्षकांच्या गटाला हे समजावण्याचा प्रयत्न करत होते की सहाव्या इयत्तेच्या इतिहासाच्या प्रश्नपत्रिकेत असेही काही प्रश्न असले पाहिजेत, जे त्यांना थोडं टीकात्मक चिंतन, विवेचन करण्याकडे प्रवृत्त करतील. जरा वेगळ्या शब्दांत सांगायचं तर ते शिक्षकांनी फळ्यावर लिहिलेली उत्तरं आठवण्यापेक्षा अधिक काहीतरी शिकतील.

शिक्षकांचं म्हणणं होतं की मुलं स्वतः वाक्य बनवू शकतील इतकं काही त्यांचं इंग्रजी चांगलं नाही. त्यांना हे सांगायचं होतं की त्यामुळेच मुलं अपरिचित प्रश्नांची उत्तरं देऊ शकणार नाहीत. मी ज्या शाळेविषयी बोलत आहे ती एक इंग्रजी माध्यमाची शाळा होती ज्यामध्ये पंजाबी आणि हिंदी भाषिक विद्यार्थी शिकत होते.

इतिहास वेगळा, भाषा निराळी

मी शिक्षकांना समजावण्याचा खूप प्रयत्न केला की जोपर्यंत मुलांना वाक्यं बनवण्याची संधीच दिली जात नाही तोपर्यंत ते कधीच इंग्रजी शिकणार नाहीत. त्यांना अशी संधी उपलब्ध करून दिली पाहिजे ज्यामध्ये ते इतिहासाबरोबरच इंग्रजीमध्येही आपली क्षमता दाखवू शकतील. एखादी गोष्ट पाठ असणं हे मुलांची त्याविषयीची समज सिद्ध करत नाही. उलट माहितीचा उपयोग आपलं मत बनवण्यासाठी किंवा एखाद्या समस्येचं निराकरण करण्यासाठी कसा केला जावा हे मुलांनी शिकण्याची आवश्यकता आहे. यासंदर्भात मी काही प्रश्न तयार केले. माझ्या मते सामान्यतः विचारल्या जाणाऱ्या प्रश्नांना ते अधिक चांगले पर्याय ठरू शकतील. त्यामधील पहिले तीन प्रश्न असे होते -

१) समजा मनुष्यालाही काही जनावरांसारखी घनदाट केसाळ त्वचा असती तर काय झालं असतं ? त्यामुळे इतिहास बदलला असता का ?

२) अश्मयुगाला अश्मयुग का म्हणतात ?

३) आजही आदिवासींचे असे काही समूह आहेत जे अगदी स्वतंत्रपणे वेगळे राहतात आणि बाहेरच्या लोकांशी काहीही संपर्क ठेवत नाहीत. ते शेतीदेखील करत नाहीत, मग ते कसे जगतात ? ते शेती का करत नाहीत याविषयी तुम्हाला काय वाटतं ?

शिक्षकांनी हे प्रश्न पाहून, सांगितलं की त्यांनी कधीही या प्रश्नांविषयी विद्यार्थ्यांशी चर्चा केलेली नाही, त्यामुळे मुलं उत्तर देऊ शकणार नाहीत. परंतु मुलांनी अश्मयुगातील लोकांवरचा धडा आधीच वाचलेला असल्याने मला खात्री होती की प्राचीन काळचे लोक, आधुनिक समाज आणि इतिहासातील बदलांबाबत त्यांची समज पुरेशी असणार आणि ते नक्कीच या प्रश्नांची उत्तरं देऊ शकतील.

पण माझे हे शब्द पोकळ बुडबुडेच ठरणार असं वाटायला लागलं होतं. शेवटी थकून मी म्हणाले, “ठीक आहे, तुमच्या मते सहावीच्या वर्गातील सर्वात ‘ढ’ विद्यार्थी कोण आहेत ते मला सांगा. मी त्यांना विचारून पाहिन की त्यांना उत्तर द्यायला येतंय का नाही.” ‘ढ’ विद्यार्थ्यांची नावं तर शिक्षकांच्या तोंडावरच होती. त्यांनी मला दोन नावं सांगितली. त्यांतील एक गैरहजर होता.

दुसऱ्या मुलाला मी वर्गाबाहेर बोलावलं. काहीतरी शिक्षा होणार या भीतीने तो जरा घाबरलेला वाटत होता, फक्त ती

शिक्षा कोणत्या अपराधाबद्दल असावी हे आठवण्याचा तो प्रयत्न करत होता.

मग मी त्याच्याशी बोलायला सुरुवात केली की काही शिक्षकांना वाटतंय की सहावीमधले विद्यार्थी माझ्या काही प्रश्नांची उत्तरं देऊ शकणार नाहीत, पण माझं मत अगदी याउलट आहे आणि मग ते सिद्धही करायचं आहे. मी त्या मुलाला म्हटलं की तू या प्रश्नांची उत्तरं देऊ शकशील याची मला पूर्ण खात्री आहे.

मी त्याला ते प्रश्न लिहिलेली प्रश्नपत्रिका दिली आणि प्रश्न वाचून त्यांची उत्तरं पाठीमागे लिहिण्यास सांगितलं. खरं सांगायचं तर जितका विश्वास मी त्या मुलावर दाखवत होते त्याच्या निम्मासुद्धा विश्वास मला वाटत नव्हता. जर तो मुलगा अगदीच ‘अपात्र’ ठरला तर मी शिक्षकांना कसं काय तोंड दाखवणार ? पण याविषयी मी विचार करत बसले नाही.

जरा घुटमळून, पण कोणतीही मदत न घेता, मुलाने लिहिलेली उत्तरं अशी होती -
१) जर माणसालाही जनावरांप्रमाणे घनदाट केसाळ त्वचा असती तर जगात कपडेच नसते. लोक ग्रीनलँडला गेले असते जिथे बर्फच बर्फ असतो.

२) त्याला अश्मयुग अशासाठी म्हणतात कारण की त्यावेळी कपडे नव्हते आणि आजकाल मिळणाऱ्या बऱ्याचशा गोष्टीदेखील नव्हत्या.

३) ते वेगवेगळे अशासाठी रहात आहेत कारण की त्यांना भाषा म्हणजे काय हे अजिबात माहिती नाही. ते शेतीशिवायही जिवंत आहेत कारण ते खाण्यासाठी जनावरांची शिकार करतात.

ही उत्तरं वाचून मी तर चकितच झाले. वर्गातील सर्वात 'ढ' मुलाने तीनही प्रश्नांची उत्तरं दिली होती - जी जवळजवळ ५०% योग्य होती. जर गुण द्यायला सांगितलं असतं तर मी या मुलाला ५०% हून जास्त दिले असते.

माझ्या डोक्यातही न आलेल्या काही गोष्टींचा उल्लेख त्याने केला होता आणि त्या गोष्टी खूपच रंजक आणि प्रेरक होत्या. उदा. - पहिल्या प्रश्नाबाबत मी विचार केला असता तर कदाचित कापड उद्योगाची गोष्ट डोक्यात आली असती; कदाचित फॅशन कशाप्रकारे समाजावर प्रभाव टाकते यावर विचार केला असता. पण 'घनदाट केसाळ त्वचा असल्याने लोक ग्रीनलॅंडसारख्या भागात स्थायिक होण्याची गोष्ट.... अशाप्रकारे माझ्या कल्पनाशक्तीने कधीच भरारी घेतली नसती. मला हेही खूप रोचक वाटलं की या मुलाने भाषेकडे समूहांना जोडणारं साधन म्हणू पाहिलं. मला वाटतं हा खूप विकसित विचार झाला.

त्याच्या उत्तरांनी मी अगदी खूप झाल्याचं त्याला सांगितलं. कधी कोणी या प्रश्नांची उत्तरं सांगितली होती काय असा

प्रश्न मी त्याला विचारला. त्यावर तो म्हणाला की "मी तर आताच विचार करून सांगितलं."

मग मी विचारलं की तो वर्गातील सर्वात हुशार मुलांपैकी आहे का? थोडंसं लाजत त्याने उत्तर दिलं 'हो.' मग तो वर्गाकडे धावत गेला. नक्कीच त्याला पहिल्यापेक्षा आता स्वतःबद्दल अधिक चांगलं वाटत असेल.

व्याकरण आणि भाषेच्या दृष्टीने त्या मुलाने खूप चुका केल्या होत्या, हे खरं होतं, पण आपल्याला समजलेली गोष्ट दुसऱ्याला समजावण्यासाठी त्याला काहीच अडचण आली नाही. उलट लिहिताना त्याने ज्याप्रकारे भारतीय शैलीचा उपयोग केला आणि 'बर्फच बर्फ' सारख्या वाक्यप्रचारांचा वापर केला, ते मला एकदम पसंत पडलं. (इतिहासाच्या शिक्षकांनी मात्र त्याची उत्तरं निश्चितच लाल भोपळ्यांनी भरवून टाकली असणार!)

हे लाल भोपळे त्याला अधिक निराश नाही का बनवणार? आणि विशेषकरून जेव्हा विद्यार्थ्यांची प्रत्येक उत्तरपत्रिका अशी लाल भोपळ्यांनी भरलेली असेल तेव्हा! मुलांना अधिक उत्तम बनवण्यामध्ये मदत करण्याचं जर शिक्षिकेचं ध्येय असेल, आणि हे लाल भोळे यात मदत करत नसतील, तर आपला संयम थोडा वाढवायला नको का? फक्त भाषेमधील

अडचणीमुळे मुलांनी इतिहास, भूगोल, विज्ञान आणि गणितामध्ये का बरं मार खावा ?

दुर्दैवाने या गोष्टीला अंतच नाही. ही उत्तरं जेव्हा इतर शिक्षकांनीही वाचली तव्हा मी त्यांना विचारलं, की आता असे प्रश्न परीक्षेमध्ये विचारण्याबाबत ते विचार करतील काय ? तर त्यांना अजूनही असं वाटतं नव्हतं की सर्व मुलं अशा प्रश्नांची उत्तरं देऊ शकतील. त्यांनी खूप कारणं दिली - कदाचित हा मुलगा एका मर्यादेपर्यंत उत्तम प्रकारे क्षमता दाखवू शकला असेल, पण इतरांचं काय ? कदाचित मी त्या मुलाला मदत केली असेल. जर पाठ करण्यासाठी प्रश्नोत्तरं दिली नाहीत तर पालक तक्रार

करतील आणि शेवटी त्याची उत्तरं बरोबर नव्हती कारण त्याने असं लिहायला पाहिजे होतं की...

ज्या शब्दांनी मला इतकं प्रोत्साहित केलं होतं त्यांचा तेवढा प्रभाव शिक्षकांवर पडू शकला नाही. कदाचित मुलांच्या क्षमता ओळखण्याच्या, त्यांना विचार, कृती करायला लावण्याच्या आपल्या वृत्ती, प्रवृत्तीतच फरक आहे.

◆◆

शैक्षिक संदर्भ, अंक-२७, मे-जून-१९९९ मधून साभार

मूळ लेख - कॅन हेडॉक - चंदीगढच्या एका शाळेत अध्यापन. चित्रकार आणि बायोफिजिक्समध्ये शोधकार्य.

मराठी अनुवाद - अमिता नायगांवकर

संदर्भचे 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 फो-०२५१-२४८६९६७

विज्ञानातील चुका कशा टाळाल?

पुस्तक परिचय : प्रियदर्शिनी कर्वे

संदर्भच्या ३१ व्या अंकात शशी बेडेकरांच्या गणितातील चुका कशा टाळाल, या पुस्तकाचा परिचय करून दिला होता. त्याच मालिकेतील बेडेकरांचं हे आणखी एक पुस्तक. एका शिक्षकाने स्वतःच्या अनुभवाच्या आधारे लिहिलेलं पुस्तक म्हणून याचं महत्त्व वादातीतच आहे.

बेडेकरांनी यात मुख्यतः विज्ञानाच्या अभ्यासात आणि परीक्षांत होणाऱ्या काही ढोबळ चुकांची कारण मीमांसा आणि त्या टाळण्यासाठीच्या काही उपायांची चर्चा केली आहे. उदाहरणार्थ, चौथ्या प्रकरणात त्यांनी एककांचं महत्त्व मुलांच्या मनावर ठसवण्यात शिक्षक कसे मागे पडतात, आणि या अडचणी वर कशी मात करता येईल, हा एक विषय मांडला आहे. मला स्वतःला महाविद्यालयात पदार्थविज्ञान शिकवताना विद्यार्थ्यांच्या एका विषयीच्या अगाध ज्ञानाशी जो सामना करावा लागतो, त्यामुळे हा मुद्दा अत्यंत महत्त्वाचा वाटला.

या शिवाय प्रयोग या पुढील

विज्ञानाच्या अभ्यासातल्या महत्त्वाच्या घटकाकडे शिक्षकांकडून केले जाणारे दुर्लक्ष आणि त्याचे होणारे परिणाम याची बेडेकरांनी केलेली चर्चाही महत्त्वाची आहे. प्रयोग म्हणजे काय, असं आठवीच्या विद्यार्थ्यांना विचारल्यावर मुलांनी दिलेली पुढील उत्तरं पुरेशी बोलकी आहेत-

- विज्ञानाच्या पुस्तकात प्रयोग म्हणून जी माहिती आणि आकृती दाखवलेली असते, ती सर आम्हाला सांगतात आणि आम्ही प्रयोगवहीत जे लिहून घेतो, आकृती काढतो त्याला प्रयोग म्हणत असावेत.
- ज्यात हेतू कृती, अनुमान असे शब्द असतात, तो प्रयोग.
- वैज्ञानिक जे करतात ते प्रयोग.

बेडेकर केवळ समस्या मांडून थांबत नाहीत, तर त्यावर काही सहज करून पाहता येण्यासारखे उपायही सुचवतात, हे महत्त्वाचं. सुसज्ज प्रयोगशाळेत न जाताही मुलांना प्रयोग म्हणजे काय हे कसं समजावून देता येईल, याचे त्यांनी सुचवलेले उपाय शिक्षकांनी जरूर

विज्ञानातील चुका कशा टाळाल ?
मनोरमा प्रकाशन

लेखक : शशी बेडेकर,
किंमत रु. ३०/-

वापरून पाहावेत आणि आपल्या प्रतिक्रिया कळवाव्यात.

विज्ञानावर आधारित कोणत्याही प्रकारच्या परीक्षेत आकृत्यांना अनन्यसाधारण महत्त्व आहे. त्यामुळे याही विषयाला बेडेकरांनी स्पर्श केला आहे. आपण चांगल्या आकृत्या काढू शकत नाही किंवा शकणार नाही, हा न्यूनगंड विद्यार्थ्यांच्याच नाही तर अनेक शिक्षकांच्याही मनात असतो. किंबहुना शिक्षकांकडूनच तो विद्यार्थ्यांकडे संक्रमित झालेला असतो. बेडेकरांनी अनेक लहान लहान सूचनांद्वारे आणि उदाहरणांद्वारे या न्यूनगंडावर मात कशी करता येईल हे सुचवलं आहे.

परीक्षेच्या दृष्टीने आकृत्यांचं महत्त्व आहेच, आणि कदाचित शालेय पातळीसाठी तेवढंच पुरेसंही आहे. पण माझ्या मते आकृत्या आणि रेखाचित्रं काढता येणं हे विज्ञानाच्या आकलनासाठीही महत्त्वाचं आहे. बरेचदा अमूर्त संकल्पना किंवा एखादी किचकट प्रक्रिया ही चित्राच्या सहाय्याने सोपी करून समजावून घेता येते, आणि इतरांना समजावून सांगताही येते. त्यामुळे शालेय पातळीवरील विज्ञान शिक्षणात आकृती रेखाटनाकडे विशेष लक्ष पुरवणं आवश्यक आहे.

याशिवाय विज्ञानाच्या प्रश्नपत्रिका सोडवताना होणाऱ्या इतरही काही चुका आणि त्या टाळण्याचे उपाय याचा ऊहापोह

विज्ञानातील चुका कशा टाळाल ?

विद्यार्थी, शिक्षक, पालक यांना अत्यंत उपयुक्त

रिक्त्या जागा भरा...

पाण्याची घनता 100 (ग्रॅम/से.) आहे. 1 (ग्रॅम/से.)

आइन्स्टाईन्चे उज्विलेयक सूत्र $E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ आहे. $E = mc^2$



शशी बेडेकर (कलाकार, लेखक, शिक्षक, विज्ञान प्रसारक)

शेवटच्या दोन प्रकरणांत आहे.

एवढ्यापुरतंच हे पुस्तक मर्यादित असतं, तरीही ते शिक्षक व विद्यार्थ्यांसाठी - विशेषतः परीक्षार्थींसाठी उपयुक्त ठरलं असतंच, पण बेडेकरांनी विज्ञान शिक्षण म्हणजे काय, या सर्व प्रक्रियेत शिक्षकांचं स्थान, त्याची भूमिका काय आहे आणि काय असायला हवी, इ. अनेक विषयांना स्पर्श केला आहे त्यामुळे या पुस्तकाची उपयुक्तता वाढली आहे. विज्ञान शिक्षकांनी हे पुस्तक वाचायला हवं आणि त्यातील मुद्द्यांच्या अनुषंगाने आत्मपरीक्षण करायला हवं.

उदाहरणादाखल पुस्तकातील दुसरं प्रकरण देत आहोत.

विज्ञानाचे आकलन कसे ? केव्हा ?

विद्यार्थी आपल्या शालेय जीवनात म्हणजे पहिली ते दहावीपर्यंत फक्त प्रश्नांच्या जुड्या-मोळ्या (खरं तर अडचणी) बांधत जातो. त्या त्या विषयाची माहिती करून घेताना, शिकताना, वर्गात शिक्षक शिकवताना किंवा पालक घरी अभ्यास घेताना हे 'प्रश्न' त्या विद्यार्थ्यांच्या डोक्यात उठत असतात - तयार होत असतात. पण त्या मनातल्या प्रश्नांचं - शंकांचं समाधान होईल असं स्पष्टीकरण, उत्तर त्या मुलांना मिळत नाही.

ह्याचं एक कारण मला असं वाटतं की असे काही प्रश्न - शंका मुलांच्या मनात निर्माण होत असतील किंवा येत असतील हेच त्या शिक्षकांच्या वा पालकांच्या डोक्यात येत नाही. कारण तो विषयाचा भाग पालक किंवा शिक्षक ह्यांना समजलेला असतो त्यामुळे हा भाग सोपा आहे असं ते गृहीत धरतात. पण मुलं पहिल्यांदाच तो विषय शिकत असतात. पालक-शिक्षक दोघांचं त्याकडे दुर्लक्ष होतं.

एखादा विषय येणं, त्याची गोडी उत्पन्न होणं हे तो विषय त्याला किती कळला आहे, समजला आहे ह्याच्याशी 'समप्रमाणात' बदलत असतं.

त्यामुळे 'कळलं नाही', 'समजलं नाही' ह्याचे थर एकमेकांवर मुलांच्या मनात त्या त्या विषयासाठी तयार होऊ लागतात

आणि तो मुलगा किंवा मुलगी त्या विषयापासून कळत न कळत दूर दूर जाऊ लागतात आणि तो विषय नावडता होतो.

बहुतेक शिक्षकांना (पालकांनाही) आपण एवढं जीव तोडून शिकवतो, पण मुलं मात्र त्याचं चीज करत नाहीत, हवा तेवढा 'आउटपुट' देत नाहीत असं वाटत असतं. त्यामुळे त्या शिक्षकांच्या तासाला वर्गाची शिस्त बिघडायला सुरुवात होते.

मला असं वाटतं की त्यामुळेच शिक्षक आणि विद्यार्थी ह्यांची वेव्हलेंथ जुळत नाही म्हणजे काही वेळा रेडिओ टीव्हीवर जशी एकाच वेळी दोन स्टेशनं लागल्यामुळे धड काहीच दिसत नाही, ऐकू येत नाही कारण निर्माण होणाऱ्या गोंधळाचा आवाज.

असंच काहीसं वातावरण सध्याच्या बहुतेक शाळांतील वर्गातून विषय शिकवण्याच्या बाबतीत निर्माण झालं आहे (हेही एक प्रकारचे प्रदूषणच) अशीच काहीशी परिस्थिती सगळीकडे आहे.

इतर विषयाच्या (विज्ञान, गणित सोडून) बाबतीत माझ्याकडे जास्त माहिती नाही, पण विज्ञानाच्या बाबतीत तर निश्चितच आहे.

पूर्ण भरलेल्या भांड्यातून दुसऱ्या भांड्यात पाणी किंवा द्रवपदार्थ ओतायचा

आहे तर आपण काय करतो ? दुसरे भांडे खाली धरून पहिल्या भांड्यातील पाणी तिरपे करून हळूहळू त्यात टाकतो - ओततो. यात खालचे भांडे रिकामे असणे आवश्यक आहे हे आपण गृहीत धरलं आहे. ज्ञान-माहिती देण्याची प्रक्रिया काहीशी अशीच आहे. आपल्याजवळील ज्ञान शिक्षक-पालक मुलाच्या कानातून, डोळ्यांवाटे त्यात ओतत असतो (काही वेळा कोंबत असतो!)

तर माझा प्रश्न आहे, आपण किती टक्के पाणी दुसऱ्या भांड्यात ओततो ?

बरेचजण किंवा सगळेच १००% असं उत्तर मनात आणतील. पण ते चुकीचे उत्तर आहे. थोडा विचार करा (वैज्ञानिक दृष्टीनं).

कारण पाणी ओतल्यावर सगळं पाणी आपण ओतू शकत नाही, काही पाणी हे वरच्या ग्लासाला चिकटलेलं असतं म्हणजे १००% ग्लास रिकामा होत नाही.

हेच ज्ञानाच्या बाबतीतही आहे. आपल्याला फक्त वाटतंच की आपण १००% ज्ञान दिले, पण हे असत्य आहे.

हे विधान मी आत्ताच का सांगितलं ? मी विषयांतर करतोय असं काहीना वाटेल, पण तसं नाही. मला जो मुद्दा पटवून द्यायचा आहे त्यासाठी ही वैज्ञानिक गोष्ट आपल्याला माहित व्हावी हाच उद्देश आहे. थोडा विचार करा म्हणजे पटेल.

त्यामुळे शिक्षकानं त्याच्याकडे

असलेल्या ज्ञानापैकी आपण असं समजू की त्याच्याकडे १००% आहे त्यापैकी अगदी ९३% त्यानं मुलांना दिलं (खालचं भांडं) तरी विद्यार्थी अनेक कारणांनी ते १००% ग्रहण करू शकत नाही.

फक्त काही कारणांचा उल्लेख करतो, कारण मुलं ही सजीव-विचार करणारी आणि बुद्धी असलेली अशी आहेत.

- त्यांचा गृहपाठ झालेला नसतो.

- क्लासचा अभ्यास, क्लासमध्ये घडलेल्या गोष्टी, तब्येत बरी नसणं, शिकवलेलं डोक्यावरून जात असणं.

- वर्गाबाहेरच्या खिडकीतून, रस्त्यावरून जाणाऱ्या वरातीचा आवाज, रस्तादुरुस्तीच्या यंत्राचा आवाज ऐकू येत असणं.

- वर्गातल्या मित्राशी झालेलं भांडण. घरी जमलेल्या पाहुण्यांच्या आठवणी इत्यादी.

तर शिक्षकानं विज्ञान हा विषय शिकवताना +१ (प्लस वन) म्हणजे आहे त्यापेक्षा अधिक अशी (शिकवत असलेल्या घटकाबरोबर योग्य) माहिती देऊन सगळ्या कारणांमधून विद्यार्थ्यांचं लक्ष काढून घेऊन आपल्याकडे वळवायचं आहे.

मुलं लहान असतात, चौकस बुद्धीची असतात, निरीक्षण करणारी असतात, अनुकरण करणारी असतात. त्यांची बुद्धिमत्ता स्पंजाप्रमाणे असते. आपण देऊ

तेवढं ज्ञान ते शोषून घेतात. (अगदी वय वर्ष १६-१७ पर्यंत) त्यामुळेच विज्ञान हा विषय शिकवताना शिक्षकाची आणि घरी अभ्यास घेताना पालकांची खरी कसोटीच असते.

शिक्षकांनी आणि पालकांनीही मुलांमध्ये त्यांच्या मनात उठलेले प्रश्न कधीही आणि केव्हाही विचारायचं धाडस निर्माण केलं पाहिजे.

ह्याबाबत मला महान वैज्ञानिक भौतिकशास्त्रज्ञ आणि नोबेल प्राइज विजेते डॉ. रिचर्ड फेनमॅन ह्यांचा, त्यांनीच सांगितलेला अनुभव सर्वांनी वाचून विचार करण्यासारखा आहे.

डॉ. फेनमॅन हे अमेरिकेतील विद्यापीठात भौतिक शिकवत. त्यांना परदेशातल्या एका विद्यापीठानं भौतिकशास्त्र शिकवण्यासाठी बोलावलं होतं. ते मान्य करून डॉक्टर 'गणिताचे भौतिकशास्त्रातील उपयोजन' हा भाग शिकवत होते. बरेच दिवस रोज वर्गातील सर्व मुलां ते शिकवत असताना त्यांचा शब्दनुशब्द लिहून घेत होती, नोट्स तयार करत होती. पण त्या मुलांच्या घेतलेल्या परीक्षेचे गुण पाहून डॉक्टरांचं काही समाधान होत नव्हतं.

एक दिवस डॉक्टर शिकवत असताना, एका मुलानं त्याला न समजलेला भाग आणि त्याची शंका-अडचण विचारली. डॉक्टर त्याचं स्पष्टीकरण करतच होते इतक्यात सर्व विद्यार्थ्यांनी त्या मुलाला

जबरदस्तीनं खाली बसवलं. का ? तर सरांनी जर स्पष्टीकरणात वेळ घालवला तर... पुढचा भाग शिकवून होणार नाही पोर्शन राहिल. वगैरे वगैरे.

डॉक्टरांनी हा प्रश्न त्यांच्या वैज्ञानिक पद्धतीनं फार उत्कृष्ट रितीनं हाताळला.

एकदा एका शिक्षकाला ध्वनिप्रसारण, लाटेच्या किंवा लहरींच्या स्वरूपात होते हा भाग मुलांना शिकवायचा होता. त्या शिक्षकाने एक पाण्याने भरलेली बादली वर्गात आणली आणि तो म्हणाला, हे पाहा मुलांनो, मी हा दगड पाण्यात टाकत आहे तेव्हा काय घडतं ते नीट पाहा, निरीक्षण करा आणि मला सांगा,

शिक्षकांनी दगड टाकला आणि मुलांना प्रश्न विचारला, आता सांगा निरीक्षण. त्या मुलांची उत्तरं पुढीलप्रमाणे -

- १) दगड खाली पाण्यात पडला व ओला झाला.
- २) पृथ्वीला गुरुत्वाकर्षण आहे.
- ३) दगडाची घनता जास्त आहे.
- ४) पाणी दगडावर तरंगते तेव्हा पाण्याची घनता कमी.
- ५) दगडाचा पाण्याशी स्पर्श झाल्यावर 'डुबुक' असा आवाज आला.
- ६) दगडाचे वजन कमी होत असले पाहिजे.

ह्यातील प्रत्येक उत्तर बरोबर आहे, पण तरीही शिक्षकाचा अपेक्षाभंग झाला.

त्यामुळे “अपेक्षित उत्तर यावं असा प्रश्न विचारला जाऊ नये आणि अपेक्षित उत्तर मिळत नाही म्हणून ओरडूही नये.”

आपल्याकडेही तसंच घडतं ना. विद्यार्थी मुलगा किंवा मुलगी त्यांना न समजलेले, मनात तयार होणारे प्रश्न विचारतच नाहीत.

पालकही ते जेव्हा शाळेत जाणारे विद्यार्थी होते तेव्हा त्यांच्यापैकी कोण न समजलेला भाग शिक्षकांना विचारत होते? प्रश्न विचारत होते? मला वाटतं केवळ १ ते २%.

ह्याचं कारण मानसशास्त्रीय आहे. भीती, न्यूनगंड, मी प्रश्न विचारला तर शिक्षकांना आवडेल का? आणि इतरांनी नाही विचारला म्हणजे त्यांना समजलं आहे. मलाच नाही कळलं म्हणजे माझ्यात काही कमी आहे किंवा आपण प्रश्न विचारला तर आपले मित्र ‘एवढं सोपं कळत नाही’ म्हणतील. आपलं ज्ञान उघडं पडेल किंवा अज्ञान उघडं पडेल.

किंवा काही वेळा शिक्षक (आणि पालकही) उभे राहून प्रश्न विचारणाऱ्याला काहीसं ओरडून खाली बसायला सांगतात. गप्प करतात किंवा नंतर विचार असं सांगतात. (ते असं का सांगतात ह्याची कारणमीमांसा करत नाही कारण ह्याची उत्तरं आपल्याला माहीतच आहेत.)

त्यामुळे मुलांच्या काही शंका

असतील, प्रश्न असतील ते त्याने किंवा तिने कोणत्याही वेळी आणि कुठेही विचारायची परवानगी द्या. (मी मोठेपणा म्हणून सांगत नाही), मी परवानगी दिली आहे आणि मुलं मला कुठेही प्रश्न विचारतात, कोणत्याही आणि कुठल्याही वेळी. काही दिवसांपूर्वी मी शाळेच्या वाचनालयात गेलो होतो. मुलं-मुली पुस्तकांची देवाणघेवाण, वाचन करत होती, इतर शिक्षकही होते. एक, दोन मिनिटांनी एका मुलीनं प्रश्न विचारला, सर डोळ्यांत अश्रू कसे तयार हातात? ते टाकाऊ (उत्सर्ग) आहेत का?

इतर शिक्षकांनी तिला अडवलं तेव्हा ती म्हणाली, “आम्हांला सरांनीच परवानगी दिली आहे, कोणताही प्रश्न कुठेही आणि केव्हाही विचारायची!”

आपण त्या मुलांना एक वही तयार करायला सांगावी. आणि त्या वहीत प्रश्न लिहून ठेवण्यास सांगावे. नाहीतर बरेच प्रश्न नंतर विचारू म्हणून विचारले जात नाहीत, विसरले जातात. त्या मुलांनी नंतर तास संपल्यावर शिक्षकांना वही द्यावी म्हणजे शिक्षक त्यात उत्तरे लिहून देतील.

तर सांगायचा मुद्दा हा की त्यांना शंका, प्रश्न विचारू द्या.

आणि महत्त्वाचं म्हणजे त्या शंकेचे उत्तर लगेच द्या. प्रत्येक वेळी उत्तर देता येईलच असं नाही. पण नंतर मात्र त्याला त्याचं नक्की उत्तर द्या.

म्हणजे त्याच्या सर्वांगीण विकासातला-प्रगतीमधला अडथळा दूर होईल.

काही वेळा काही शिक्षक मुलांची शंका ऐकून घेतात आणि त्याला मी नंतर सांगेन, आता कामात आहे असं सांगतात अन् नंतर विसरतात (?) मुलांची ही शंका दररोजच्या नवनवीन संकल्पना शिकवताना-शिकताना पुसट होत जाते किंवा शंकांचे थर तयार होऊ लागतात. विद्यार्थीसुद्धा सरांना त्या शंका, किंवा नवीन शंका विचारीत नाहीत. बऱ्याच वेळा मुलंच शिक्षक किती पाण्यात आहे हे ओळखतात. त्यामुळे काही शिक्षकांच्या तासाला शांतता तर काही शिक्षकांच्या तासाला प्रचंड गोंधळ वर्गात दिसतो.

काही शिक्षक मात्र कितीही रंगात आलेल्या धड्यात, मध्ये थांबून एखाद्या मुलाची शंका नीट ऐकून घेतात. तो प्रश्न/शंका (ती शंका प्रश्न त्या घटकाशी संबंधितच हवा असं थोडंच आहे ? ती शंका आहे आणि विद्यार्थी न घाबरता ती विचारतो आहे हे जास्त महत्त्वाचं) पूर्ण वर्गासमोर ठेवतात. कुणाला येतंय का ह्याचं उत्तर ? काही वेळा मुलं उत्तर देतात किंवा काही वेळा गप्प बसतात.

मुलांनी दिलेल्या किंवा न दिलेल्या उत्तरावरून शिक्षकाला मुलांना कुठपर्यंत समजलं आहे ह्याचा अंदाज येतो आणि

त्यानुसार तो शिक्षक सर्वच विद्यार्थ्यांना तो घटक शंकेसहित समजावून देतो. आणि शंकेचं समाधान झालं का, आणि आणखी काही शंका ? असं आवर्जून विचारतो. 'नाही' असं उत्तर आल्यावर पुढे वर्ग सुरू होतो.

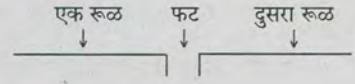
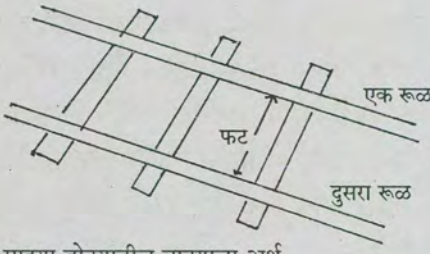
काही वेळेला शिक्षक प्रश्नाला प्रतिप्रश्न विचारून त्याचं उत्तर मुलांकडूनच काढून घेण्याचा प्रयत्न करतात. त्यामुळे शिक्षकांना विद्यार्थ्यांना एकेक मुद्दा स्पष्ट करत आपल्याबराबर नेत, शंकासमाधान करायला हवं.

काहींच्या डोक्यात असा एक विचार येईल की एखाद-दुसरी शंका ठीक आहे, पण ह्या शंकासमाधानात पोर्शनची वाट लागेल त्याचं काय ? तो पूर्ण कसा होईल वगैरे वगैरे.

पण शंकेचं निरसन न करता पुढे पुढे जात राहिलं तर मुलं शिकू शकणार नाहीत. ती फक्त पोपटपंची करणारे पोपट होतील आणि शंकासमाधान झाल्याने मुलं अतिशय पटापट तो विषय शिकतील, त्याचं आकलन व्हायला लागेल आणि तो नावडता विषय आवडू लागेल.

शिक्षकांनी त्यामुळे एक गोष्ट नक्की लक्षात ठेवावी की ते शिक्षक मुलांमुळे आहेत. मुलंच नसतील तर ?

मी माझंच एक उदाहरण देतो. मी शाळेत विद्यार्थी म्हणून असतानाचे. माझे



माझ्या डोक्यातील वाक्याचा अर्थ

विज्ञानाचे श्री. वीरकरसर विज्ञानातील 'उष्णता' हे प्रकरण शिकवत होते.

'उष्णतेमुळे धातू (पदार्थ) प्रसरण पावतात, ह्या महत्त्वाच्या गुणधर्माची व्यवहारातील उदाहरणं सर शिकवत होते. 'सांगत' होते.

बाटलीत अडकलेले बूच बाटलीच्या तोंडाला उष्णता देऊन काढता येते.

बैलगाडीच्या चाकावर लोखंडी धाव बसवताना ती गरम करतात आणि मग चाकावर बसवून त्यावर पाणी ओतून ती थंड करतात. (थंड केल्यामुळे पदार्थ आकुंचन पावतो.)

आणि त्यानंतरचे उदाहरण म्हणजे 'रेल्वेच्या दोन रूळांत फट ठेवलेली असते' हे सर्वांना माहित असलेलं वाक्य त्यांनी सांगितलं.

सगळ्यांना हे वाक्य आणि त्याचा अर्थही कळला असेल, समजला असेल.

पण मला त्या वेळेला मी विद्यार्थी असताना ह्या वाक्याचा अर्थ नीट कळेचना.

कारण मी त्या वेळी विचार केला, सर असं का म्हणत आहेत ? ह्यात उष्णतेचा संबंध कुठं येतो ? कारण दोन रूळांत फट ठेवली नाहीतर त्या रूळांवर गाडीची दोन चाके कशी ठेवता येतील ? फट नसेल तर गाडी धावूच शकणार नाही.

त्यामुळे सर रूळांतल्या कोणत्या फटीबद्दल बोलत आहेत हे मला त्या वेळी कळलं नव्हतं. मला विचारायचं डेअरिंग झालं नाही.

मग मोठेपणी कधीतरी मला कळलं की सर एकापुढे एक असणाऱ्या रूळातल्या फटीबद्दल बोलत होते ते.

त्यामुळे आता 'उष्णता' शिकवताना स्पष्टीकरणासाठी मी मुलांना फळ्यावर चित्र काढून दाखवतो. म्हणजे माझ्याप्रमाणे गोंधळ न होता त्यांना ते समजेल असे वाटते.

थोडक्यात काय तर मुलांना समजण्यासाठी योग्य स्पष्टीकरण आणि त्या स्पष्टीकरणासाठी विज्ञानाची जास्त माहिती, त्या विषयाची तयारी असणं हे आवश्यक नाही का ?



‘लोकविज्ञान दिनदर्शिका’

‘लोकविज्ञान दिनदर्शिका’ हे नाविन्यपूर्ण विज्ञान कॅलेंडर गेली १९ वर्षे सातत्याने प्रकाशित होत आहे. लोकविज्ञान संघटनेची भूमिका व दिनदर्शिकेचा हेतू याबद्दल संघटनेचे श्री. न. गुत्तीकर यांनी दिलेली माहिती

सर्वसामान्य जनतेमध्ये विज्ञान-प्रसारामार्फत वैज्ञानिक दृष्टिकोण रुजवणे व वैज्ञानिकांना समाजाभिमुख करणे हे लोकविज्ञान संघटनेचे ध्येय आहे. आज आपल्या समाजात ज्या पद्धतीने, दिशेने विज्ञानाचा विकास, प्रसार, उपयोग होत आहे, त्याला पर्यायी लोकाभिमुख असा प्रवाह जोपासायला मदत करणे हेही लोकविज्ञान चळवळीचे काम आहे.

वरील दृष्टिकोणातून लोकविज्ञान संघटनेने गेली २५ वर्षे जिव्हाळ्याच्या प्रश्नांवर वैज्ञानिक लोकशिक्षण केले आहे. सूर्यग्रहणाबाबतचे गैरसमज, बुवाबाजीमुळे अंधश्रद्धांना मिळणारे खतपाणी, स्त्री-आरोग्य, औषध कंपन्यांमार्फत जनतेची फसवणूक, ऊर्जा-समस्या, प्रदूषण, भोपाळमधील गॅसकांड, दुष्काळाचा प्रश्न, अणुयुद्धाचा धोका, भूकंप व पुनर्वसन प्रश्न, महाराष्ट्राचे वीजनियोजन व एनर्शन वीज प्रकल्पाची घातकता, समुचित तंत्रज्ञान व विकासनीती या व अशा अनेक प्रश्नांची वैज्ञानिक बाजू, मानवतावादी, लोकशाहीवादी भूमिके तून लोकांपुढे मांडण्याचे काम लोकविज्ञान संघटना करते.

विज्ञानाच्या दुरुपयोगालाही विरोध करणे हे आम्ही तितकेच महत्त्वाचे मानतो. विज्ञान-शिक्षणामार्फत लोकजागृती करण्यासाठी पोस्टर-प्रदर्शने, पारदर्शिका, लेख, पुस्तके, व्याख्याने, सभा याबरोबर गाणी, पथनाट्ये, मूकमोर्चा, विज्ञान-यात्रा या माध्यमांचाही वापर संघटनेने केला. अशा उपक्रमांपैकी सातत्याने १९ वर्षे चाललेला उपक्रम म्हणजे लोकविज्ञान दिनदर्शिका - दर्जेदार माहिती असलेले विज्ञान कॅलेंडर.

दिनदर्शिकेविषयी ...

आपले संपूर्ण जीवन विज्ञानाने-तंत्रज्ञानाने व्यापून टाकले असले तरी त्याचा उपभोग घेण्यापलिकडे आपल्या जीवनात विज्ञानाला व वैज्ञानिकांना फारसे स्थान नसते. वास्तविक पाहता वैज्ञानिकांच्या बुद्धिनिष्ठ, अथक प्रयत्नांमुळे, प्रसंगी मृत्यूला सामोरे जाऊन त्यांनी वैज्ञानिक सत्यांचा पाठपुरावा केला. त्यामुळे मानवी जीवन सुखी, सुरक्षित व समृद्ध झाले. आज विज्ञानाने केलेल्या नेत्रदीपक प्रगतीने मानवी प्रज्ञेच्या असीमित क्षमतांची साक्ष दिलेली आहे. पण राजकीय, सामाजिक नेत्यांचे जन्मदिन, स्मृतिदिन साजरे होतात तसे शास्त्रज्ञांचे होत नाहीत. ते साजरे व्हावेत हाही

दिनदर्शिका प्रकाशित करण्यामागचा एक हेतू आहे.

त्याचप्रमाणे - विद्यार्थ्यांमध्ये विज्ञानाची आवड निर्माण व्हावी - मार्कांच्या जाळ्यात अडकून न पडता विज्ञानाची सकस जाण निर्माण व्हावी, - त्यांच्या जिज्ञासेला, कल्पनाशक्तीला, सृजनाला चालना मिळावी, - विज्ञान म्हणजे केवळ अवकाश, इलेक्ट्रॉनिक्स, कॉम्प्युटर, रॉकेट्स, उपग्रह नव्हे; आजूबाजूच्या अचेतन, सचेतन व इतरही सृष्टीतील विविधतेत प्रचंड वैज्ञानिक ठेवा आहे याची जाण यावी. वनस्पतिशास्त्र, प्राणिशास्त्र, कीटकशास्त्र, रसायन, जैवरसायन, भौतिकी, जैवभौतिकी या शाखांकडे विद्यार्थ्यांचा कल निर्माण होण्यास मदत व्हावी

असाही अल्पसा प्रयत्न या दिनदर्शिकेत आहे.

लोकविज्ञान संघटना : संपर्क फोन

पुणे	- श्री. न. गुत्तीकर २५४५२२४०
	- रवीन्द्र सोमण २५४३७०९५
जळगाव	- राजेन्द्र गाडगीळ २२२३९७१
दापोली	- श्री. विकास धारपुरे २८२५२१
सातारा	- एस.पी. खटावकर २३४५७२
उस्मानाबाद	- श्री. देवीदास वडगावकर २२४३२५
औरंगाबाद	- प्रा. मंगल धारवाडकर, २३५३१४६
नागपूर	- श्री. आनंद पराडकर, २२४११००

या शिवाय आपल्या वैविध्यपूर्ण आणि समृद्ध निसर्गाची ओळख व्हावी त्यातूनही विज्ञानाची आवड निर्माण व्हावी या दृष्टीने गेली काही वर्षे पक्षी, सस्तन प्राणी, वृक्ष यांची माहिती दिनदर्शिकेत दिली.

पुढील वर्षांची - २००६ ची दिनदर्शिका तयार होत आहे. त्यातील प्रमुख वैशिष्ट्ये -

● प्रत्येक महिन्याला एक याप्रमाणे बारा शास्त्रज्ञांचे फोटो, त्यांच्या जीवनाविषयी आणि शोधांविषयी माहिती.

● सर्वांनी उपयोगी पडतील असे शास्त्रीय लेख.

● प्रत्येक महिन्याला एका कीटकाची माहिती.

● मुलांचे कुतूहल वाढविणारे प्रश्न व सहज करता येतील असे विज्ञान प्रयोग.

मुलांसाठी दिलेले साधे सोपे प्रयोग व कुतूहल वाढविणारे प्रश्न यांचा आमचा अनुभव फारच उत्साहवर्धक आहे. मागील वर्षांच्या दिनदर्शिकेतील काही प्रयोग आजी व नातीने करून पाहिले. दुसऱ्या एका विद्यार्थ्याने सर्व प्रयोग करून प्रश्न सोडवून आमच्याबरोबर उत्तरे पडताळून पाहिली. अनेकांनी ते प्रयोग केले असणारच.

२००६ सालच्या प्रश्नांना बरोबर उत्तरे देणाऱ्या विद्यार्थ्यांना प्रत्येक प्रश्नाला - योग्य असे बक्षीस देण्याचे आम्ही ठरवले आहे.

ही दिनदर्शिका आपल्याला आवडेल, उपयोगी वाटेल असा विश्वास वाटतो.

◆◆

तीन चेष्टा - एक गुपित

लेखक : मनहर चौहान • अनुवाद : नागेश मोने

एका गावात जनक नावाचा एक छोटा मुलगा राहात होता. विटी दांडू खेळायचा त्याला भारी नाद. एक दिवस तो असाच मित्रांबरोबर विटी दांडू खेळत होता. उजव्या हातातील दांडूने त्याने विट्टीला असा टोला दिला की वाऱ्याच्या वेगाने विट्टी सरकून हवा कापत निघून गेली. शेजारच्या मैदानाच्या बाजूच्या रस्त्याने सर चालले होते. त्यांच्या

खांद्याजवळून सरसर करत विट्टी गेली. थोडक्यातच वाचले ते. अन्यथा त्यांचं काही खरं नव्हतं. पटकन वळून त्यांनी बघितलं की इतक्या बेजबाबदारपणे कोण खेळतंय. त्यांना जनक दिसला आणि जनकनेही त्यांनी पाहिलं. सर थोडे हसले पण बिचारा जनक भयाने आणि लाजेने चूर झाला होता.

सरांच्या हातात एक जाडजूड पिशवी होती. भाजीपाला आणि किराणा माल यांनी पिशवी गच्च भरली होती. ते घरी निघाले होते. जनकने विचार केला, 'ही भली थोरली पिशवी न्यायला मदत केली तर सरांच्या मनातला राग कमी होईल.' माझ्याकडे बघून ते हसताहेत खरे पण मनातून निश्चितच रागावले असणार.

“मी आता विटी दांडू नाही खेळणार. सरांची पिशवी घेऊन त्यांच्या घरी जाणार.” असं म्हणत जनक सरांपाशी पोहोचला देखील. “द्या, द्या



तुमची पिशवी मी घेतो.” जनक म्हणाला.
“नाही, तुला नाही जमणार, जड आहे” -
सर म्हणाले.

‘त्यात काय ? जमेल मला सर...’
“संध्याकाळ झाली आहे, खेळायची वेळ
आहे ही, जा, जा खेळ तू” - सर म्हणाले.
“मी जाणूनबुजून नाही विट्टी मारली. इतके
रागावू नका सर. द्या पिशवी इकडे, मी
घेतो.” सरांबरोबर चालत चालत जनक
म्हणाला.

“कुणी सांगितलं तुला, मी रागावलोय ? -
सर म्हणाले.

“नाही ना रागावलात ? मग द्या पिशवी
इकडे. अगदी थेट तुमच्या घरी पोहोचवतो”
- जनक म्हणाला.

“त्याचं काय आहे, मी स्वतःचं काम स्वतःच
करतो. दुसऱ्या कुणीतरी माझ्यासाठी काम
करणे मला नाही आवडत.” सर म्हणाले.
“आणि घेतलंच करून दुसऱ्या कुणाकडून,
तर, त्याचे पैसे देतो, ते ही अगोदर.”

“तुम्ही तर माझे सर आहात.
तुमच्याकडून मी पैसे कसे घेणार ?” डोळे
मिचकावत जनक म्हणाला.

“तू कर विचार. एक तर पैसे घे
अगोदर, नाही तर जा खेळायला विट्टी दांडू”
- सर म्हणाले.

“सर, मी तुमचा विद्यार्थी आहे.”
जनक म्हणाला, “प्रत्यक्ष पैसे मी नाही घेणार
तुमच्याकडून.”

“मग ?”

“त्याऐवजी तुम्ही मला ‘उपदेश’
द्या !”

“पण तू ‘उपदेश’ लक्षात ठेवणार
का ?”

“हो सर, अगदी जीवनभर लक्षात
ठेवेन.”

“अस्सं, बरं घे पिशवी.”

जनकने सरांकडून पिशवी घेतली.
खरंच जड होती ती. पण जनकचा उत्साह
तरी कुठे कमी होता ? त्या उत्साहाने तर
जनकचा जोम दुप्पट केला होता. पिशवी
उचलून तो सरांच्या बरोबर चालायला
लागला.

चालता चालता सर म्हणाले,
“जनक, पहिला उपदेश ऐक, वाळवंटात
उंटावरून प्रवास करण्याऐवजी, अनवाणी व
डोक्यावर टोपी वगैरे न घालता, पिण्याचं
पाणी जवळ न बाळगता प्रवास करणं
आनंददायक असतं असं कुणी म्हटलं तर
चुकून सुद्धा त्या व्यक्तीवर विश्वास ठेवू
नकोस.”

“हो सर”. जनक नम्रतापूर्वक
म्हणाला. पण असं म्हणताना त्याला कसं
तरीच वाटलं. वाटलं, हा कसला उपदेश ?
असं अनवाणी, वाळवंटात, टोपीशिवाय
फिरायचं नसतं एवढं का मला ठाऊक नाही !
आणि नाही पाणी बरोबर ठेवलं तर तहानेनं
व्याकूळच होणार की माणूस. ही इतकी साधी

व महत्त्वाची बाब आहे की, शेंबड्या पोरालाही न शिकवता समजेल. मी तर आता दहा वर्षांचा आहे! असला फालतू उपदेश सर का देताहेत!

पण त्यानं मनातच ठेवलं. शेवटी सर आहेत ते! क्यानं मोठे आणि हुशारसुद्धा. त्यांनी जो उपदेश केलाय तो वाटतो तितका 'फालतू' असणार नाही. काहीतरी रहस्य असणार त्यात. जनकनं विचार केला.

काय असेल महत्त्वाचं या उपदेशात? जनक विचार करीत राहिला. अन् त्याचवेळी सर म्हणाले, "रोज भरपूर जेवण करण्यापेक्षा उपाशी मेलेलं बरं, असं कुणी म्हटलं तर त्याच्या शब्दांवर अजिबात विश्वास ठेवू नकोस."

"हो सर"

"कसे वाटले, तुला दोन्ही उपदेश?"



"खूपच छान. आयुष्यभर मी लक्षात ठेवीन हे." जनक म्हणाला. याशिवाय तो आणखी काय म्हणणार होता! सरांच्या दुसऱ्या उपदेशाने तर तो संभ्रमातच पडला होता.

चालता चालता ते एका गल्लीत पोहोचले होते. सरांचं घर शेजारीच होतं आता.

सर किंचित हसले आणि म्हणाले, "जनक तुला हा तिसरा व शेवटचा उपदेश देतो आता."

"ठीक आहे सर."

"रिंत्वे इंजिनात कोळशाऐवजी धूळ घातल्यास आणि पाण्याऐवजी तेल वापरल्यास गाडी दुप्पट गतीने जाते असं तुला कुणी सांगितलं तर अजिबात विश्वास ठेवू नको त्याच्यावर." सर म्हणाले.

"ठीक आहे, सर." सरांच्या घरात प्रवेश करता करता जनक म्हणाला. पिशवी जमिनीवर ठेवून, हात एकमेकांवर घासत सरांना म्हणाला, "मी कधीच विसरणार नाही सर, तुमचा उपदेश."

"एक वेळ मला विसरून जा, पण उपदेश मात्र कायम लक्षात ठेव." सर म्हणाले.

"हो, सर."

तो वळून घराच्या बाहेर पडणार त्याच क्षणी सरांचा थोड्या करड्या आवाजातला स्वर त्याला ऐकू आला.



“थांब जनक” सर गरजले.

सरांच्या चेहेऱ्यावरचे हास्य लोपले होते. डोळे वेगळ्याच आवेश-तेजाने चमकत होते. जनकच्या जवळ येत त्यांनी विचारले, “मी तुला खरंच उपदेश केलाय काय?”

“हो सर. तीनदा केलात तुम्ही मला उपदेश.” जनक म्हणाला, पण असं म्हणताना त्याची मनस्थिती मात्र विचित्र झाली होती.

“नाही. अरे, मी तीनदा तुझी गंमत केली. चेष्टा केली चेष्टा. खरा उपदेश दिल्याशिवाय तुझी मजुरी कशी फिटणार ? माझं म्हणणं ऐकून तुला असं नाही वाटलं

की मी उपदेश देत नाहीये ?”

“हो सर..., थोडं वाटलंच मला तसं.” जनकने मान खाली झुकवत म्हटलं.

“मग, ‘सर खरा उपदेश द्या’ असं का नाही म्हणालास तू मला ? ‘चेष्टा करू नका सर?’ असं का नाही म्हणालास ?”

“अहो, तुम्ही माझे सर आहात. तुमचं म्हणणं शिरसावंद्य मानतो मी. तुम्हाला चूक कसं म्हणू ?” जनक म्हणाला.

“ऐक जनक. आता तुला खरोखरच उपदेश करतो.” सर श्वास घेत, जनकच्या पाठीवर प्रेमाने थोपटत म्हणाले. “चुकीची बाब नेहमी चुकीची असते मग ती मोठ्यांनी सांगितली तरी. संकोच करण्यापेक्षा अन् मोठ्यांना मनातल्या मनात का होईना पण दूषणे देण्यापेक्षा, आपली, शंका, सभ्यपणे आणि योग्य शब्दांत सांगणं चांगलं नाही का ? मुलांनी धीट व्हायला हवं धीट !” सर म्हणाले.

“समजलो सर, समजलो” - जनक म्हणाला. त्याचा चेहरा प्रफुल्लित झाला. डोळ्यात चमक आली. आणि तो मनापासून हसला. हा उपदेश तो आयुष्यभर विसरणार नव्हता. ◆◆

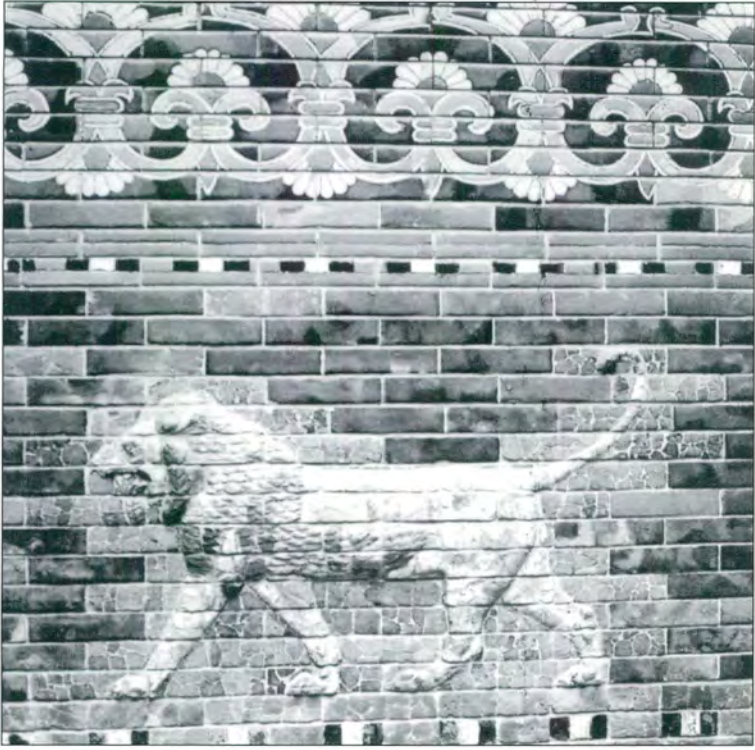
चकमक : ऑक्टोबर २००१ मधून साभार

लेखक : मनहर चौहान

चित्रे : धनंजय

अनुवाद : नागेश मोने, द्रविड हायस्कूल वाई येथे अध्यापक, विज्ञान वाचनालय चालवतात.

सुमेरियन कलाकृती



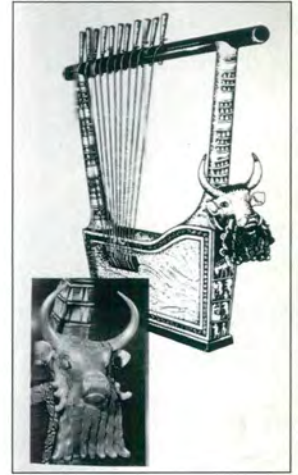
इशतार गेटवरील निळ्या एर्नलच्या विटांचे अलंकरण



५० सें.मी. उंचीचे, नीलमणी, चांदी व मोती लावलेले हे संपूर्ण सोन्याचे मेंढ्याचे शिल्प उरमध्ये सापडले.



उरच्या देवतेची lost wax पद्धतीने केलेली ब्राँझ धातूची नूर्ती



इ.स. पूर्व २८०० मधले हार्प हे नंतुवाद्य सजविण्यासाठी सोन्याचा बैल.

शैक्षणिक संदर्भ - डिसेंबर ०५ - जानेवारी ०६ RNI Regn. No. : MAHMAR/1999/3913
मालक, मुद्रक, प्रकाशक पालकनीती परिवार करिता संपादक नीलिमा सहस्रबुद्धे यांनी
अमृता क्लिनिक, संभाजी पूल कोपरा, कर्वे पथ, पुणे ४ येथे प्रकाशित केले.

