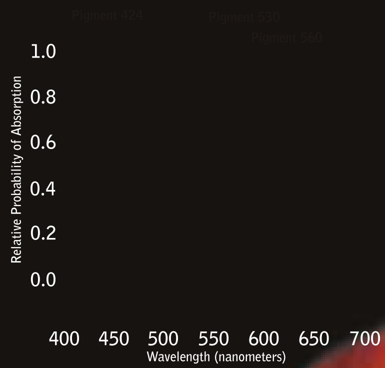
शैक्षणिक संदर्भ : डिसें. २००९ जाने. २०१० RNI Regn. No. : MAHMAR/1999/3913

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



डिसें. २००९ – जाने. २०१०

शैक्षणिक

संदर्भ

अंक ६१

शिक्षण आणि विज्ञान
यात रुची असणाऱ्यांसाठी

संपादक :
नीलिमा सहस्रबुद्धे, प्रियदर्शिनी कर्वे
नागेश मोने, संजीवनी कुलकर्णी

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

साहाय्य :
ज्योती देशपांडे, यशश्री पुणेकर,
स्वाती केळकर, अमलेंदू सोमण.

अक्षरजुळणी :
न्यू वे टाईपसेटर्स अँड प्रोसेसर्स

मुखपृष्ठ मांडणी, छपाई :
रमाकांत धनोकर, ग्रीन ग्राफीक्स.

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

शैक्षणिक
संदर्भ
अंक ६१
डिसेंबर ०९ – जानेवारी १०

पालकनीती परिवारसाठी
निर्मिती आणि वितरण : संदर्भ

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

पोस्टेजसहित
वार्षिक वर्गणी रु. २००/-

अंकाची किंमत : रुपये ३०/-

मुखपृष्ठावर आहे आफ्रिकन हॉर्नबिलचा डोळा–पुष्कळच मोठा केलेला. या डोळ्यामधे एवढं विशेष काय आहे? सगळ्याच पक्ष्यांच्या डोळ्यामधे ही विशेष गोष्ट आहे. माणसांना दिसणाऱ्या रंगांपेक्षा पक्ष्यांना दिसणारे रंग खूप जास्त असतात. आपल्याला सप्तरंग दिसतात, तसा पक्ष्यांना दिसणारा रंगांचा पट्टा जास्त व्यापक असतो.

खरोखर या विश्वातले रंग पक्ष्यांना कसे दिसत असतील याची कल्पना करणे कठीण आहे. पण त्याची एक झलक कव्हरमागच्या छायाचित्रात दिसेल. माणसांना दिसणाऱ्या पिवळ्या फुलांचे चित्र डाव्या कोपऱ्यात आणि ज्या कॅमेऱ्याने फक्त अतिनील प्रकाशाचेच चित्रण होते, त्याने काढलेला फोटो मधे दिसतो आहे. माणसाच्या डोळ्यातील तीन प्रकारच्या रंगद्रव्यांच्या सहाय्याने माणसाचा मेंदू सात रंगाच्या वर्ण पटातील सर्व रंग कसे ओळखू शकतो – ते दाखवणारा आलेख सुद्धा वरती दिला आहे. अधिक माहितीसाठी पान ७ वरील लेख पाहा

(फोटो : प्रा. अँड्र्यू दाविदेझी, रोजेस्टर इन्स्टिट्यूट ऑफ टेक्नॉलॉजी/सायंटिफिक अमेरिकनमधून साभार)

अनुक्रमणिका

शैक्षणिक संदर्भ अंक – ६१

- न संपणारी मालिका ३
- पक्ष्यांचे इंद्रधनुष्य... किती रंगाचे ? ७
- दैनंदिन विज्ञान १४
- सरोस चक्र आणि मालिका १७
- रक्तगाथा (भाग–२) २४
- आलेखांची ओळख (भाग–२) २९
- भारतीय कलेचा इतिहास – शुंग कण्व काळ ३८
- शरीरातील एअर कंडिशनर ४४
- प्राणी जगत ५४
- मानाचा सॅल्यूट ५७
- असावी मैत्री गणिताशी ६०
- मुळांशी ६४
- कीटकसृष्टीतील प्रजनन ७१
- भारतीय गणिती (पुस्तक परिचय) ७८

हे लेख शालेय पाठ्यक्रमाला पूरक आहेत.

मागच्या अंकातील चुकीची दुरूस्ती (पान ४८ अंक ६०)

पान ४८ वर दुसऱ्या कॉलममध्ये ११ या मूळ संख्येसाठी समीकरण शोधताना समीकरणात N = २५२०x + २५१९ असे छापले गेले. त्यातील २५२० आकडा चुकलेला आहे. पान ४७ वरील समीकरणात तो बरोबर छापला आहे.

११ पर्यंतच्या आकड्यांचा ल.सा.वि ११ × १० × ९ × ४ × ७ = २७७२०

आणि १० पर्यंतचा ल.सा.वि. १० × ९ × ४ × ७ = २५२०

२५२० – १ = २५१९ ला ११ ने पूर्ण भाग जातो

म्हणून ११ साठी सर्वसामान्य समीकरण होईल २७७२० × n + २५१९

मागील अंकात विचारलेल्या कोड्याचे उत्तर. :

१३ साठी सर्वसामान्य समीकरण

१३ पर्यतच्या आकड्यांचा ल.सा.वि.

१३ × १२ × ११ × ५ × ३ × २ × ७ = ३,६०,३६०

१२ पर्यंतच्या आकड्यांचा ल.सा.वि

१२ × ११ × ५ × ३ × २ × ७ = २७७२०.

२७७२०–१ = २७७१९ ला १३ ने भाग जात नाही. त्यामुळे २७७२० × K – १ मध्ये K च्या किंमती १ ते १२ पर्यत घालून कोणत्या संख्येला १३ ने पूर्ण भाग जातो ते शोधायचे. ती संख्या (२७७२० × १०) – १ = २,७७,१९९

अर्थातच १३ या संख्येकरिता पुढील समीकरण तयार होईल.

१३ ने निःशेष भाग जाणारी परंतु १ ते १२ पर्यंतच्या कोणत्याही अंकाने भागले असता त्या अंकापेक्षा १ कमी इतकी बाकी राहील अशी संख्या

N = ३,६०,३६०× n + २,७७,१९९.

यांत n ची किंमत ० पासून ∞ पर्यंत कोणतीही पूर्ण अंकाइतकी घालता येईल.

वरीलप्रमाणे १७ आणि १९ साठी समीकरणे शोधून ती संदर्भ ला पाठवा. सोबत तुमचे नाव, पूर्ण पत्ता, माहिती आणि एक फोटोही पाठवा. पुढच्या अंकात सर्व विजेत्यांची माहिती प्रसिद्ध करू.

Z gnUmar ‘m{cH$m

cI H$: Ama. am‘mZO‘ ● **AZdmX :** ¶eI r nUH$a

1. EI mÚm Z gnUmè¶m ‘m{bH$Vrb gd g»¶mMr ~arO {H$Vr hmBb ? CXmhaUmW,

$1+\frac{1}{2}+\frac{1}{4}+\frac{1}{8}+$......... AmVm ¶m Z gnUmè¶m ‘m{bH$Mr ~arO H$er H$aUma ?

Xadi g Ë¶mV Zdr g»¶m dmT>V OmUma.

àË¶H$ di g ¶m Aem g»¶m‘m{bH$Mr ~arO H$aVm ¶Bb Ag Zmhr. nU ¶m CXmhaUmVë¶m g»¶m ‘m{bH$M H$m¶ hmV¶ ~K -

$$1=1$$

$$1+\frac{1}{2}=\frac{3}{2}$$

$$1+\frac{1}{2}+\frac{1}{4}=\frac{7}{4}$$ CÎmamXm I b Á¶m g»¶m {‘ i më¶m

$$1+\frac{1}{2}+\frac{1}{4}+\frac{1}{8}=\frac{15}{8}$$

AmhV (1, 3/2, 7/4, ...B.)

¶m g»¶m ‘m{bH$Mr ~arO {d{eï> A{V‘ qH$‘VrÀ¶m A{YH$m{YH$ Odi OmV.

hr ~arO H$er H$mT>Uma ?

g‘Om Aer ~arO H$mT>Vm ¶Bb h JhrV Yab Am{U Ë¶mMr qH$‘V "j' Yabr Va

$$j=1+\frac{1}{2}+\frac{1}{4}+\frac{1}{8}+\ldots\ldots\ldots\ (1)$$

XmÝhr ~mOZm $\frac{1}{2}$ Z JU -

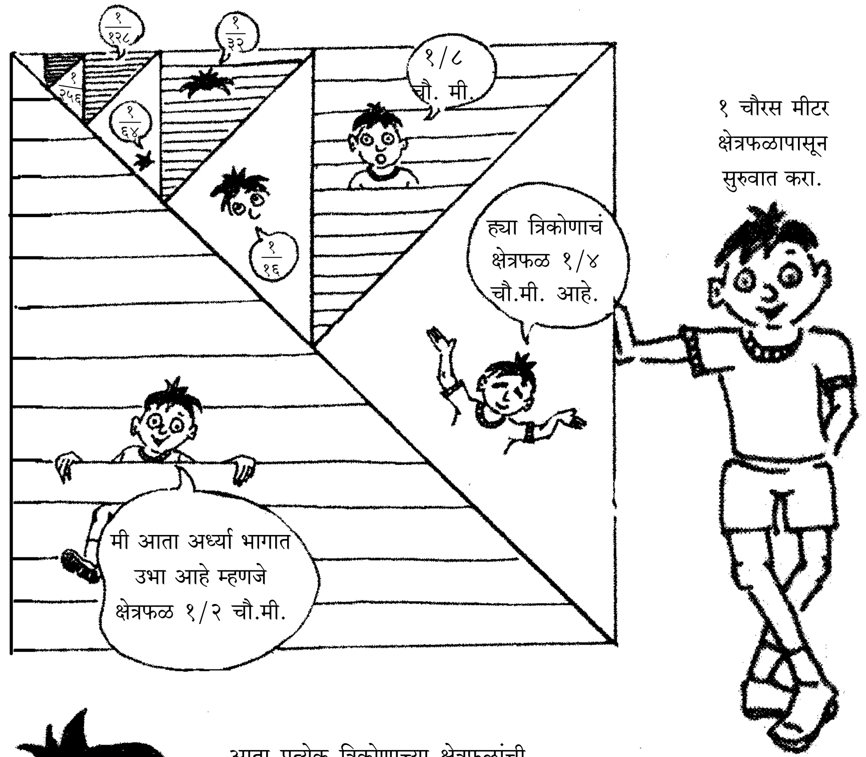
$\frac{१}{२}\text{क्ष} = \frac{१}{२}+\frac{१}{४}+\frac{१}{८}+\ldots\ldots\ldots\ldots$ (२)

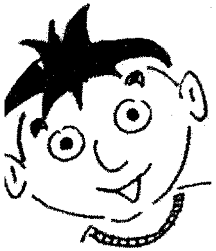
दुसरे समीकरण पहिल्या समीकरणातून वजा केल्यावर $\text{क्ष} - \frac{१}{२}\text{क्ष} = १$ असे उत्तर मिळेल.

याचाच अर्थ, $\frac{\text{क्ष}}{२} = १$ आणि

क्ष =२.

या उदाहरणाची एक गंमतशीर आकृती काढून पाहूया.



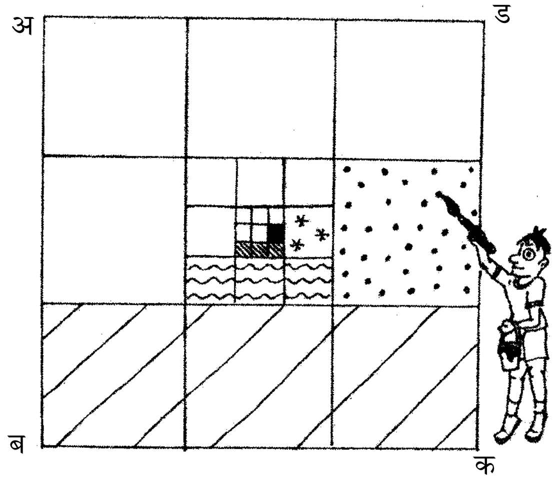


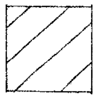
आता प्रत्येक त्रिकोणाच्या क्षेत्रफळांची बेरीज करा म्हणजे तुम्ही सुरुवातीच्या चौकोनापर्यंत जाल.

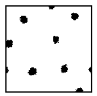
२. आता आणखी एक उदाहरण पाहू. या मालिकेची बेरीज सांगा -

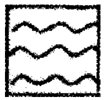
$$१+\frac{१}{३}+\frac{१}{९}+\frac{१}{२७}+\ldots\ldots$$

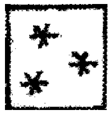
आता ही आकृती पहा. तुम्हाला उत्तर लगेच कळलं असेल. आता वरच्या उदाहरणाप्रमाणे याचीही सिद्धता करून दाखवा.



 रेखांकित भाग (एकूण भागाच्या १/३ आहे. (□ अबकड)

 हा भाग □ अबकडच्या १/९ आहे.

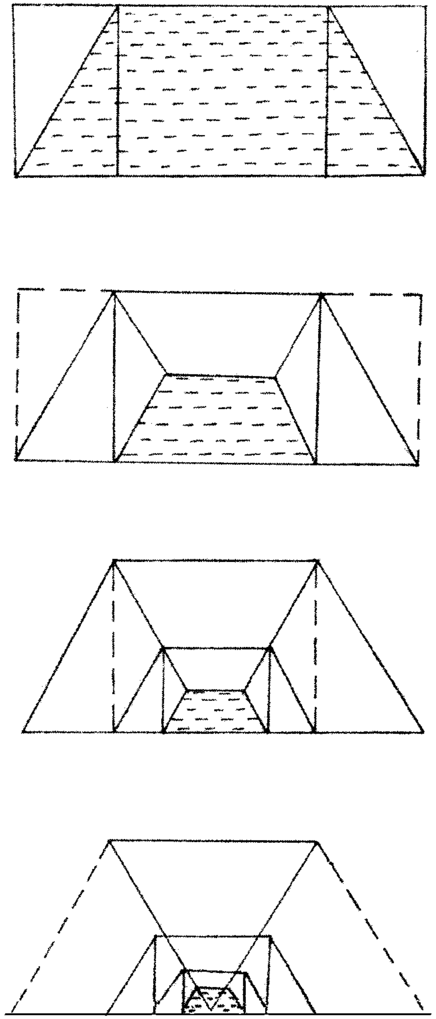
 हा भाग $\frac{१}{२७}$ इतका आहे.

 □ अबकडच्या $\frac{१}{८१}$ असलेला भाग

एकूण भागाच्या $\frac{१}{२४३}$ इतका भाग... आणि असंच पुढे...

३. या सोप्या बेरजा तुम्ही सहज केल्यात. आता ही आकृती पहा आणि मालिका आणि तिची बेरीज दोन्ही शोधून काढा.

टीप : न संपणाऱ्या मालिकेची बेरीज शोधण्याचं तंत्र वापरताना आपण अशी बेरीज असते हे गृहीत धरलं होतं. हेच तंत्र वापरून अशी बेरीज काढता येईल की नाही हे पण शोधता येईल. तुम्ही जरूर प्रयत्न करा आणि आम्हाला कळवा.



जंतरमंतर जुलै-ऑगस्ट ०९ मधून साभार.

लेखक : **आर रामानुजम,** द इन्स्टिट्यूट ऑफ मॅथेमेटिकल सायन्स, चेन्नई.

पक्ष्यांचे इंद्रधनुष्य किती रंगाचे ?

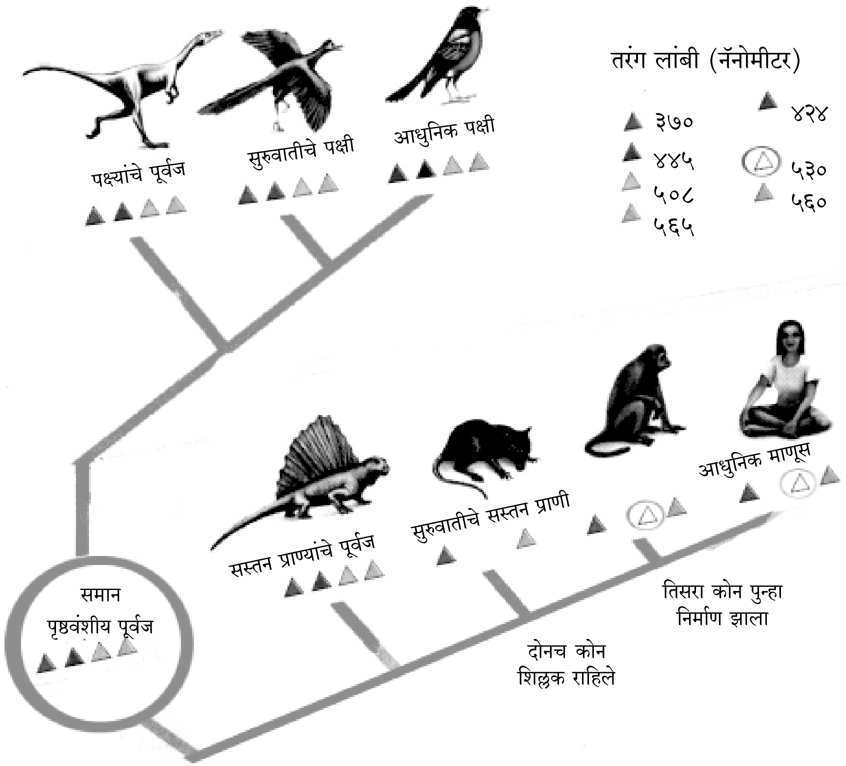
लेखक : टिमोथी गोल्डस्मिथ
अनुवाद : पद्मा जोशी

आपण माणसे पद्धतशीरपणे असे गृहीत धरतो की, आपली दृष्टी ही सर्व प्राणीमात्रांमध्ये सर्वात उत्तम आहे. कारण आपण त्रिमितीतील अंतराचे अंदाज घेऊ शकतो. दूरवरूनच वस्तू पाहू शकतो आणि त्यामुळे सुरक्षितपणे इकडेतिकडे हिंडूफिरू शकतो. आपण इतरांना ओळखू शकतो आणि नुसता चेहरा पाहूनच त्यांच्या भावना ओळखू शकतो. खरं तर आपल्याला इतर प्राण्यांच्या संवेदनशील दृष्टीची कल्पनासुद्धा करता येत नाही. उदा : रात्री शिकार करणारी वटवाघळे. छोट्या छोट्या किड्यांना नुसता त्यांचा आवाज ऐकून ती पकडू शकतात. रंग दृष्टीबद्दलची आपली माहिती ही प्राथमिकपणे आपण माणसे जे पाहतो त्यावर आधारित असते. उदा. इतर प्राण्यांना रंग दिसतात का ? हे तपासण्यासाठी मात्र शास्त्रज्ञांना फारच उपद्व्याप करावे लागतात. विशिष्ट रंग दाखवल्यावर त्यांच्या मेंदूमधील कोणत्या चेतापेशी उद्दीपित होतात हे पहावे लागते. तरीही १९७० पर्यंत आपल्याला हे माहीत नव्हते की सस्तन प्राण्यांखेरीज इतर बऱ्याच पृष्ठवंशीय प्राण्यांना, माणसांना दिसू न शकणारे, अतिनील भागातले काही रंग दिसतात.

कीटकांचा अभ्यास करताना ह्या अतिनील दृष्टीचा शोध लागला. जॉन ल्युबॉक, लॉर्ड अव्हेंबरी या इंग्रजांच्या कुतूहलामुळे. हे दोघे चार्लस् डार्विनचे मित्र व निसर्गाचे अभ्यासक होते. ल्युबॉकने १८८२ आधीच असा शोध लावला की अतिनील प्रकाशात मुंग्या त्याचे कोश (pupae) घेऊन अंधाऱ्या ठिकाणी म्हणजेच दीर्घ तरंग लांबीच्या प्रकाशात नेतात. नंतर १९०० च्या मध्यात ऑस्ट्रियन निसर्गअभ्यासक कॉर्ल व्हॉन फ्रिश आणि त्यांच्या विद्यार्थीवर्गाने दाखवून दिले की मधमाशा आणि मुंग्यांना नुसता अतिनील प्रकाश वेगळा दिसू शकतो एवढेच नव्हे, तर त्या दिशा ठरवण्यासाठी त्याचा उपयोग

रंगदृष्टीची उत्क्रांती

पृथ्वीतलावर सर्वसाधारणपणे एका वेळेस अस्तित्वात असलेल्या प्रजातींच्या पेशींमधील 'डीएनए' विश्लेषण केल्यावर, शास्त्रज्ञांना त्या काळात डोकावून पाहता आले. जसे पृष्ठवंशीय प्राणी निर्माण झाले तसेतसे कोनामधील रंगद्रव्य कसेकसे बदलत गेले हे त्यांना ठरवता आले. अभ्यासातून निष्पन्न झाले की पृष्ठवंशीय प्राण्यांमध्ये 'कोन' चे ४ प्रकार होते. त्या प्रत्येकात वेगवेगळे रंगद्रव्य होते. उत्क्रांतीच्या पहिल्या भागात सस्तन प्राण्यांमध्ये यापैकी २ कोनच राहिले. कदाचित असे असेल की हे प्राणी रात्रिंचर होते आणि मंद प्रकाश ओळखायला कोनची आवश्यकता नसते. पक्षी आणि सरपटणाऱ्या प्राण्यांच्या काही जातींमध्ये मात्र वेगवेगळी ४ रंगद्रव्ये असलेले कोन तसेच राहिले. डायनॉसॉर जेव्हा पृथ्वीवरून नाहीसे झाले तेव्हा सस्तन प्राण्यांच्या बऱ्याच नव्या जाती निर्माण होऊ लागल्या. त्यातून माकडे, आदिमानव, मानव या जाती निर्माण झाल्या. त्यांच्यामध्ये तिसरा कोन निर्माण झालेला आढळला. बहुधा एका रंगद्रव्याच्या जीनचे म्युटेशन/डुप्लीकेशन होऊन आपल्या बरोबरच्या इतर सस्तन प्राण्यांपेक्षा आपण तिरंगी रंगदृष्टीमुळे वेगळे ठरलो. पण पक्ष्यांचे चार रंगी दृष्टी जगत् अनोखेच असेल.



करतात. तेव्हा असं वाटलं होतं की पक्ष्यांपासून वाचण्यासाठीच कीटकांना या अतिनील दृष्टीचे वरदान मिळाले आहे.

पण गेल्या ३५ वर्षात असे आढळून आले की पक्षी, पाली, कासवे आणि अनेक प्रकारचे मासे यांच्या डोळ्यांमधील रेटीनांमध्ये अतिनील किरणांसाठी संवेदक असतात. मग सस्तन प्राणीच इतके वेगळे का ? त्यांची रंगदृष्टी एवढी कमजोर का ? त्याचा शोध घेताना उत्क्रांतीबद्दल अतिशय रंजक अशी माहिती पुढे आली आणि त्यातून पक्ष्यांच्या व्यापक दृश्य जगताची माहिती मिळाली.

रंगदृष्टी कशी प्रगत होत गेली ?

पहिल्यांदा हे समजून घेऊ की एखाद्या सजीवाला रंगांचे आकलन कसे होते ? आपण शाळेमधे शिकतो तसे कोणतीही वस्तू काही विशिष्ट ठरावीक तरंगलांबी असलेला प्रकाश शोषून घेते व उरलेला परावर्तित करते. म्हणजे त्या वस्तूचा रंग परावर्तित केलेल्या प्रकाशाच्या तरंगलांबीवर अवलंबून असते. हा त्या वस्तूचा गुणधर्म नसतो तर तो रंग म्हणजे आपल्या मेंदूमध्ये उत्पन्न होणारी संवेदना असते.

रंगदृष्टी ही रेटीनामधील कोन पेशी (म्हणजे मेंदूकडे दृष्टीचे संदेश पाठवणाऱ्या चेतापेशींचा थर) यांच्याशी सबंधित असते. प्रत्येक कोन पेशीमधे एक रंगद्रव्य असते. पक्ष्यांच्या डोळ्यांत ४ प्रकारचे वेगवेगळे कोन (cone) आणि त्यात वेगवेगळी चार रंगद्रव्ये असतात.

पक्षी, सरपटणारे प्राणी यांच्यात प्रत्येक प्रकारच्या कोनामधे एक रंगीत तेलाचा छोटा थेंब असतो. असे थेंब सस्तन प्राण्याच्या कोनामधे नसतात. थेंब जास्त कॅरॉटिनॉइड्स् ने भरलेले असतात. बाहेरून येणारा प्रकाश या थेंबांमधून आधी जातो, व नंतर दृष्टीसाठीच्या रंगद्रव्यांवर पडतो. तेलाचे थेंब गाळणीसारखे काम करतात. लघुतरंग-लांबीचा प्रकाश त्यात शोषला जातो आणि प्रकाशातले रंग विलग होऊन पक्ष्यांना स्पष्ट दिसू लागतात.

पक्ष्यांमधील रंगदृष्टीची तपासणी

वेगवेगळे रंगद्रव्य असलेले चार प्रकारचे कोन हे सिद्ध करतात की पक्ष्यांना रंगदृष्टी आहे. तरीही त्यांची रंग पाहण्याची शक्ती तपासून पहाण्यासाठी प्रयोग करून पहावे लागतील. (पक्षी रंगीत वस्तू ओळखतात का ?) या प्रयोगांमधून इतर गोष्टी वजा कराव्या लागतील. (उदा. प्रकाशाचा प्रखरपणा.) अशाप्रकारे प्रयोग पूर्वीही झाले. तरी अतिनील कोनाच्या कामाबद्दलचा अभ्यास गेल्या फक्त दोन दशकांमधेच झाला आहे. गोल्डस्मिथ आणि बी.के. बटलर यांनी चार प्रकारच्या कोनांचा दृष्टीमधे नेमका काय सहभाग होतो हे तपासण्यासाठी अभ्यास केला.

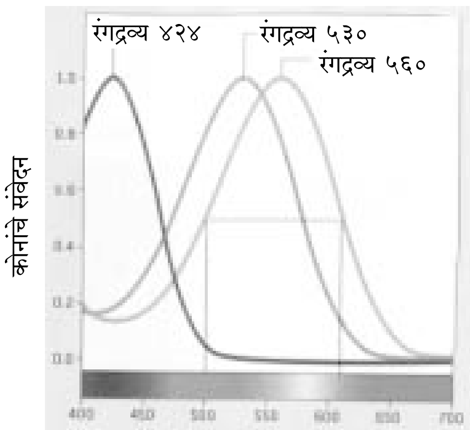
रंगसाधर्म्याचा कसा उपयोग होतो हे समजून घेण्यासाठी प्रथम आपल्या स्वत:च्या रंगदृष्टीचा विचार करू.

पिवळ्या प्रकाशाने मनुष्यामधील दोन्ही प्रकारचे दीर्घ तरंगलांबीचे प्रकाशकिरण ओळखणारे कोन प्रभावित होतात. तसेच लाल व हिरव्या रंगाचे विशिष्ट प्रमाणात केलेले प्रकाशाचे मिश्रणही त्याच दोन कोनांना प्रभावित करते. शुद्ध पिवळा प्रकाश असताना जेवढे पिवळे दिसत होते, तेवढेच पिवळे मिश्रण बघणाऱ्याला दिसते. दुसऱ्या

मानवाची रंगदृष्टी

माणसाच्या डोळ्यामधे रेटिना किंवा पडद्यावर तीन प्रकारच्या कोन पेशी असतात. त्यावर पडणाऱ्या प्रकाशातील ठरावीक रंग (तरंग लांबी) ठरावीक कोनपेशींना ओळखू येतात. या तीनही पेशींकडून मिळालेल्या माहितीची तुलना करून, समोरचा रंग कोणता आहे ते आपला मेंदू निश्चित करतो.

तुम्हाला माहीत असेल की आपल्याला जे रंगीत छायाचित्र छापून मिळते, ज्यामधे निसर्गात दिसणारे सर्व रंग जवळजवळ तसेच दिसतात, त्यासाठी छापखान्यात चार रंग वापरतात. काळा, निळा, मॅजेंटा आणि पिवळा. आपल्याकडे चार रंगी छपाई असणाऱ्या वर्तमान पत्राच्या खालच्या कडेला या चार रंगांचे चौकोन एका पट्टीत छापलेले असतात. याच चार रंगांच्या वेगवेगळ्या मिश्रणाने आपल्याला दिसणारे सर्व नैसर्गिक रंग दाखवता येतात. यापैकी तीन रंग ओळखण्यासाठी तीन प्रकारच्या कोनपेशी रेटिनावर असतात. या कोनपेशींमधे तीन वेगवेगळ्या तरंगलांबीना संवेदनशील असणारे रंगद्रव्य असते. उदा. ४२४ नॅनोमीटर, ५३० नॅनोमीटर आणि ५६० नॅनोमीटर. आपल्या डोळ्यात तीनच रंगद्रव्ये असल्याने नक्की रंग कोणता – ते ठरवायला मेंदूला दोन प्रकारच्या कोनपेशींना मिळणारे संवेदन विचारात घ्यायला लागते. उदा. जर ५०० नॅनोमीटरचा प्रकाश असेल तर एकट्या रंगद्रव्य ५६० कोनांना मिळणारे संवेदन सांगू शकणार नाही की रंग ५०० तरंगलांबीचा आहे की ६१०चा. पण त्याचवेळी ५३०च्या कोनपेशी उद्दीपित असतील (जवळजवळ ८०%) तर प्रकाश ५००चा असेल आणि ५३० कोनपेशीना २०% उद्दीपन व ४२४ पेशींना उद्दीपन जवळजवळ नसेलच तर तो प्रकाश ६१० नॅनोमीटर तरंगलांबीचा असेल.



तरंग लांबी (नॅनोमीटर)

शब्दात सांगायचे तर दोन वेगवेगळ्या प्रकाशांचा एकत्रित रंग मात्र एकसारखा दिसतो. म्हणजेच, रंगाचे ज्ञान हे मेंदूमधेच होते, डोळ्यात नव्हे. रंगपट्ट्याच्या या भागातील रंगाची स्पष्ट जाणीव, दोन दीर्घ तरंगलांबी ओळखणाऱ्या कोनाच्या कार्याची तुलना करून काय निष्पन्न होते, त्यावरून आपला मेंदू ठरवतो.

प्रयोगांवरून शास्त्रज्ञांनी चारही कोन व तेलांच्या गुणधर्माची वैशिष्ट्ये जाणून घेतली. या माहितीनुसार लाल व हिरव्या प्रकाशाच्या कोणत्या मिश्रणामुळे पक्षी विशिष्ट पिवळा प्रकाश बघू शकतील, ते ठरवता आले. मनुष्य आणि पक्ष्यांच्या रेटिनातील रंगद्रव्ये सारखी नसतात. त्यामुळे हे मिश्रण माणसांसाठी वेगळे असते.

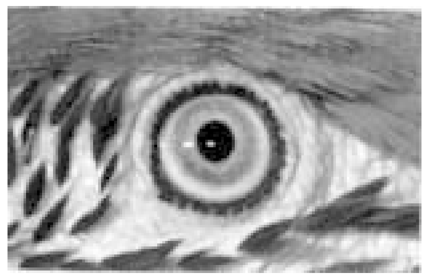
मनुष्याच्या आकलनापलीकडे

पक्षी चारही कोनांचा वापर त्यांच्या रंगदृष्टीमध्ये करतात याचे पुरावे प्रयोगात मिळालेत. परंतु पक्ष्यांचे रंगाचे आकलन हे प्रत्यक्षात समजावून घेणे, हे अवघड नव्हे खरोखर अशक्यच आहे. पक्षी नुसते अतिनील प्रकाशात पाहू शकतात असे नव्हे तर अतिनील जवळचे असे रंग बघू शकतात, ज्याची आपण नुसती कल्पनासुद्धा करू शकत नाही.

पक्षी या रंगज्ञानाच्या संपत्तीचा उपयोग कसा करीत असतील बरं ? पक्ष्यांच्या अनेक जातींमधे नर माद्यांपेक्षा जास्त तेजस्वी रंगांचे असतात. शिवाय त्यांच्या पिसाऱ्यातल्या माणसांना न दिसणाऱ्या अतिनील रंगांचा प्रभावही जोडीदार शोधत असताना पडत असावा.

मिनिसोटा युनिव्हर्सिटीत म्यूरइटन यांनी संशोधनाचे एक सूत्र धरून पक्ष्यांच्या १३९ प्रजातींचा अभ्यास केला होता. या पक्ष्यामधे नर-मादी एकसारखेच दिसतात. या पक्ष्यांच्या पिसांवरून परावर्तित होणाऱ्या प्रकाशाची तरंग लांबी मोजून त्यांनी असे अनुमान काढले की जवळजवळ ९०% पेक्षा जास्त वेळा पक्ष्यांच्या डोळ्यांना नर आणि मादीमधील फरक दिसतो. यापूर्वी पक्षी निरीक्षकांना तो ओळखता आला नव्हता.

ऑस्ट्रेलियन पक्ष्यांच्या १०८ जातींमधील नरांच्या अभ्यासातून फ्रॅनझिस्का हौसमन आणि एका आंतरदेशीय मित्रमंडळाने असे शोधून काढले की पक्ष्यांमधील इतर ठिकाणच्या पिसांपेक्षा अतिनील रंगछटा पिसाऱ्यांमधे नेहमीच जास्त असतात. पिसारे मादीसाठी फुलवले जातात.



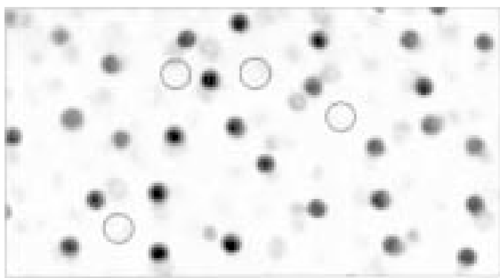
जास्त तेजस्वी पिसारा असलेल्या नराकडे माद्या आकर्षित होतात. असे का असावे ? पक्ष्यांच्या पिसाऱ्यावरून अतिनील किरण परावर्तित होणे हे पिसांच्या अतिसूक्ष्म अशा रचनेवर अवलंबून असते आणि ते नर पक्ष्यांच्या निरोगीपणाचे (तब्येतीचे) द्योतक असते.

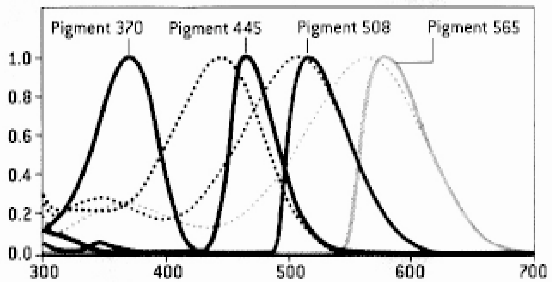
अभ्यासात शास्त्रज्ञांना असे दिसून आले की ब्लू ग्रॉसबिक पक्ष्यांच्या जे नर सर्वात तेजस्वी असतात, त्यांच्या पिसाऱ्यात सर्वात जास्त अतिनील रंग असतो. हे नर इतर नरांपेक्षा बऱ्याच मोठ्या आकाराचे असतात. बऱ्याच मोठ्या क्षेत्रातले खाद्य ते इतर प्राणी मारून मिळवतात व त्यांच्या पिल्लांना जास्त वेळा भरवतात.

सर्वसाधारणपणे अतिनील प्रकाशाला संवेदनशील असल्याने प्राण्यांना अन्नाच्या शोधाकरिता फायदा होतो. शास्त्रज्ञांनी असेही

पक्ष्यांच्या डोळ्यातील तैलबिंदू

पक्ष्यांच्या डोळ्यात, रेटिनाच्या कोनपेशींमधे तैलबिंदू असतात. त्यांचं काम कसं चालतं ते पाहू. हे तैलबिंदू लाल, पिवळा आणि रंगहीन प्रकारचे असतात. फोटोमधे चिकाडी पक्ष्याच्या रेटिनाचा मायक्रोग्राफ आहे. पोकळ गोलात रंगहीन तैलबिंदू दाखवले आहेत. या तैलबिंदूंमुळे कोनपेशींना मिळणारे संवेदन जरा टोकदार - शार्प होते. हा परिणाम आलेखात दाखवला आहे. हे तीनही रंग स्पष्टपणे वेगळे दिसण्यासाठी याची मदत होते. पक्ष्यांना जो अतिनील प्रकाश दिसतो, तो ३०० ते ४०० नॅनोमीटर तरंगलांबीचा असतो. ३०० पेक्षा कमी तरंगलांबीचा प्रकाश वातावरणातील ओझोनच्या थरामधे शोषला जातो.





रंगांधळे पुरुष

माणसांमधे X गुणसूत्रावरतीच रंग ओळखण्याच्या शक्तीची जागा असते. (दीर्घ तरंगलांबीचा प्रकाश ओळखण्याची.) पुरुषांमधे एकच 'X' गुणसूत्र असते. त्यामुळे जर या रंगद्रव्याच्या जनुकाचे म्युटेशन झाले, तर त्या पुरुषाला रंग ओळखणे अशक्य होऊ शकते. विशेषत: लाल आणि हिरवा रंग त्यांना वेगळा ओळखता येत नाही. बायकांमधे हा दोष सहसा दिसत नाही कारण एका X गुणसूत्रावर हा दोष असेल, तर दुसऱ्या x गुणसूत्राकडून त्यांना ही रंग ओळखण्याची शक्ती मिळू शकते.

दाखवून दिले आहे की बऱ्याच फळांना आणि बेरींना वरून मेणासारखा लेप असल्याने ते अतिनील प्रकाश परावर्तित करतात. जणू त्यांच्या अस्तित्वाची जाहिरातच करतात. काही शास्त्रज्ञांच्या म्हणण्याप्रमाणे काही जातीचे छोटे गरुड छोट्या उंदरांचे माग प्रत्यक्ष पाहूही शकतात, एवढी त्यांची दृष्टी तीक्ष्ण असते. हे छोटे उंदीर, खार त्यांच्या मलमूत्रांच्या खुणा मागे ठेवतात. त्या अतिनील प्रकाश परावर्तित करतात त्यामुळे गरुडांना दिसू शकतात, विशेषत: वसंत ऋतुपूर्वी. नंतर या खुणा हिरवळ / झुडुपांनी झाकून जातात.

आपण आपल्याच विश्वात इतके मग्न असतो की आपण आपल्याला दिसणाऱ्या जगापेक्षा वेगळ्या, पलीकडच्या जगाची कल्पनाही करू शकत नाही. पण आपण समजून घ्यायला पाहिजे की जग हे फक्त माणसांसाठीच निर्माण झालेलं नाही.

■

सायंटिफिक अमेरिकन जुलै २००६ मधून साभार.

लेखक : **टिमोथी गोल्डस्मिथ**- येल युनिव्हर्सिटीत मोलेक्युलर, सेल्युलर आणि डेव्हलपमेंटल बायोलॉजीचे प्राध्यापक. अमेरिकन आर्टस आणि सायन्स ॲकेडमीचे फेलो पक्षी, किटक, कवचधारी प्राण्यांच्या दृष्टीबद्दल विशेष अभ्यास. अनेक पुस्तके प्रसिद्ध.

अनुवाद : **पद्मा जोशी**, हवामान खात्यामध्ये प्रकाशन विभागातील कामाचा अनुभव.

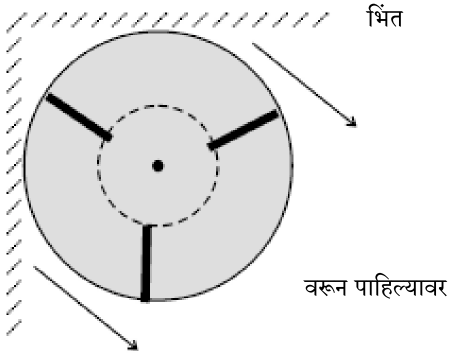
दैनंदिन विज्ञान

लेखांक २

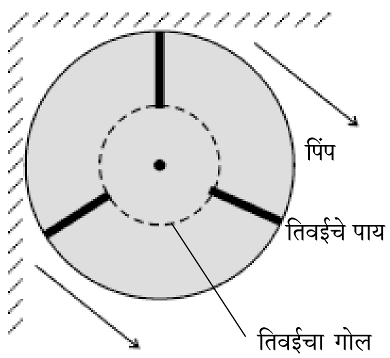
लेखक : तेजस पोळ

''हां, आता कसं !'' बाबांनी सांगितलेल्या युक्तीने सहज पुस्तकांचं खोकं ओढत नेणाऱ्या विवेकला बाबा म्हणाले. आकृती काढून समजावून सांगितल्यामुळे विवेकचा आता त्यावर, सायफनचे तत्त्व इ., आणि एकूणातच दैनंदिन जीवनातल्या शालेय अभ्यासाच्या वापरावर चांगलाच विश्वास बसला होता.

एवढ्यात धडाम्म धुडूम्म... असा मोठ्ठा आवाज झाला स्वैपाकघरात. काहीतरी मोठ्ठं पडल्याचा आवाज होता. मागून पाणी सांडल्याचा पण धबाबा आवाज झाला. काय होतंय ते न कळल्यामुळे विवेकचा लहान भाऊ निलेश रडायला लागला. बाबा धावत जाऊन बघतात तो काय – पाण्याचं पिंप कलंडलेलं. ऑफिसला लौकर जायचं असल्यामुळे जाताना आईने कामवाल्या आशामावशीला पिंप भरायला सांगितल्याचं बाबांना माहिती होतं. 'मौका-ए-वार्दात' पाशी विवेक येताच त्याच्या चेहऱ्यावरचा प्रश्न वाचत बाबांनी त्याला सांगितलं ''बघ आता – आई रोज पिंप भरते, ते कधी या तिवईवरून खाली पडतं का ? नाही ना ? पण आज आता इकडे पहा – आशामावशीने तिवई फिरवली उलट्या बाजूला, अन पिंप



आशामावशीची पिंप ठेवण्याची पद्धत



आईची पिंप ठेवण्याची पद्धत

कलंडलं !''

''पण कसं काय ? तिवई शेवटी तीच ना, आणि तिथेच ठेवलेली आहे ना, मग फिरवल्याने कसा काय पिंपाचा तोल गेला ?'' विवेकला शास्त्रीय दृष्टीने पहायचा प्रयत्न करूनदेखील नीट समजत नव्हतं. बाबांनी मग आकृती काढून विवेकला समजावलं :

''हे पहा : आपल्या ओट्याला पाणी वाहून जाण्यासाठी उतार आहे. तो मी बाणाने आकृतीत दाखवलाय. आता आई हे लक्षात घेऊन तिवईचा एक पाय उताराच्या बाजूला ठेवते, त्यामुळे त्या बाजूला कलंडण्याची प्रवृत्ती असलेल्या पिंपाला आधार राहतो. पण आशामावशींनी कसंही ठेवता ठेवता नेमकं पिंप अशा तऱ्हेने ठेवलं की उताराच्या बाजूला आधारच नाही, तर टेकूपाशी सी-सॉ सारखं होऊन पिंप कलंडलं !''

''पण असा कितीक उतार आहे बाबा ओट्याला ? त्याने पिंप कलंडलं म्हणजे कमालच आहे!'' विवेक म्हणाला. एव्हाना काय होतंय ते कळत नसतानाही बाबा आणि विवेक दोघेही शांत आहेत हे बघून निलेशही रडायचा थांबला होता.

''अरे बरोबर आहे. पण पिंपाची उंची आणि उताराची तीव्रता – याचं असं काही सूत जमलं की त्यांनी मिळून पिंपाला जमीनदोस्त केला ! आता याच जागी जर एखादं बुटकं ठेंगणं ठुसकं पातेलं ठेवलं असतं ना, तर ते नसतं पडलं, काय ? समजलास ?'' बाबांच्या सांगण्याच्या पद्धतीने फारच मजा वाटून विवेक हसत सुटला.

''हं, आता आवरा लौकर – शाळेला उशीर होतोय'' बाबांनी विवेकला भानावर आणलं, आणि निलेश – विवेकला शाळेत सोडून तेही आपल्या कामाला निघून गेले.

संध्याकाळी विवेक घरी आला तोच मुळी हसत हसत. आईला कळेना, काय झालंय ते. बराच वेळ हसून झाल्यावर त्यानेच मग सांगायला सुरुवात केली, ''आईगं, शाळेतल्या एका मुलीला आज तिची आई डबा द्यायला आली होती, सकाळी उशीर झाला म्हणून. तर ती भाजी गरम आहे असं सांगितल्यावर ह्या बाईसाहेबांनी धरला डबा वरच्या बाजूला. तर चटका बसून दिला की सोडून ! बरं ते बरं, भाजी कोरडी होती, त्याने सांडली नाही. असली थयाथया नाचत होती ती मुलगी !''

''पण डबा पूर्ण भरलेला नव्हता ना, मग कसा काय चटका बसला !'' आईनं मुद्दामच विवेकला विचारलं. ''हो ना, पण डबा स्टीलचा होता. तो उष्णतेचा सुवाहक असल्यामुळे वर काय आणि खाली काय – गरम हा होणारच. ते कोण लक्षात घेतंय ? तरी आईने रुमालात बांधून आणला होता हे दिसतंय.'' विवेकने सविस्तर उत्तर दिलं आणि परत तो प्रसंग आठवून हसत सुटला.

त्याला बरोबर मेख सापडलेली पाहून आईलाही बरं वाटलं.

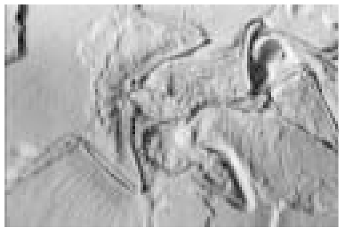
तेवढ्यात बाबा आले. त्यांनाही हा प्रसंग सांगून हसून झालं. त्यांनी मग आईला सकाळचा पिंपाचा प्रसंग सांगितला आणि सगळे परत भरपूर हसले, आणि विवेकला 'निलेश कसा रडत होता' असं म्हणून निलेशला चिडवायला नवीन किस्सा मिळाला !

■

लेखक : **तेजस पोळ,** एम.टेक.

डार्विन (जन्म १८०९)

- वडिलांच्या आग्रहामुळे वैद्यकीय शाखेत दाखल.
- रुग्णांचे हाल बघवले नाहीत म्हणून हा अभ्यासक्रम सोडून कायद्याचा अभ्यास.
- तो नीरस, कंटाळवाणा वाटल्याने धर्माचा अभ्यास करून धर्मोपदेशक बनले.
- १८३१ साली HMS Beagle या बोटीवरून ५ वर्षे समुद्र प्रवास.
- अनेक वनस्पती, प्राण्यांचे नमुने मिळवले.
  – डॉल्फिनस्-फिट्झेराई या नवीन जातीच्या माशाचा शोध लावला.
  – प्रवाळाच्या कंकणाकृती बेटाच्या निर्मितीला १० लाखहून जास्त वर्षे लागतात असा सिद्धांत मांडला.
- मिळवलेल्या माहितीवर काम करत १८४२ साली २३० पानी अहवाल तयार केला. १८४४ मधे तो पूर्ण झाला.
- गाला पागोस बेटांवरील पक्षी व कासवांच्या निरीक्षणाला इतर अभ्यासकांच्या माहितीची जोड देऊन डार्विनने जो सिद्धांत मांडला तो १८५८ पर्यंत प्रसिद्धच केला नाही. या दरम्यान डार्विन सतत अस्वस्थ, आजारी असे. (डार्विनने जो नवीनच सिद्धांत मांडून प्रस्थापित विचार नाकारला त्यामुळे हे मानसिक अस्वास्थ्य असेल काय ?)
- मित्रांच्या आग्रहाने शेवटी हा १८५८ मध्ये प्रकाशित झाला आणि १८६१ मधे सापडलेल्या 'आर्किओप्टेरिक्स'च्या सांगाड्याने या सिद्धांताला पुरावाच मिळाला.
- १८७१ साली मानवाच्या उत्पत्तीबद्दलचा सिद्धांत मांडला.



(आधार : पु.के. चितळे यांचा लेख : डार्विनची २०० वर्षे.)

सरोस चक्र आणि मालिका

अनादि-अनंत काळापासून (म्हणजे मानवी इतिहासाच्या तुलनेत) चंद्र-पृथ्वी हे सूर्याभोवती प्रदक्षिणा घालत आहेत. त्यांची गती ठरावीक आहे, कक्षाही ठरावीक आहे. म्हणजे मग पृथ्वीवरून दिसणारी जी चंद्रग्रहणे व सूर्यग्रहणे होतात, तीसुद्धा ठरावीक काळानंतर पुन्हा पुन्हा होतील. या पुनरावर्तनाला सरोस चक्र म्हणतात.

सूर्यग्रहण किंवा चंद्रग्रहणाची पूर्वसूचना ज्याच्या सहाय्याने देता येते असे 'सरोस चक्र' सुमारे १८ वर्षे ११ दिवस आणि ८ तासांच्या कालावधीचे (६५८५ १/३ दिवसांचे) एक ग्रहणांचे चक्र आहे. या कालानंतर सूर्य, चंद्र आणि पृथ्वी जवळजवळ त्याच परस्पर-सापेक्ष स्थितीला येतात. त्यामुळे या कालावधीनंतर पृथ्वीवरून अगदी तशाच प्रकारचे ग्रहण दिसते. – फक्त ते १२० अंश पश्चिमेला दिसते. एकेका सरोस (saros) चक्राचे अंतर असलेल्या ग्रहणांच्या मालिकेला सरोस मालिका असे म्हणतात. या चक्राचा शोध इसवी सनापूर्वी कित्येक शतके बाबिलोनियाच्या ज्योतिर्विदांनी लावला अशी जुन्या इतिहासात नोंद सापडते. 'सर' या बाबिलोनियन भाषेतील शब्दाचा अर्थ 'मोजमापाचे एकक'. म्हणून एडमंड हॅले या ज्योतिष शास्त्रज्ञाने सन १६९१ मध्ये 'सरोस चक्र' या नावाचा वापर केला

सरोस चक्र हे चंद्राच्या तीन आवर्तनकालांशी निगडित आहे. कोणतेही ग्रहण होण्यासाठी चंद्र, पृथ्वी आणि सूर्य एका रेषेत असणे आवश्यक आहे. सूर्यग्रहणाचे वेळी पृथ्वी आणि सूर्य यांच्या मध्ये चंद्र असतो; तसेच चंद्रग्रहणाचे वेळी चंद्र आणि सूर्य यांच्या मध्ये पृथ्वी असते. ही स्थिती फक्त पौर्णिमा किंवा अमावस्येच्या दिवशीच येऊ शकते. तिथींची पुनरावृत्ती २९.५३ दिवसांनी होते.(synodic month)

बहुतेक वेळा पौर्णिमा किंवा अमावस्येला पृथ्वीची/चंद्राची सावली एकमेकांवर न पडता उत्तरेला किंवा दक्षिणेला पडते. ग्रहण होण्यासाठी या तीनही खज्योती एका सरळ रेषेत असाव्या लागतात. चंद्र आरोही वा अवरोही संपातात क्रांतिवृत्त ओलांडत असतानाच तीनही खज्योती एका सरळ रेषेत येण्याची ही स्थिती येऊ शकते. म्हणजे पृथ्वीच्या कक्षेची पातळी व चंद्राची कक्षा जिथे मिळतात त्या दोन्ही बिंदूंवर. त्याच संपातावरून क्रांतिवृत्त पुन्हा ओलांडण्यासाठी चंद्राला २७.२१ दिवस लागतात (draconic month).

ग्रहण तसेच आणि तितक्याच कालावधीकरिता दिसण्यासाठी चंद्र आणि

काही व्याख्या : १. ecliptic क्रांतिवृत्त = पृथ्वीची सूर्याभोवतीची भ्रमणकक्षा ज्या पातळीतून जाते तिला क्रांतिवृत्त म्हणतात.

२. sidereal month नाक्षत्र महिना = चंद्राला पृथ्वीप्रदक्षिणा करून ताऱ्यांच्या संदर्भात (खगोल सापेक्ष) पूर्वस्थितीला येण्यासाठी लागणारा काळ. हा कालावधी २७.३२१६६१ दिवस किंवा २७ दिवस ७ तास ४३ मिनिटे ११.५ सेकंद असतो.

३. tropical month / year म्हणजे सांपातिक महिना / वर्ष.

ज्या क्षणाला पृथ्वीच्या अक्षाचा कल ठीक सूर्याच्या दिशेने असतो आणि उत्तर ध्रुव सूर्याजवळ असतो (दक्षिण ध्रुव सूर्यापासून दूर असतो), त्या क्षणाला उत्तरायणान्त म्हणतात. त्याच क्षणी उत्तरायण संपून दक्षिणायन सुरू होते. सूर्याभोवती एक प्रदक्षिणा पूर्ण करून पृथ्वी पुन्हा उत्तरायणान्त स्थितीला येते ते साम्पातिक वर्ष. सूर्य, चंद्र, ग्रह, तारे इ. च्या गुरुत्वाकर्षणामुळे पृथ्वीचा अक्षाची दिशा हळूहळू आणि सतत, डोलणाऱ्या भोवऱ्याप्रमाणे शंकूच्या आकारात फिरत असते. त्यामुळे स्थिर ताऱ्यांच्या संदर्भात उत्तरायणान्ताचा बिंदू पृथ्वीच्या प्रत्येक भ्रमणानंतर थोडा थोडा अलीकडे सरकत जातो. (यालाच precession - अयनचलन / संपातचलन म्हणतात.) त्यामुळे सांपातिक वर्षाचा कालावधी नाक्षत्र वर्षाच्या तुलनेत दरवर्षी सुमारे २० मिनिटांनी कमी होत जातो. दर वर्षी २० मिनिटे कमी म्हणजे २५,७७१.५ वर्षांमध्ये १ वर्षाने कमी होईल. याचा अर्थ असा की २५,७७१.५ वर्षांनंतर कक्षेच्या संदर्भात ऋतूंच्या वेळा पुन्हा सुरुवातीला होत्या तशा होतील.

४. anomalistic month बहुतेक सर्व ग्रह ताऱ्यांप्रमाणे चंद्राची कक्षा लंबवर्तुळाकृती आहे, परंतु तिचा आकार आणि दिशा तितकीशी स्थिर नसते. या कक्षेची पातळी पृथ्वीच्या कक्षेच्या पातळीशी सुमारे ५ अंशाचा कोन करते. चंद्राचा अत्युच्च बिंदू आणि अतिनीच बिंदू जोडणारी रेषा (दीर्घाक्ष) सतत थोडी थोडी फिरत असते आणि ९ वर्षांमध्ये वर्तुळ पूर्ण करते. त्यामुळे चंद्राला अत्युच्च बिंदूपासून निघून एका पृथ्वीप्रदक्षिणेनंतर पुन्हा अत्युच्च बिंदूपाशी येण्यासाठी थोडा अधिक वेळ लागतो कारण या कालात त्या बिंदूची जागा थोडी बदललेली असते. या महिन्याला anomalistic month असे म्हणतात. त्यांची लांबी २७.५५४५५१ दिवस (२७ दिवस १३ तास १८ मिनिटे ३३.२ सेकंद) असते.

पृथ्वीमधील अंतरदेखील तितकेच असायला हवे. पृथ्वीची एक प्रदक्षिणा पूर्ण करून तितक्याच अंतरावर पुन्हा येण्यासाठी चंद्राला २७.५५ दिवस लागतात. (anomalistic month).

वरील तीनही गोष्टी एकाच वेळी घडण्यासाठी त्याचा ल.सा.वि. काढावा लागतो. २२३ सिनोडिक महिन्यांचा कालावधी हा २४२ ड्राकोनिक महिन्यांइतका आणि २३९ अनोमलिस्टिक महिन्यांइतका (साधारण २ तासांच्या फरकाने) असतो. याचा अर्थ असा की एका सरोस चक्रानंतर चंद्राचे सिनोडिक, ड्राकोनिक आणि अनोमलिस्टिक अशा तीनही प्रकारचे महिने पूर्णांकात संपलेले असतात आणि पृथ्वी, चंद्र व सूर्याची परस्परसापेक्ष स्थितीदेखील पूर्वीप्रमाणेच असते – चंद्राची तिथी तीच, संपात बिंदू तोच आणि पृथ्वीपासून चंद्राचे अंतरदेखील तितकेच असते. त्यामुळे ग्रहणाची एक तारीख जर आपल्याला माहीत असेल तर एका सरोस चक्रानंतर जवळजवळ तसेच ग्रहण दिसायला हवे.

सरोस चक्र पूर्ण दिवसांचे नसते – त्यात १/३ दिवस म्हणजे ८ तास येतात. त्या अवधीत पृथ्वीच्या भ्रमणामुळे ग्रहणाची वेळ प्रत्येक सरोस चक्रानंतर ८ तास पुढे जाते. त्याचाच अर्थ असा की ग्रहण जेथून दिसते तो भूपृष्ठावरील भाग १२० अंशांनी पश्चिमेकडे सरकतो; आणि त्यामुळे लागोपाठची दोन सूर्यग्रहणे त्याच जागेवरून दिसू शकत नाहीत. मात्र पुढच्या चंद्रग्रहणाचे वेळी जर चंद्र क्षितिजावर असेल तर त्याच जागेवरून ग्रहण दिसू शकेल. ३ सरोस चक्रांनंतर ग्रहणाची स्थानिक वेळ जवळजवळ तीच असेल.

सरोस मालिका

वर सांगितलेच आहे की २२३ सिनोडिक महिने २४२ ड्रॅकोनिक महिने आणि २३९ अनोमलिस्टिक महिने जवळजवळ एकाच वेळी पूर्ण होतात या माहितीवरच सरोस चक्र आधारलेले आहे. परंतु हा संबंध परिपूर्ण नाही. एक सरोस चक्राच्या अंतरावर असलेल्या २ ग्रहणांच्या सापेक्ष स्थितीमध्ये (भूमितीमध्ये) किंचित फरक असतो. म्हणजे चंद्र-सूर्याच्या युतीची जागा प्रत्येक सरोस चक्रानंतर चंद्राच्या पातबिंदूच्या संदर्भात सुमारे ०.५ अंशाने पश्चिमेकडे सरकते. त्यामुळे ग्रहणांच्या दृश्यात प्रत्येकवेळी थोडा थोडा बदल होत जातो. अशा ग्रहणांच्या मालिकेला – ''सरोस मालिका'' असे म्हणतात. प्रत्येक सरोस मालिका खंडग्रास ग्रहणाने सुरू होते आणि प्रत्येक सरोस चक्रानंतर चंद्राचा मार्ग पातात अवरोही असेल तर उत्तरेला किंवा चंद्र पातात आरोही असेल तर दक्षिणेला सरकतो. एका बिंदूनंतर ग्रहण शक्य होत नाही आणि ती मालिका खंडित होते. इसवी सनापूर्वी २००० वर्षांपासून इ.स. ३००० पर्यंतच्या वर्षांत (सुमारे ५००० वर्षात) होणाऱ्या ग्रहणांच्या माहितीवरून असे म्हणता

काही व्याख्या...पुढे चालू : ५. draconic month. चंद्राच्या कक्षेची पातळी पृथ्वीच्या कक्षेच्या पातळीशी सुमारे ५ अंशाचा कोन करते. या दोन पातळ्या ज्या रेषेवर छेदतात त्यावरील दोन बिंदू महत्वाचे आहेत. ज्या बिंदूतून चंद्र पृथ्वीच्या कक्षेला छेदून वरच्या दिशेने (उत्तर गोलार्धात) जात असतो त्या बिंदूला आरोही पातबिंदू म्हणतात आणि ज्या बिंदूतून चंद्र पृथ्वीच्या कक्षेला छेदून खालच्या दिशेने (दक्षिण गोलार्धात) जात असतो त्या बिंदूला अवरोही पात बिंदू म्हणतात. आरोही पातबिंदू ओलांडल्यानंतर एक पृथ्वीप्रदक्षिणा पूर्ण करून पुन्हा एकदा आरोही पातबिंदूवर येण्यासाठी चंद्राला जो वेळ लागतो, त्या कालावधीला draconic month किंवा पात-महिना म्हणतात. सूर्याच्या चंद्रावरील गुरुत्वाकर्षणामुळे चंद्राची कक्षा सतत थोडी थोडी पश्चिमेकडे फिरत असते. याचाच अर्थ पातबिंदू हळू हळू पृथ्वीभोवती फिरतात. त्यामुळे त्याच पातबिंदूवर पुन्हा येण्यासाठी लागणारा वेळ (पातमहिना) हा नाक्षत्र महिन्यापेक्षा कमी म्हणजे २७.२१२२२० दिवस (२७ दिवस ५ तास ५ मिनिटे ३५.८ सेकंद) असतो. चंद्राच्या कक्षेच्या पातळीला पूर्ण वर्तुळातून फिरण्यासाठी १८.६ वर्षे लागतात. चंद्राची कक्षा क्रांतिवृत्ताशी कललेली असल्यामुळे चंद्र जेव्हा पातबिंदूवर असेल तेव्हाच सूर्य, चंद्र आणि पृथ्वी एका सरळ रेषेत येऊ शकतात. ही स्थिती जेव्हा येते तेव्हाच चंद्र किंवा सूर्य ग्रहण शक्य असते. हे पातबिंदू म्हणजेच राहू आणि केतू हे राक्षस अशी समजूत होती.

६. synodic month. सूर्याच्या संदर्भात असलेली चंद्राची जागा आणि स्थिती जशी असेल त्यावर पृथ्वीवरून दिसणाऱ्या चंद्राच्या कला अवलंबून असतात. चंद्र जेव्हा पृथ्वीभोवती फिरत असतो, त्यावेळी पृथ्वी तिच्या सूर्याभोवतीच्या कक्षेत पुढे जात असते. याचा अर्थ असा चंद्राचा नाक्षत्र महिना पूर्ण झाला (ताऱ्यांच्या संदर्भात चंद्र पूर्वस्थितीला आला) तरी पृथ्वी तिच्या मार्गात पुढे गेल्यामुळे चंद्राला पृथ्वी आणि सूर्याच्या संदर्भात पूर्वस्थितीला येण्यासाठी आणखी थोडा मार्ग आक्रमावा लागतो. नाक्षत्र महिन्यापेक्षा थोडा जास्त कालावधी असलेल्या महिन्याला (या अमावस्येपासून पुढच्या अमावास्येपर्यंतच्या कालावधीला) synodic month असे म्हणतात. पृथ्वी आणि चंद्राच्या कक्षेतील विक्षोभामुळे (perturbations) हा कालावधी २९.२७ ते २९.८३ दिवस इतका असू शकतो. पण दिवसाची लांबी २९.५३०५८९ दिवस (२९ दिवस १२ तास ४४ मिनिटे २.९ सेकंद) इतकी असते.

येईल की एक सरोस मालिका सुमारे १२२६ ते १५५० वर्षे चालू असते आणि एका मालिकेमध्ये ६९ ते ८७ ग्रहणे होतात; बहुतांशी मालिकांमध्ये ७१ किंवा ७२ ग्रहणे होतात. ३९ ते ५९ (बहुतांशी ४३) ग्रहणे केंद्रिय किंवा मध्यवर्ती (म्हणजे खग्रास किंवा कंकणाकृती) होतात. चंद्र ग्रहणांची मालिका मात्र इतक्या कालावधीची नसते. कोणत्याही वेळी ग्रहणांच्या सुमारे ४० मालिका सुरू असतात.

ज्या क्रमांकाने सरोस मालिका ओळखली जाते तो क्रमांक ग्रहणाचा प्रकार (चंद्रग्रहण / सूर्यग्रहण) आणि पातबिंदू ओलांडताना चंद्राचा मार्ग आरोही किंवा अवरोही आहे त्यावर आधारित असतात. चंद्राच्या आरोही पातावर झालेल्या सूर्यग्रहणांना विषम आणि अवरोही पातावेळी झालेल्या सूर्यग्रहणांना सम क्रमांक दिले जातात. (२३ जुलै २००९ रोजी जे सूर्यग्रहण झाले ते १३६ क्रमांकाच्या सरोस मालिकेच्या ७१ ग्रहणांपैकी ३७ वे होते). चंद्रग्रहणांसाठी या विरुद्ध पद्धत वापरतात. चंद्राच्या पातबिंदूच्या सर्वात जवळ होणाऱ्या ग्रहणाच्या कालानुसार मालिकेचा क्रम ठरतो. सध्या सूर्यग्रहणांच्या ११७ ते १५५ क्रमांकांच्या ३९ सरोस मालिका आणि चंद्र ग्रहणांच्या ४१ मालिका कार्यरत आहेत.

उदाहरणार्थ चंद्रग्रहणांच्या १३१ क्रमांकाच्या सरोस मालिकेतील ७२ ग्रहणांमधील काहींच्या तारखा पुढील पानावर दिल्या आहेत. या मालिकेतील ग्रहणांची सुरुवात इ.स. १४२७ साली चंद्र अवरोही मार्गात असताना पृथ्वीच्या छायेच्या दक्षिण बाजूला होणाऱ्या खंडग्रास ग्रहणाने झाली. प्रत्येक सरोस चक्रानंतर चंद्राच्या कक्षेचा मार्ग पृथ्वीच्या सावलीत उत्तरेकडे सरकत सरकत मालिकेतले पहिले खग्रास ग्रहण १९५० साली झाले. त्यानंतरची पुढची २५२ वर्षे खग्रास ग्रहणे होतील - पृथ्वीच्या छायेच्या मध्य बिंदूतून चंद्र जातानाचे ग्रहण २०७८ मध्ये होईल. त्यानंतरचे पहिले खंडग्रास ग्रहण इ.स. २२२० मध्ये होईल आणि शेवटचे २७०७ मध्ये होऊन ही मालिका संपेल. अशा प्रकारे चंद्रग्रहणांच्या या १३१ क्रमांकाच्या मालिकेचे एकूण आयुष्य १२८० वर्षांचे असेल.

लेखक : **अमलेंदु सोमण,** मेटॅलर्जिकल इंजिनिअर, फाऊंड्री व इंजिनिअरिंग वर्कशॉप चालवण्याचा अनुभव. मो. : 9423005681

एखादे ग्रहण आधीच्या प्रमाणेच दिसण्यासाठी तीन गोष्टी एकाच वेळी होणे आवश्यक असते.
१. अमावस्या किंवा पौर्णिमा असणे. २ चंद्र व पृथ्वीच्या कक्षांची पातळी मिळते, त्या बिंदूवर चंद्र असणे. ३. चंद्राचे पृथ्वीपासून अंतर आधीइतकेच असणे.
या तिन्हीच्या पुनरावृत्ती कालाचा ल.सा.वि. काढून ग्रहणचक्राचा काल निश्चित करता येतो.

सरोस चक्र क्रमांक – १३१
चंद्रग्रहणांच्या तारखा (सर्व वेळा ग्रीनिच प्रमाण वेळेनुसार)

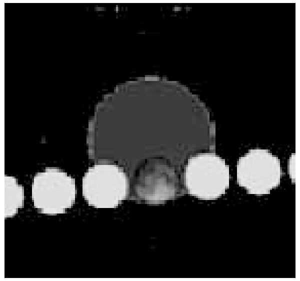
१) १० मे १४२७ (ज्युलियन कॅलेंडर) उपछायेतील पहिले ग्रहण (पृथ्वीच्या छायेच्या दक्षिण कडेपाशी)

२) ...उपछायेतील मधल्या ६ ग्रहणांच्या तारखा दिलेल्या नाहीत.

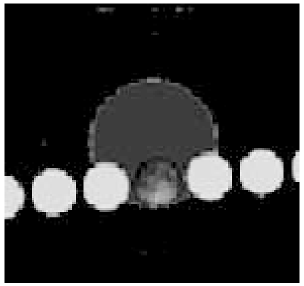
३) २५ जुलै १५५३ (ज्युलियन कॅलेंडर) पृथ्वीछायेतील पहिले खंडग्रास

४) ... मधल्या १९ खंडग्रास ग्रहणांच्या तारखा दिलेल्या नाहीत.

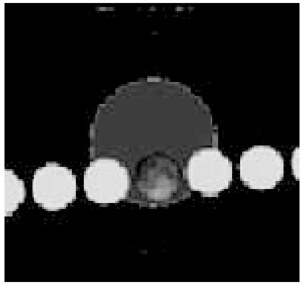
यापुढील सर्व तारखा ग्रेगरियन कॅलेंडरनुसार

५) 

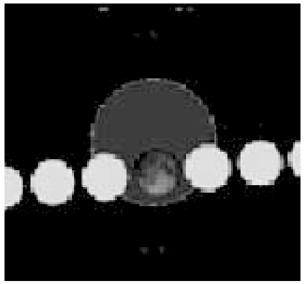
२२ मार्च १९३२ (१२.३२)
शेवटचे खंडग्रास

६) 

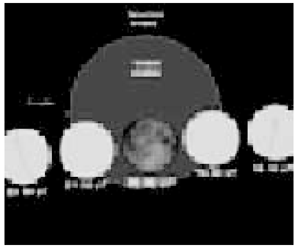
२ एप्रिल १९५० (२०.४४)
पहिले खग्रास

७) 

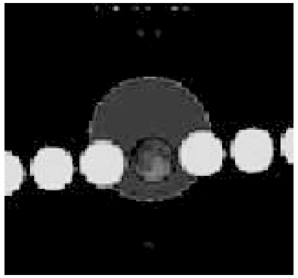
१३ एप्रिल १९६८
(०४.४७)

८) 

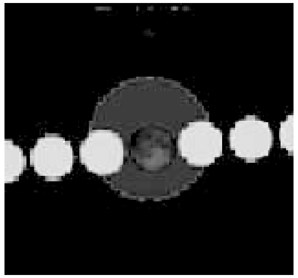
२४ एप्रिल १९८६ (१२.४३)

९) 

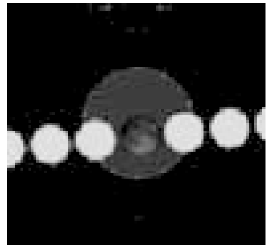
०४ मे २००४ (२०.३०)

१०) 

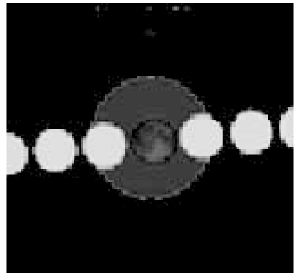
१६ मे २०२२ (०४.११)
पहिले मध्यवर्ती

११) 

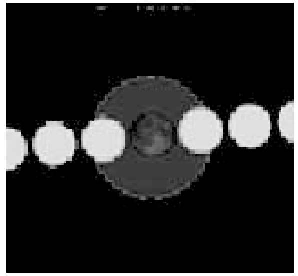
२६ मे २०४० (११.४५)

१२) 

०६ जून २०५८ (१९.१४)

१३) 

१७ जून २०७६ (०२.३७)
मध्यवर्ती

१४) 

२८ जून २०९४ (०९.५९)

१५) ८ जुलै २११२ (१७.१६))

१६) २१ जुलै २१३० (००.३४)

१७) ३१ जुलै २१४८ (०७.५१)

१८) ११ ऑगस्ट २१६६ (१५.११)

१९) २१ ऑगस्ट २१८४ (२२.३२)

२०) ०३ सप्टेंबर २२०२ (०५.५९) शेवटचे खग्रास

२१) ...मधल्या १९ खंडग्रास ग्रहणांच्या तारखा दिलेल्या नाहीत.

२२) ०९ एप्रिल २५६३ पृथ्वीछायेतील शेवटचे खंडग्रास....उपछायेतील ७ ग्रहणांचे तपशील दिलेले नाहीत.

२३) ०७ जुलै २००७ उपछायेतील शेवटचे पृथ्वीच्या छायेच्या उत्तर कडेपाशी.

रक्तगाथा भाग - २

लेखक : डॉ. मंजिरी फणसळकर

आता अन्नाची कहाणी! ते कसं बरं रक्तात शिरतं ?

प्रथम हाताने घास उचलून तोंडात घालावा लागतो. त्या घासात जे अन्नघटक असतील त्यातलेच काही रक्तात शिरू शकतील! त्यामुळे खरे तर शहाण्या मेंदूने हाताला सांगितले पाहिजे की जिभेला काय पाहिजे ते बघण्यापेक्षा रक्ताला काय हवे ते बघून तो घास तोंडात घाल. जीभेला मुकाट्याने त्याची सवय लावून घेऊ दे !

असे तोंडातून अन्न शरीरात आले पण त्याला रक्तामधे कसे शिरवायचे ? प्रथम अन्नाला फार बारीक करावे लागते. इतके बारीक की अगदी त्यातल्या रेणूंची सुद्धा मोडतोड करावी लागते. असे सूक्ष्म तुकडे तुकडे केलेले अन्न रक्तात शिरू शकते.

आपण हजारो प्रकारचे खाद्यपदार्थ तयार करतो. जिभेचा 'वीक पाईंट' लक्षात घेऊन चलाख गृहिणींनी सगळ्यांच्या जिभांना अगदी वश करून घेतलेले आहे.

अशा जिभेच्या चोचल्यासाठी आपण किती जरी खाद्यपदार्थ खाल्ले तरी अन्नघटकांच्या दृष्टीने किंवा रसायनशास्त्रानुसार त्यांच्यामध्ये हाताच्या बोटावर मोजण्याइतकेच पदार्थ असतात.

१) पिष्टमय पदार्थ २) प्रथिने ३) स्निग्ध पदार्थ ४) क्षार ५) खनिजे ६) जीवनसत्वे ७) पाणी ८) घातक पदार्थ ९) न पचणारा चोथा

उदाहरणार्थ आपण भाजी-भाकरीचा एक घास खाल्ला म्हणजे काय खाल्ले हो ?

ज्वारी, तेल, मेथीचा पाला, मीठ, मोहरी, तिखट आणि पाणी! हे झाले आपल्याला माहिती असणारे त्या घासातले जिन्नस. आता त्यांच्यातल्या रक्तात शिरणाऱ्या अन्नघटकांपर्यंत आपण जाऊया - म्हणजे ती भाजीभाकरी रक्तात कशी शिरते ते कळेल. ज्वारी म्हणजे पिष्टमय आणि प्रथिने, थोडा चोथा. तेल म्हणजे स्निग्ध पदार्थ.

मेथीच्या पाल्यात असतात - क्षार, खनिजे, जीवनसत्वे आणि न पचणारा चोथा.

मीठ म्हणजे क्षार. तिखट मात्र घातक.

आता ह्या भाकरीला तूप लावले - तर एक स्निग्ध पदार्थ वाढेल. बरोबर लोणचे घेतलं तरी ते ह्या नऊ घटकाचेच बनलेले! म्हणजे काही खा - ते आपल्या नऊ प्रकारातच गणले जाणार - शरीराच्या - रक्ताच्या दृष्टीने!

घास तोंडात घातला की दातांचे काम सुरू! ते त्याचे बारीक बारीक कण करतात. लाळ सुटते. लाळेतल्या पाचक रसांमुळे पिष्टमय पदार्थांचे रेणू मोडून तुकडे करण्याचं काम सुरूच होते. अशा अवस्थेत तो घास गिळला की अन्ननलिकेतून जठरात शिरतो. तिथून आतड्यात जातो. जठर आणि आतड्यात तर काय - पाचक रसांचेच राज्य! ते तुटून पडतात आपल्या कष्ट घेऊन तयार केलेल्या भाजी-भाकरीवर, नाहीतर पिझ्झावर! त्यांना सगळे सारखेच.

आपल्या अन्नातील बरेचसे रेणू खूप मोठे असतात. बऱ्याच लहान-लहान डब्यांची लांबलचक आगगाडी असल्यासारखे!

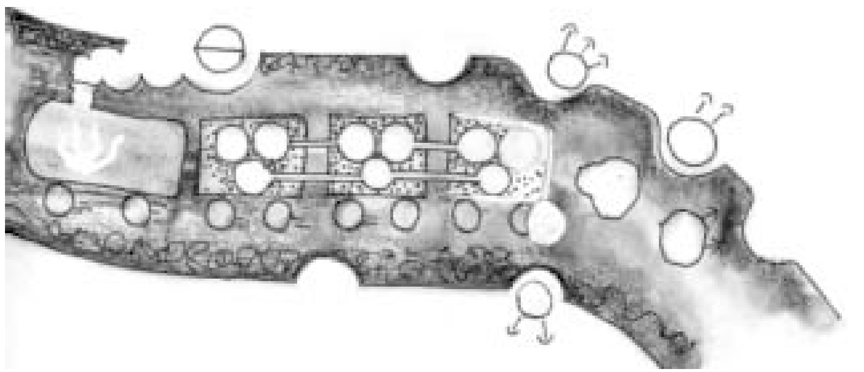
(प्रथिनाचे डबे, पिष्टमय डबे.)

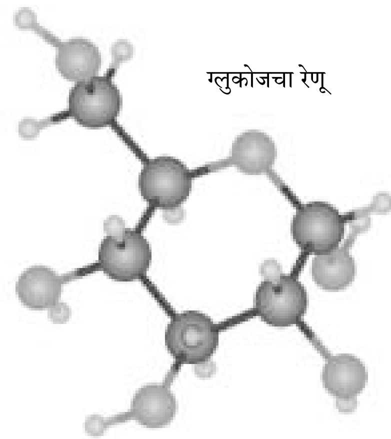
अशा आगगाड्यांचे डबे-डबे सुटे करणं हे अन्नपचनाचे मुख्य काम. काही मोठ्या डब्यांची देखील मोडतोड करावी लागते. काय करणार ? आगगाडीच्या आगगाडी कशी रक्तात शिरणार ? कशी फिरणार ? सगळेच अवघड.

आता तुम्ही म्हणाल आपण अशा तांबड्या आगगाड्या का खातो ? काय करणार ? आपले आपल्याला झाडांसारखे अन्न तयार करता येत नाही. आपण सगळेच परावलंबी! आपल्याकडे थोडेच हरितद्रव्य आहे ? झाडांनी तयार केलेले अन्न आपण खातो. जे मिळेल ते खाणार!

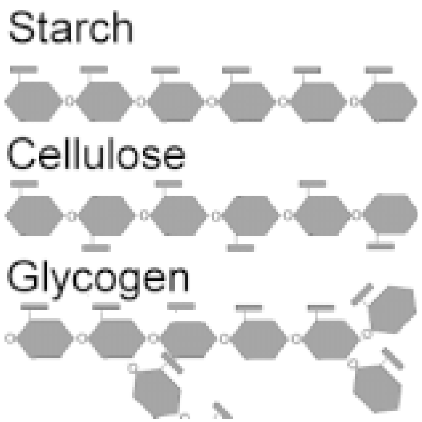
आत्ताच भाजी-भाकरीची गोष्ट बघितली. ज्वारी म्हणजे काय ? एका झाडाचे बी! म्हणजेच एका झाडाचे बाळ. झाडाला बाळाची इतकी काळजी की रुजून थोडे मोठे होईपर्यंत त्याला तग धरता यावी म्हणून थोडे अन्न त्याच्याजवळ बांधून दिलेले असते. गहू म्हणजे तेच. डाळ-तांदूळ म्हणजे तेच.

आपण सगळे आहोतच टपलेले! त्या 'बी' मधल्या एवढ्याश्शा जिवाला त्याच्या जवळच्या अन्नासकट भरडतो काय, शिजवतो काय, भाजतो काय! देवा, देवा! (त्यामुळे शाकाहारी लोकांनी मांसाहारी लोकांकडे फार तुच्छतेने बघण्याचे कारण नाही! शेवटी आपण सगळे काही जीव मारूनच जगतो





ग्लुकोजचा रेणू



आहोत.)

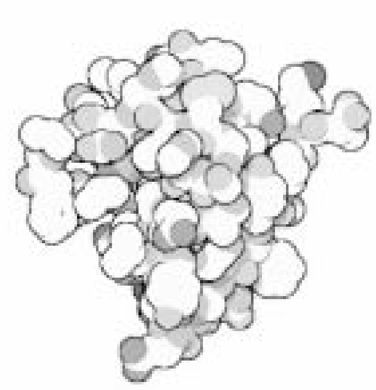
आपल्या संस्कृतीमधील अहिंसेच्या पगड्यामुळे ‘दूध आणि मधाला आहारात विशेष स्थान प्राप्त झाले असावे – त्यामध्ये आपण कोणताही जीव खात नाही – जीवाने तयार केलेले ते द्रव आहेत.

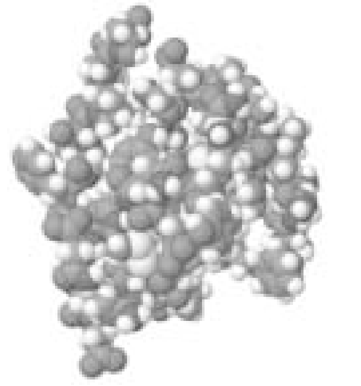
तसेच फळांचेही असेल. त्यांच्यामधे खरे म्हणजे जिवंत पेशी असतातच – पण फळे ही गोष्टच झाडाने आपल्यासारख्या प्राण्या-पक्षांना लालूच दाखवण्यासाठी भेट म्हणून तयार केली आहे. त्यामागे त्यांचा ‘बी’चा प्रसार ही स्वार्थी हेतू आहे. फळे खाऊन प्राणी-पक्षी आतल्या बिया जागोजाग टाकतील – त्या रुजतील अशा आशेने पुढच्या पिढीसाठी झाडाने केलेला तो त्याग आहे असे माझे वडील सांगतात.

त्यामुळे दूध-मध फळांना आपण सात्विक-पवित्र आहाराचा दर्जा दिलेला असावा! अशी फळे खाल्ल्यावर त्यांच्या बिया रुजवणे आपले कर्तव्य नाही का?

अशा ह्या ‘बी’ मधे किंवा झाडाच्या इतर भागांमधेही लांबलचक आगगाड्या करून अन्न साठवले जाते. आपण ते खातो आणि तोडत बसतो.

झाडांमधला मुख्य पिष्टमय पदार्थ म्हणजे ‘स्टार्च’ – त्याचे डबे म्हणजे ‘ग्लुकोज’ चे रेणू – ते रक्तात शिरू शकतात. फुफ्फुसांप्रमाणे जठरात व आतड्यात आतल्या आवरणापर्यंत रक्त जाऊन पोचलेले असतेच – बारीक वाहिन्यांमधे! ग्लुकोजचे रेणू त्यामधे शिरतात. काही फळांमधे ग्लुकोज-साखर असते. आणि ग्लुकोजशिवाय ‘फ्रुक्टोज’ नावाचा ग्लुकोजचा भाऊ असतो – तोसुद्धा सहजपणे रक्तात शिरू शकतो. म्हणून आजारी माणसाला किंवा खेळाडूंना ग्लुकोजच्या साखरेची पावडर खायला देतात. ती लगेच, जशीच्या तशी रक्तात शिरते. तोच उपयोग फळांचा. शिवाय





इन्सुलीन

फळांमधून जीवनसत्वेही मिळतात.

इतके काय ह्या ग्लुकोजला महत्त्व? आपल्या पेशींचे ऊर्जा तयार करण्यासाठी लागणारं ते सर्वांत महत्त्वाचे अन्न आहे.

म्हणजे थोडक्यात पिष्टमय पदार्थाचे आपल्या रक्ताशी नाते कसे? खाल्लेल्या अन्नातील पिष्टमय पदार्थ जर मोडता आले तर ते ग्लुकोजच्या रूपात रक्तात येतात. जे मोडता येत नाहीत ते तसेच पुढे ढकलून टाकून दिले जातात. रक्तामधून ग्लुकोजचे रेणू पेशींभोवतीच्या पाण्यात जातात. तिथून पेशीच्या गाभ्यात जातात.

पेशीच्या शरीरामधे ह्या ग्लुकोजच्या रेणूंची आणखी मोडतोड केली जाते. त्यावेळी तिला प्राणवायू आणि पाणी मदत करतात. आणि ही शेवटची मोडतोड हेच ह्या सगळ्या रामायणाचे ‘सार’ – कारण त्या प्रक्रियेच्या वेळीच पेशीला जगण्यासाठी लागणारी ऊर्जा बाहेर पडते – पेशी जिवंत राहते!

आपल्या मेंदूच्या पेशी तर ऊर्जेसाठी ग्लुकोजवरच अवलंबून आहेत. बाकीच्या पेशी अगदीच वेळ आली म्हणजे ग्लुकोज नाहीच मिळाली तर इतर काही अन्नघटकांपासून ऊर्जा मिळवू शकतात.

आता ह्या सगळ्या भानगडींमध्ये आणि एक समस्या असते. भोवतीच्या पाण्यामधून पेशीच्या आत जाणे ग्लुकोज साखरेला फारसे सोपे नाही. पेशीच्या ‘जिवंत’ आवरणाला आधी ओळख पटवून द्यावी लागते – ‘तो ग्लुकोजचाच रेणू आहे – पेशीच्या उपयोगाचा आहे!’ ह्या कामात कोण मदत करते माहिती आहे? इन्सुलीनचे रेणू! तेच आपल्या मधुमेहाचे इन्सुलीन. त्यांनी मदत केली नाही तर पेशींच्या आवरणातून ग्लुकोजला आत शिरता येत नाही. रक्तात तर भरपूर साखर पण पेशी मात्र उपाशी – अशी ही आपली मधुमेहातली अवस्था. जणु समुद्रामधे राहून तहानेने व्याकूळ! तेव्हा

प्राणवायू सारखेच महत्त्व असणाऱ्या ह्या ‘प्राणसाखरे’ ला वंदन करून सध्या तिचे पुराण संपवू या. नंतर मधुमेहाच्या आजारामधे लक्ष घालू तेव्हा परत तिचा अध्याय येणारच !

सगळेच अन्नघटक असे लहान आकाराचे होऊन रक्तात शिरतात. पाणी जसेच्या तसे येते. पचन संस्थेकडून अन्न घेऊन आलेले रक्त आधी जकात नाक्यावर जाते. तिथे प्रमाणाबाहेर काही घटक आहेत का ते तपासले जाते. असल्यास काही जप्त केले जातात. घातक पदार्थ आढळल्यास धोका पत्करून सुद्धा त्यांना बाहेर काढले जाते. हा जकात नाका म्हणजे आपली लिव्हर ! आपले यकृत ! तिथून बाहेर पडलेले रक्त मग शरीरभर अन्न पोचवायचे काम करते.

मी आयुर्वेदामधली चरक संहिता वाचली तेव्हा लक्षात आले की त्यांचा भर आरोग्य टिकवण्यावर आहे. रोग न होण्यासाठी काय काय करावे ते इतके सविस्तर सांगितले आहे की वाचताना मला वाटायला लागले आपण एक कुक्कुले बाळच आहोत म्हणून आपल्याला समजून सांगताहेत. अमूक वेळी उजव्या कुशीवर झोपा, लघवीच्या वेगाला थोपवू नका, लगेच पोट रिकामे करा, वगैरे.

पण आरोग्याच्या दृष्टीने त्यांचा खरा भर आहे तो आहारावर! सकाळी अमूक खा, दोन प्रहरी तमूक खा. वर्षा ऋतूमध्ये ‘हे’ खाऊ नका, शरद ऋतूमध्ये ‘ते’ खाऊ नका. अमूक झाडाच्या मुळामुळे असे वाटेल, तमुक प्राण्याच्या मांसामुळे तसे वाटेल !

बापरे बाप ! केवढा तो अभ्यास !

प्राचीन काळी, रोग झाल्यावरच्या उपाय योजनेमधली महत्त्वाची उपाय योजना काय होती माहिती आहे ? एखादी रक्तवाहिनी तोडून धो-धो रक्त वाहून जाऊ द्यायचे ! रोग झालाय म्हणजे रक्त अशुद्ध झाले असणार ! तेच थोडे कमी करायचे - मग परत चांगले रक्त तयार होईल ! ही प्रथा फक्त आपल्याच संस्कृतीमधे होती असे नाही. मनुष्यजातीच्या रोगांशी झगडण्याच्या अगदी सुरुवातीच्या धडपडींखाली ही एक रीत होती. फ्रान्समधे तर २००-३०० वर्षांपूर्वी चार कोटीपेक्षा जास्त जळवा (leeches) एक वर्षी आयात केल्या होत्या (42 millions) माणसांचं रक्त शोषून घेण्याच्या उपाय योजनेसाठी ! तिथल्याच एका डॉक्टरने तर स्वत:च सात वेळा रक्तस्राव केला होता ! हे सगळे आमच्या वैद्यकीय शिक्षणाच्या एका पुस्तकात लिहिलेय ! (बॉइड ने लिहिलेल्या) ॲलोपथीच्या शास्त्राच्या ! रक्ताच्या आरोग्यासाठी आहाराला दिलेले महत्त्व पटते. नाकावाटे काय शिरेल त्यावर नियंत्रण ठेवणे कठीण आहे पण तोंडावाटे रक्तामधे शिरणाऱ्या गोष्टी तर आपल्या हातात आहेत ? ■

लेखक : **डॉ. मंजिरी फणसळकर,**
एम.डी.पॅथॉलॉजी. गेली २० वर्ष या क्षेत्रात कार्यरत.

आलेखांची ओळख

(भाग २)

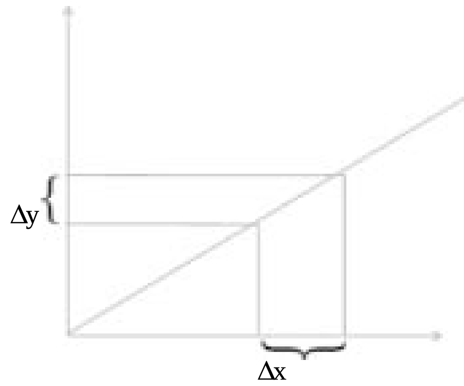
आलेखांच्या निरीक्षणातून आपल्याला विविध माहिती मिळू शकते. यावेळी आपण आलेखाचा कल (slope) व आलेखाखालील क्षेत्रफळाकडे बघू.

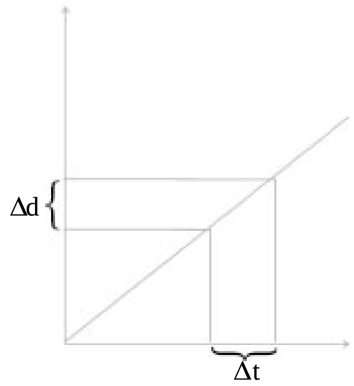
आलेखाच्या कलावरून आपल्याला काय माहिती मिळते ? आलेखाचा कल हा उभ्या दिशेने होणारा बदल व आडव्या दिशेने होणारा बदल यांच्याशी संबंधित असतो. व्याख्येनुसार उभ्या दिशेतील बदल (Δy) भागिले आडव्या दिशेतील बदल (Δx) म्हणजे आलेखाचा कल होय.

अंतर व वेळ दर्शविणाऱ्या आलेखांमधे अंतर वाय अक्षांवर तर वेळ एक्स अक्षावर दर्शवितात. अशा आलेखाचा कल = $\Delta d / \Delta t$ होय. येथे, Δ(डेल्टा) d हा वस्तूच्या स्थानातील बदल दर्शवितो, तर Δt हा या स्थानांतरासाठी लागलेला वेळ. तसेच, आपल्याला माहिती आहे की सरासरी चाल = कापलेले संपूर्ण अंतर भागिले लागलेला वेळ. यावरूनच, अंतर व वेळ दर्शविणाऱ्या सरळ रेषीय आलेखाचा कल हा त्या वस्तूची सरासरी चाल दर्शवितो.

याचप्रमाणे, चाल व वेळ दर्शविणाऱ्या आलेखात चाल ही वाय तर वेळ हा एक्स अक्षावर दाखवितात.

पुढील तक्त्यात गुरुत्वाकर्षणाखाली





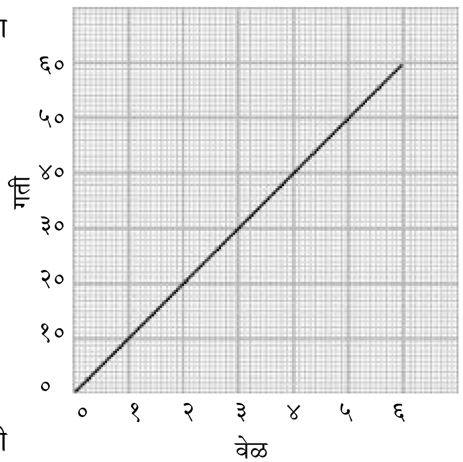
मुक्तपणे पडणाऱ्या वस्तूची गती, विविध वेळांसमवेत दाखविलेली आहे. याचा आलेख क्र. १

क्र.	वेळ (सेकंद)	गती (मी./सेकंद)
१	१	१०
२	२	२०
३	३	३०
४	४	४०
५	५	५०

येथे, आलेखाचा कल हा डेल्टा व्ही भागिले डेल्टा टी असा असेल. आता, रेषीय हालचाली मध्ये, त्वरण म्हणजे गतीच्या बदलाचा दर. तो आपल्याला गतीतील बदल भागिले वेळ असा दर्शविता येईल. यावरून आपल्याला असे लक्षात येईल की गती-वेळ आलेखाचा कल हा त्वरण दर्शवतो. वर दिलेल्या गती-वेळ आलेखावरून आता त्वरण काढा.

सरळ रेषा म्हणजे एकसमान कल. या प्रकारे, अंतर-वेळ आलेखातील सरळ रेषा ही एकसमान गती दर्शवते (uniform motion) तर गती-वेळ आलेखातील सरळ रेषा ही एकसमान त्वरण दर्शवते. एकसमान गतीचा अंतर-वेळ आलेख हा सरळ रेषाकार असतो. गती जितकी जास्त, तितका आलेखाचा कल जास्त असतो. कल म्हणजे आलेख-रेषेने एक्स अक्षाशी केलेल्या कोनाचे देखील माप असते. म्हणजेच, जास्त कल

आलेख क्र. १



हा आलेख रेषेने एक्स अक्षाशी केलेला जास्त कोन दर्शवतो.

अंतर-वेळ आलेख जर क्षैतिज रेषा असेल, तर तिचा कल शून्य, म्हणजे अंतरातील बदल हा वेळेनुसार शून्य, म्हणजेच वस्तूची गती शून्य असल्याचे दाखवतो, तर गती-वेळ आलेख जर क्षैतिज असेल तर तो शून्य त्वरण किंवा एकसमान गती (गतीतील बदल शून्य) दाखवतो.

आपल्याला येथे असे लक्षात ठेवले पाहिजे, की अक्षांवर दाखविण्यासाठी निवडलेल्या प्रमाणानुसार रेषांचा भासमान कोन हा कमी-जास्त होऊ शकतो. तरी देखील, कल मोजताना प्रमाणित किंमतीनुसार मोजल्याने कलाची खरी किंमत दिसून येते, जी प्रमाणावर अवलंबून नसते.

क्र. २ या आलेखात रेल्वेने प्रत्येक दोन मिनिटांच्या वेळात कापलेले अंतर दाखवले

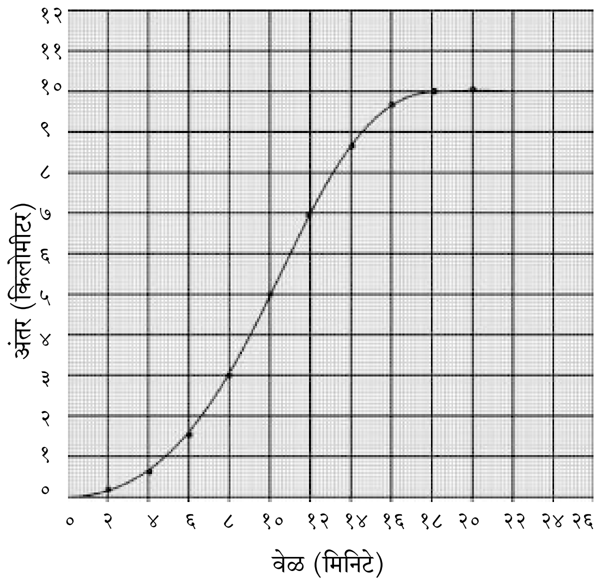
वेळ (मिनिटे)	कापलेले अंतर (मी.)
०-२	१००
२-४	४००
४-६	--
--	--
२०-२२	--

आलेखाचे प्रमाण

क्ष-अक्ष - १ से.मी. = २ मि.

य-अक्ष १ से.मी. = १ कि.मी.

आलेख क्र. २



आहे. त्यावरून तक्त्यातील गाळलेल्या जागा पूर्ण करा. रेल्वेने सारख्या वेळात सारखेच अंतर कापले का ? रेल्वेची बदलणारी गती दाखवणारे आलेखाचे भाग कोणते ? एकसमान गती दाखवणारे भाग कोणते ? रेल्वे थांबलेली असतानाचा भाग आलेखात आहे काय ?

अंतर व वेळ दाखवणारी रेषा वक्र असेल तर वस्तूची गती ही सतत बदलत आहे असा अर्थ होतो. या आलेखावरून ४ ते १४ मिनिटांमधील रेल्वेची सरासरी गती सांगता येईल का ? तसेच, ६ मिनिटांनी रेल्वेची असलेली गती सांगता येईल काय ?

आपण आतापर्यंत आलेखाचा कल, म्हणजे दिलेल्या वेळेत वस्तूने कापलेले अंतर, म्हणजेच वस्तूची सरासरी गती पाहिली. त्याचबरोबर, तुम्ही वाहनांना बसविलेला वेगमापक (स्पीडोमीटर) पाहिला असेल, तो त्या वाहनाचा तत्क्षणी असलेला वेग दाखवतो.

बदलणाऱ्या कलाच्या आलेख-रेषेवरील एखादा बिंदू घ्या. उदा. पुढील पानावरील आलेख क्र. ३. बिंदू P च्या आसपास रेषेचा कल बदलत आहे, पण जर आपण आलेखाचा लहान लहान खंड पाहत गेलो, तर असा खंड हा जवळजवळ सरळ रेषा दिसू लागतो, म्हणजेच, अशा खंडाचा कल मोजणे शक्य होते. यावरून, जर रेल्वेची सहाव्या मिनिटाला असलेली तत्क्षणीची गती काढायची असेल, तर दिलेल्या आलेखाच्या

५.५ मिनिटे ते ६.५ मिनिटे या खंडाच्या कलाएवढी ती असेल असे आपल्याला म्हणता येईल.

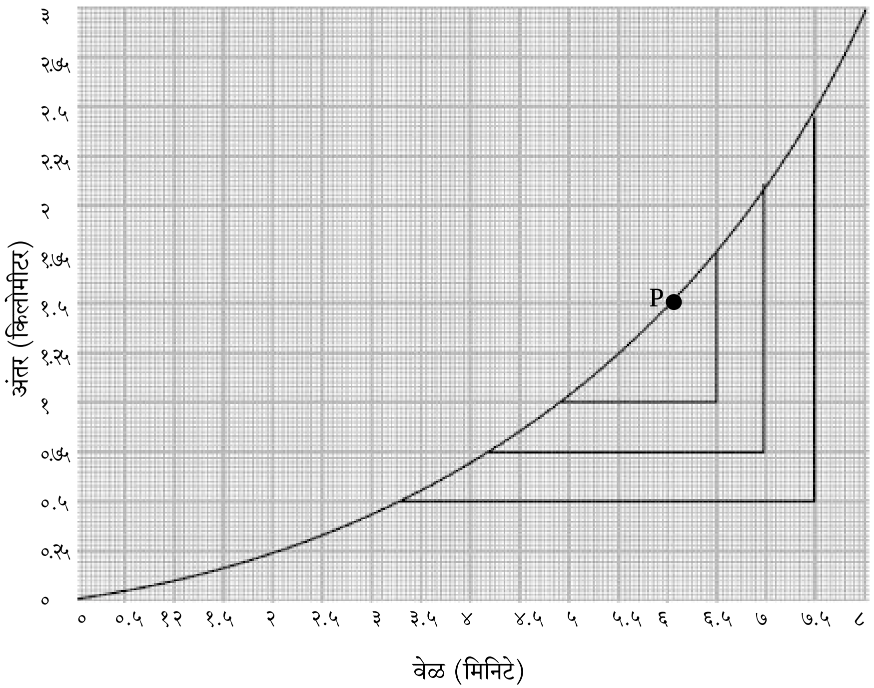
यावरून, एखाद्या वेळी वस्तूची तत्क्षणी असलेली गती ही Δt इतक्या कालखंडामधील तिच्या सरासरी गतीएवढीच असेल असे आपल्याला म्हणता येईल, जर :

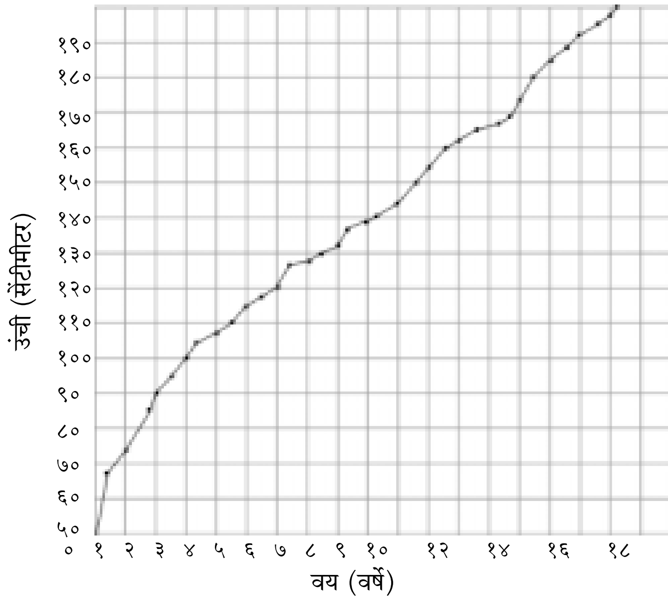
१. दिलेला क्षण हा Δt कालखंडात अंतर्भूत असेल;

२. अशी गती ही आलेख रेषेच्या पुरेशा लहान भागावरून मोजली असेल, की जेणेकरून त्या भागात आलेख रेषेचा कल खूप बदलत नसेल.

आता, पुढे दिलेला आलेख क्र. ४ पहा. त्यात १८ वर्षांपर्यंत बदलत जाणारी एका मुलाची उंची दर्शवलेली आहे. या आलेखावरून आपल्याला त्या मुलाच्या वाढीचा सरासरी वेग, हा १८ वर्षांपर्यंतच्या विविध लांबीच्या कालखंडांवर मोजता येईल. समजा, तो मुलगा वयाच्या १५व्या वर्षी किती दराने वाढत होता, हे पाहण्यासाठी १५व्या वर्षी असलेली त्याची उंची दर्शविणारा

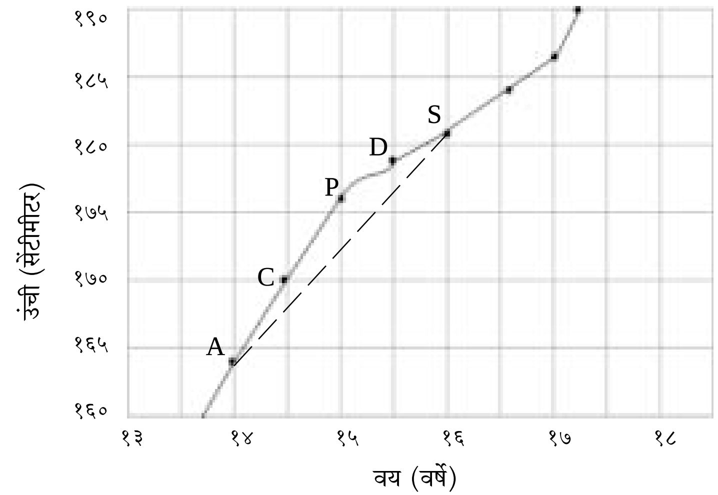
आलेख क्र. ३





आलेख क्र. ४

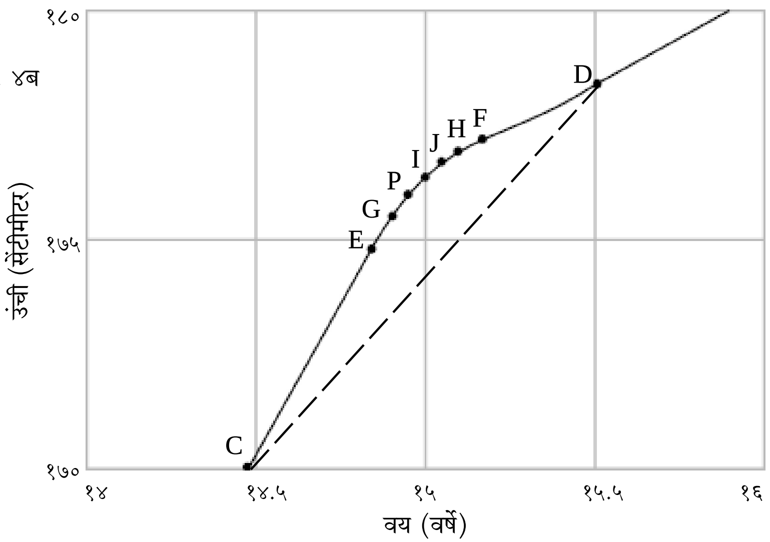
आलेख क्र. ४अ



बिंदू P आहे. या बिंदूच्या १ वर्ष पुढे आणि मागे (एकूण कालखंड २ वर्षे) असलेले बिंदू हे आलेखाच्या मोठ्या केलेल्या संबंधित भागात (क्र. ४अ) दिसतात.

या बिंदूंना जोडणाऱ्या रेषाखंडाचा कल म्हणजेच वयाच्या १५व्या वर्षी असलेल्या वाढीचा सरासरी दर होय.

आलेख क्र. ४ब



सोबतच्या आलेखातील इतर रेषाखंड पहा. एक वर्षभर असलेला वाढीचा सरासरी दर हा 'CD' रेषाखंडाच्या कलाने काढता येईल. 'EF' ह्या रेषाखंडचा कल, सहा महिन्यांमधील वाढीचा सरासरी दर दर्शवतो; इ. आपल्याला असे दिसून येईल की रेषाखंड 'AB, CD, EF व GH' हे एकमेकांना समांतर नाहीत, म्हणजे त्यांचे कल वेगवेगळे आहेत. पण, कलांमधील फरक हा आपण जसजसा कालखंड कमी करत जाऊ, तसतसा कमी होत जातो. आलेखरेषेवरील एखाद्या बिंदूपाशी असलेला आलेखरेषेचा कल, हा आलेखरेषेला पट्टीच्या सहाय्याने एक स्पर्शिका काढून मोजता येईल. अशा स्पर्शिका रेषेचा कल म्हणजेच आलेख रेषेचा त्या बिंदूपाशी असलेला कल होय. दाखवलेल्या आलेखातील (१५ वर्षांच्या आसपास) विविध बिंदू व त्यांपाशी असलेले आलेखरेषेचे कल हे खालील तक्त्यात दर्शवले आहेत.

रेषाखंड	Δt (सेंमी.)	Δd (प्रतिवर्ष सेंमी.)	वाढीचा दर Δd / Δdt (प्रतिवर्ष सें.मी.)
AB	२ वर्षे	१९	९.५
CD	१ वर्षे	८	८
DEF	६ महिने	३.५	७
GH	४ महिने	२	६
IJ	२ महिने	१	६

आपल्याला दिसेल की जसजसा कालखंड लहान होत जातो, तसतसा वाढीचा सरासरी वेग हा ६ सेंमी. प्रति वर्ष च्या जवळ जात जातो. इतकेच नव्हे, तर २ महिन्यांपेक्षा कमी कालखंडात, वाढीचा

सरासरी वेग हा ६ सेंमी. प्रति वर्ष एवढाच दिसेल, कारण इतक्या लहान कालखंडातील उंचीत झालेला बदल लक्षात येण्यासाठी साधारण मोजमाप साधने असमर्थ ठरू शकतात. तर, जेव्हा मुलगा १५ वर्षांचा होता, तेव्हा त्याच्या वाढीचा तत्क्षणी असलेला वेग हा ६ सेंमी. प्रति वर्ष होता, असे आपल्याला म्हणता येईल.

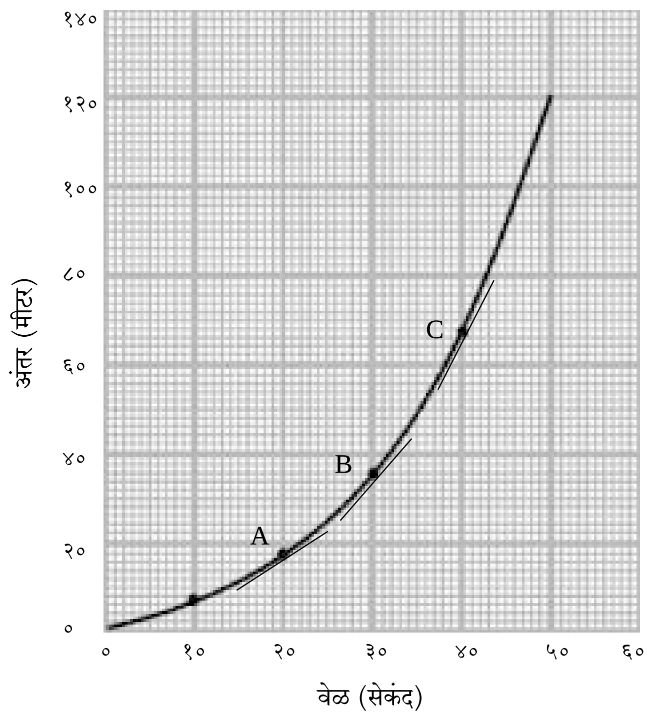
आता, आपण मागील उदाहरणात रेल्वेची चाल सहाव्या मिनिटाला कशी काढली हे तुम्हाला आणखी चांगले कळेल.

आलेखावरून हालचालीचा अंदाज

समजा, आपल्याला खालीलप्रमाणे अंतर-वेळ दाखवणारा आलेख क्र. ५ दिला, तर त्यावरून आपण वस्तूच्या हालचालीबद्दल काय निष्कर्ष काढू शकतो ? या आलेखाकडे नुसते बघून त्या वस्तूची गती वाढत आहे, कमी होत आहे की एकसमान आहे हे सांगता येईल काय ?

आलेखरेषेवरील काही बिंदूपाशी आलेखाला स्पर्शिका काढायचा प्रयत्न करा. या स्पर्शिका रेषांच्या कलाची तुलना करा.

आलेख क्र. ५

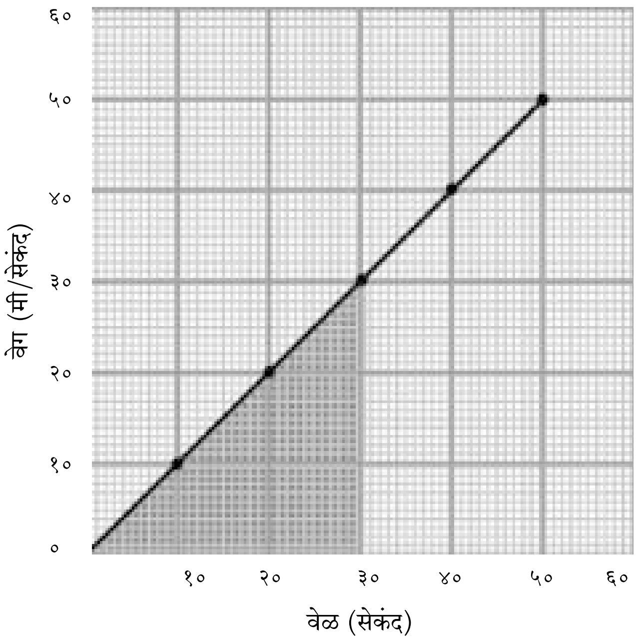


असे दिसून येईल की स्पर्शिकांचा कल हा बिंदू 'A' कडून 'D' कडे जाताना सतत वाढत आहे. याचाच अर्थ असा, की वस्तूची गती ही सतत वाढत असून, ही हालचाल त्वरित (accelerated) आहे. त्याचप्रमाणे, थांबवली जात असलेल्या कारचे अंतर वेळेनुसार दाखवणारा आलेख काढल्यास असे दिसून येईल की आलेखाचा कल हा सतत कमी होत आहे, व म्हणजेच कारची गती कमी होत जात आहे. एकसमान प्रतित्वरण (deceleration) असलेल्या हालचालीचा आलेख कसा दिसेल बरे ?

आलेखरेषेखालील क्षेत्रफळ

एकसमान त्वरण किंवा प्रतित्वरण असलेल्या हालचालीच्या, चाल-वेळ आलेखावरून आपण वस्तूने कापलेले अंतरही काढू शकतो. मागे पाहिल्याप्रमाणे, जर मुक्तपणे पडणाऱ्या वस्तूच्या गतीचा, वेळेनुसार बदल दाखवणारा आलेख आपण घेतला, तर त्या आलेखाखालील क्षेत्रफळ हे त्या वस्तूने कापलेल्या अंतराइतके असेल.

उदाहरणार्थ, आपल्या गुरुत्वाकर्षणाखाली मुक्तपणे पडणाऱ्या त्या वस्तूने ३ सेकंदांत कापलेले अंतर हवे आहे. T = 3 (बिंदू 'B') सेकंदांपासून आपण आलेखाकडे जाणारी एक उभी रेषा काढली. ही रेषा आलेखाला 'A' बिंदूमध्ये छेदते. अशा रीतीने तयार झालेल्या त्रिकोणाचे क्षेत्रफळ म्हणजेच ३ सेकंदात वस्तूने कापलेले अंतर होय.



(त्रिकोण OAB) चे क्षेत्रफळ = १/२ गुणिले पाया गुणिले उंची. म्हणजेच, १/२ X (बाजू OB) X (बाजू AB).

येथे बाजूंची प्रमाणे देखील लक्षात घेणे अत्यंत महत्त्वाचे आहे. संदर्भातील क्षेत्रफळ हे अशा रीतीने, १/२ गुणिले ३ सेकंद गुणिले ३० मीटर प्रति सेकंद, म्हणजेच ४५ मीटर. झाले. हेच वस्तूने ३ सेकंदांत कापलेले अंतर. ■

‘एकलव्य’ भोपाळच्या ‘हायस्कूल सायन्स’ या गटाने तयार केलेला पाठ

अनुवाद : **तेजस पोळ,** एम.टेक.

टाळ्या वाजवा... वेळ मोजा

टाळी किंवा शिटी वाजवल्यावर स्टॉपवॉच चालू किंवा बंद करण्यास विद्यार्थ्यांना सांगा. सुरुवातीला दोन टाळ्यांमधील वेळ जास्त ठेवा. स्टॉपवॉच वापरायची सवय होईल तसतसा दोन टाळ्यांमधील वेळ कमी करत आणा. ही सवय प्रयोगाचा निष्कर्ष अचूक टिपण्यासाठी गरजेची आहे.

आता, विद्यार्थ्यांना स्टॉपवॉच चालू करून लगेच बंद करायला सांगा. त्यात असलेला वेळ हा प्रतिक्रियावेळ दर्शवतो. २० ते २५ वेळा तो मोजून त्याची सरासरी घेतल्यास विद्यार्थ्यांचा सरासरी प्रतिक्रियेचा वेळ लक्षात येईल. हा वेळ म्हणजे विद्यार्थी स्टॉपवॉचच्या मदतीने घेऊ शकत असलेले लघुत्तम माप होय. अचूक प्रयोगांसाठी असे लघुत्तम माप जितके कमी तितके चांगले.

नमुन्यादाखल काही गती

क्र.	निरीक्षण	गती	क्र.	निरीक्षण	गती
१	गोगलगाय	०.०१ मी./सेकंद	८	हत्ती	४० किमी/तास
२	गांडूळ	०.०१५ मी./सेकंद	९	दौडणारा घोडा	६५-८० किमी/तास
३	कासव	०.१० मी./सेकंद	१०	वाघ	६० किमी/तास
४	शार्क मासा	८ ते १९ किमी/तास	११	चित्ता	११० किमी/तास
५	मुंगी	४ किमी/तास	१२	घरमाशी	२५-४० किमी/तास
६	पाळीव मांजर	५० किमी/तास	१३	कावळा	४० किमी/तास
७	उंदीर	१३ किमी/तास	१४	चालणारी व्यक्ती	५ किमी/तास

१५	पृथ्वीचा कक्षेतील वेग	३० किमी/सेकंद
१६	पृथ्वीच्या स्वत:भोवती फिरण्याचा वेग	०.४६३९ किमी/सेकंद
१७	हवेतील ध्वनीचा वेग	३३२ मी/सेकंद
१८.	प्रकाशाचा वेग	३ × $१०^८$ मी/सेकंद

भारतीय कलेचा इतिहास

शुंग कण्व काळ

(इ.स.पूर्व १८५ ते इ.स.पूर्व २८)

सम्राट अशोकाच्या मृत्यूनंतर मौर्य सत्तेचा ऱ्हास सुरू झाला. त्याच्या नंतर राजगादीवर आलेले राजे दुबळे होते. त्यामुळे साम्राज्यातील लहान विभाग स्वतंत्र झाले. मौर्यवंशाचा शेवटचा राजा बृहद्रथ हा सैन्याची पाहणी करत असताना त्याच्या सेनापतीने त्याचा वध करविला व तो स्वत: पुष्पमित्र शुंग पाटलीपुत्राच्या सिंहासनावर बसला. पुष्पमित्राने ग्रीक सेनापती मिनँडर ह्याचा पराभव करून त्याला भारताबाहेर पिटाळून लावले. त्याचे साम्राज्य नेपाळपासून नर्मदेपर्यंत जालंदरपासून बंगालपर्यंत पसरले होते. आपले सार्वभौमत्व सिद्ध करण्यासाठी त्याने अश्वमेध यज्ञपण केला. त्याचे राज्य इ.स.पूर्व १८५ ते इ.स.पूर्व ७३ पर्यंत चालले. शुंग वंशातील शेवटचा राजा देवभूती हा व्यसनी व कर्तव्यशून्य होता. वसुदेव कृष्ण ह्या त्याच्या प्रधानाने त्याचा खून केला व कण्ववंशाची सत्ता स्थापन केली. त्याचे राज्य फक्त ३६ वर्षे टिकल. इ.स. पूर्व २८ मध्ये सातवाहन राजाने मगधावर स्वारी करून कण्व वंशाच्या राजा सुशर्मा ह्याचा वध केला.

शुंग व कण्व राजे वैदिक धर्माचे अनुयायी होते. त्यांनी व सातवाहन राजांनी अश्वमध यज्ञ करून यज्ञाची प्रथा पुन्हा चालू केली परंतु बौद्ध व जैन धर्माच्या प्राबल्यामुळे जनतेला यज्ञामधील बळी देणे पसंत नव्हते. परकीयांच्या स्वाऱ्यामुळे आलेल्या नव्या धर्मकल्पना, भक्तीपंथाचा उदय, अवैदिक व नास्तिक मतांचा प्रवाह ह्यामुळे जुन्या वैदिक धर्माचे नवीन सर्वसमावेशक अशा हिंदु धर्मात परिवर्तन झाले व परकीयांनाही ह्या धर्मात सामावून घेण्यात आले. यात शैव व वैष्णव पंथामुळे दुर्गा, गणपती, शक्ती सूर्य ब्रह्मा अशा देवतांची भर पडून भक्तीपंथ रुजू झाला. जातिसंस्था वाढीस लागल्या. ब्राह्मणांना महत्त्व प्राप्त झाले. ह्याच काळात वैदिक स्मृतीग्रंथ निर्माण झाले. या सगळ्याचा परिणाम पुढे बौद्ध कलेवर व्हायचा होता.

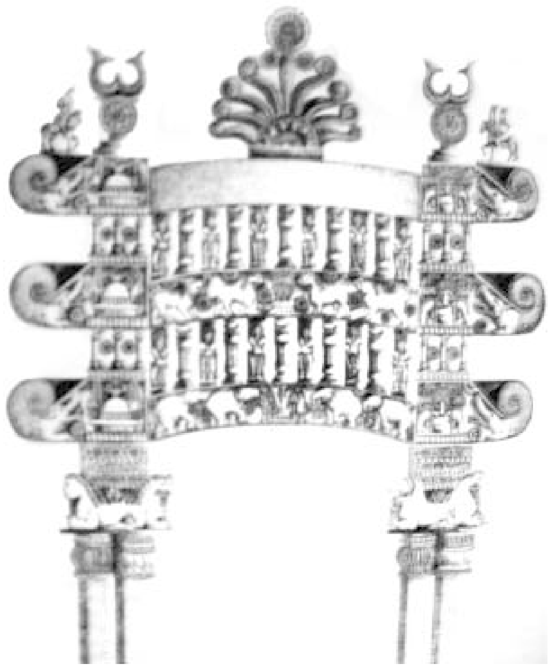
वास्तुकला

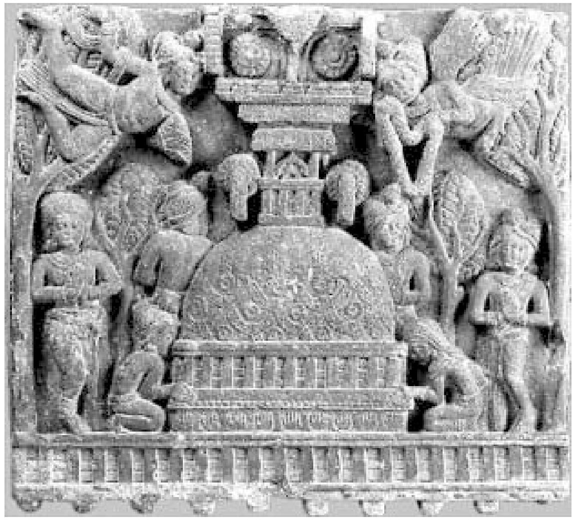
सांचीच्या पूर्वेच्या बाजूस असलेल्या तोरणावरील 'कपिलवस्तूकडे पुनरागमन' ह्या उस्थितशिल्पावरून त्यावेळच्या नागरी वास्तूंची कल्पना करता येते. अनेक मजली इमारती, प्रशस्त रस्ते, इमारतीचे सौध, कठडे, त्यावरील चैत्यकमानींचे अलंकरण वगैरे गोष्टी वास्तुकलेची प्रगती दाखवितात.

वास्तुकलेमध्ये बौद्ध स्तुपांची भर पडली. भगवान बुद्धाच्या महापरिनिर्वाणानंतर कुशिनारा येथे बुद्धाचे दहन करण्यात आले. त्यानंतर बुद्धाचे अवशेष अष्टदिशाना भिक्षूंबरोबर पाठवले गेले. तदनंतर अस्थी ठेवलेल्या कुंभावर स्तूप बांधण्यात आले. शेवटी तर तो कुंभ जेथे ठेवला होता त्या जागेवरील माती घेऊन जाऊन त्यावरही स्तूप बांधण्यात आले. अशा रीतीने बुद्धाचे स्तूप दाही दिशाना पसरले.

बुद्धाचे शरीरअवशेष एका करंडकामध्ये ठेवून तो करंडक स्तूपाच्या मध्यभागी ठेवण्यात येत असे. स्तूपांच्या आधी कुणाही मृतशरीराच्या अवशेषास जमिनीत पुरून ठेवून त्यावर ओटा करण्याचे काम होत असे. त्याला समाधीचे स्वरूप प्राप्त झाले. परंतु बुद्ध हा महापुरुष होता म्हणून बुद्ध स्तूपाची रचना मात्र वेगळी असे. एक चौरस अथवा गोल ओटा करून त्याच्या सभोवार वेदिका (कठडा) करीत असत व मध्यभागी अर्धगोल आकाराचा अंड उभा करीत. अंडाभोवती प्रदक्षिणा करण्याकरीता वेदिकेच्या आत जागा असे. आजही त्या रचना पहायला मिळतात. अंडाचे वर चौरस आकाराचे बांधकाम असते. तिला हर्मिका म्हणतात. ह्या हर्मिकेवर अथवा अंडाचे तळाशी मध्यभागी बुद्धाचे अवशेष सन्मानाने ठेवलेले असतात. हर्मिकेचे वर तीन छत्रे असतात. ती छत्रे त्रैलोक्याची म्हणून ओळखली जातात. (भूलोक, पाताल व स्वर्ग) ह्याचाच अर्थ त्रैलोक्याधिपतीची ही समाधी आहे हे समजावे.

सम्राट अशोकाने जुन्या स्तूपांमधून बुद्धावशेष काढून त्यांचे विघटन करून सर्व





बुद्धस्तूपांमध्ये भारहूतचा स्तूप हा प्राचीन समजला जातो. वेदिकेवरील दगडामध्ये केलेल्या कोरीव कामात गौतमबुद्धाच्या जीवनातील काही प्रसंग व जातककथा ह्याचे शिल्पकाम अत्यंत कलापूर्ण असे आहे. स्तूपाचे बांधकाम विटांमध्ये केले होते त्यामुळे ते आता कुठेच अस्तित्वात दिसत नाही परंतु वेदिका-कठडे तोरणे ही दगडामध्ये केलेली असल्यामुळे आपल्याला आज बघावयास मिळतात. उभ्या खांबांसाठी खोबणी करून त्यात दगडाच्या आडव्या चीपा बसवून जोडणीचे काम केले आहे. बौद्धकालीन स्तुपांचे सौंदर्य वाढवण्यास शिल्पकला कारणीभूत ठरली व त्यामुळे भारतभर ८४,००० स्तूप बांधले असे म्हणतात. नंतरच्या काळात गुहामंदिरामधून कोरलेले स्तूप हे प्रतिकात्मक स्वरूपामध्ये 'बुद्ध' प्रगट करतात.

इ.स.पूर्व १५० च्या सुमारास एक स्तूप नागोद जिल्ह्यातील भारहूत (हल्लीचे नाव सटना) येथे बांधला गेला. कालौघात अनास्थेमुळे तो पडून नष्ट झाला. १८७३ साली तेथे झालेल्या उत्खननात त्या स्तूपाच्या वेदिकेचे व तोरणाचे अवशेष सापडले. ते कलकत्ता येथील म्युझियममध्ये बघावयास मिळतात. त्याच्याशिवाय त्या स्तूपाची कुठलीही नाव निशाणी मिळत नाही. एकूण

वास्तुकला व शिल्पकला ह्या एकत्र आल्यामुळे सौंदर्यात भर पडली. भारहूत शिल्पामध्ये विविध विषय असले तरी सर्वात जास्त चित्रण जातक कथांचे झाले आहे. गौतम बुद्धाच्या जन्माच्या आधी बुद्धाने ५४७ जन्म घेतले होते. त्या जन्मांच्या कथा म्हणजे जातक कथा. प्रत्येक जन्मांमध्ये बुद्धाने दहा पारमितांपैकी एकेका पारमिताचा अभ्यास केला. त्या म्हणजे दान, शील, नैष्कर्म्य, प्रज्ञा, वीर्य, शांती, सत्य, अधिष्ठान, मैत्री व उपेक्षा. त्यामुळे ह्या जातककथांच्या चित्रणातून काहीतरी बोध मिळतो.

भारहूतच्या प्रवेशद्वारावरील स्तंभात कोरलेल्या शिल्पाकृति उंच व उठावदार आहेत. ही शिल्पे यक्ष, यक्षिणीची, नाग व तत्सदृश देवतांची आहेत. यक्ष, यक्षिणी, नाग या इतर देवता स्तूपाचे रक्षण करतात असा एक दृढ समज.

ह्या शिल्पाकृतीमध्ये बुद्धप्रतिमांचे अवलंबन दिसत नाही. बुद्ध हा प्रतिकात्मक स्वरूपात दिसतो. धर्मचक्र, पादुका, रिक्त सिंहासन, बोधिवृक्ष, पादुकांसमोर नतमस्तक झालेली मनुष्याकृती अशी ती प्रतिके आहेत.

भारहूतच्या स्तूपानंतर १०० वर्षांनी सांचीचा स्तूप बांधावयास सुरुवात झाली. कित्येक वर्ष हे बांधकाम चालू होते. हा स्तूप मौर्यकाळात बांधावयास सुरुवात झाली असावी. त्यावेळी त्याचे कठडे व दरवाजे लाकडी असावेत. इ.स.पूर्व ७२ ते २५ च्या सुमारास आज दिसणारी तोरणे बनविण्यात आली असावीत.

कलात्मक शिल्पांचा उत्कृष्ट अविष्कार हा सांचीच्या स्तूपाचा

लौकिक आहे. खोलवर केलेले कोरीव खोदकाम, शिल्पाकृतींच्या रेखांकनातील प्राविण्य ह्यामुळे ही शिल्पे जिवंत वाटतात. कठड्यांच्या मधून जाण्याकरिता चारही दिशांना भव्य प्रवेशद्वारे आहेत. स्तूपाची रुंदी ३६ मीटर असून उंची १६२ मीटर आहे. मेढी ४.८० मीटर उंचीची आहे. प्रदक्षिणापथाकडे जाण्यासाठी दक्षिणेच्या बाजूने दोन सोपान मार्ग आहेत. प्रवेशद्वाराची तोरणे १०.२० मीटर उंचीची व ६ मीटर रुंदीच्या रस्त्यांची आहे ह्या स्तंभशीर्षावर पाठीवर पाठ लावलेल्या चार

सिंहाच्या आकृती आहेत. उत्तर व पूर्व तोरणांवर चार हत्ती पाठीस पाठ लावून उभे आहेत. प्रत्येक हत्तीवर माहूत बसलेला आहे. इ.स. पूर्व ७२ ते २५ ह्या काळांत आंध्र राजांनी उभारलेली आहेत, भारहूत प्रमाणे जातककथा व बुद्धजीवनातील प्रसंग कोरलेले आहेत. त्यात षड्दंत जातक, कपिलवस्तूहून महाप्रयाण वगैरे कोरलेली दृश्ये आहेत. पूर्व व दक्षिण तोरणांवरील शालभंजिकांची शिल्पे उल्लेखनीय आहेत.

पर्शियन व शक वंश

इ.स.पूर्व ६० ते इ.स. ४८

शुंग कालीन कलेनंतर भारतीय कलेच्या क्षेत्रात दोन महत्त्वाचे टप्पे जे वैशिष्ट्यपूर्ण असे म्हणता येतील ते म्हणजे गांधार व मथुरा कला हे होत. गांधार म्हणजे हल्लीच्या कंदहारचे प्राचीन नाव. बलुचिस्तान व अफगाणिस्तानचा प्रदेश म्हणजे गांधार.

ह्या मार्गाने युरोप व मध्य आशियामधून येऊन ग्रीक, पर्शियन, शकांनी भारतावर प्रचंड आक्रमणे केली. ह्या आक्रमणांमुळे भारतीय राजकीय परिस्थितीवर जसा परिणाम झाला तसा भारतीय कलेवरही झाला. येथे ग्रीक लोकांचे राज्य, त्यांचे आक्रमण, त्यांचे येथील राहणे त्यामुळे ग्रीक मूर्तीकलेचा प्रभाव भारतीय मूर्तीकलेवर पडल्यावाचून राहिला नाही. भारतीय कला परंपरा व ग्रीक मूर्तीकला ह्यांचा संगम होऊन 'गांधार' शैलीचा किंवा ग्रीकोरोमन कलेचा उगम झाला ही शैली 'मथुरा' शैलीच्या समकालीत होती. ग्रीको रोमन शैलीची छाप असलेल्या गांधार शैलीने गर्द स्लेट रंगाचा दगड (schist) चुनखडकाचा (limestone) वापर मुक्तपणे होऊ लागला. मातीची शिल्पे पण होऊ लागली. गांधार शिल्पकारानी बुद्धाला प्रतिमा स्वरूपात, मानवी स्वरूपात प्रकट केले. ग्रीको रोमन शैलीमुळे केलेल्या प्रतिमा जिवंत व चैतन्यपूर्ण वाटतात. भगवान बुद्धांची योगावस्थेतील प्रतिमा, त्याचे उपोषण व्रतामुळे खंगलेले शरीर अशा मूर्ती घडवण्यात आल्या आहेत. बुद्ध आणि बोधिसत्वाच्या अंगावर चुण्या पडलेली ग्रीक धाटणीप्रमाणे वस्त्रे दाखवली आहेत. केसांचे कुरळे गोल झुपके, पीळदार शरीरयष्टी ही ग्रीक कलेची वैशिष्ट्ये उठून दिसतात.

बुद्धाचा शीर्षशिल्पे आहेत ती नीटस, समतोल व सुडौल आहेत.

गांधार व मथुरा शैलीतील महत्त्वाचा फरक म्हणजे गांधार शैलीत मूर्तीच्या अंगावरील वस्त्र हे सैल दाखवलेले असते व मथुरा शैलीत ते अंगाला चिकटलेले असते. गांधार शैलीचा प्रभाव भारताच्या उत्तरेकडे पडलेला दिसतो व मथुरा शैलीचा हळू हळू विकास होत होत ती गुप्त शैलीत उत्क्रांत झालेली दिसते.

■

लेखक : **राम अनंत थत्ते,** शिल्पकार, अजिंठा येथील गुंफांचा विशेष अभ्यास, 'अजिंठा' हे पुस्तक अक्षरमुद्रा प्रकाशनद्वारे प्रकाशित.

शरीरातील एअर कंडिशनर

लेखक : पु. के. चितळे

बिरबलाची खिचडी सगळयांच्याच परिचयाची असेल असे मला वाटते. आपल्याला बिरबलाच्या खिचडीशी काहीच कर्तव्य नाही. पण खिचडीच्या गोष्टीचा पूर्वार्ध नक्कीच पुन्हा विचार करायला लावणारा आहे.

अकबर बादशहाचा निर्णय बरोबर होता का ?

या गोष्टीतील तो अज्ञात माणूस अकबर बादशहाने घातलेल्या अटीप्रमाणे रात्रभर पाण्यात उभा राहिला खरा, पण तो बादशहाच्या बक्षिसास मात्र पात्र ठरला नाही. कारण पाण्यात तो उभा असलेल्या ठिकाणापासून फार लांब असलेला एक लहानसा टिमटिमता दिवा त्याला रात्रभर दिसत होता. फक्त 'त्या दिव्याकडे बघून त्याला रात्रभर गार पाण्यात उभे राहण्यापुरती ऊब मिळाली', असा निर्णय देऊन बादशहाने त्याला कबूल केलेले बक्षीस देण्यास नकार दिला. बादशहाने दिलेल्या निर्णयाचा नीरक्षीर विवेक करण्याच्या फंदात न पडता आपण फक्त एवढेच बघू की, शास्त्रीयदृष्ट्या एखाद्या माणसाला, गोष्टीत सांगितलेल्या परिस्थितीप्रमाणे रात्रभर गार पाण्यात उभे राहणे शक्य होते का ?

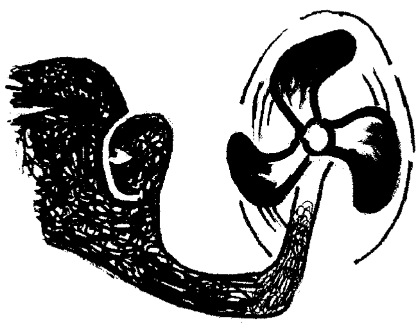
या प्रश्नाचे शास्त्रोक्त उत्तर 'होय' असे ऐकून बऱ्याच जणांना आश्चर्य वाटेल यात शंका नाही. शास्त्रीयदृष्ट्या त्या परिस्थितीत रात्रभर गार पाण्यात उभे राहण्याची तपश्चर्या सगळ्यांना जमणार नसली तरी तसे करणे असंभव नाही. मात्र त्यासाठी त्याला अनेक दिवस अगोदरपासून त्याचा सराव करणे अत्यंत आवश्यक होते. या विधानाच्या पुष्टीसाठी शास्त्रज्ञांनी केलेल्या काही प्रयोगांची उदाहरणे देता येतील.

गरज सरावाची

१९५० साली डॉ.पी.एफ. शोलॅन्डर यांनी ऑस्ट्रेलियातील कोरडे हवामान असलेल्या एका ठिकाणी एक प्रयोग केला. ऑस्ट्रेलियातील ६ आदिवासी आणि गोऱ्या कातडीच्या ४ व्यक्तींनी, म्हणजे ४ युरोपियन शास्त्रज्ञांनी थंडीच्या दिवसात एका रात्रीपुरते एकत्र राहण्याचे ठरविले. रात्री आपापल्या अंथरुणावर पडून आराम करत असताना थोड्या वेळातच युरोपियन शास्त्रज्ञांना थंडीने

कापरे भरले आणि ती सगळी रात्र त्यांना थंडीने कुडकुडत, न झोपताच काढावी लागली. पण ते सर्व आदिवासी आपापल्या अंथरुणात डाराडूर झोपले होते. त्यांना तिथल्या थंडीचा थोडासाही त्रास झाला नव्हता. थंड हवामानाशी वारंवार संपर्क येत असल्यामुळे आदिवासींना तिथल्या थंडीची सवय झाली होती. त्यांच्या त्वचेत थंडी सहन करण्याची क्षमता युरोपियन शास्त्रज्ञांच्या त्वचेपेक्षा ३० टक्क्याने जास्त असल्याचे आढळून आले. म्हणूनच त्यांना थंडीचा त्रास झाला नाही.

आजच्या सुसंस्कृत आणि सभ्य समजल्या जाणाऱ्या जीवन पद्धतीत वाढलेला माणूस थंड वातावरणाशी कुठपर्यंत जुळवून घेऊ शकतो, याची चाचणी घेण्यासाठी नॉर्वे येथील काही विद्यार्थ्यांनी एक आगळा प्रयोग केला. ती सर्व मंडळी नॉर्वेमधील एका थंड पहाडी भागात ६ आठवड्यासाठी राहण्यास गेली. हे विद्यार्थी संपूर्ण दिवस भटकणे, मासेमारी करणे किंवा रेनडियर या प्राण्याची शिकार करणे, अशा गोष्टीत घालवीत असत. रात्रीच्या वेळी हे लोक त्यांच्या कॅम्पमधील आपापल्या अंथरुणावर, जवळ जवळ काहीही न घालता अगदी हलक्याशा पांघरुणाखाली झोपत असत. त्या वेळी त्यांच्या भोवतालचे तापमान ३ अंश सेल्सियस असायचे. पहिल्या आठवड्यात त्या विद्यार्थ्यांना बहुतेक प्रत्येक रात्र थंडीने कुडकुडत अत्यंत कष्टप्रद अवस्थेत काढावी लागली. थंडीमुळे त्यांना रोज जागरणच होत होते. पण पुढे हळूहळू या थंडीला सामोरे जाण्यासाठी त्यांच्या शरीरातील विभिन्न प्रक्रियांमध्ये अनेक बदल घडून आले. रात्रीच्या वेळी त्यांच्या शरीरात होणाऱ्या चयापचयांच्या सर्व क्रियांचा वेग वाढला. त्यांच्या त्वचेचे तापमान पहिल्यापेक्षा जास्त राहू लागले. सुरुवातीला त्यांच्या पायांचे तापमान १३ अंश सेल्सियसपर्यंत खाली यायचे व त्यामुळे त्यांच्या पायांना असह्य वेदना होत असत. पण काही दिवसानंतर हे तापमान २७ अंश सेल्सियस एवढे राहू लागले. काही प्रमाणात त्यांना अजूनही थोडी थंडी वाजायची पण त्यांना आता भरपूर झोप घेता येत असे. हळूहळू त्या सर्वांना तेथील थंडीचा सराव झाला आणि त्यांना तिथल्या थंडीचे काहीच वाटेनासे झाले. ६ आठवड्यानंतर त्यांचा प्रयोग संपल्यावर जेव्हा ही मंडळी



आपापल्या घरी परतली तेव्हा सुरुवातीचे काही दिवस त्यांना आपल्या नेहमीच्या उबदार अंथरुणात होणाऱ्या उकाड्यामुळे बऱ्याच रात्री जागूनच काढाव्या लागल्या.

या उदाहरणांवरून हे अगदी स्पष्ट होते की, माणसाला थंड वातावरणाला यशस्वीपणे सामोरे जाण्याची क्षमता सरावाने प्राप्त करता येऊ शकते. अकबर बादशहाची गाठ कदाचित असाच सराव केलेल्या एखाद्या इसमाशी पडली असावी आणि काही तरी थातुर-मातुर कारण देऊन बादशहाने आपली सुटका करून घेतली. खरे पाहिले तर त्या सराव केलेल्या चतुर इसमाला लांबवर टिमटिमत असलेल्या दिव्याची मुळीच आवश्यकता नव्हती आणि म्हणून त्याने त्या टिमटिमत्या दिव्याशिवाय तो प्रयोग पुन्हा करण्याची तयारी दाखवून बादशहाची चांगली जिरवायला पाहिजे होती.

ऊब कुठून येते ?

आपण आणखी एक गमतीदार उदाहरण बघू. कल्पना करा की, थंडीची एक रात्र एखाद्या खुल्या मैदानात काढण्याची वेळ तुमच्यावर आली. तुमच्याजवळ अंथरुण-पांघरुणाची भरपूर व्यवस्था असल्याने तुम्ही त्या मैदानातच आपली पथारी पसरून निश्चितपणे ताणून द्याल. सुरुवातीला काही वेळ तुम्हाला थंडीचा त्रास नक्कीच होईल पण नंतर हळूहळू तुमच्या पांघरुणातली ऊब वाढत जाईल आणि थोड्या वेळात आपल्या उबदार अंथरुणात तुम्ही घोरूही लागाल. अशीही एक शक्यता आहे की, सुरुवातीला घेतलेल्या अनेक ब्लॅन्केटपैकी एखादे ब्लॅन्केट आता होऊ लागलेल्या उकाड्यामुळे कमी करण्याचा विचारही तुमच्या मनात येईल. आपल्या कल्पनाशक्तीला आणखी थोडा ताण देऊन विचार करा की, तुम्ही झोपलेल्या उघड्या मैदानात तुमच्या नजरेत एक सुंदर संगमरवरी मूर्ती येते. पण मैदानातील थंडीमुळे ती मूर्ती गार झालेली असते आणि कळत-नकळतच तुम्ही थंडीने गार झालेल्या त्या मूर्तीवरही तुमच्या ब्लॅन्केटच्या साठ्यामधील १-२ ब्लॅन्केटचे पांघरूण घालता. पण काही वेळाने तुमच्या लक्षात येते की, ती मूर्ती अजूनही गारठलेलीच आहे. तुम्ही आपल्या जवळची सर्व ब्लॅन्केट जरी मूर्तीवर घातली तरी ती मूर्ती गारठलेलीच असते. तिला थोडीही ऊब येत नाही. मूर्तीचे तापमान एक अंशानेही वाढत नाही.

तुम्ही व्यवस्थित पांघरूण घेऊन झोपला की काही वेळातच तुमच्या अंथरुणाला ऊब येते, पण कितीही पांघरुणे घातली तरी तशी ऊब त्या मूर्तीच्या पांघरुणात का येत नाही ? एक महत्त्वाची गोष्ट अशी की, अंथरुणातील ऊबेचे स्रोत पांघरुण नसून पांघरुणात असलेले आपले जिवंत शरीर आहे. शरीरात सतत होत असणाऱ्या अनेक चयापचयाच्या प्रक्रियांमुळे शरीरात उष्म्याची निर्मिती नेहमीच होत असते. हा उष्मा थोडा थोडा करून शरीराच्या बाहेरील वातावरणात झिरपत असतो. आपले शरीर पांघरुणाने वेढले गेले की आपल्याच शरीरातून बाहेर पडणारा हा ऊष्मा पांघरुणाच्या आत बंदिस्त होत जातो. हळूहळू या बंदिस्त उष्म्याचे प्रमाण वाढत जाते. त्याचबरोबरच पांघरुणातील तापमानही वाढत जाते आणि आपल्याला पांघरुण उबदार वाटू लागते. म्हणजे पांघरुणाचे काम उष्मा निर्मिती नसून आपल्या शरीरातून बाहेर पडलेल्या उष्म्याला शरीराभोवती बंदिस्त करून ठेवणे एवढेच असते. मैदानातील संगमरवराची मूर्ती दिसायला कितीही सुंदर, कितीही सजीव वाटत असली तरी निर्जीव असते. तिच्यात उष्म्याची निर्मिती करण्याची क्षमता नसते. म्हणूनच तिच्यावर कितीही पांघरुणे घातली तरी ती गारचीगारच राहणार.

शरीराचे तापमान स्थिर असणे आवश्यक

स्वस्थ माणसाच्या शरीराचे तापमान साधारणपणे नेहमी ३६.९ अंश सेल्सियस असते. आपल्या भोवतालचे तापमान ऋतूमानाप्रमाणे जास्त किंवा कमी झाले तरी आपल्या शरीराचे तापमान बदलत नाही. शरीराचे तापमान इतक्या काटेकोरपणे स्थिर ठेवण्याची आवश्यकता का असावी ? आपल्या शरीरातील सर्व विकर (Enzymes) एका विशिष्ट तापमानावरच आपापली कामे योग्य प्रकारे करू शकतात आणि हे तापमान ३६.९ अंश सेल्सियसच्या जवळपास असते. शरीराचे तापमान यापेक्षा कमी किंवा जास्त झाले तर विकरांची कामे तसेच शरीराची इतर कामेही नीटपणे होत नाहीत. ही सर्व कामे व्यवस्थितपणे व्हावीत आणि शरीर स्वस्थ असावे यासाठी शरीराचे तापमान ३६.९ सेल्सियसवर स्थिर ठेवणे आवश्यक असते.

तापमान स्थिर ठेवण्याच्या दोन पद्धती

माणसाप्रमाणे बहुतेक सर्व प्राण्यात आणि वनस्पतीतही शरीराचे तापमान स्थिर ठेवण्याचा प्रयत्न त्यांच्या शरीराकडून होत असतो. पण याची पद्धत सर्व सजीवात सारखी नसते. प्राण्यात यासाठी दोन निराळ्या पद्धतींचा वापर केला जातो आणि त्या आधारावर प्राण्यांचे दोन वर्ग करण्यात येतात. या आधारावर पहिला वर्ग अशा प्राण्यांचा आहे ज्यांना आपल्या शरीराचे तापमान स्थिर ठेवण्यासाठी आपल्या भोवतालच्या परिसराची मदत घ्यावी लागत नाही. म्हणजे त्यांचे शरीर भोवतालच्या परिसरावर अवलंबून न राहता आपले तापमान स्थिर ठेवण्यात सक्षम असतात. अशा प्राण्यांना आंतरउष्मा नियामक

(Endothermic) म्हणतात. माणूस इतर, सस्तन प्राणी आणि पक्षी आंतरउष्मा नियामक प्राण्यात मोडतात.

दुसरा वर्ग अशा प्राण्यांचा आहे ज्यांना आपल्या शरीराचे तापमान स्थिर ठेवण्यासाठी आपल्या भोवतालच्या परिसराची मदत घ्यावी लागते. कारण त्यांच्या शरीरात त्याचे तापमान स्थिर ठेवण्याची क्षमता नसते. म्हणजे त्यांच्या शरीराचे तापमान त्यांच्या परिसरावर तापमानावर अवलंबून असते. अशा प्राण्यांना बाह्यउष्मा नियामक (Ectothermic) म्हणतात. पक्षी आणि सस्तन प्राणी वगळता इतर सर्व प्राणी या वर्गात मोडतात.

काही वेळा प्राण्यांच्या या दोन वर्गांसाठी क्रमशः उष्णरक्त असणारे (Warm blooded) आणि शीतरक्त असणारे (Cold blooded) या नावांचाही उपयोग केला जातो. पण ही दोन्ही नावे समर्पक नाहीत. कारण कुठल्याही प्राण्याचे रक्त उष्ण किंवा शीत नसते. कारण सर्व प्राण्यांच्या शरीराप्रमाणे त्यांच्या रक्ताचेही एक विशिष्ट स्थिर तापमान असते. आपण इथे फक्त आंतरउष्मा नियामक प्राण्यांचाच विचार करू.

उष्मा वहनाचे तीन प्रकार

आपल्या शरीरातून एखाद्या वस्तूत उष्मा जाऊ लागला की, ती वस्तू आपल्याला गार लागते. तसेच एखाद्या वस्तूमधून शरीरात उष्मा येऊ लागल्यास आपल्याला ती वस्तू गरम लागते. एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी उष्म्याचे वहन होण्याच्या चार भौतिक पद्धती असतात. भौतिक शास्त्राप्रमाणे त्यांना क्रमशः विकिरण (Radiation), संवहन (Conduction), प्रापण (Convection) आणि बाष्पीभवन (Evaporarion) असे म्हणतात. या शिवाय शरीरातून उत्सर्जित केल्या जाणाऱ्या टाकाऊ पदार्थांबरोबरसुद्धा उष्मा शरीराच्या बाहेर जात असतो.

● एखाद्या गरम वस्तूमधून तिच्या भोवतालच्या परिसरात उष्म्याचा प्रवाह होतो पण उष्म्याचे वहन होताना मधले माध्यम गरम होत नाही, त्याला विकिरण म्हणतात. उदा. रखरखत्या उन्हात एखादी धातूची वस्तू ठेवली तर काही वेळाने ती वस्तू तापते. पण सूर्यापासून त्या वस्तूपर्यंत उष्मा आणणारे माध्यम, म्हणजे हवा तेवढी तापत नाही. आपल्या शरीरातून बाहेर जाणाऱ्या व तसेच सूर्याकडून किंवा कुठल्याही लांबच्या वस्तूकडून शरीराला मिळणाऱ्या उष्म्याचे वहन विकिरणाच्याच पद्धतीने होते.

● जेव्हा एखाद्या वस्तूमधील उष्मा तिला चिकटून असलेल्या वस्तूमध्ये जाऊ लागतो तेव्हा उष्म्याचे वहन संवहन पद्धतीने होते. उदा. आपण आपल्या घरातील फरशीवर लोळतो आणि फरशीच्या तापमानाप्रमाणे तिच्यातून उष्मा शरीरात येतो किंवा शरीरातील उष्मा फरशीत जातो तेव्हा उष्म्याचे

वहन संवहन पद्धतीने होते. धातूच्या तुकड्याचे एक टोक गरम केले तर काही वेळा नंतर दूरच्या टोकाचेही तापमान वाढते. ते संवहन पद्धतीने उष्णतेचे वहन झाल्यामुळेच.

● आपल्या भोवतालच्या हवेचे तसेच नदी, समुद्र यांच्या पाण्याचे तापमान सर्व ठिकाणी सारखे नसते. त्यामुळे उच्च तापमान असलेल्या ठिकाणाहून कमी तापमान असलेल्या ठिकाणाकडे उष्म्याचा प्रवाह होऊ लागतो. उष्म्याचा हा प्रवाह तेथील हवा किंवा पाण्याबरोबर होतो. उष्मा वहनाच्या या पद्धतीला प्रापण म्हणतात. उदा. हवेचे किंवा पाण्याचे गरम-गार प्रवाह तयार होतात. ते उष्म्याच्या प्रापणामुळेच उत्पन्न होतात.

● कुठल्याही द्रव पदार्थाच्या पृष्ठभागावरून त्याचे वायूरूपात रूपांतर सतत होत असते. या क्रियेला बाष्पीभवन म्हणतात. बाष्पीभवनामुळे द्रव पदार्थाच्या पृष्ठभागावरून उष्मा बाहेर जातो आणि पृष्ठभागाबरोबर द्रव पदार्थाचे तापमान कमी होते. उदा. उन्हाळ्याच्या दिवसात आपल्याला येणाऱ्या घामाचे त्वचेच्या पृष्ठभागावरून बाष्पीभवन होते आणि तेव्हा त्वचेच्या पृष्ठभागावरून उष्मा बाहेर गेल्याने आपल्याला गार वाटते.

कुठल्याही प्रकाराने माणसाच्या (किंवा इतर आंतरउष्मा नियामक प्राण्याच्या) शरीरातून उष्मा बाहेर गेला किंवा बाहेरून शरीरात आला तर शरीराचे तापमान बदलते. म्हणून या दोन्ही परिस्थितीत शरीराचे तापमान स्थिर ठेवण्यासाठी शरीरात काही भौतिक आणि रासायनिक प्रक्रिया होतात. त्यामुळे माणसाच्या शरीराचे तापमान ३६.९ अंश सेल्सियसवर स्थिर राहते.

शरीरातील उष्मा बाहेर जातो तेव्हा

(१) त्वचेखाली मेद पदार्थांचा (Subcutaneous fat) एक पातळसा थर असतो. यामुळे उष्मा शरीराच्या बाहेर जाण्यास मज्जाव होतो. म्हणूनच फार थंड प्रदेशात राहणाऱ्या देवमासा, सील, बर्फाळ प्रदेशातील पांढरे अस्वल आदी प्राण्यांच्या त्वचेखाली असणारा मेद पदार्थाचा थर इतर प्रदेशात राहणाऱ्या प्राण्यांपेक्षा बराच जाड असतो. जाडजूड माणसात पण मेद पदार्थांचा थर सडपातळ माणसातील थरापेक्षा जास्त असतो आणि म्हणूनच जाड माणसांना थंडीचा त्रास कमी होतो.

(२) केसाळ सस्तन प्राण्यांच्या त्वचेवरील केस त्यांना थंडी वाजू लागली की, ताठ होतात. ताठ झालेल्या त्यांच्या केसांमधील पोकळीत हवा अडकून राहते. शरीरातून बाहेर पडणाऱ्या उष्म्यामुळे ही हवा गरम होते व त्यापासून शरीराला ऊब मिळते आणि शरीराबाहेर जाणाऱ्या उष्णतेचे प्रमाण कमी होते. पक्ष्यांमध्ये हीच कामगिरी त्यांच्या शरीरावर असलेल्या पिसांमुळे केली जाते. माणसाच्या शरीरावर केसांचे प्रमाण फार कमी असल्याने माणसाच्या शरीरातून बाहेर झिरपणाऱ्या उष्म्याला थोपवून धरण्यास

केसांचा उपयोग होत नाही.

(३) त्वचेच्या पृष्ठभागाजवळ असलेल्या रक्तवाहिन्या आकुंचित होतात. त्यामुळे त्वचेच्या पृष्ठभागाजवळ प्रवाहित होणाऱ्या रक्ताचे प्रमाण बरेच कमी होते आणि त्याबरोबरच रक्तातून शरीराच्या बाहेर जाणाऱ्या उष्माचे प्रमाणही कमी होते. अशावेळी रक्ताचा प्रवाह शरीराच्या पृष्ठभागापासून लांब वाहून नेण्यासाठी विशेष रक्तवाहिन्या असतात. अशा तऱ्हेने शरीरात प्रवाहित होणाऱ्या रक्ताचा बराचसा भाग शरीराच्या पृष्ठभागापासून लांब शरीराच्या आतील भागात खेळत राहतो आणि रक्तातील उष्मा बाहेर जाण्यास प्रतिबंध होतो.

(४) शरीरात होणाऱ्या सर्व चयापचयांच्या क्रियांचा वेग आणि प्रमाण वाढते त्यामुळे या क्रियांपासून शरीरात तयार होणाऱ्या उष्म्याचे प्रमाणही वाढते व शरीराचे तापमान स्थिर ठेवण्यास मदत मिळते. उदा. आपल्याला फार जास्त प्रमाणात थंडी वाजू लागली की, आपल्या अंगात कापरे भरते आणि आपले शरीर थंडीने कुडकुडू लागते. यामुळे शरीरातील काही स्नायूंना अतिरिक्त व्यायाम करावा लागतो. त्यापासून अतिरिक्त उष्मा निर्मिती होते. रोज व्यायाम करणाऱ्या व्यक्तींना हा अनुभव नेहमीच येत असेल की, व्यायाम करताना शरीरात फार मोठ्या प्रमाणात उष्मा निर्मिती होते आणि त्यामुळे थंडी कमी होऊन थंडीच्या दिवसातही शरीराला घाम येतो. म्हणजे थंडीने शरीर कुडकुडणे, ही थंडी कमी करण्यासाठी शरीराकडून होणारी एक सहज आणि नैसर्गिक प्रक्रिया आहे. कुडकुडण्यामुळे शरीरात तयार होणाऱ्या उष्म्याचे प्रमाण चार पटीने वाढू शकते.

वर उल्लेख केलेल्या प्रक्रियांपैकी पहिल्या तीन प्रक्रिया भौतिक आहेत तर शेवटची प्रक्रिया रासायनिक स्वरूपाची आहे.

शरीरात बाहेरून उष्मा येतो तेव्हा

(१) ऊष्ण कटिबंधात राहणाऱ्या प्राण्यांच्या त्वचेखाली मेद पदार्थांचा थर पातळ असतो. त्यामुळे शरीरात बाहेरून शिरणारा उष्मा एकाच ठिकाणी न राहता शरीरात सगळीकडे पसरतो. त्यामुळे त्यांना या उष्म्याचा त्रास कमी होतो.

(२) केसाळ प्राण्यांचे केस ताठ न राहता आडवे पडतात. त्यामुळे त्वचेवर हवेचा थर तयार होत नाही आणि शरीरातील उष्मा सहजपणे बाहेर पडण्यास मदत होते.

(३) त्वचेच्या पृष्ठभागाजवळील रक्तवाहिन्या प्रसरण पावतात आणि त्यांच्यामधून होणाऱ्या रक्तप्रवाहाचे प्रमाण वाढते. हे रक्त त्वचेच्या पृष्ठभागाजवळून प्रवाहित होत असताना त्याच्यातून बराच उष्मा शरीराच्या बाहेर टाकला जातो. त्यामुळे शरीराचे तापमान स्थिर ठेवण्यास मदत मिळते.

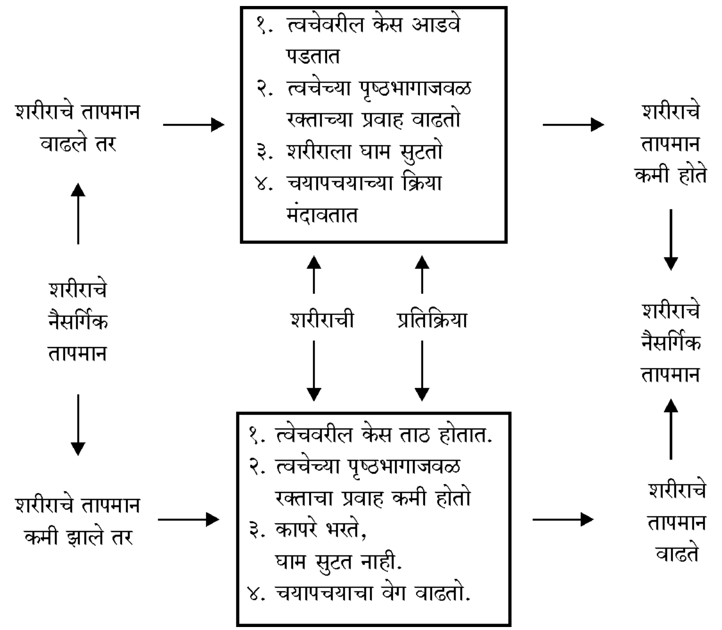
(४) आपल्याला उकडू लागल्यावर घाम सुटतो आणि त्वचेच्या पृष्ठभागावरून या घामाचे बाष्पीभवन होते व त्यामुळे शरीरातील उष्मा शरीराच्या बाहेर गेल्याने गार वाटते. माणसाशिवाय इतर सस्तन प्राण्यातही शरीराचे तापमान स्थिर ठेवण्यासाठी या पद्धतीचा वापर केला जातो. कुत्रा, वाघ यासारख्या प्राण्यात स्वेदग्रंथी (Sweat glands) फक्त पायांच्या तळव्यात असतात. म्हणून त्यांच्या संपूर्ण शरीराला घाम न येता फक्त पायांच्या तळव्यांनाच घाम येतो. उन्हाळ्यात हे प्राणी आपली जीभ बाहेर काढून त्यांना दम लागल्याप्रमाणे जोराजोराने श्वासोच्छ्वास (Panting) करतात.

या प्रक्रियांपैकी पण पहिल्या तीन प्रक्रिया भौतिक तर चौथी प्रक्रिया रासायनिक स्वरूपाची असते.

शरीरातील नैसर्गिक एअर कंडिशनर

अशाप्रकारे आपल्या शरीराचे नैसर्गिक तापमान स्थिर ठेवणाऱ्या यंत्रणेला आजच्या भाषेत एअर कंडिशनरच म्हणायला हवे. या एअर कंडिशनरचे काम कसे होते ते थोडक्यात खालच्या तक्त्यात दाखविले आहे –

आपल्या शरीरातील हा नैसर्गिक एअर कंडिशनर आपल्या शरीराचे तापमान स्थिर ठेवण्याचे काम अत्यंत समर्थपणे सतत करत असतो. ज्या प्रमाणे आपल्या भोवतालच्या परिसराचे तापमान बदलते, त्याबरोबर या एअर कंडिशनरच्या कामातही आपोआप



बदल होतो आणि आवश्यकतेप्रमाणे शरीरात बाहेरून शिरणाऱ्या किंवा शरीरातून बाहेर जाणाऱ्या उष्म्यास प्रतिबंध केला जातो. आजच्या प्रगत यांत्रिक युगातसुद्धा आपल्या

भोवतालच्या परिसराचे ज्ञान आपल्या शरीराला करून देण्यासाठी आपल्या त्वचेत विशेष प्रकारची ज्ञानेंद्रिये असतात. गार आणि गरम या दोन भिन्न प्रकारच्या अनुभूतींचे ज्ञान करून देण्यासाठी दोन निराळ्या प्रकारची ज्ञानेंद्रिये त्वचेत असतात. या ज्ञानेंद्रियांचा सबंध मेंदूशी असतो. या ज्ञानेंद्रियांकडून मिळणाऱ्या गार किंवा गरम अनुभूतींचे ज्ञान मेंदूला मिळाल्याबरोबर आवश्यकतेप्रमाणे शरीरातील एअर कंडिशनर आपले काम करतो. म्हणजे या एअर कंडिशनरचा नियामक (Regulator) आपल्या मेंदूत असतो.

आपल्या शरीराचे तापमान ३६.९ अंश सेल्सियसवर स्थिर ठेवण्यासाठी अनेक भौतिक आणि रासायनिक क्रियांचा सहभाग असतो हे आपण वर पाहिले. भोवतालचे तापमान जोपर्यंत २९ अंश सेल्सियस ते ३१ अंश सेल्सियसच्या दरम्यान असते तोपर्यंत आपल्याला विशेष त्रास होत नाही. पण भोवतालचे तापमान २९ अंश सेल्सियसच्या खाली आले की, शरीराचे तापमान स्थिर ठेवण्यासाठी भौतिक क्रियांना सुरूवात होते आणि त्यांच्या मदतीने शरीराचे तापमान स्थिर ठेवता येते. पण भोवतालचे तापमान २७ अंश सेल्सियसच्या खाली गेले तर परिस्थिती भौतिक क्रियांच्या हाताबाहेर जाते

With Best Compliments From

VISHWADEEP PRESS PARTS PVT. LTD.,

Manufacturers of Automobile Components and Furniture items

A/163- H Block, MIDC Pimpri, Pune-411 018.
Phone - 56113001, 27470313

आणि लगेच रासायनिक क्रियांना सुरूवात होते. भोवतालचे तापमान जर फारच कमी झाले तर, रासायनिक क्रियाही शरीराचे तापमान स्थिर ठेवण्यात असमर्थ होतात. त्याचा परिणाम म्हणून शरीराचे तापमान खाली जाऊ लागते. शरीराचे तापमान २६.७ अंश सेल्सियसच्या खाली गेले तर माणूस बेशुद्ध होतो आणि पुढे मृत्यूही होऊ शकतो.

याचप्रमाणे भोवतालचे तापमान वाढू लागले की, सुरुवातीला शरीराकडून फक्त भौतिक क्रियांच्या मदतीने शरीराचे तापमान स्थिर ठेवण्याचा प्रयत्न होतो. नंतर आवश्यकता पडल्यास या कामासाठी रासायनिक क्रियांचाही हातभार लागतो. इथेसुद्धा या क्रियांच्या क्षमतेच्या सीमा असतात. भोवतालचे तापमान त्या सीमेपलीकडे वाढले की, शरीराचे तापमान स्थिर ठेवण्याची यंत्रणा निकामी होऊन शरीराचे तापमान वाढू लागते. शरीराचे तापमान ४२ अंश सेल्सियसच्या जवळपास गेले की, बहुधा माणसाचा मृत्यू होतो.

या झाल्या अत्यंत टोकाच्या तापमानावर घडून येणाऱ्या गोष्टी. पण सर्वसाधारण माणसाच्या आयुष्यात असे प्रसंग क्वचितच येतात. थंड वातावरणाला सामोरे जाण्याच्या बाबतीत असे आढळून आले आहे की, आपली इच्छाशक्ती आणि मनोबल यांच्यापासून पण आपल्याला थंड वातावरणाशी जुळवून घेण्यास सहाय्य मिळते. आपली तशी तयारी असली तर नेहमीपेक्षा थोडी जास्त थंडी आपण सहज सहन करू शकतो.

आजच्याप्रमाणे सुसंस्कृत आणि सभ्य होण्याअगोदर आपले पूर्वजही उघड्या-नागड्या शरीरानेच सर्व प्रकारच्या वातावरणात वावरत असत. आजही बऱ्याच ठिकाणचे आदिवासी आपले शरीर फारसे न झाकता अगदी बिनदिक्कतपणे सर्व ऋतूत आपली कामे सहज करतच असतात. हिमालयात बर्फ पडणाऱ्या ठिकाणीसुद्धा दिवसातून दोन-दोन वेळा गार पाण्याने नियमितपणे आंघोळ करणारे बरेच लोक मी पाहिले आहेत. त्यांचे मनोबल त्या गोष्टींचा सराव असल्यामुळेच त्यांना असे करणे जमते.

याचा अर्थ असा नव्हे की, आपणसुद्धा पुढचा-मागचा विचार न करता एकदम त्यांचे अनुकरण करण्यास सुरुवात करावी. आपल्याला हे लक्षात ठेवायला हवे की, थोड्या जास्त थंडीचा आपण नेहमीच बाऊ करत राहिलो तर आपण मानस सरोवराच्या काठावर पोहोचूनसुद्धा तिथून कोरडेच परत येऊ. ■

सुरस कथा जैव संशोधनाच्या मॅजेस्टिक प्रकाशन २००९ मधून साभार

लेखक : **पु. के. चितळे,** जैवशास्त्राचे प्राध्यापक, निवृत्तीनंतरही सातत्याने लेखन, अनेक पुस्तके प्रकाशित व पुरस्कार प्राप्त.
मो. : 9820039759

प्राणी जगत

हिमघुबड

आर्क्टिकच्या बर्फाळ प्रदेशात राहणारं घुबड फार गोंडस गुबगुबीत दिसतं. त्याची सुंदर पांढरी पिसं त्याला बर्फात लपून राहण्यास मदत करतात. घुबड नर पूर्ण पांढरा असतो. तर मादीच्या पिसांवर सुबकसे ठिपके असतात. गंमत म्हणजे त्यांची पिल्ले गडद रंगाची असतात.

नर मादीची जोडी एकमेकांशी आयुष्यभर एकनिष्ठ राहते. अन्नाच्या उपलब्धतेनुसार ही जोडी २ ते १२ अंडी घालते. अन्नाचं दुर्भिक्ष्य असेल तर अजिबात अंडी घालत नाही. पिल्लांचं रक्षण करताना आईबाबा प्राण पणाला लावतात. प्रसंगी हिम लांडग्यांशीही झुंज देतात.

हिम घुबडांची दृष्टी व श्रवणक्षमता तीक्ष्ण असते. त्यांची चिकाटी प्रशंसनीय असते.

ते तासन् तास भक्ष्याची प्रतीक्षा करतात. बर्फाच्या जाड थराखालील किंवा खुरट्या झुडुपांमधील भक्ष्य ते शिताफीने पकडतात.

त्यांना लेमिंग हे प्राणी खायला आवडतात. इतके की, जसे लेमिंग स्थलांतर करतील तशी ही घुबडंपण स्थलांतर करतात. त्याखेरीज ससे, उंदीर, इतर पक्षी व मासेही ते खातात.

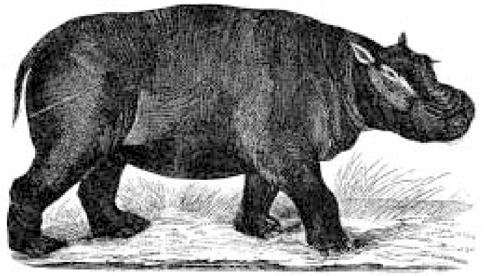
दीड ते ३ किलो वजनाची ही घुबडं सुमारे ९ वर्षे जगतात. इतर घुबडांपेक्षा त्यांचं एक वेगळेपण म्हणजे ही केवळ निशाचर नाहीत. ती दिवसा पण शिकार करतात.

आपल्याकडे घुबडांना अपशकुनी समजतात. पण हिम घुबडं बघण्यासाठी वैज्ञानिक व पर्यटक दर वर्षी लाखो डॉलर्स खर्च करतात.

पाणघोडा

यांना पाणी फार प्रिय. त्यांना रोमन लोक ‘नदीतले’ घोडे म्हणत. पाणघोडे आफ्रिकेतील उष्ण भागात आढळतात.

आपल्या महाकाय शरीराचं तापमान योग्य रहावं म्हणून ते दिवसातील १६-१६ तास पाण्याखाली डुंबत असतात. ते पट्टीचे पोहणारे तर असतातच, पण पाण्याखाली ते सुमारे ५ मिनिटं श्वास रोखून धरू शकतात.



गंमत म्हणजे इतर प्राण्यांपेक्षा त्यांचे डोळे व नाकपुड्या त्यांच्या डोक्यावर उंच ठिकाणी असतात. पाण्यात डुंबलेलं असताना श्वास घेता यावा व दिसावं म्हणून.

पाणघोड्यांच्या बाबतीत एक गैरसमज आहे. त्यांचा घाम रक्ताचा बनलेला असतो असा. खरं तर पाणघोड्यांच्या त्वचेतून एक तेलकट द्रवपदार्थ स्रवत असतो. तो लालसर रंगाचा असतो. ते त्यांचे नैसर्गिक ‘सन लोशन’ असते. त्या द्रवामुळे त्यांच्या शरीरातील पाण्याचं प्रमाण तर टिकून राहतेच, शिवाय चिखलातील जंतूंपासूनही त्यांचे संरक्षण होते. निसर्गाने पाणघोड्यांना दिलेली अति उष्णतेपासून संरक्षण करणारी कवच कुंडलेच आहेत ती.

सूर्यास्त झाला की पाणघोडे चरायला पाण्याबाहेर पडतात. ते एका वेळी सुमारे ३५ किलो गवत फस्त करतात. काही संकट आलं तर हा अवाढव्य प्राणी माणसाच्या वेगानं पळू शकतो.

हिप्पोचं बाळ जन्मत: ४५ किलो वजनाचं असतं. तर प्रौढपणी वजन २३०० ते ३६०० किलो असतं. हा शाकाहारी प्राणी ४५ वर्षे जगतो.

उंट

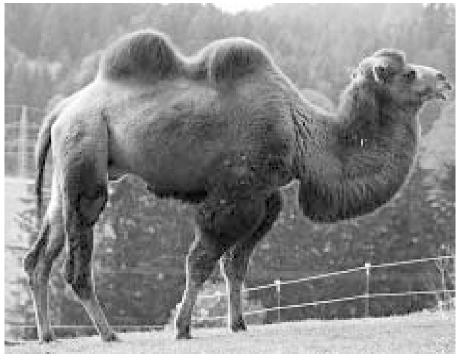
शाकाहारी असलेल्या उंटाचे वजन ७२५ किलो पर्यंत असते. उंटांच्या पाठीवर १ किंवा २ मदारी असतात. लडाखला २ मदारींचे उंट दिसतात. अरेबियन उंट मात्र एका मदारीचा असतो. त्याच्या प्रत्येक मदारीत सुमारे ३६ किलोपर्यंत चरबी साठवलेली असते. उंट या चरबीचे रूपांतर ऊर्जेत व पाण्यात करू शकतो. म्हणूनच तो वाळवंटात न खातापिता १६१

किलोमीटर्सपर्यंत चालू शकतो. उंटाला घाम येत नाही. अगदी तापमान ४९ अंश सेंटिग्रेडपर्यंत गेले तरी. एकदा भरपूर पाणी प्यालं की उंट ते कित्येक दिवस शरीरात साठवू शकतो. हिवाळ्यात वाळवंटातील खुरट्या वनस्पतींवर साठलेले द्रव चाटूनही उंटाची तहान भागते. पण एकदा का पाणी दिसलं तर तहानलेला उंट केवळ १३ मिनिटांत १३५ लीटर्स पाणी पिऊ शकतो. त्याच्या पोटात स्पंजासारखी योजना असते.

वाळवंटात भरकटलेले उपाशी, तहानलेले प्रवासी अनेकदा आपले उंट मारून खातात (उंटाने साठवलेली चरबी व पाणी खाऊन पिऊन), स्वत:चा जीव वाचवितात –अशा सत्यकथा मी वाचल्या आहेत.

निसर्गाने अजून काही देणग्या उंटाला बहाल केल्या आहेत.

१. उंटाच्या भुवया भरपूरच केसाळ असतात. त्याच्या पापण्यांना २ ओळीत लांबसडक केस असतात. त्यामुळे वाळूच्या वादळात डोळे नुसते मिटले की त्यांना इजा होत नाही. २) उंटांना त्यांच्या नाकपुड्याही बंद करता येतात. त्यामुळे त्यांच्या नाकातोंडात वाळू जाण्याची भीतीच नसते. ३) आपल्या जाडजूड व टणक ओठांनी ते वाळवंटातील काटेरी वनस्पती लीलया खाऊ शकतात. ४) त्यांच्या पावलांखाली जाड पॅडस् असतात. त्यामुळे ते खडकाळ प्रदेशात व गरम, ढिसाळ वाळूतही आरामात चालतात. ५) इतर प्राण्यांपेक्षा अजून एक आगळेपण उंट दाखवितात. ते एकाच वेळी त्यांच्या एकाच बाजूचे दोन्ही पाय उचलू शकतात. सुमारे ३५०० वर्षांपूर्वीच मानवानं उंटांना माणसाळवलं. दिवसा ४० किलोमीटर्स अंतर ते ओझी वाहून नेऊ शकतात.



■

लेखक : **प्रज्ञा पिसोळकर,**
मो. : 9890949054

मानाचा सॅल्यूट

लेखक : तेजस पोळ

वेळ : सकाळचे ७:४५.

ठिकाण : ‘टांग्लांग ला’ ह्या जगातील दुसऱ्या सर्वोच्च खिंडीपासून २ कि.मी. अलीकडे (उंची : साधारण १७,००० फूट). लडाख अनुभवायला निघालेले आम्ही ४ जण व आमचा ड्रायव्हर, समोरच्या चढ्या वळणावरचा बर्फ बघून थांबलो होतो. लेह–मनाली रस्त्यावर हिमवृष्टी झाली असल्याने रहदारी अगदीच तुरळक होती.

आमच्या मागे आर्मीचे दोन ‘स्टॅलियन’ ट्रक उभे होते. तेवढ्यात दोन गाड्या वरून येऊन ‘ते’ वळण पार करून आमच्या बाजूने खाली विरुद्ध दिशेने निघून गेल्या. आता आर्मीवाले आम्हाला ओलांडून पुढे जाऊ शकले असते. पण ‘‘अब आप चलो जी’’ असं म्हणत आमच्या ‘बोलेरो’ ला पुढे जाण्यास सांगण्यात आले. परिस्थितीतील गोम अशी होती, की पडलेल्या हिमाचे रूपांतर बर्फात झाले होते. हिमातून जरी सावकाश गाडी हाकणे शक्य असले, तरी घट्ट बर्फावर काहीच घर्षण मिळत नसल्याने त्यावरून गाडी जाऊच शकत नव्हती. हे आम्हाला चांगलंच माहिती होतं, पण समोरून आमच्यासारख्याच गाड्या येऊन गेल्याने आमचा आत्मविश्वास वाढला. ‘‘धीरे धीरे निकलेंगे, क्यों ?’’ म्हणत ड्रायव्हरनेही दिलासा दिला. पण समोरून येणाऱ्या गाड्यांना ते शक्य झालं होतं, कारण उतारावरून ताबा ठेवून गाडी नेल्याने त्यांचं काम फत्ते झालं. आम्हाला मात्र चढण चढून जायचं असल्यामुळे घर्षणाचा अभाव महागात पडला, आणि ऐन धोक्याच्या ठिकाणी गाडीची चाके जागच्या जागीच फिरू लागली.

उजवीकडील दरीकडे नजर गेली मात्र, आणि दूर खोलावर चेंदामेंदा होऊन पडलेला एक मालट्रक दिसला. ‘‘अब धक्का दे के गाडी को रस्ते पे लाना पडेगा।’’ ड्रायव्हरने कर्तव्याची जाणीव करून देत भानावर आणलं. आम्ही उतरून गाडी ढकलू लागताच मागून आर्मीचे ७–८ जवानही त्वरित येऊन मदत करू लागले, तेही आम्ही न बोलावता !

गाडी रस्त्यावर तर आली, पण चालत नव्हतीच, कारण शून्य घर्षण ! ‘‘आप गाडी पीछे ले चलो, मेरे ट्रक के पीछे बाँधकर मैं आप को ले चलता हूँ।’’ हवालदार गुरुचरण सिंहजींनी मवाळपणे हसत सांगितलं.

क्षणार्धात त्यांच्या तुकडीने परिस्थितीचा पूर्ण ताबा घेतला. चढावरून उलटी घसरत हळूहळू आमची गाडी जिथे आधी होती तिथे येईपर्यंत ते गाडी-बरोबरच चालत आले. ट्रकमधून साखळी काढून तिने गाडी ट्रकला बांधली. ''कुछ न करना आप, बस स्टिअरिंग थोडा मोडो, ना ब्रेक, ना ॲक्सिलरेटर।'' ड्रायव्हरला त्यांच्या सूचना.

एवढं करून सुद्धा, कदाचित सुरुवातीच्या झटक्याने, ट्रक चालू लागताच साखळी खणकन तुटली. आणि वळणावर गाडी चालली की दरीकडे! दोन जवान दरीच्या बाजूलाच उभे होते. वाऱ्याने बंद होणारं दार अडवावं तितक्या सहजपणे त्यांनी गाडी थोपवली आणि परत साखळी बांधली. ''छोड दो आप, मैं चलाता हूँ'' म्हणत त्यातल्या एकाने आमच्या गाडीच्या स्टिअरिंगचा ताबा घेतला. इतक्यात गुरुचरण सिंहजींना कळलं होतं काय झालंय ते. ''डरो मत, इस बार आरामसे चलेंगें। आप बारी बारी मेरी गाडी में आओ।'' त्यांनी परत सहजपणे हसत आम्हाला धीर दिला. ''आपके यहाँ जगह है ?'' माझ्या प्रश्नावर अजून मार्दवाने आणि काहीशा अधिकाराने ''अरे बना लेंगे यार जगह, आप आओ तो सही !'' असं म्हणत पाळीपाळीने त्यांच्या ट्रकच्या शक्तिमान उबदार केबिन मधून आम्हाला प्रवास करवला.

हे सगळं चाललं होतं बाहेरचं तापमान उणे ३ अंश सेल्सिअस असताना! चेहऱ्यावरचं हसू जराही मावळू न देता, आम्ही जणू त्या सैनिकांचे लहान भाऊ आहोत अशा भावनेने! प्रत्यक्षात मात्र आमचं वय त्यांच्याएवढंच, किंबहुना त्यांच्यापेक्षा थोडं जास्तच असावं.

आमच्याबरोबरच एक बुलेटवाला चालला होता. त्याचीही गाडी बर्फात घसरू लागली. एका जवानाने त्याची गाडी घेऊन ''आप ट्रक में या बोलेरो में आओ, मैं आपकी गड्डी ले के सामनेतक आता हूँ!'' असं म्हणत एका किक मध्ये गाडी सुरू करून हाकायला सुरुवात केली सुद्धा!

हातमोजे, कानटोपी, जॅकेट, इनर थर्मल वेअर इतकं सगळं असूनही माझ्या हाताची बोटं निळी पडू लागली होती. पाय बधिर झाले होते. नाकाचा शेंडा तुटून हातात येतो की काय असं वाटत होतं. अशातही, बुलेटवर फक्त नाकाला रुमाल बांधून, सेनेच्या गणवेशात असलेल्या जवानाने पार शरमिंदा करून टाकलं.

शारीरिक क्षमतांची मर्यादा म्हणजे काय असते हे तेव्हा प्रत्यक्ष पाहिलं. एअर कंडिशन्ड जिम मध्ये जाऊन वजने उचलण्याची लाज मनात दाटून आली. हे, अन मायेने केलेल्या मदतीचा परिणाम म्हणून की काय, वर पोचेपर्यंत अश्रू अनावर झाले. ''दिल छोटा ना कर ओये! आज तेरा टाईम आया नहीं था, इसलिए ऊपरवाले नें हमें भेजा, तेरी मदद करने के लिए। अगर तेरा टाईम आ चुका होता, तो कोई कुछ ना कर पाता!'' म्हणून हसत हसत गुरुचरण-सिंहजींनी माझी पाठ थोपटली.

रस्त्यावरचा बर्फ संपेपर्यंत (आम्ही थोडे खाली उतरून येईपर्यंत) ते आमच्या गाडीच्या पुढे राहिले. नंतर चहासाठी थांबलो असताना साहजिकच कोण कुठले इ. विषय निघाला. मी पुण्याचा म्हणताच एन.डी.ए. मध्ये प्रशिक्षण घेतलेले जोगिंदरसिंह म्हणाले, ''पूना मुंबई में फौज की इज्जत नहीं। लोग जानतेही नहीं हैं हम किस तरह की जिंदगी जीते हैं।''

उन्हाळ्यात - ३ अंश सेल्सिअस तापमान असलेल्या ठिकाणी सेनेत काम करणे म्हणजे काय हे पाहून आल्यावर, 'जो लोग जानते ही नहीं हैं' त्यांना थोडी तरी कल्पना यावी, आणि 'जो जानते हैं' त्यांचा आदर आणखी वाढावा म्हणून हा लेखन प्रपंच.

इतर कुणीतरी आमच्या जीवघेण्या फसलेल्या सहलीविषयी बातमी देण्यापेक्षा, आम्हालाच हे सांगायला जगू देण्याबद्दल हवालदार गुरुचरणसिंहजी व त्यांच्या तुकडीला हा अत्यंत मानाचा 'सॅल्यूट'! म्हणूनच म्हणतो, काळ आला होता, पण आर्मीही आली होती !

■

असावी मैत्री गणिताशी

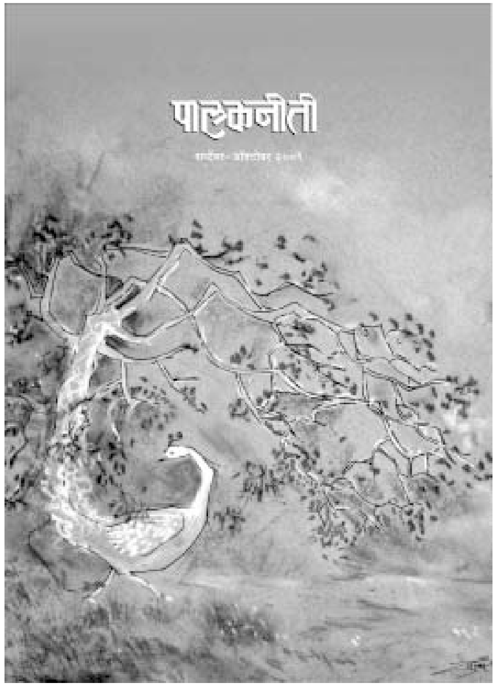
लेखक : सुहासिनी खेर

सकाळी फिरायला जाणं हा एक सुखद अनुभव असतो. प्रसन्न हवा, शांत वातावरण आणि स्वत:साठी निवांत वेळ. साहजिकच लक्ष आजूबाजूच्या बागा, घरं आणि बऱ्याच घरांवर लागलेल्या पाट्यांकडे जातं. का कोण जाणे ट्यूशन क्लासेसच्या पाट्या चटकन् नजरेत येतात. त्यातल्या बऱ्याच ७ वी ते ९ वी पर्यन्तच्या विद्यार्थ्यांसाठी असतात. त्या पाहिल्यानंतर आनंदानी खेळण्याबागडण्याचा आपला वेळ गमावून पाठीवर दप्तर लटकवलेल्या त्या शिकवणीसाठी येणाऱ्या मुलांचं चित्र डोळ्यासमोर येतं. मनात येतं 'कां येत असावीत ही इतक्या लहान वर्गात अतिरिक्त शिकवण्यांसाठी ? तसं पाहिलं तर आपलं मूल बस किंवा रिक्षात चढेपर्यंत, हातात पुस्तक घेऊन तिला/त्याला त्यातले प्रश्न विचारणाऱ्या आयाही पाहिल्या आहेत. मग या शिकवण्या कशासाठी ? अनेक आयांना विचारून पाहिलं. बहुतेकांचं उत्तर हेच की ''इतर विषयांचा अभ्यास घेऊ शकते पण इंग्लिश आणि गणित घ्यायला जरा जडच वाटतं'' किंवा ''गणित मला पहिल्यापासूनच नको वाटतं.'' ही गणिताबद्दलची नावड किंवा भीती कां असावी हेच कळत नाही. जर नीट पहायला गेलं तर गणितशास्त्रे इतर कोणत्याही व्यावहारिक शास्त्राइतकंच व्यावहारिक आणि सामाजिक शास्त्राइतकंच सामाजिक आहे.

''सुखं-दु:खं कोणाच्या आयुष्यात नसतात ? पण सरासरी मानानं पहायला गेलं तर तिचं आयुष्य सुखातच गेलं'' ''केलं असेल त्याच्यासाठी खूप काही, पण नंतर दामदुपटीनं वसून करून घेतलं'' ''त्या दोघांचं समीकरण काही जमलं नाही. संसार म्हटला की आपसांत देवाण-घेवाण नको कां करायला ?'' अशी आणि अशा प्रकारची किती तरी वाक्यं आपण सहजपणे बोलून जातो. ती वाक्य बोलताना त्यात आलेले गणितातले शब्द केवळ शब्दप्रयोग म्हणून वापरले जात नसतात. त्यामागची प्रक्रिया बोलणाऱ्याच्या मनात स्पष्ट असते. जी गणितात तीच व्यवहारात. मग त्या गणितापासून दूर कां जायचं ? या बाबतीत आमच्या बी.एड. च्या प्रोफेसरांचं म्हणणं मला फार पटलेलं आहे. ते नेहमी म्हणायचे, ''शालेय गणित हे काही नुसत्या आकड्यांचा हिशेब नाही. रोजच्या व्यवहारातले प्रश्न आणि व्यक्तिमत्व विकासाचं ते एक साधन पण आहे हे लक्षात ठेवून विद्यार्थ्यांना गणित शिकवा.''

गणितात मराठीत वापरला जाणारा शब्द 'प्रश्न' किंवा इंग्रजीतला 'प्रॉब्लेम' ह्या शब्दांचा अर्थ गणितात आणि व्यवहारात एकच असतो. फक्त त्याची रूपं वेगळी असतात. तरीपण ते सोडवण्यासाठी विचारांची दिशा तीच असावी लागते. गणिताचा प्रश्न सोडवताना जे उत्तर शोधायचं आहे ते शोधण्यासाठी, कोणत्या माहितीची गरज आहे आणि त्या माहितीपैकी कोणती माहिती दिलेली आहे, ते पहावं लागतं. जी दिलेली नाही ती मिळवण्यासाठी दिलेल्या माहितीचा, असलेल्या पूर्व-माहितीशी संबंध जोडून ही माहिती कशी प्राप्त करायची ते शिकावं लागतं. ही प्राप्त केलेली माहिती आणि दिलेली माहिती या दोन्हींचा उपयोग करूनच उत्तर शोधता येतं. प्रत्यक्ष व्यवहारात नेमक्या ह्याच प्रशिक्षणाची आणि सवयीची मदत होते. ह्याचे आपण एक उदाहरण घेऊया.

गणिताच्या पेपरात विचारलेला एक प्रश्न असा होता - एका टाकीच्या वर टाकीत पाणी सोडणारा एक नळ आहे जो ताशी



दिवाळी अंक

पालकनीतीने **२००१** मधे 'लैंगिकता एक बहार' असा दिवाळी अंक काढला होता. मुला-मुलींच्या जीवनात हा विषय बहारीचा व्हावा, धोके-दडपणूक-भीतीचा नसावा यासाठी पालकांना काय करता येईल याबद्दल या अंकात हितगुज होतं.

२००९ च्या दिवाळी अंकात लैंगिकता शिक्षण हा विषय घेतला आहे.

- आजपर्यंत लैंगिकता शिक्षणाचा विचार कसा झाला,
- त्याबद्दलची निर्णय प्रक्रिया कशी होती.
- महाराष्ट्रात आणि देशात या विषयावर कोणती सकस कामे चालू आहेत,
- उत्तम लैंगिकता शिक्षणाचा विचार कसा मांडता येईल.
- तो प्रत्यक्षात कसा आणता येईल हे सगळं या अंकात व्यक्त केलं आहे.

दोन्ही अंक एकत्रित एका सी.डी. वर उपलब्ध आहेत.

किंमत रु. १००/-

पत्ता : अमृता क्लिनिक,
संभाजी पूल कोपरा, कर्वे रोड, पुणे - ४ फोन : २५४४१२३०

१२०० लि. पाणी सोडतो. टाकीच्या तळाशी दुसरा एक नळ आहे ज्यातून ताशी ६०० लि. पाणी बागेसाठी सोडता येते. दोन्ही नळ एकाच वेळेस चालू करून ६ तासांनी बंद केल्यास टाकीही पूर्ण भरते व बागेलाही पुरेसे पाणी मिळते. परंतु २ दिवस पाणी पुरवठा दर दिवशी फक्त ४ तासच मिळणार आहे. येणाऱ्या पाण्याचा पूर्णपणे वापर करून ४ तासाच्या शेवटी टाकी पूर्ण भरलेली ठेवावयाची असेल आणि बागेला शक्य होईल तेवढे जास्तीत जास्त पाणी द्यावयाचे असेल तर टाकीचा खालचा नळ किती वेळ चालू ठेवता येईल ? किंवा ह्याचाच अर्थ बागेला किती पाणी देता येईल ?

अर्थात त्या वाहणाऱ्या पाण्याचे आकारमान म्हणजे ४ तासात टाकीत पडणारे पाणी – टाकीचे आकारमान, इतके असेल हे स्पष्ट आहे. पण टाकीचे आकारमान दिलेले नाही. मग काय करायचे ? ते आपण दिलेल्या माहितीवरून असे काढू शकतो. दर ताशी टाकीत शिल्लक राहणारे पाणी (१२०० लि. – ६०० लि.)टाकी पूर्ण भरावयास लागणारा वेळ (६ तास) = ३६०० लि. हे टाकीचे आकारमान. आणि दिलेल्या माहितीबरोबर ह्या प्राप्त माहितीचा उपयोग करून ४ तासात वाहणाऱ्या पाण्याचे आकारमान तेवढ्या वेळात टाकीत पडणाऱ्या पाण्याचे आकारमान (१२०० × ४) – टाकीचे आकारमान (३६०० लि.) = १२०० लि. असे काढू शकतो. म्हणजे नळ (१२०० ÷ ६००) २ तासच चालू ठेवता येऊ शकतो हा प्रश्न जो गणिताच्या पेपरात विचारला गेला तोच व्यवहारात ज्याच्याकडे टाकी आणि बाग आहे त्याच्या समोरही येऊ शकतो. त्याचे उत्तर त्याला गणिताची पद्धत वापरूनच शोधावे लागेल.

आपल्या जीवनात सांस्कृतिक आणि सामाजिक गोष्टी सोडल्या तर प्रत्येक व्यवहार आर्थिकच असतो. उदाहरणार्थ रोजचा खर्च, शिक्षणाचा खर्च, वाहन किंवा घर विकत घेणे इ. बहुतांश लोकांकडे त्यासाठी आवश्यक असणारा पैसा संपूर्णपणे नसतो. त्यासाठी नियोजनाची गरज भासते. लोन घेणे, पैशाची गुंतवणूक करणे हे पर्यायही वापरावे लागतात. आपल्या उद्देशपूर्तीसाठी आपल्याजवळ कोणती साधने उपलब्ध आहेत आणि त्यांना नेमकी कोणती अतिरिक्त साधने पूरक होतील हे शोधून काढण्यात गणित शिकताना जोपासलेली वृत्ती आणि सवय नक्कीच उपयोगी पडते. कुणाकुणात ही वृत्ती आणि बुद्धी उपजतच असते. पण ज्यांच्यात ती नाही त्यांनी ती विकसित करणाऱ्या गणिताशी दुरावा न ठेवता त्याच्याशी जवळीक का साधू नये ? फायदा नक्कीच होईल ! ■

लेखक : **सुहासिनी खेर,** जबलपूर, मुंबई, दिल्ली येथील शाळा व कॉलेजांमध्ये बावीस वर्षे गणित व अर्थशास्त्राचे अध्यापन. मो. : 9850956176

मुळांशी !

लेखक : अ. चिं. इनामदार

वनस्पतींच्या सुंदर फुलांना न्याहाळताना, त्यांच्या फळांच्या आस्वाद घेताना आपण वनस्पतींच्या मुळांचा विचार करतो का ? नाही. मुळे इतकी बिनमहत्त्वाची आहेत का ? ''पुष्पं पुष्पं विचिन्वीत मूलच्छेद न कारयेत् !'' (फुले गोळा करा, मुळांचा नाश करू नका) असे महाभारतात विदुराच्या तोंडी वचन आहे. पुणे विद्यापीठाच्या वनस्पती विज्ञान विभागाचे हे बोधवाक्य आहे. सामान्यपणे दुर्लक्षित झालेल्या मुळांचा बारकाईने विचार केल्यास अनेक महत्त्वाच्या गोष्टी समोर येतात. मुळांच्या अभ्यासाचे एक शास्त्र विकसित झाले आहे. त्याला Rhizology (ऱ्हायझॉलॉजी) म्हणतात. Vysockij यांनी १९०५ मध्ये या शास्त्राचा पाया घातला.

मुळे आणि मूलसंस्था कशी असते ?

सामान्यपणे मुळे जमिनीत असतात. ती सरळ खाली, तिरकी व आडवी वाढतात. जमीनीवरील वनस्पतीचा विस्तार लगेच दिसतो, पण जमिनीतील मुळांचा विस्तार, ती गाठत असलेली खोली, त्यांची एकूण लांबी वगैरे सहजपणे लक्षात येत नाही, पण वरचा भागाएवढाच वनस्पतीचा हा जमिनीखालचा भागही महत्त्वाचा असतो, कारण त्यावरच वनस्पतीचे स्थैर्य, पोषण आणि जीवन अवलंबून असते.

बीमध्ये भ्रूण, बीजपत्रे/बीजपत्र व भ्रूणासाठी साठविलेले अन्न असते. मूलांकुर किंवा आदिमूळ हा भ्रूणाचा एक भाग. बीजांकुरणामध्ये त्याची वाढ होऊन प्राथमिक मूळ बनते. त्यानंतर दुय्यम मुळे वाढतात. द्विदल वनस्पतींमध्ये प्राथमिक मूळ हे खरे व सोटमूळ असते, म्हणजे ते आदिमुळापासून वाढते व झाडाच्या बुंध्याशी (म्हणजे जमिनीलगत) जाड असते व खाली निमुळते होते. एकदल वनस्पतीत असे होत नाही. प्राथमिक मूळ मर्यादित वाढते व अधोअक्षापासून (Hypocotyl) व वनस्पतीच्या जमिनीलगच्या भागातून (पेरांतून/बुंध्यापासून) आगंतुक तंतुमुळे वाढतात. द्विदल वनस्पतीत मूळसंस्था जटिल होते. प्राथमिक, द्वितीय, तृतीय श्रेणीची मुळे बनतात. याउलट एकदल वनस्पतीत मूळसंस्था मर्यादित राहते.

पान किंवा फूल आपल्याला सहज तोडता येते. मुळाचे तसे नाही. ज्या भागापासून मूळ वाढते, अशा खोडाच्या/मुळाच्या अंतर्भागात असलेल्या संवहनी ऊतीपासून मुळाची सुरूवात होते. त्यामुळे मूळ तोडता येत नाही.

मुळाची सूक्ष्म रचना

कार्यरत असलेल्या मुळांची रचना समान असते. शेवटाकडून म्हणजे टोकाकडून मुळाचे खालील भाग होतात.

मुळाची टोपी संरक्षणासाठी बहुधा जाड पेशीभित्तिका असलेल्या संरक्षक पेशींची

मुळांची सामान्य कार्ये

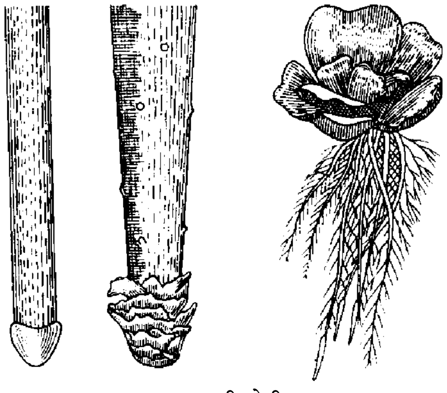
१. वनस्पतीला आधार : सोटमूळ व त्याच्या शाखा जमिनीच्या मोठ्या भागात पसरलेल्या असतात. ही व्यवस्था द्विदल वनस्पतीत असते तर नारळ, मका यांसारख्या एकदल वनस्पतींना बुंध्यापासून व वरील काही पेरांपासून मुळे फुटतात. बहुवर्षीय द्विदल वनस्पतींची मुळे मूळ झाडापासून खूप लांबवर पसरतात.

२. पाण्याचे शोषण : मूलाभ मातीच्या कणात केशाकर्षणाने साठलेल्या द्रवरूप पाण्याच्या सान्निध्यात असतात. रसाकर्षणाच्या तत्त्वानुसार ते पाणी शोषून मुळाच्या आतील भागात पाठवितात.

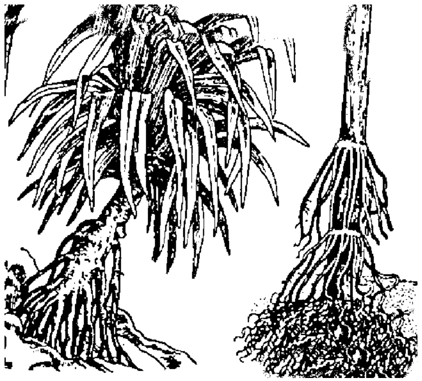
जलवाहिन्यांच्या द्वारे हे पाणी झाडाच्या खोड व इतर अवयवांकडे जाते. जमिनीत पाणी मिळेपर्यंत मुळे खोल जातात. सुएज कालवा खोदताना बाभूळ सदृश वनस्पतीची मुळे ३० मीटर्स खोल गेलेली आढळली. दक्षिण-पश्चिमेच्या आफ्रिकेत नामिब वाळवंटात वेल्विट्शिया नावाची शुश्कोद्भिद वनस्पती आढळते. पाण्याच्या शोधात तिची मुळे १२ ते १८ मीटर्स खोलीपर्यंत जातात.

३. अन्नद्रव्यांचे शोषण : हिरव्या वनस्पती आपले अन्न स्वत: तयार करतात, मात्र त्यांना सुमारे १२ मूलद्रव्यांची गरज असते. बहुतांश मूलद्रव्ये त्यांच्या पाण्यात विद्राव्य असलेल्या क्षारांच्या आयनांच्या स्वरूपात शोषली जातात. मुळाच्या वाढीच्या भागातून सदर आयन शोषले जातात व सौम्य द्रावणाच्या स्वरूपात जलवाहिन्यांमार्फत इतर भागात पाठविले जातात.

४. पाण्याच्या ऊर्ध्वगामी वहनाला साहाय्य : मुळांपासून झाडाच्या शेंडयापर्यंत पाणी कोणत्या बलाने ओढले (किंवा ढकलले) जाते हा अजून संपूर्णपणे न सुटलेला प्रश्न आहे. एका मतानुसार, पाण्याच्या शोषणामुळे मुळात जो दाब तयार होतो तो पाणी वर ढकलण्याला साहाय्यभूत होतो.



मुळाची टोपी



आधार देणारी सहाय्यक मुळे

बनलेली हिची सतत झीज होते व ती सतत नवीन बनते. पाणवनस्पतीच्या मुळांना ती नसते.

वाढीचा भाग : मूलाग्र विभाजी ऊतीच्या काही पेशी सतत विभाजित होतात. याशिवाय वाढीच्या विविध अवस्थेत असलेल्या पेशी या भागात दिसतात.

मुलाभांचा भाग : अनेक मूलाभ मुळाच्या बाह्यत्वचेच्या पेशींपासून निघतात. जुने मूलाभ नष्ट होऊन नवीन तयार होतात त्यामुळे हा भाग सतत पुढे-पुढे सरकतो.

जून भाग : पूर्ण वाढ झालेल्या, संस्कृती ऊती असलेला भाग पहिले तीन भाग मुळाच्या टोकाचा २ किंवा ३ मिलिमीटरचा भाग व्यापतात. मुळाचा राहिलेला सर्व भाग जून भाग असतो.

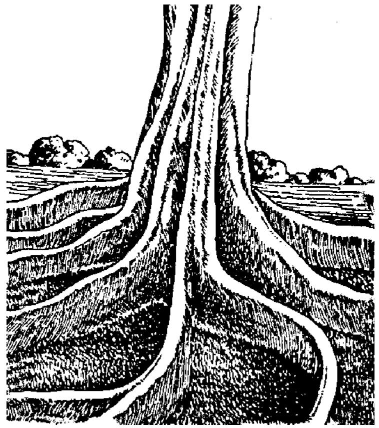
मूळ हा तसा सनातनी/कर्मठ म्हणजे आपली लक्षणे टिकवून धरणारा व न बदलणारा अवयव आहे. पण त्याचबरोबर सजीवांना विपरीत परिस्थितीत तगून राहाण्यासाठी अनुकूलनाची गरज असते. वनस्पतीचे खोड, पाने इतकेच काय पण फुले देखील अनुकूलनासाठी रूपांतरित होतात. मुळेही त्याला अपवाद नाहीत. विविध वनस्पतीतील रूपांतरित मुळे खालील कारणांसाठी अनुकूलन दाखवितात.

* आधार * प्रकाश संश्लेषण

* पुनरूत्पादन * शोषण * संरक्षण

* अन्नाचा व पाण्याचा राखीव साठा

वडासारख्या वृक्षात कमी उंचीवर असलेल्या व आडव्या वाढणाऱ्या फांद्यांना पारंब्या फुटतात. जमिनीच्या दिशेने वाढत त्या जमिनीपर्यंत आल्या तर जमिनीत शिरून वृक्षाचा विस्तार वाढतो. खांबांप्रमाणे त्या आडव्या फांद्यांना आधार देतात. शिवपूर, कलकत्ता येथील परिसरात वाढणारे वडाचे झाड सुमारे २५० वर्षाचे जुने असून त्याला ६०० पेक्षा अधिक पारंब्या आहेत. अड्यार



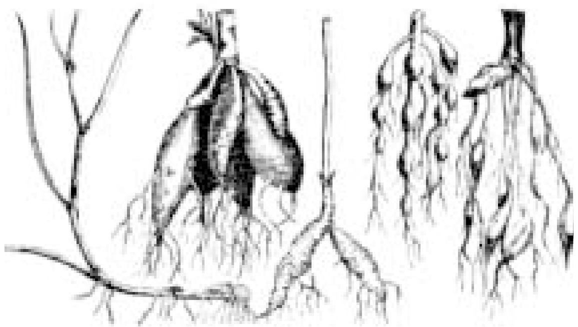
येथिल थिओसॉफिकल सोसायटी व बुइटेन्झॉर्ग वनस्पती उद्यान, जावा येथील वडाचे वृक्ष असेच जुने व भव्य आहेत.

केवडा, ऱ्हायझोफोरा इत्यादी वनस्पती चिखलात किंवा उथळ पाण्यात वाढतात. त्यांना खोडाच्या खालील काही पेरांपासून तिरकी, आधारमुळे असतात. मका, ज्वारी, कळक इत्यादींची मुळे तंतुमय व जमिनीच्या वरच्या भागात असतात. याही वनस्पतीत अशी आगंतुक आधारमुळे वाढतात. शाल्मली सारख्या वृक्षात झाडाच्या बुंध्यापासून तुळ्यांसारखी दिसणारी मुळे सगळीकडे पसरतात. गुलमोहरातही ती असतात.

अमरी या अधिपादप वनस्पती दुसऱ्या वनस्पतींवर वाढतात. आधारासाठी त्यांना नख्यांसारखी छोटी मुळे येतात. सालीच्या फटीत शिरून ती आधार मिळवितात. मनीप्लँट, संक्रांतवेल यातही अशी मुळे असतात. खायच्या पानांच्या मळ्यात शेवरीच्या झाडांवर पानवेली वाढतात. कमकुमत खोड असलेल्या या वनस्पतींच्या पेरांपासून आगंतुक मुळे निघतात व आधार देणाऱ्या झाडाला धाग्याप्रमाणे गुंडाळून घेतात. पोडॉस्टेमॉन सारख्या काही जलवनस्पतींची मुळे दगडासारख्या आधाराला घट्ट चिकटून राहातात.

आपल्या परिचयातील गाजर, मुळा व बीट ही रूपांतरित सोटमुळे आहेत. या वनस्पती दोन टप्प्यात वाढतात. पहिल्या टप्प्यात शाकीय वाढ होते. अधिक असलेले अन्न, गाजर, मुळा इत्यादित साठविले जाते. या अन्नाचा उपयोग करून दुसऱ्या टप्प्यात या वनस्पतींना फुले, फळे येतात. रताळे, डालिया, आंबेहळद, शतावरी यातही मुळे अन्न साठवितात.

गुळवेलाच्या झाडावरून हिरव्या धाग्यांप्रमाणे मुळे लोंबकळत असतात. अशी मुळे प्रकाश संश्लेषणाला मदत करतात.



रताळ्यावर अंकुर असतात, त्यापासून नवीन रोपे वाढू शकतात. कढीलिंबाच्या लांब पसरलेल्या मुळांपासूनही त्यांवरचे अंकुर वाढून रोपे येतात. (अशा रोपांना स्वतंत्र मुळे नसल्याने दुसरीकडे लावल्यास ती वाढत नाहीत.)

वर अमरींचा उल्लेख आला आहे. आधार देणाऱ्या नख्यांसारख्या मुळांशिवाय त्यांची काही मुळे हवेत वाढतात. स्पंजाप्रमाणे मऊ व फिकट हिरवट असलेल्या या मुळांच्या बाहेरील भागात व्हिलॅमेन म्हणून एक ऊती असते. बेंझीनच्या रिंगप्रमाणे असलेल्या तिच्या षट्कोनी पेशी मृत असतात, पण स्पंजाप्रमाणेच त्या हवेतील बाष्प शोषून घेतात. अशा मुळाच्या या नंतरच्या भागात हरितलवके असतात. प्रकाश संश्लेषणाला अशी मुळे थोडी मदत करतात. अधिपादप अमरी परजीवी नसतात. झाडांच्या दुबेळक्यात-खोबणीत त्या वाढतात. वाऱ्यावाटे तेथे येणाऱ्या धुळीतून व कुजणाऱ्या सालीतून त्या क्षार मिळवितात, हवेतून बाष्प आणि हिरव्या पानांमुळे स्वयंपोषी बनतात.

'खऱ्या' परजीवी वनस्पतीमात्र पाणी किंवा पाणी व अन्नासाठी पोशिंद्या वनस्पतीवर अवलंबून असतात. अमरवेल (कुस्कुटा) मध्ये काही ठिकाणी शोषक मुळे पोशिंद्या वनस्पतीच्या अन्नवाहिन्यांपर्यंत पोचून तयार अन्न शोषतात. बांडगुळासारख्या मितपरजीवी वनस्पतीतील शोषक मुळे पोशिंद्याच्या जलवाहिन्यात शिरून पाणी व क्षार

अमरी

गाजर

मिळवितात व त्यांचा वापर करून हिरव्या पानांद्वारे अन्न तयार करतात.

मनीप्लँटच्या काही जातींत, अकँथोऱ्हायझा नावाच्या पाम मध्ये खोडाच्या बुंध्यापासून काही मुळे संरक्षक, कठीण व टोकदार बनतात. नारळाच्या बुंध्यालगत असणारी काही मुळे अशा काटेरी रूपांमुळे त्रासदायक प्राण्यांपासून वनस्पतीचे संरक्षण करतात.

पाणथळ, दलदलीत व चिखलात वाढणाऱ्या वनस्पतींच्या मुळांना श्वसनासाठी पुरेसा प्राणवायू मिळत नाही. अशावेळी पृष्ठभागाखाली आडव्या वाढणाऱ्या मुळांवरची काही उपमुळे हवेत वाढतात. त्यांच्यावर खास 'श्वसन-छिद्रे' (Lenticels) असतात. ती हवा शोषून श्वसनाचे काम करतात. ऱ्हायझोफोरा, ब्रुगीरा, हेरिटिएरा (सुंदरवनातील सुंदरी झाड) ही अशा प्रकारची काही उदाहरणे.

पोषणाला मदत करणाऱ्या खास प्रकारच्या मुळांचा मुद्दाम उल्लेख केला पाहिजे. भुईमुगासारख्या शेंगवर्गीय वनस्पतींच्या मुळांवर गाठी असतात हे आपणाला माहिती आहे. त्यांमध्ये सहजीवी जिवाणू असतात. मातीच्या कणांमधील जागेत असलेल्या हवेतील नत्राच्या स्थिरीकरणाने ॲमिनो आम्ले बनवितात. त्यामुळे नत्राच्या संयुगांचा लाभ होतो.

खारफुटी

◄ ऱ्हायझोफोरा

पायनस सारख्या सूचिपर्णी वृक्षांच्या मुळांशी काही कवकांचे नाते जडलेले असते. या सहजीवनाला मायकोऱ्हायझा (कवक व मुळे यांचे सहजीवन) म्हणतात. अशी काही कवके मुळाच्या पृष्ठभागावर (= बाहेर) तर काही मुळाच्या अंतर्भागात असतात. जमिनीतील असेंद्रिय पोषकद्रव्ये शोषण्यास या सहअस्तित्वाचा फायदा होतो.

शेतीत घेतल्या जाणाऱ्या अनेक पिकांच्या मुळांशी VAM (व्हेसिक्युलर अरब्युस्क्युलर मायकोऱ्हायझा) – मुळांवर छोट्या गाठी बनविणारी सहजीवी कवके आढळतात. (सुमारे सहा प्रजाती आढळतात.) या कवकांमुळे क्षारांचे शोषण सुकर होऊन पिकांचे उत्पादन वाढते.

मेघालयाच्या चेरापुंजी भागात उथळ पाण्यात किंवा खडकावर वाढणारी पोडोस्टेमॉन ही पूर्ण वनस्पती म्हणजेच मूळ असते. प्रकायिकेप्रमाणे (Thallus) असलेले हे मूळ प्रकाश संश्लेषण व पुनरूत्पादनही करते. फुले येणारे छोटे फुटवे या मुळावरच येतात. खोड, पाने इत्यादि इतर अवयव या वनस्पतीला नसतात.

विशिष्ट परिस्थितीत अनुकूलनाची मुळांची ही विविध उदाहरणे आहेत. या शिवाय विशिष्ट परिस्थितीत (Ecological Conditions) वाढणाऱ्या वनस्पतींचे समूह मुळांचे अनेक बारकावे दाखवितात.

झाडांच्या मुळांचे असलेले हे वैविध्य आणि अनुकूलन क्षमता पाहिल्यावर 'मूलच्छेदं न कारयेत्' हे पटते ना ? ■

लेखक : **अ. चिं. इनामदार,** फर्ग्युसन कॉलेजमधील वनस्पतीशास्त्र विभाग प्रमुख (निवृत्त)

कीटकसृष्टीतील प्रजनन

लेखक : डॉ. पुरुषोत्तम जोशी

प्राणी पिल्लांना जन्म देतात, पक्षी अंडी घालतात, त्यातून पिल्ले बाहेर पडतात. मासे आणि साप यांच्यामध्ये दोन्ही प्रकार दिसून येतात. कीटकांच्या बद्दल आपल्याला मधमाशीचे उदाहरण माहीत असते, की राणी माशी पोळ्यात अंडी घालते त्यातून थोडे नर, एकच राणी माशी आणि भरपूर काम करी माशा बाहेर पडतात. मधमाश्यांचे समूहजीवन अनिर्बंध, सातत्याने चालू रहावे यासाठी हीच पद्धत सोईस्कर असते. इतर कीटकांमधे काय पद्धती असतात ? पद्धती तर खूप जास्त आहेतच, पण बाह्य परिस्थिती पाहून कीटक यात बदलही करतात, करू शकतात ही मात्र अचंबित करणारीच गोष्ट आहे. समूहाला गरज पडेल तेव्हा नर-माद्या यांना जन्म द्यायचा, गरज पडेल तेव्हा सपंखी - विपंखी कीटकांना जन्माला घालायचे. उत्क्रांतीच्या शिडीवर हे वागणं वरच्या पायरीवरचं नाही वाटत ?

कीटक–सृष्टीतील विस्मयकारक प्रजनन

'कीटक सृष्टी' हे आपल्या पृथ्वीवरील अतुलनीय अद्‌भूत आहे. उण्या–पुऱ्या ३५ कोटी वर्षांच्या प्रदीर्घ कालामध्ये तिच्यातील काही गणांनी (orders) आणि इतर कीटकांनी आपापल्या वंशवृक्षाचे अस्तित्व आणि सातत्य टिकविण्यासाठी ज्या ज्या गोष्टी केल्या त्यात वेगवेगळ्या आणि विस्मयकारक प्रजनन पद्धतींचा अवलंब केल्याचे आढळून येते.

सामान्यत: प्राणी जगतामधे प्रजननाच्या तीन पद्धती दिसतात. १) पूर्ण वाढ झालेली, फलित अथवा फलित न झालेली अंडी घालणे (oviparity);

२) जननसंस्थेच्या विशिष्ट भागामध्ये (common oviduct) फलित झालेले, विशिष्ट कालापर्यंत तेथे राखून ठेविलेले, त्या कालामध्ये वाढ पूर्ण झालेली अळी किंवा कुमारावस्था असलेले अंडे घालणे (ovo-viviparity);

३) मादीच्या आभासी गर्भाशयात (uterus) पूर्ण वाढलेले अर्भक (अळी वा कुमारावस्था) जनन संस्थेबाहेर टाकणे (viviparity). परंतु कीटकांनी अवलंबिलेल्या तीनही पद्धतींच्या तुलनेत इतर वर्गातील किंवा एकाच गणातील

प्राण्यांनी अवलंबिलेल्या पद्धतींचे प्रमाण नगण्य वा जवळपास शून्य आहे. तीनही पद्धतींचा नि:संकोच अवलंब ही कीटक-सृष्टीची खासियत आहे.

दगडी माशी

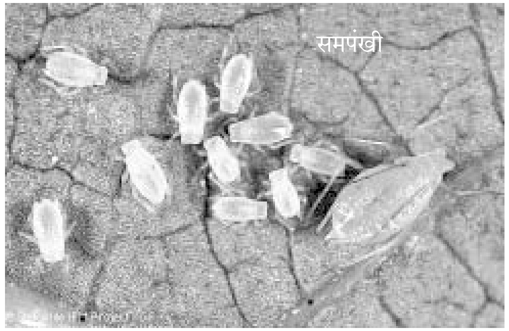
१. अनिषेक प्रजनन पद्धती : Parthenogenesis

बहुसंख्य कीटकांच्या माद्या फलित झालेली अथवा घातल्यानंतर नराकडून हमखास फलित होण्याची खात्री असणारी अंडी घालतात. परंतु काही कीटकांच्या माद्या उत्क्रांतीच्या कालखंडातील संघर्षाचे फळ म्हणून की काय, फलित न झालेली अंडी घालतात. आश्चर्याची बाब अशी की, ह्या अफलित अंड्यांमधून अळ्या किंवा कुमारावस्था बाहेर पडतात. प्रजननाच्या या पद्धतीला अलैंगिक अथवा अनिषेक जनन पद्धती म्हणतात. यातही काही, चमत्कार वाटावा अशा उपपद्धती आहेत. ज्या कीटकांमध्ये नर आणि माद्या मोठ्या संख्येने उपलब्ध असतात. (उदा. नाकतोडे, पेंगुळ) त्यामध्ये ही पद्धती ऐच्छिक असते. ज्या कीटकांमध्ये नरांची संख्या एका हाताच्या बोटावर मोजण्याइतकी असते किंवा मुळीच नसते. त्या कीटकांमध्ये ती बंधनकारी *(obligatory) असते.

१ अ – ऐच्छिक पुत्र निर्माण पद्धती (Facultative arrhenotoky) :

बीजपेशींचे जेव्हा अर्धसूत्री विभाजन होते तेव्हा त्यातून निर्माण झालेल्या फलित अंड्यांपासून मादी कीटक निर्माण होतात. अफलित अंड्यांपासून नर कीटक निर्माण होतात. मधमाशा आणि समाजप्रिय गांधीलमाशांजवळ त्यांच्या अपत्याचे लिंग निश्चित करण्याची (sex determination) क्षमता असल्यामुळे त्यांनी फलित होऊन दिलेल्या अंड्यांपासून नर निर्माण होतात. ह्या अनिषेक जनन पद्धतीला वैकल्पिक

* पूर्णावस्थेतील बीजपेशींचे विभाजन होत असता पेशींतील रंगसूत्रांचे विभाजन अर्धसूत्री (Haplodiploid), एक-गुणित (haploid), द्वि-गुणित (diploid) अशा निरनिराळ्या प्रकारे, निरनिराळ्या कीटकांमध्ये होते.



'पुत्र' निर्माण पद्धती किंवा 'अर्ध सूत्री-सूत्री' विभाजित अनिषेक पद्धती म्हटले जाते.

मधमाशा, समाजप्रिय गांधीलमाशा यांच्याबरोबर झालरपंखी (उदा. फुलकिडे), समपंखी (उदा. मावा), ढालपंखी (भुंगेरे) या गणातील काही कीटक जातींनी या जननपद्धतीचा स्वीकार केला आहे.

१ ब – वैकल्पिक 'कन्या' निर्माण (Facultative thelytoky) :

अर्धसूत्री विभाजित अनिषेक जनन पद्धतीमध्ये नेहमीसारखे अर्धसूत्री विभाजन होते. फलित झालेल्या अंड्यांपासून नर आणि मादी अशा दोन्ही प्रकारचे कीटक निर्माण होतात. अफलित बीजपेशीच्या केन्द्रकामध्ये दुसऱ्या लोपिकेचे (second polar body) केंद्रक विलीन होऊन त्या अंड्यांपासून मादी कीटकच निर्माण होतात. या खास प्रकारच्या जनन पद्धतीला वैकल्पिक 'कन्या' निर्माण पद्धती म्हणतात. खवले पंखी सोलेनोबिया, ऋजूपंखी (मोरबा), आभासपंखी (काडी किंवा पान कीटक), समपंखी (कॉकस हेस्पेरिडम्) या गणातील काही कीटकांनी या पद्धतीचे अनुसरण केले आहे.

१ क – बंधनकारी 'कन्या' निर्माण (obligatory thelytoky) :

सूत्री विभाजित अनिषेक जननपद्धतीमध्ये बीजपेशींचे सूत्री विभाजन होते. त्यातून निर्माण होणाऱ्या अळ्यांचे किंवा कुमारावस्थाचे जनुकीय संघटन (Genetic constitution) त्यांच्या आईच्या जनुकीय संघटनेसारखेच असते. अशा अळ्या किंवा कुमारावस्थापासून प्रौढावस्थेत रूपांतरित झालेले घटक माद्याच असतात. त्यांच्यापैकी काहींच्या रंगसूत्रांची संख्या, विभाजित पेशीतील केंद्रक एकमेकांत विलीन झाल्यामुळे काहींच्या रंगसूत्रांची संख्या द्विगुणित तर काहींची बहुगुणित झालेली आढळते. अनिषेक जननपद्धतीच्या या उपपद्धतीला बंधनकारी 'कन्या' निर्माण पद्धती म्हणतात. ही पद्धत काही जातींची झुरळे, काही काटेघरातील पतंग, मावा, काही काडी कीटक, काही सोंडे (weevils)

यांच्यामध्ये नेहमी आढळून येते. त्या मुळे या कीटकांची संख्या झपाट्याने वाढते.

१ ड – चक्रीय अनिषेक जनन पद्धती (cyclic alternation of generation) : संख्येने आपली प्रजाही वाढावी यासाठी अनेक निषेक (लैंगिक) पद्धती अनुसरणारे कीटक अनिषेक पद्धतीचाही वापर करतात. वनस्पतींना गळवांची (Galls) देणगी देणारी, न्युरोटेरस लेंटिक्युलॅटिस नावाची परजीवी गांधीलमाशी, नर-मादीच्या मीलनातून निर्माण झालेल्या पिढीनंतर दुसरी पिढी निर्माण करण्यासाठी अनिषेक पद्धतीचा अवलंब करते. त्या जातीच्या परजीवी गांधील-माशांमध्ये ही पद्धत नेहमीची असते. त्यामुळे तिला चक्रिय असे विशेषण लावण्यात येते.

मावा (Aphids) या कीटकाच्या काही जातींच्या अनेक पिढ्या सलग एकामागून अशाप्रकारे बंधनकारी 'कन्या' अनिषेक जनन पद्धतीचा वापर करतात. परंतु, विशिष्ट पिढीनंतरच्या पिढीमध्ये (sexupara) नर आणि मादी असे वेगळे कीटक निर्माण करतात. या निर्मितीला उभयलिंगी (नर, मादी) जनन पद्धती (Amphitoky) म्हणतात. ही पद्धत अर्थातच बंधनकारी असते (उदा. टेट्रान्यूरा).

चक्रीय अनिषेक जनन पद्धती

मावा या कीटकामध्ये आढळणाऱ्या चक्रिय अनिषेक जनन पद्धतिस परिसंस्थेतील कोणत्या गोष्टी कारणीभूत असाव्यात हे पाहण्यासाठी केलेल्या अभ्यासात दिवस-रात्रीचे कालमान, तापमान आणि बाधित पिकावरील विशिष्ट जागेमध्ये या कीटकांची झालेली अमाप गर्दी तसेच अंतग्रंथींचे स्राव कारणीभूत असावेत असे दिसून आले. या अभ्यासामध्ये याचबरोबर मावा कीटकाच्या शरीराचा आकार लांबी-रुंदी वगैरे बाबी प्रकाशमान दिवसाच्या कमी अथवा जास्त कालावधीवरून ठरत असावी. प्रकाश जर १२ तासांपेक्षा कमी असेल बटाट्यावरील माव्यांमध्ये सपंखी मावा निर्माण होतात.
प्रकाश कालावधीबरोबर तापमान आपलाही सहभाग असल्याचे दर्शविते. एफिस फाबिया जातीच्या माव्याला जर १२ तासांच्या प्रकाशात आणि १२ अंश ते १९ अंश सेल्सिअस तापमानात वाढविले तर मादी मावा सरळ सरळ कुमारावस्थांना जन्म देतात. ह्या पद्धतीस जरायुजी जनन पद्धती म्हटले जाते. याच जातीच्या माव्याच्या माद्या १८ तासांच्या प्रकाशांत २२ अंश सेल्सिअस तापमान असताना वाढवल्या तर त्या अनिषेक जनन पद्धतीने प्रजनन करतात. पंखसंपुटे (ळपस लींवी) असलेल्या कुमारावस्थांचा जर शिशू संप्रेरकाशी संपर्क झाला तर विपंखी मावा कीटक निर्माण होतात. एखाद्या पिकावर मावा कीटकाची संख्येने बेसुमार गर्दी झाली तर, सपंखी मावा कीटकांची निर्मिती होते. याचा अर्थ असा की, विविध सूत्री विभाजनाबरोबरच परिसंस्थेतील अजैविक घटकही अनिषेक जननाच्या प्रक्रियेमध्ये सहभागी असावेत. प्रसंगी नर की मादी निश्चित करतानाही त्यांच्या सहभागाचे प्रमाण गौण असावे एवढेच!

फायलोझेरासारख्या जातीमध्ये दोन प्रकारच्या कन्या निर्मिल्या जातात. त्यातील एका प्रकारच्या कन्या अनिषेक जनन पद्धतीनुसार नर मावा कीटक निर्माण करतात. दुसऱ्या प्रकारच्या कन्या त्याच पद्धतीने मादी मावा कीटक निर्मितात. त्यापासून जनित होणाऱ्या पुढील अनेक पिढ्या अनिषेक जनन पद्धतीनेच निर्माण होतात. त्यानंतर एका पिढीमध्ये नर मावा कीटक आणि मादी मावा कीटक निर्माण होतात. त्यांच्या

बहुगर्भनिर्मितीची प्रक्रिया

प्लॅटिगॅस्टर हिमॅलिस नावाच्या परउपपरजीवी गांधीलमाशीचे अंडे जेव्हा परिपक्व होते तेव्हा, दोन लोपिका (polar-bodies) तयार होतात. पुढे या लोपिका त्यांच्या केंद्रकांसहित एकमेकांत विलीन होतात. परिणामत: निर्माण झालेल्या नव्या लोपिकेचे केंद्रक आकाराने मोठे असते. काही कालाने या लोपिकेचे आकारहीन पेशीसमूहामध्ये आणि एका छोट्या केंद्रकामध्ये परवर्तिन होते. पेशीतील प्ररस आकारहीन पेशीसमूहाभोवती आणि केंद्रकाभोवती जमा होतो. केंद्रक आणि त्या सभोवतीचा प्ररस यापासून गर्भक्षेत्र तयार होते. आकारहीन पेशी समूह आणि त्याभोवतीचा प्ररस मिळून अन्नशोषक स्तर निर्माण होतो. गर्भक्षेत्रातील केंद्रकामध्ये जमा होतो. केंद्रक आणि त्या सभोवतीचा प्ररस यापासून गर्भक्षेत्र तयार होते. आकारहीन पेशी समूह आणि त्याभोवतीचा प्ररस मिळून अन्नशोषक स्तर निर्माण होतो. गर्भक्षेत्रातील केंद्रकामध्ये विभाजन होऊन दोन गर्भ तयार होतात. या गर्भांच्या वाढीस लागणारे अन्नद्रव्य अन्नशोषक स्तर 'आश्रयदात्याच्या रक्तकोटरातून शोषून घेतो आणि गर्भांना पुरवितो. परिपूर्ण झालेल्या गर्भांचे अळ्यांमध्ये रूपांतरण होते. अळ्या आश्रयदात्यांचे शरीर भेदून बाहेर पडतात. लिटोमॅस्टिक्स् या परउपजीवी गांधीलमाशीच्या अनिषेक अंड्याची कथा यापेक्षा वेगळी नाही. ती अधिक प्रगत झालेली आढळते. त्यातील विलीन झालेले केंद्रक आणि त्या केंद्रकाभोवतीचा प्ररस यापासून दोन बीजकुल खंड तयार होतात. या खंडांचे तीन वेळा विभाजन होते. तिसऱ्या विभाजनाच्या पेशींपासून सुमारे हजार गर्भ निर्माण होतात. या गांधीलमाशांमध्ये अनेक गर्भांची निर्मिती ही नेहमीची बाब आहे. परंतु आपल्या परसदारी आढळणारे रातकिडे, आभासी गणातील (काही कीटक) काही जाती, आपत्कालिन प्रसंगविशेषी या जनन पद्धतीचा वापर करतात.

मीलनातून निर्माण झालेले मावा कीटक पुन्हा अनिषेक जनन पद्धती अनुसरतात. असे हे पुनरावर्ती चक्रिय अनिषेक जनन त्या त्या क्रमाने सतत चालू राहते.

१ आ – बहुगर्भ निर्मिती– अनिषेक जनन (polyembryony)

या अनिषेक जनन पद्धतीचा अवलंब करणारे कीटक साधारणपणे परजीवी किंवा परउपपरजीवी असतात. त्यांची अंडी आकाराने अतिशय लहान असून त्यांत पितकाचा (yolk) अंश फारच थोडा असतो. त्यामुळे गर्भाच्या वाढीसाठी आवश्यक असणारी पोषक-द्रव्ये आश्रयदात्यांकडून घेतली जातात.

२. उभय लिंगता : Hermaphroditism

एकाच कीटकाच्या शरीरामध्ये स्त्रीबीजकोश आणि पूबीज कोश (वृषण) असणे ही बाब कीटक सृष्टीमध्ये अपवादात्मक असली तरी, काही कीटक जातींमध्ये ती नित्याची गोष्ट आहे. त्या बीजकोशातील परिपक्व बीजांच्या स्वफलन आणि परफलन (self fertilization and cross fertilization) द्वारा झालेल्या जनन पद्धतीस उभयलिंगी जनन पद्धती म्हणतात.

आयसेरा परचासी या खवले कीटकामध्ये (scales) खऱ्याखुऱ्या माद्यांचा अभाव असतो. हे कीटक बाह्य शरीर वैशिष्ट्यांमुळे 'माद्या' वाटत असले तरी उभय लिंगी

(अण्ड-वृषण कोशीय) घटक असतात. आयसेराच्या अण्ड-वृषण-कोशाचा बाहेरील भाग द्विगुणित अंड्यांच्या निर्मितीस तर मध्यभाग एकगुणित शुक्राणूच्या निर्मितीस जबाबदार असतात. परंतु दोन उभयलिंगी आयसेरांचा शरीर संबंध घडत नाही.

पर्ला मारजिनाटा नावाची दगडीमाशी (stone fly) उभयलिंगी असते. तिच्या अण्ड-वृषण कोशातील अंडी तयार झाली तरी परिपक्व होत नाहीत. त्यामुळे या अवयवाद्वारे जननाचे अपेक्षित कार्य होत नाही. अशा स्थितीला 'अतिरिक्त उभयलिंगी' असे संबोधले जाते.

अनिषेक जनन पद्धतिच्या विविध उपपद्धतींमध्ये काही मूलभूत सारखेपणा असला तरी त्यामध्ये निश्चित असा आकारबंध आहे असे दिसत नाही. अनिषेक जननपद्धती या कीटकगणांमध्ये प्रत्येकी स्वतंत्रपणे निर्माण झाली असावी असे अभ्यासकांचे मत आहे. अंडे फलित न होताच, त्यातून हलता-डुलता चैतन्यमयी

जीव निर्माण होणे ही उत्परिवर्तनाची (mutation) करामत असावी. लैंगिक जननपद्धतीचा नेहमीचा म्हणून वापर करणारे कीटक मधूनच किंवा आपत्कालांत अनिषेक पद्धतीचा आधार घेत असल्याने वरील निष्कर्ष काढण्यास वाव मिळतो.

३. जरायु जनन पद्धती : (viviparity)

अंडे फलित झाल्यावर, कीटकांच्या जीवन चक्रातील पुढच्या वाढीसाठी ते शरीराबाहेर टाकणे ही त्यांच्या जगताची सर्वसाधारण रीत होय. परंतु काही कीटकांच्या तथाकथित गर्भाशयामध्ये भ्रूणाची बहुतांशी अथवा पूर्ण वाढ झाल्यावरच त्यांना बाहेर सोडतात. ज्या पद्धतीने गर्भाशयांत भ्रूणाची वाढ होते आणि जन्म दिला जातो त्या पद्धतीला अभ्यासक जरायु जननपद्धती म्हणतात. सस्तन प्राण्यांच्या अपत्यांची गर्भाशयातील वाढ आणि जन्म ज्या पद्धतीने होतो त्या पद्धतीलाही जरायु पद्धती म्हणतात. परंतु कीटक सृष्टीतील जरायु जनन या पद्धतीत सारखेपणा नाही, लक्षणीय भिन्नता आहे. सस्तन प्राण्याच्या गर्भास वार आणि गर्भवेष्टन असते. त्यांच्याद्वारा त्याला पोषक अन्नद्रव्ये आणि संरक्षण मिळते. कीटकांच्या गर्भाभोवती असे खरेखुरे गर्भवेष्टन नसते. वार तर नसतेच. तरीसुद्धा जननसंस्थेच्या ज्या भागामध्ये कीटकाच्या गर्भाला पोषक अन्नद्रव्यांचा पुरवठा होतो आणि त्याच्या वाढीच्या ज्या स्थितीमध्ये किंवा त्याची पूर्ण वाढ झाल्यावर जन्म होतो त्या सर्व प्रक्रियांचा हेगन नावाच्या अभ्यासकाने अभ्यास केला. त्याला या जरायु जननपद्धतीचे तीन उपपद्धतींमध्ये विभाजन करावेसे वाटले.

आपले वंशसातत्य निरंतरपणे कायम रहावे यासाठी अथक प्रयत्न करीत राहणे हे तर सजीवांच्या जीवनाचे परम साध्य! त्यासाठी उत्क्रांतीच्या काळामध्ये विकसित होत होत कीटकसृष्टीने प्रजनन पद्धतीमध्ये अंगिकारलेली विविधता अभ्यासली की, तिच्या अनेक पातळ्यावरील केल्या गेलेल्या प्रयत्नांचे वर्णन करण्यास, त्याबद्दल वाटणारे कौतुक, अचंबा व्यक्त करण्यास शब्द थिटे पडतात. त्याचबरोबर, 'प्राणीजगतामध्ये कीटक हे संख्येने आणि विविधतेने सर्वाधिक असण्याचे कारण काय?' याचे उत्तर वेगळे शोधावयास लागत नाही! ■

लेखक : **डॉ. पुरुषोत्तम जोशी,** कीटकशास्त्राचे निवृत्त प्राध्यापक, सातत्याने विज्ञान लेखन करतात.

भारतीय गणिती

कर्तृत्वाचा रोचक परिचय

नागपूरचे नचिकेत प्रकाशन हे वैशिष्ट्यपूर्ण विषयांवर पुस्तके प्रसिद्ध करण्याचे ध्येय बाळगून असलेले आणि या व्यवसायात तसे नवेच असले तरी विचक्षण ग्रंथप्रेमींमध्ये मान्यता मिळालेले आहे. ज्या विषयांना तसा साधारणत: स्पर्श झाला नाही, असे विषय वाचकांपुढे ठेवण्याच्या या मालिकेत गणिताचे सिद्धहस्त व विद्यार्थीप्रिय प्राध्यापक श्री अनंत वासुदेव व्यवहारे यांचे भारतीय गणिती हे पुस्तक 'नचिकेत' ने नुकतेच प्रकाशित केले आहे.

गणित हा विषय सर्वसामान्य माणसासाठी तसा रूक्ष असतो. पण या शास्त्राच्या आधारानेच अन्य शास्त्रे व कलाविश्वही बहरते. गणित हा एका अर्थी सर्व शास्त्रांचा पायाच आहे. या विश्वाचे संचालन अत्यंत काटेकोर पद्धतीने चालते. आकाशस्थ ग्रहगोलांच्या चलन व परिचलनाचे परिणाम मानवी जीवनावर होतात या दृढ विश्वासातून प्राचीन भारतीय गणितज्ज्ञ व ज्योतिर्विदांनी याचे रहस्य उलगडायला प्रारंभ केला. आर्यभट्ट-प्रथम त्यांच्या पासून सुरू झालेल्या या गणितज्ञांच्या प्रयत्नांना पुढे अनेक भारतीय गणितींनी आपापल्या परीने विकसित केले. याचे फलित म्हणूनच भारतीय गणितशास्त्र सर्व जगापुढे एक प्रगत व परिणत शास्त्र म्हणून प्रकट झाले. अशा ५१ थोर भारतीय गणितज्ञांच्या कार्यकर्तृत्वाचा परिचय प्रा. व्यवहारे यांनी या पुस्तकातून घडविला आहे.

आर्यभट्ट, वराहमिहिर, भास्कर, ब्रह्मगुप्त, लल्लाचार्य, महावीराचार्य, श्रीधराचार्य, माधव, परमेश्वरन अशा इसवी सनाच्या पाचव्या शतकापासून ते पंधराव्या शतकापर्यंत गणित अभ्यासणाऱ्या संशोधकांचा परिचय वाचताना मन थक्क होते. या प्रत्येकाने लिहिलेल्या मूळ संस्कृत ग्रंथांची यादीच लेखकाने दिली आहे. आर्यभटांचे क्रांतिकारी विचार, वराह मिहिरांचे फलज्योतिष साधन, लल्लाचार्यांचे कालमापन, अंकगणित व महत्वमापनावरील श्रीधराचार्यांचे मूलभूत संशोधन, माधवांची घनभूमिती याची अत्यंत रोचक माहिती त्या-त्या ग्रंथामधील मूळ संस्कृत श्लोकांसह आणि त्यांच्या स्पष्टीकरणासह दिलेली आहे.

भारतीय गणिती	**लेखक** : प्रा. अनंत व्यवहारे
प्रकाशक : नचिकेत प्रकाशन, नागपूर	**किंमत** : १८०/- रू.

पंधराव्या शतकाच्या शेवटी जन्माला आलेले केरळी गणिती ज्येष्ठदेव यांच्यापासून आधुनिककाळातील प्रसिद्ध गणिती श्रीनिवास रामानुजन या कालखंडातील महत्त्वाचे गणिती म्हणजे स्वामी भारती कृष्णतीर्थ शंकराचार्य हे होत. वैदिक गणिताचे हे प्रणेते. स्वत: प्रा. व्यवहारे हे वैदिक गणिताचे सखोल अभ्यासक व प्रचारकही आहेत. यामुळे हा लेख जरा विस्तृत आहे. सामान्य परिस्थितीतून वर आलेला पण आपल्या विलक्षण आणि मेधावी प्रतिभेने जगाचे डोळे दिपवून टाकणारा भास्कराचार्यांनंतरचा भारतीय गणिती म्हणजे श्रीनिवास रामानुजन्! यांच्यावरील लेखही माहितीपूर्ण आहे.

अठरावे, एकोणीसावे व विसावे शतक वैज्ञानिक व औद्योगिक क्रांतीसोबत अवकाश संशोधनाच्या दिशेने पावले टाकणारे ठरले. त्यात डॉ. सत्येंद्रनाथ बोस, डॉ. राजचंद्र बोस, डॉ. सी.एस. वेंकटरमण, डॉ. जयंत नारळीकर, डॉ. नरेंद्र करमरकर, डॉ. प्रभुलाल भटनागर, डॉ. अमलकुमार रॉयचौधरी, राधानाथ सिकंदर, डॉ. सर्वदमन चावला, डॉ. हरिश्चंद्र खरे यांचा सिंहाचा वाटा आहे. तसेच द.रा. कापरेकर, डॉ. के.ल. दप्तरी, डॉ. हरिश्चंद्र खरे यांचाही वाटा आहे. अशा ५१ दिग्विजयी गणितज्ञांची माहिती एकत्रित करणे व ती परिष्कृत करून सामान्य वाचकांसाठी पुस्तकरूपाने उपलब्ध करून देणे, हे सोपे काम नाही, कारण हा विषयच वेगळा आहे. प्रा. व्यवहारे यांनी अत्यंत परिश्रमाने ही माहिती संकलित केली. ते स्वत: गणिताचे प्राध्यापक असल्याने या विषयाकडे त्यांनी एका स्वतंत्र दृष्टिकोनातून पाहिले. देशाच्या उभारणीसाठी याही शास्त्रज्ञांचे योगदान फार महत्त्वाचे असून त्या प्रयत्नात या गणितज्ज्ञांनी भारताची मान उंचावण्याचा प्रयत्न कसा केला, याचेही दर्शन प्रा. व्यवहारे यांनी घडविले आहे.

गणिताचे प्राध्यापक, अध्यापक, विद्यार्थी व गणितात रूची असणाऱ्यांसाठी हा ग्रंथ म्हणजे एक 'गोल्डन ट्रेझरी' आहे. विशेषत: गणिताच्या विद्यार्थ्यांनी हे पुस्तक वाचलेच पाहिजे, संग्रही ठेवले पाहिजे. गणितासारखा जड विषय असूनही लेखकाची शैली सहज व प्रासादिक आहे. त्यामुळे लेखनाला लालित्याचाही स्पर्श झाला आहे. नागपूरच्या मथुरादास मेहता विज्ञान महाविद्यालयातील गणिताचे प्राध्यापक, जुन्या पिढीतील सिद्धहस्त गणित प्रबोधक व प्रा. व्यवहारेंसह अनेकांचे गुरू असलेले कै. प्रा. श्रीनिवास मंगळगिरी यांना हा ग्रंथ लेखकाने अर्पण केला आहे. एक उत्तम, दर्जेदार पुस्तक प्रकाशित केल्याबद्दल प्रकाशकाचे अभिनंदन!

■

पुस्तक परिचय : **प्रकाश एदलाबादकर**

शैक्षणिक संदर्भ

सभासदत्व नोंदणी

वार्षिक सहा अंक	किंमत	हवे असतील त्यापुढे ✔ खूण करा.
मागील उपलब्ध अंक (३२)	रु. ६५०/-*	
वार्षिक वर्गणी	रु. २००/-	
एकूण		बँक ड्राफ्ट / मनी ऑर्डर

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

शैक्षणिक संदर्भच्या वर्गणीसाठी रु. ....

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

बँक ड्राफ्ट आणि चेक '**संदर्भ सोसायटी**' नावे पाठवावे.

नाव ____

पत्ता ____

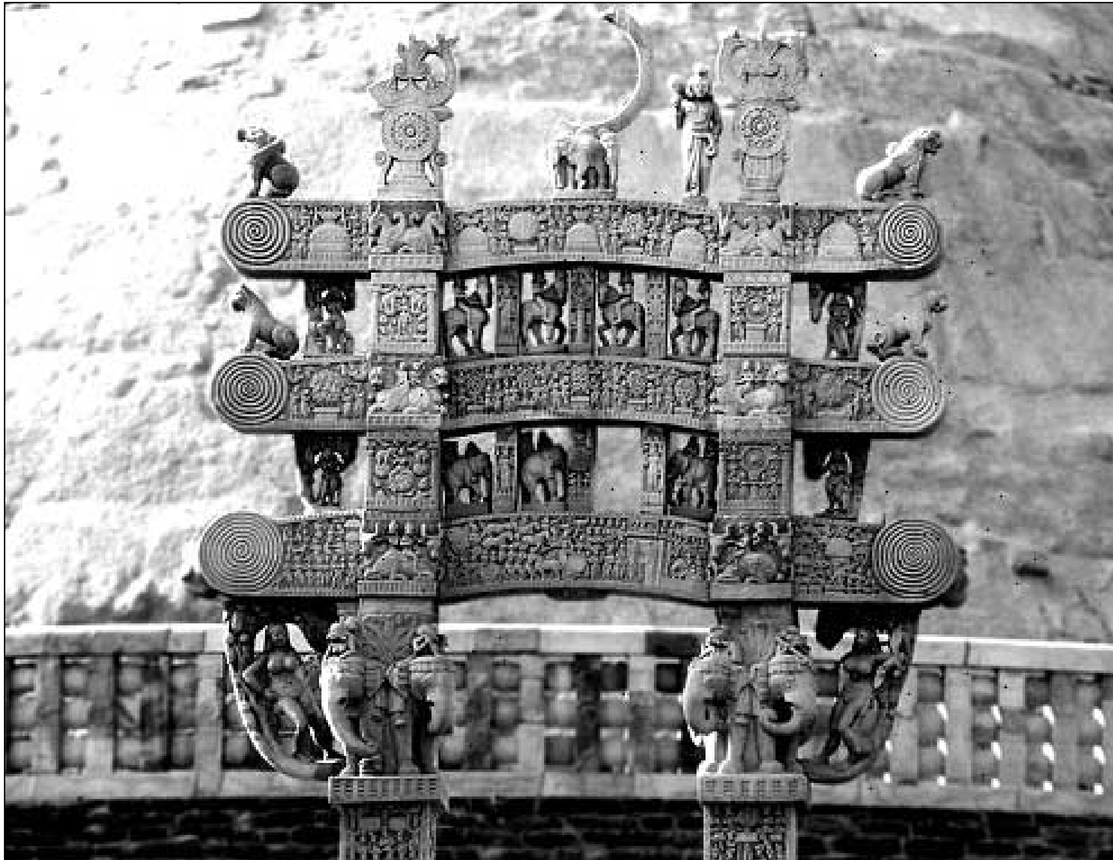
____

फोन : **तारीख**

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

२) १३१/२९, वंदना अपार्टमेंट्स, ब्लॉक नं. ९, आयडियल कॉलनी,
कोथरूड, पुणे ३८. फोन : ०२०-२५४६१२६५. वेळ : दु. १२.३० ते ४.

३) आकांक्षा गणित वर्ग, ४७१ शनिवार पेठ, दक्षिणमुखी मारुतीजवळ,
पुणे ३०, फोन : ९४२२००१६७१. वेळ : सं. ४.०० ते ७.



सांची येथील तोरण
लेख
भारतीय कलेचा
इतिहास – पान ३८.

e j [UH$ gX^ : {S>g|. 2009 OmZ. 2010 **RNI Regn. No. : MAHMAR/1999/3913**

_mbH$, _ÐH$, àHmeH nmcH$ZrVr n[adma H$[aVm gnmXH$ Zr{c_m ghña~Õ `mZr A_Vm {Šc{ZH$, g^mOr nc H$mnam, H$d nW, nU 4 `W àH$m{eV H$c.