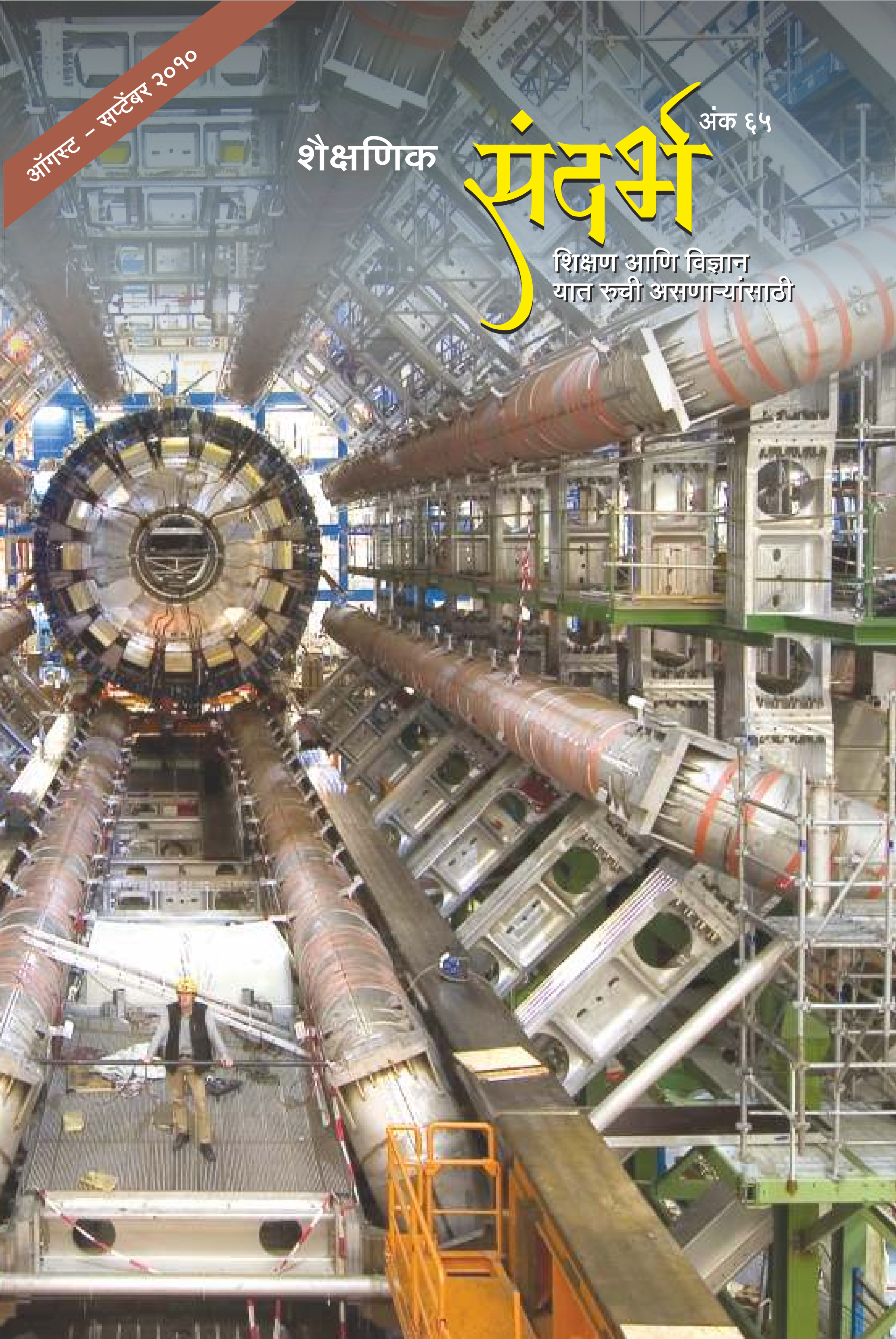
ऑगस्ट – सप्टेंबर २०१०

शैक्षणिक संदर्भ

अंक ६५

शिक्षण आणि विज्ञान
यात रुची असणाऱ्यांसाठी



संपादक :
नीलिमा सहस्रबुद्धे, प्रियदर्शिनी कर्वे
नागेश मोने, संजीवनी कुलकर्णी,
अमलेंदू सोमण.

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

साहाय्य :
ज्योती देशपांडे, यशश्री पुणेकर,
स्वाती केळकर.

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 ६५
ऑगस्ट-सप्टेंबर २०१०

पालकनीती परिवारासाठी
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
web-site : sandarbhsociety.org

पोस्टेजसहित
वार्षिक वर्गणी रु. २००/-

अंकाची किंमत : रुपये ३०/-

प्रोटॉन, न्युट्रॉन आणि इलेक्ट्रॉन यापासून प्रत्येक पदार्थाचे अणू बनतात असं वीसेक वर्षांपूर्वी आपल्या शाळांमधून शिकवलं जात असे. पण तोपर्यंत हॅड्रॉन नावाच्या कणांचा शोध लागला होता. शिवाय मूलकणांचे अनेक प्रकार मांडले गेले होते आणि तरीही आणखी काही मूलकण अस्तित्वात असणार असा दावाही केला गेला होता. हे कण शोधण्यासाठी सध्या स्वित्झर्लंडजवळ लार्ज हॅड्रॉन कोलायडर या प्रयोगशाळेत प्रयोग चालू आहे. त्याचेच एक छायाचित्र मुखपृष्ठावर आहे. अधिक माहितीसाठी लेख पान १० वर...

मुखपृष्ठ छायाचित्र इंटरनेटवरून.

कव्हर तीन वरील छायाचित्र अलाइव्ह या गुड प्लॅनेटच्या प्रदर्शनातून साभार.

अनुक्रमणिका

शैक्षणिक संदर्भ   अंक – ६५

- प्रोजेरिया : वेगात वाढणारं वय ३
- अणूतील मूलकणांचा वेध १०
- जीवनातले गणित १६
- जैववैविध्य विकास आणि रोजी रोटी २०
- पुण्याचा इतिहास समजावून घेताना २६
- ऊर्जाबचतीचा मंत्र ३४
- टॉलेमीचे प्रमेय ३७
- आर्यभट्ट आणि पृथ्वीच्या अक्षाचे फिरणे ४२
- कुतुहल दरबार ४७
- माणसाची वाटचाल आत्मघाताकडे ४९
- मिली सेंटी डेसी ५६
- हवी तिथेच हवी तेवढी वाढ ५७
- मध्ययुगीन भारतीय कला ६३
- खास पाहुणा डोळा (भाग–तिसरा) ७३

हे लेख शालेय पाठ्यक्रमाला पूरक आहेत.

जीवनातील गणित १६
गणिताच्या तासाला धमाल येते? हे काही आम्हाला पटत नाही! पण गोरेसरांच्या गणिताच्या तासाला खरोखरीच धमाल येते... कशी ते त्यांनी सांगितलं आहे –

पुण्याचा इतिहास समजावून घेताना २६
सुट्टीतलं शिबिर, सहल आणि मोठ्यांनादेखील माहित नसलेल्या नवीन गोष्टी त्यांच्याबरोबरीने समजावून घेणं हे सगळं एकत्रित! एक वेगळीच मजा अनुभवायला मिळाली.

जैववैविध्य : विकास आणि रोजीरोटी.. २०
ऊर्जा बचतीचा मंत्र....................३४
मानवाची वाटचाल आत्मघाताकडे ४९
माणसाने निसर्गावर विजय मिळवला, म्हणजे नक्की काय केलं? निसर्गाने दिलेले अन्न, दिलेली ऊर्जा अनैसर्गिक वेगाने वापरून संपवून टाकली. इतर जीवजंतूंना नष्ट करून लोकसंख्या वाढवली. हा 'विजयाचा' रस्ता पुढे आपल्याला कोणत्या दिशेला नेणार आहे? याचा विचार मात्र आता करायलाच लागणार आहे. कारण आपल्या सगळ्यांनाच माहीत आहे – याच वेगानं आपण निसर्ग संपत्ती वापरत राहिलो, तर लवकरच आपल्याला 'दोन पृथ्वी' एवढ्या निसर्गाची गरज पडणार आहे.

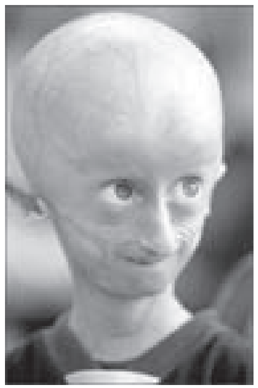
मध्ययुगीन भारतीय कला ६३
सातवे ते तेरावे शतक या इ.स. ६०० ते ७०० वर्षांच्या काळात संपूर्ण भारतभरामध्ये विविध शैलीतील मंदिरांची रचना झाली. वेगवेगळ्या राजांच्या कारकीर्दीत आणि वेगवेगळ्या धर्मपंथांनुसार यामधे वैशिष्ट्यपूर्ण रचना आढळतात. त्यातले बारकावे आपल्याला नुसते पाहून समजत नाहीत. ते जाणून घेऊया.

प्रोजेरिया
वेगात वाढणारं वय

लेखक : सुकन्या दत्ता ● **रूपांतर :** यशश्री पुणेकर

तरुण इक्रामल म्हातारपणामुळे मेला. वाक्य चुकीचं वाटतंय ना? पण ते खरंच आहे. तसं पाहायला गेलं तर इक्रामल फक्त २२ वर्षांचा होता पण जीवशास्त्रीयदृष्ट्या त्याचं वय ८५ होतं. म्हणजे तो खरंचच म्हातारपणाने गेला. 'प्रोजेरिया' या आजाराची हीच तर शोकांतिका आहे.

प्रोजेरिया – अतिशय दुर्मिळ अशी जनुकीय संरचना. या आजारात माणूस वेळेआधीच म्हातारा होत जातो. तुम्ही अमिताभ बच्चन यांनी ऑरोचं काम केलेला 'पा' हा सिनेमा पाहिला असेल. त्यातही ऑरो हा केवळ १०–१२ वर्षांचा असतो पण त्याची शारीरिक स्थिती मात्र ८० वर्षांच्या म्हाताऱ्या माणसासारखी असते. त्या चित्रपटामुळे या आजाराविषयी लोकांना माहिती झाली आणि कुतुहल चाळवलं गेलं. प्रोजेरिया हा अतिशय दुर्मिळ आजार असल्याने त्याबद्दल संशोधन फारसं झालं नव्हतं.



सिनेमात दाखवलं तेवढं नक्कीच पुरेसं नाही. आपण या आजाराची जास्त माहिती मिळवायचा प्रयत्न करू या.

प्रोजेरिया हा शब्द प्रो आणि जेरॉस या दोन ग्रीक शब्दांपासून बनला आहे. प्रो म्हणजे आधी पूर्व आणि जेरॉसचा अर्थ वार्धक्य. वेळेआधीच येणारे वार्धक्य म्हणजे प्रोजेरिया. ज्या व्यक्तीला हा आजार होतो तिचं वय इतर सामान्य व्यक्तींपेक्षा सातपट अधिक वेगाने वाढतं. मानवी प्रोजेरियाचे सामान्यतः दोन प्रकार आढळतात. एक म्हणजे वेर्नर सिंड्रोम आणि दुसरा हचिन्सन–गिलफोर्ड प्रोजेरिया सिंड्रोम (एचजीपीएस). या दोन्ही प्रकारांना मिळून कधी कधी प्रोजेराईज्ड सिंड्रोम असे म्हटले जाते.

प्रोजेरियाचे याखेरीज फारसे न आढळणारे काही प्रकार आहेत. यामध्ये प्रोजेरियाची सर्वच्या सर्व लक्षणे दिसत नाहीत पण काही मात्र ठळकपणे आढळतात.

उदा. एचजीपीएसच्या रोग्यांमध्ये जरी ते म्हातारे दिसत असले तरी त्यांच्यात संधिवात (ऊतींच्या तुटण्यामुळे होणारा अस्थि व स्नायूंचा विकार) किंवा मोतीबिंदू असेलच असं नाही. पण त्यांची त्वचा आणि हृदय मात्र वार्धक्याच्या खुणा दर्शवतात. त्यामुळे अशा प्रकाराला आंशिक (Segmental) प्रोजेरिया म्हणतात.

इतिहास

प्रोजेरिया या आजाराची माहिती सर्वप्रथम डॉ. जोनाथन हचिन्सन यांनी १८८६ मध्ये दिली. त्यानंतर हस्टिंग्ज गिलफोर्ड यांनी १८९७ मध्ये या आजाराबद्दल सांगितलं त्यामुळेच हचिन्सन-गिलफोर्ड प्रोजेरिया सिंड्रोम हे नाव दिलं गेलं. तरी देखील जवळजवळ १०० वर्षे म्हणजे १९९० पर्यंत त्याबद्दल फारसं संशोधन झालं नाही. याचं कारण म्हणजे ही व्याधी अतिशय कमी प्रमाणात दिसून येते. पहिल्या आढळलेल्या रुग्णापासून आत्तापर्यंत केवळ १३० रुग्ण आढळले आहेत. ८ दशलक्ष बालकांपैकी फक्त एखाद्यालाच प्रोजेरिया असू शकतो.

गेल्या दशकात एका प्रोजेरिया ग्रस्त मुलाच्या आईवडिलांच्या प्रयत्नांमुळे याविषयीच्या संशोधनाला जरा गती आली. त्यामुळे प्रोजेरियाचे संशोधन हे फक्त बौद्धिक आव्हान न राहता त्याला मातृप्रेमाची ही जोड लाभली.

१९८१ मध्ये एका फोटोमुळे याबद्दल लोकांमध्ये जिज्ञासा निर्माण झाली. दक्षिण आफ्रिकेचा फ्रान्सिस गेरिंजर आणि टेक्सासचा मिकी हेज या दोघांचा फोटो डिस्नेलँड इथे एडी ॲडम्स या पुलित्झर पुरस्कार विजेत्या फोटोग्राफरने काढला. मनोकामना पूर्ण करणाऱ्या सनशाईन फाऊंडेशन नामक स्वयंसेवी संस्थेने या मुलांची डिस्नेलँड सफर आयोजित केली होती. संलग्न पत्रकार प्रतिनिधी तर्फे हा फोटो ‘वॉशिंग्टन पोस्ट’ या वर्तमानपत्राच्या स्टाइल विभागाच्या पहिल्या पानावर छापला गेला. त्याचं नाव होतं ‘ग्रोईंग अप ओल्ड’

सुरुवातीची लक्षणे

अगदी नवजात बालकामध्ये काही लक्षणे आढळत नाहीत. पण दहा महिने ते दोन वर्ष या काळात झपाट्यानं वय वाढत असल्याची लक्षणे दिसतात. त्यापैकी काही अशी –

- मुलाची नैसर्गिक वाढ खुंटते
- शरीरातली चरबी कमी होते, केस गळतात.
- म्हाताऱ्या माणसासारखी सुरकुतते त्वचा.
- सांधे आखडतात.
- घोड्यावर बसल्याप्रमाणे सांधे अडकून राहतात.
- रक्तवाहिन्या कठीण होतात.
- क्वचित हृदयविकाराचा झटका येतो.

वाढत जाणाऱ्या समस्या

प्रोजेरियाग्रस्त बालके साधारणतः एक सारखीच दिसतात. त्यांच्या डोक्याच्या मानाने त्यांचा चेहरा (जबडा) छोटा असतो. त्यांना टक्कल असते. त्यांचं नाक छोटंसं असतं आणि त्याचं टोक चोचीसारखं असतं. मोठे मोठे डोळे, पातळ ओठ आणि कान लांब असतात. ६ ते १२ महिन्याच्या वयातच केस गळू लागतात आणि सुरकुत्या पडू लागतात. डोक्यावरचे, भुवयांचे केसही गळून जातात. डोक्यावरच्या शिरा फुगलेल्या दिसतात. दात उशीरा येतात आणि आले तरी वेडेवाकडे असतात.

पण उठणं, बसणं, चालणं हे सामान्य मुलांप्रमाणेच असतं. त्यांची बुद्धीसुद्धा साधारण मुलांप्रमाणेच असते पण यामुळेच आपण इतरांपेक्षा वेगळे आहोत ही दुःखद जाणीव त्यांना होत राहते. या मुलांमध्ये लहानपणीच रक्तवाहिन्या कठीण व्हायला लागतात. त्यामुळे लहान वयातच हृदयविकार होण्याची शक्यता असते. यांच्या मृत्यूचं कारण बरेचदा हृदयविकार हेच असतं. उच्च रक्तदाब, हृदयातील रक्ताच्या गुठळीमुळे छातीत दुखणे (अंजायना) किंवा हृदयाचा आकार वाढणे (Heart expansion) अशी जीवघेणी लक्षणेही आढळतात. त्यामुळे अगदी आठ वर्षांपासून ते १३ वर्षांपर्यंत कधीही मृत्यू येऊ शकतो. क्वचितच एखादी व्यक्ती २०-२१ वर्षांपर्यंत जगू शकते.

उपचाराचे एकत्रित प्रयत्न

डॉ. लेस्ली गॉर्डन आणि डॉ. स्कॉट बर्न या दांपत्याच्या २२ महिन्यांच्या मुलाला प्रोजेरिया असल्याचं निदान १९९८ मध्ये झालं आणि त्यांच्या लक्षात आलं की प्रोजेरियाग्रस्त मुलांच्या पालकांना या आजाराविषयी, त्याच्या उपचाराविषयी काहीच माहिती नाही. या आजाराची माहिती व्हावी, त्यात निर्माण होणाऱ्या शारीरिक समस्यांवर इलाज करता यावेत या हेतूने त्यांनी ‘प्रोजेरिया रिसर्च फाऊंडेशन’ची स्थापना केली. कोणताही आर्थिक हेतू मनात न धरता ही संस्था प्रोजेरियाच्या

संशोधनासाठी निधी जमवते. त्यांची एक पेशी आणि ऊतींची पेढी आहे. संशोधकांच्या प्रयोगांना त्यातून जैवसामुग्री उपलब्ध होते. २००१ मध्ये या संस्थेने एका परिसंवादाचं आयोजन केलं. त्यामुळे प्रोजेरियावर संशोधन करणारे जगभरातले शास्त्रज्ञ एकत्र आले. या कार्यशाळेमुळे संशोधनाला आर्थिक साहाय्य तर मिळालंच शिवाय उपचार शोधून काढण्यासाठी वीस शास्त्रज्ञांचा गटही तयार झाला. एप्रिल २००३ मध्ये एचजीपीएसला जबाबदार ठरणारं गुणसूत्र शोधून काढण्यात यश आलं.

प्रोजेरियाच्या जनुकीय कारणांचा शोध

पहिल्या क्रोमोसोमच्या मोठ्या भुजेवरील लॅमिन A (LMNA) या गुणसूत्रातील उत्परिवर्तनामुळे प्रोजेरिया उद्‌भवतो.

एका गुणसूत्रातील DNAच्या छोट्याशा बदलामुळे एचजीपीएस सारखी व्याधी निर्माण होते. 'नेचर' नियतकालिकाच्या मे २००३च्या अंकात याबाबतचं संशोधन प्रसिद्ध झालं. २० जणांवर संशोधन केलं असता त्यापैकी १८ जणांमध्ये हे एकच कारण आढळलं. सगळ्या रुग्णांमध्ये लॅमिन A गुणसूत्रात उत्परिवर्तनांमुळे एकच परिणाम झाला. एका प्रथिनात ५० अमिनो आम्लांची कमतरता आली. या प्रथिनाला 'प्रोजेरिन' असे नाव देण्यात आले. एचजीपीएस ही तात्कालिक उद्‌भवलेली स्थिती आहे (आनुवंशिक नव्हे) हे मात्र यावेळी लक्षात आलं.

प्रथिनाची भूमिका

सर्वसाधारण माणसांमध्ये LMNA गुणसूत्र एक प्रथिन निर्माण करते त्याला प्रीलॅमिन A गुणसूत्र असं म्हणतात. याच प्रथिनापासून पुढे लॅमिन A तयार होते. पेशीच्या केंद्रकाभोवतीचे आवरण तयार करण्यात एक महत्त्वाचा घटक म्हणून हे प्रथिन काम करते. लॅमिन प्रथिने विविध रूपात (Polymerise) केंद्रकात आधार देण्याची रचना बनवतात उदा. लॅमिना. लॅमिना केंद्रभित्तीला आधार देते आणि DNA, RNAच्या पृथःकरणात मदत करते. थोडक्यात केंद्रभित्ती मजबूत करून ते केंद्रांतर्गत प्रक्रियांना मदत करते.

प्रोजेरिन प्रथिनाचा परिणाम

लॅमिनA मधील उत्परिवर्तनाशी निगडीत अशा काही व्याधी आढळल्या आहेत. आत्तापर्यंत असे अकरा आजार शोधण्यात आले आहेत. यातील बहुतेक वेळेआधीच्या वार्धक्याशी संबंधित आहेत.

प्रोजेरिन प्रथिन विकृत झाल्यामुळे पेशी केंद्रक अस्थिर बनते. त्यामुळे पेशी केंद्रक लवकर नष्ट होऊन पेशी वेळेआधीच मृत होते. प्रोजेरियाग्रस्त व्यक्तीच्या पेशी सूक्ष्मदर्शकाखाली पाहिल्या तर निरोगी माणसाच्या पेशीपेक्षा अगदी वेगळ्याच दिसतात. नेचर नियतकालिकातील शोधनिबंधात नॅशनल ह्यूमन जिनोम रिसर्च इन्स्टिट्यूटचे संचालक फ्रान्सिस कॉलिन्स

यांनी म्हटलं आहे की, प्रोजेरियाचा कारक जीन शोधून काढणे ही वैद्यकीय क्षेत्रातली फार मोठी प्रगती आहे. यातून प्रोजेरिया ग्रस्त मुलांना, त्यांच्या कुटुंबियांना दिलासा तर मिळेलच पण एकूणच हृदयरक्तवाहिन्यांचे विकार आणि म्हातारपण याविषयी अधिक माहिती मिळू शकेल.

प्रोजेरिया आनुवंशिक आहे का ?

एचजीपीएस ही एक गुणसूत्रातील उत्परिवर्तनामुळे येणारी स्थिती आहे. आत्तापर्यंत आढळलेल्या रुग्णांमध्ये त्यांच्या कुटुंबात पूर्वी कोणालाही ही व्याधी असल्याचं आढळलं नाही. त्यामुळे त्याअर्थाने प्रोजेरिया आनुवंशिक नाही. एचजीपीएस ही अलिंगी गुणसूत्रात आढळणारी व्याधी आहे. याचाच अर्थ असा की बदललेल्या संरचनेच्या गुणसूत्रांच्या फक्त एकाच प्रतीमुळे ही व्याधी उद्‌भवते. (आनुवंशिकरित्या आपल्याला मातेकडून एक व पित्याकडून एक अशा गुणसूत्राच्या दोन प्रती मिळतात. प्रत्येक गुणसूत्र विशिष्ट लक्षणाचे कारक असतं. कधी ही लक्षणे प्रभावी(dominant) तर कधी सुप्त (recessive) असतात. प्रभावी लक्षण जरी एका गुणसूत्राच्या प्रतीमध्ये असलं तरी पुढच्या पिढीत संक्रमित होतं.)

एचजीपीएस ज्या उत्परिवर्तनामुळे होतो, त्याला कोणतेही कारण नाही. कारण अलिंगी गुणसूत्रातील उत्परिवर्तन स्त्री किंवा पुरुष दोघांतही होण्याची शक्यता समानच असते.

त्यामुळे प्रोजेरिया घरातील एखाद्याच अपत्याला असू शकतो. भावंडांना प्रोजेरिया असण्याची संपूर्ण जगात फक्त दोनच उदाहरणे आहेत. त्यापैकी एक भारतातील आहे.

भारतातील स्थिती

प्रोजेरिया आनुवंशिक नाही पण ४० कोटींमध्ये एक या प्रमाणात तो क्वचित मातापित्याकडून मुलाकडे येऊ शकतो.

अगदी छोट्या बाळाच्या विकसित होणाऱ्या पेशी विभाजनामध्ये असे दुर्मिळ उत्परिवर्तन घडू शकते. हे उत्परिवर्तन कदाचित आनुवंशिक कारणांनी होत असावे. निरोगी आईवडिलांकडून मुलाला असे विकृत गुणसूत्र जाण्याची शक्यता नसते. दुसरं म्हणजे प्रोजेरियाग्रस्त मुलं फारतर वीस वर्षांपर्यंत जगतात त्यामुळे त्यांना मुलं होण्याचा प्रश्नच येत नाही.

पण कधी कधी असामान्य स्थिती येऊ

शकते. एकाच कुटुंबातील पाच मुलांना प्रोजेरिया झाल्याचं उदाहरण भारतात आहे. बिसुल आणि रजिया खान या दांपत्याच्या सातपैकी पाच मुलांना ही व्याधी झाली त्यापैकी रेहाना या त्यांच्या मुलीचा मृत्यू २००८ साली झाला. ती खरंतर २३ वर्षांची होती पण शारीरिकदृष्ट्या तिचं वय ९० वर्षे होतं. दुसरा मुलगा इक्रामुल २२व्या वर्षी गेला त्याचं शरीर ८५ वर्षाइतकं होतं. या सगळ्या कुटुंबाला वैद्यकीय देखरेखीखाली ठेवण्यात आलं आहे. संशोधकांना असं वाटतंय की या सर्वांना सुप्तावस्थेतील (recessive) गुणसूत्र लक्षणामुळे प्रोजेरिया झाला असावा. त्यांच्यावरील संशोधनातून प्रोजेरिया विषयक अनेक गोष्टींची उकल होऊ शकेल असं वाटतं.

दुर्मिळ आजाराचा अभ्यास कशासाठी ?

इंटरनेटच्या माध्यमातून कळलेल्या माहितीनुसार जगात आज ५३ प्रोजेरियाग्रस्त व्यक्ती हयात आहेत. पण त्या जगभरात विविध ठिकाणी विखुरल्या आहेत. अल्जिरिया, अफगाणिस्तान, ऑस्ट्रेलिया, ऑस्ट्रीया, कॅनडा, चीन, क्युबा, इंग्लंड, फ्रान्स, जर्मनी, भारत, इस्राईल, इटली, मेक्सिको, नेदरलँड, पोलंड, पोर्टरिको, द.आफ्रिका, द.अमेरिका, द.कोरिया, स्वित्झरलंड, तुर्कस्थान, संयुक्त अमेरिका, व्हेनेज्युएला, व्हिएतनाम, युगोस्लाविया अशा देशांमधून प्रोजेरियाची उदाहरणे आढळली आहेत. त्यामुळे कोणताच प्रांत यापासून सुरक्षित आहे असं म्हणता येणार नाही. प्रोजेरियाच्या अभ्यासातून सर्वांना होऊ शकणारा हृदयविकार आणि सर्वांनाच येणारे म्हातारपण या विषयावर उपयुक्त माहिती मिळू शकते.

वेर्नर्स सिन्ड्रोम

ऑटो वेर्नर या जर्मन शास्त्रज्ञाने १९०४ मध्ये आपल्या डॉक्टरेटच्या संशोधनात प्रौढ व्यक्तींमध्ये आढळणाऱ्या प्रोजेरिया विषयी सांगितले आहे. या व्याधीमध्ये प्रौढ व्यक्तींमध्ये वेळेआधीच वार्धक्याची लक्षणे दिसतात. अशा व्यक्तींचे आयुष्य साधारणपणे ४७ वर्षांचे असते.

वेर्नर सिन्ड्रोमशी निगडित जीन मनुष्याच्या आठव्या गुणसूत्रात आढळतो. DNAच्या प्रतिलेखन, प्रतिकृती, प्रतिष्ठापन (replication, transcription आणि repair) या प्रक्रियांमध्ये सहभागी होणारे DNA हेलिकेज हे विकर ते निर्माण करते. DNA रेणू सुट्टा होणे आणि पुन्हा जोडला जाणे या प्रक्रियेत जर विकृत हेलिकेज वापरले गेले तर अडथळा निर्माण होतो आणि त्यामुळे ही व्याधी निर्माण होते. पण लहान मुलांमधील प्रोजेरिया (एचजीपीएस) हा DNAच्या विकृतीमुळे होत नाही.

संशोधन

इतर अनेक प्रयोगांप्रमाणेच प्रोजेरियाबद्दलही उंदरांवर संशोधन करण्यात आले. त्याचबरोबर वार्धक्याच्या कारणांचाही अभ्यास केला गेला. नॅशनल कॅन्सर इन्स्टिट्यूटच्या कोलिन स्टुअर्ट यांच्या म्हणण्यानुसार, अशा उत्परिवर्तनाने ग्रस्त उंदीर आणि प्रोजेरिया ग्रस्त माणसात अनेक बाबतीत साम्य आढळतं. प्रोजेरियाला जबाबदार असलेले कारक गुणसूत्र शोधण्यात यश आलं आहे. उंदरांवर केलेल्या संशोधनात ज्या उंदरांमध्ये उत्परिवर्तित गुणसूत्र सोडण्यात आले त्यांनी प्रोजेरियाची सर्व लक्षणे दाखवली. साधारणतः उंदरांचे आयुष्य दोन वर्षांचे असते पण हे उंदीर पाच महिन्यातच मेले.

गेल्या दशकात प्रोजेरियाचे निदान आणि उपचार याविषयी काहीही माहिती नव्हती पण आता प्रोजेरिया रिसर्च फाऊंडेशनने याविषयी एक प्रणाली तयार केली आहे. ज्याद्वारे आनुवंशिक परीक्षणातून ही व्याधी होण्याची शक्यता वर्तवण्यात येऊ शकेल.

याप्रकारे प्रथमच कोणाही मुलाला प्रोजेरिया होईल की नाही हे पाहण्याची शास्त्रीय पद्धती शोधण्यात यश आले. रोग्याच्या गुणसूत्राच्या उलगडण्यातून (decoding) काही संभाव्य गुणसूत्रांचा शोध लागण्याची शक्यता निर्माण झाली. याबाबत संशोधन चालू आहे.

अजूनतरी प्रोजेरियावर अगदी हमखास इलाज उपलब्ध नाही पण नजिकच्या भविष्यातच याविषयीचे उपचार उपलब्ध होतील अशी आशा वाटते. अकाली वार्धक्याने मृत्यू घडवणाऱ्या या घातक रोगापासून लवकरच मुक्ती मिळेल. ▲▲

ड्रीम्स २०४७ – मे २०१० मधून साभार

लेखक : **सुकन्या दत्ता**
अनुवाद : **यशश्री पुणेकर**

संदर्भची वेबसाईट पाहिलीत का?

sandarbhsociety.org

यामध्ये संदर्भची मुखपृष्ठे आणि आधीच्या काही अंकातले वाचनीय लेख.

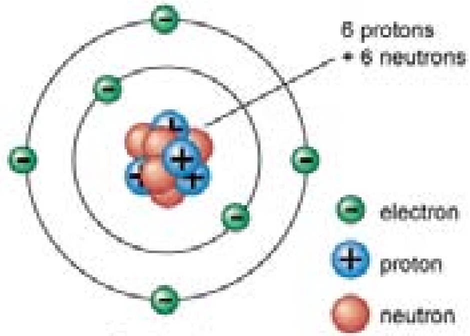
अणूतील मूलकणांचा वेध

लेखक : हेमंत लागवणकर

इयत्ता दहावीच्या ‘विज्ञान व तंत्रज्ञान - भाग एक’ या पाठ्यपुस्तकाच्या पहिल्याच धड्यामध्ये शेवटच्या भागात अवअणूकणांचा उल्लेख केलेला आहे. एका कार्यशाळेमध्ये इयत्ता १०वीला शिकवणाऱ्या एका शिक्षकाने माझ्याकडे एक अडचण व्यक्त केली की, ह्या अवअणूकणांबद्दल वेगवेगळे प्रश्न विचारून मुलं आम्हाला भंडावून सोडतात आणि आम्हाला काही या कणांविषयी अधिक माहिती सांगता येत नाही. हे अवअणूकण म्हणजे काय, असे किती कण आहेत, त्यांचे प्रकार कोणते, क्वार्क म्हणजे नेमकं काय, असे अनेक प्रश्न मुलं विचारतात आणि मग त्यांना समजेल अशा भाषेत या सगळ्या प्रश्नांची उत्तरं कशी द्यायची, ही त्या शिक्षकाची अडचण होती.

खरं म्हणजे, मला भेटलेल्या त्या शिक्षकाची समस्या ही केवळ त्या एका शिक्षकाची नसून अनेक शिक्षकांची असू शकते आणि जर शिक्षकांना या संकल्पनांविषयी माहिती देता येत नसेल तर ही समस्या केवळ शिक्षकांपुरती मर्यादित न राहता विद्यार्थ्यांचीसुद्धा होते. तेव्हा या समस्येचं निराकरण होण्यासाठी आपण मूलकण कोणते आणि त्यांचं वर्गीकरण कसं केलं जातं, हे आधी पाहूया.

अणूची संरचना साधारणपणे ज्या काळात माहिती झाली, त्या काळात म्हणजे सुमारे १०० वर्षांपूर्वी इलेक्ट्रॉन, प्रोटॉन आणि न्युट्रॉन हे तीनच मूलकण ज्ञात होते. पण, जसजसं संशोधन होऊ लागलं तसतशी अणूतल्या ज्ञात कणांची संख्यासुद्धा हळूहळू वाढायला

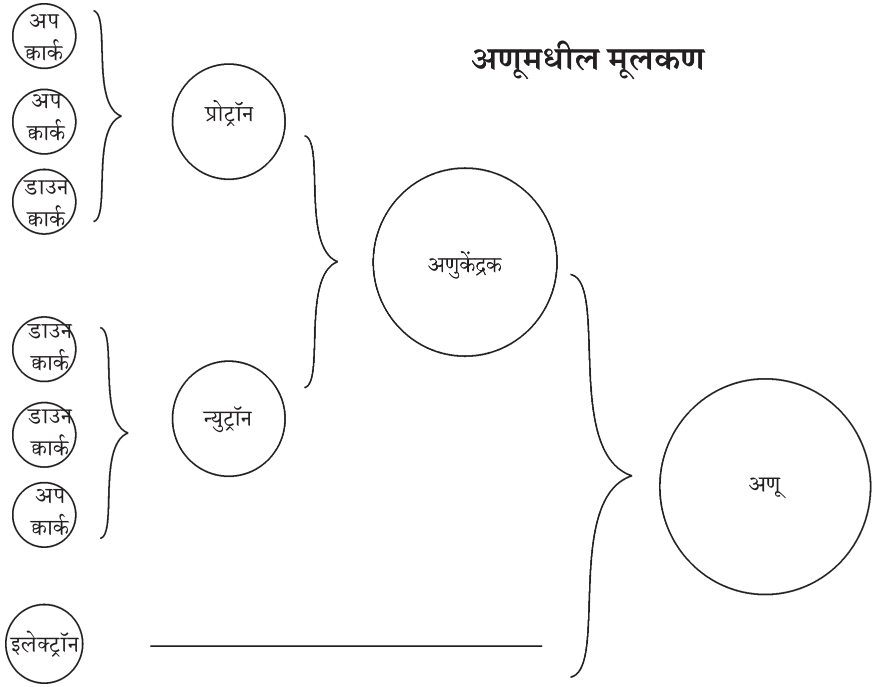


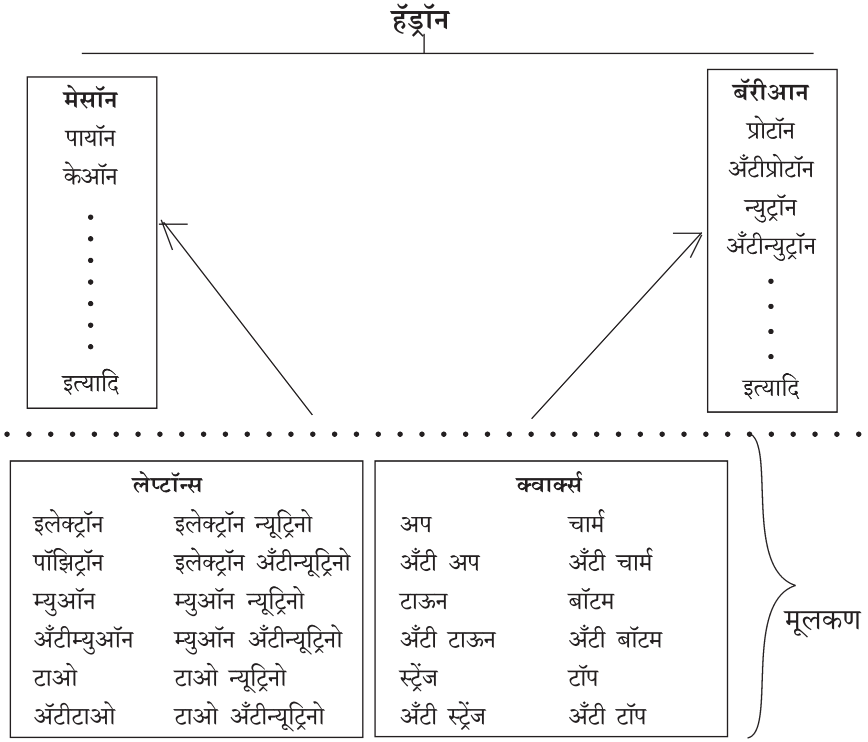
Carbon atom

लागली. आपल्याला माहिती असलेल्या अणूमध्ये असलेल्या कणांची संख्या केव्हाच शतकाचा आकडा ओलांडून पुढे गेली आहे.

अत्यंत सूक्ष्म आकार असलेल्या अणूमध्ये इतक्या मोठ्या संख्येने मूलकण असतात, हे वाचून तुम्हाला आश्चर्य वाटल्यावाचून राहणार नाही. मोठ्या संख्येने अस्तित्वात असलेल्या आणि वैशिष्ट्यांमध्ये साधर्म्य दाखवणाऱ्या कोणत्याही वस्तूंचं आपण आपल्या सोयीसाठी वर्गीकरण करतो. त्यामुळे अणू संशोधकांनीसुद्धा समान गुणधर्मांच्या आधारे या मूलकणांची गटवार विभागणी केली.

मूलकणांच्या वर्गीकरणाच्या पहिल्या पद्धतीमध्ये सगळे मूलकण लेप्टॉन आणि हॅड्रॉन अशा दोन गटांमध्ये विभागण्यात आले. यापैकी लेप्टॉन प्रकारातले कण म्हणजे हलके कण आणि हॅड्रॉन म्हणजे जड कण अशी ही विभागणी होती. लेप्टॉन कणांना कोणतीही अंतर्गत रचना नसते, असं मानलं जातं. लेप्टॉन प्रकारात समाविष्ट असलेल्या मूलकणांची संख्या फक्त बारा आहे. लेप्टॉनमध्ये इलेक्ट्रॉन, इलेक्ट्रॉन न्युट्रिनो, म्युऑन, म्युऑन न्युट्रिनो, टाऊ आणि टाऊ न्युट्रिनो हे सहा मूलकण आणि त्यांचे प्रतीकण म्हणजेच ॲन्टी पार्टिकल अशा बारा





मूलकणांचा समावेश होतो.

याउलट, हॅड्रॉन कण मात्र संख्येने अनेक आहेत. यामध्ये प्रामुख्याने प्रोटॉन, न्युट्रॉन, निरनिराळ्या प्रकारचे मेसॉन, इत्यादी कणांचा समावेश होतो. यापैकी प्रोटॉनचा अपवाद सोडला तर बहुतेक हॅड्रॉन हे अणूमध्ये अत्यल्प काळासाठी अस्तित्वात असतात. कारण, या कणांमध्ये सतत अभिक्रिया घडून येत असतात. या अभिक्रियांमधून किंवा परस्पर प्रक्रियांमधून नवीन कण तयार होत असतात. दोन पदार्थांची रासायनिक अभिक्रिया होऊन जसा नवीन पदार्थ तयार होतो, तसंच काहीसं हे आहे.

सूर्याभोवती फिरत असतानाच पृथ्वी स्वत:भोवतीसुद्धा फिरते. त्याचप्रमाणे, अणूतले इलेक्ट्रॉनसुद्धा अणूच्या केंद्रकाभोवती फिरत असताना स्वत:भोवती फिरत असतात. या गतीला आपण 'स्वांग गती' किंवा 'स्पिनिंग मोशन' म्हणतो. इलेक्ट्रॉन प्रमाणेच अणूतले सगळ्याच मूलकणांना स्वांग गती असते. मूलकण ज्या अक्षाभोवती फिरतो आहे, त्या अक्षाची दिशा बदलता येते. पण, मूलकणांच्या स्वांग गतीचा वेग मात्र हवा तसा बदलता येत

नाही. मूलकणांच्या स्वांग गतीचा वेग ठराविक पटीमध्ये असतो. स्वांग गतीनुसार मूलकणांचं 'फर्मिऑन' आणि 'बोसॉन' अशा दोन प्रकारांमध्ये वर्गीकरण केलं जातं. फर्मिऑन हे नाव एन्रिको फर्मी या इटलीच्या शास्त्रज्ञाच्या सन्मानार्थ तर बोसॉन हे नाव सत्येंद्रनाथ बोस ह्या भारतीय शास्त्रज्ञाच्या सन्मानार्थ देण्यात आलं. प्रोटॉन, न्युट्रॉन, इलेक्ट्रॉन हे फर्मिऑन प्रकारातले मूलकण आहेत.

बोसॉन आणि फर्मिऑन प्रकारच्या कणांमध्ये एक मूलभूत फरक आहे. बोसॉन कणांनी ३६० अंशातून स्वत:भोवती भ्रमण केलं की ते मूळ स्थितीमध्ये येतात. अर्थात, ही गोष्ट तर्काला धरून आहे. कारण, कोणतीही वस्तू ३६० अंशातून फिरवली तर त्या वस्तूची आधीची बाजू परत आपल्यासमोर येते. पण, फर्मिऑन कणांच्या बाबतीत मात्र ही गोष्ट घडत नाही. ३६० अंशाच्या कोनातून हे कण फिरले तरी ते आपल्या मूळ स्थितीत येत नाहीत. मूळ स्थितीमध्ये येण्यासाठी त्यांना आणखी ३६० अंशाच्या कोनातून फिरावं लागतं.

न्युट्रिनो हा मूलकणसुद्धा फर्मिऑन प्रकारच्या कणासारखाच विचित्र कण आहे. विशेष म्हणजे, हा कण असूनही त्याचं वस्तुमान जवळपास शून्य आहे. पण असं असलं तरी हा मूलकण स्वांग गतीमध्ये फिरत असतो. विश्वातले सगळे पदार्थ न्युट्रिनोसाठी जणू पारदर्शक आहेत. कारण, सगळ्या पदार्थांमधून न्युट्रिनो आरपार जाऊ शकतात. आपल्या शरीरामधूनसुद्धा हे कण आरपार जातात आणि त्याची जाणीवही आपल्याला होत नाही. न्युट्रिनो कणांच्या या वैशिष्ट्यपूर्ण गुणधर्मामुळे त्यांना 'घोस्ट पार्टिकल' असं संबोधलं जातं. अणु-केंद्रकातल्या न्युट्रॉन कणांचा क्षय होऊन त्यापासून प्रोटॉन, इलेक्ट्रॉन आणि न्युट्रिनो हे कण तयार होतात. विश्वातल्या सगळ्या ताऱ्यांमध्ये न्युट्रिनो कण निर्माण होत असतात.

१९३८ साली अणुकेंद्रकाचे विभाजन करता येणं शक्य आहे, हे प्रयोगातून सिद्ध झाल्यावर अणूच्या केंद्रकात असलेल्या अनेक मूलकणांविषयी संशोधकांना माहिती झाली. ज्ञात मूलकणांची संख्या जेव्हा शंभराहूनसुद्धा जास्त झाली तेव्हा शास्त्रज्ञांना चिंता वाटायला लागली. कारण, सगळ्या पदार्थांचे मूलतत्त्व स्पष्ट करणाऱ्या मूलकणांची संख्या अत्यंत मर्यादित असायला हवी. जर सगळ्याच कणांना मूलकणांचा दर्जा दिला तर नवनवीन कणांच्या गुणधर्माप्रमाणे पदार्थाचं मूलतत्त्वसुद्धा बदलावं लागेल. त्यामुळे अणूतल्या सगळ्याच कणांना मूलकणांचा दर्जा देता येणार नाही. याबाबत जगभरातल्या संशोधकांचं एकमत झालं. पण तरीसुद्धा मूळ प्रश्न सुटला नव्हता. हा प्रश्न सोडवण्याच्या दृष्टीने १९६१ साली

अमेरिकेतील भौतिकशास्त्रज्ञ मरे गेलमन, जॉर्ज इवीग आणि इस्राएलचे संशोधक युवाल नेइमन यांनी क्वार्क या मूलकणांची संकल्पना मांडली. सगळ्या मूलकणांच्या मुळाशी क्वार्क कण आहेत आणि त्यांच्या मदतीने इतर सगळ्या कणांचं विश्लेषण करता येऊ शकेल, असं शास्त्रज्ञांचं मत आहे.

सुरुवातीच्या काळात केवळ दोनच क्वार्क कणांचं अस्तित्त्व मानलं गेलं. या दोन क्वार्क कणांना 'अप' आणि 'डाऊन' अशी दोन सोपी नावं ठेवण्यात आली. दोन अप आणि एक डाऊन असे तीन क्वार्क एकत्र आले की, त्यापासून एक प्रोटॉन कण तयार होतो. त्याचप्रमाणे, दोन डाऊन आणि एक अप असे तीन क्वार्क एकत्र आले की, त्यापासून एक न्युट्रॉन कण तयार होतो, असे मत क्वार्क कणांचा अभ्यास करताना संशोधकांनी मांडले.

खरं म्हणजे, मूलकणांची संख्या मर्यादित रहावी, या हेतूने क्वार्क कणांची संकल्पना मांडण्यात आली. पण, वेगवेगळ्या अडचणींवर तोडगा काढण्यासाठी मांडल्या गेलेल्या वेगवेगळ्या क्वार्कच्या संकल्पनांमुळे क्वार्कची संख्यासुद्धा वाढायला लागली. उदाहरणार्थ, अनेक मूलकणांचं अस्तित्त्व 'अप' आणि 'डाऊन' ह्या दोन क्वार्कच्या मदतीने शास्त्रज्ञांना सिद्ध करता आलं नाही. त्यासाठी शास्त्रज्ञांनी 'स्ट्रेंज' ह्या नव्या क्वार्कची संकल्पना मांडली. असं करता करता क्वार्क कणांची संख्यासुद्धा हळूहळू वाढत जाऊन बारापर्यंत पोहोचली आहे. या बारा कणांमध्ये अप, डाऊन, स्ट्रेंज, चार्म, टॉप आणि बॉटम असे सहा क्वार्क आणि त्यांच्याशी संलग्न असलेले सहा प्रतिक्वार्क यांचा समावेश आहे. या बारा कणांच्या मदतीने ज्ञात असलेल्या सगळ्या मूलकणांविषयी आणि त्यांच्या अंतर्रचनेविषयी स्पष्टीकरण देता येतं, असं शास्त्रज्ञांचं मत आहे. पण, त्यामध्ये इलेक्ट्रॉन, प्रोटॉन आणि न्युट्रॉन अशा काही कणांचा समावेश करता येत नाही. कारण, या कणांना अंतर्गत रचना नसल्याचं संशोधकांचं मत होतं. पण प्रोटॉन आणि न्युट्रॉन कण क्वार्कपासून तयार होत असल्याचे मानण्यात आल्याने या केंद्रकीय कणांचा मूलकणांमध्ये समावेश न करता केवळ इलेक्ट्रॉन हेच मूलकण असल्याचं मानलं जात आहे. दरम्यान अमेरिकेतील जेफर्सन लॅबमध्ये चार क्वार्क आणि एक टीक्वार्कने मिळून तयार झालेल्या एका कणाचा पुरावा शास्त्रज्ञांच्या हाती आला आहे. हा कण पाच क्वार्कने तयार झाल्याने त्याला 'पेंटा क्वार्क' असे संबोधण्यात आले आहे.

अर्थात, 'क्वार्क मूलकण' ही केवळ संकल्पना आहे. असे कण अणूमधून वेगळे काढण्यात शास्त्रज्ञांना अजून शक्य झालेलं नाही. पण, त्यादृष्टीने शास्त्रज्ञ सातत्याने प्रयत्न करत आहेत. अणूतले मूलकण वेगळे

करण्यासाठी दोन किंवा अधिक मूलकणांचा वेग प्रचंड वाढवून त्यांची टक्कर घडवून आणण्याचे प्रयत्न शास्त्रज्ञ करत आहेत. असाच एक महाप्रयोग सध्या जिनिव्हाजवळ भूगर्भाखाली सुमारे १०० मीटर खोलीवर खणण्यात आलेल्या २७ किलोमीटर लांबीच्या बोगद्यामध्ये लार्ज हॅड्रॉन कोलाइडर नावाच्या अतिप्रचंड यंत्राच्या मदतीने केला जात आहे. अर्थात, ह्या प्रयोगाचे निष्कर्ष हाती येण्यासाठी अजून काही वर्ष जावी लागतील.

▲▲

लेखक : **हेमंत लागवणकर,** विज्ञान शिक्षण व शिक्षक प्रशिक्षण क्षेत्रात अनेक वर्षे काम. अनेक पुस्तके प्रसिद्ध. मो. : ९८२०१३८७५१

मुखपृष्ठाबद्दल : लार्ज हॅड्रॉन कोलायडर

स्वित्झर्लंडमध्ये जिनिव्हाजवळ फ्रान्स व स्वित्झर्लंडच्या सीमेखाली जगातला सर्वात मोठा आणि सर्वात शक्तिमान पार्टिकल ॲक्सलरेटर (त्वरक) आता मूलकणांची नवी रहस्ये उलगडण्यासाठी सज्ज झाला आहे. 'लार्ज हॅड्रॉन कोलायडर' असे या त्वरकाचे नाव आहे. या त्वरकामध्ये १.१२ मायक्रोज्यूल इतकी ऊर्जा असलेल्या प्रोटॉन कणांचे दोन झोत एकमेकांच्या विरुद्ध दिशेने सोडले जातील. या दोन झोतांमधील कणांची जेव्हा टक्क होईल तेव्हा प्रोटॉनच्या आत असलेले क्वार्क कण आणि ऊर्जा बाहेर पडेल. आत्तापर्यंत क्वार्क कणांच्या अस्तित्वाचा प्रायोगिक पुरावा मिळालेला नाही, तो या प्रयोगातून मिळेल. त्याचप्रमाणे क्वार्क व लेप्टॉन या सध्या मूलभूत मानल्या जाणाऱ्या कणांच्या आतही काही आणखी मूलभूत अशा कणांची संरचना आहे का, हेही पडताळून पहाता येईल. या प्रयोगांमधून विश्वाच्या निर्मितीचे रहस्य उलगडता येईल, असा संशोधकांना विश्वास वाटतो. सप्टेंबर २००८ मध्ये सर्वप्रथम या यंत्राचा वापर केला गेला. पण काही अंतर्गत बिघाडामुळे नऊ दिवसातच प्रयोग थांबवावा लागला. अंतर्गत यंत्रणांमधील सर्व त्रुटी दूर करण्यासाठी एक वर्ष लागले. नोव्हेंबर २००९ पासून पुन्हा सुरुवात केली गेली आणि तीन दिवसांनी प्रोटॉन कणांच्या पहिल्या टकरीची नोंद करण्यात आली. लार्ज हॅड्रॉन कोलायडरच्या निर्मिती आणि वापरामध्ये शंभराहून अधिक देशांमधील १०,०००हून अधिक शास्त्रज्ञ व तंत्रज्ञ सहभागी आहेत. युरोपियन ऑर्गनायझेशन फॉर न्यूक्लिअर रिसर्च (CERN) या संघटनेने या अतिप्रचंड प्रकल्पाची निर्मिती केलेली आहे. मुखपृष्ठावरील मुख्य चित्रात या त्वरकाचा काही भाग दिसतो आहे. कव्हर चार वरील छोट्या चित्रात प्रोटॉन कणांच्या टकरीचा एक संभाव्य परिणाम काय होऊ शकतो, याचे संशोधकांनी तयार केलेले कल्पनाचित्र दाखवलेले आहे.

जीवनातले गणित

श्र औ त्र

लेखक : अनिल गोरे

सर्वसाधारणपणे गणित हा विषय अवघड मानला जातो. गणिताची दहशत अनेकांच्या मनात असते. अनेक जण गणिताबाबत भीती पसरवतात. गणित जीवनाच्या प्रत्येक अंगाला आवश्यक आहे, हे एक मत आहे. तर गणिताचा रोजच्या जीवनात काय उपयोग असा प्रश्न अनेकजण करतात. या वादाचा विचार करताना मला वेगळीच बाब जाणवली. गणिताचा रोजच्या जीवनात उपयोग आहे की नाही, यापेक्षा रोजच्या जीवनाशी संबंधित अनेक गोष्टींचा गणित समजण्यास उपयोग करता येईल, असे मला वाटले.

आपण काही उदाहरणे पाहू. भूमितीमध्ये अनेकदा सिद्धता व उदाहरणांत कोनांचा भरपूर वापर करावा लागतो. एकाच आकृतीतील सर्व कोन प्रत्येकाला दिसत नाहीत, त्यातील काहीच दिसतात. या कमी-जास्त दिसण्यावर अनेक गणिते बेतली जातात. कोनांची संख्या मोजण्याची उत्तम तयारी होण्यासाठी मी माझ्या विद्यार्थ्यांवर एक प्रयोग केला.

अ, आ, इ, ई,.... या बाराखडीतील प्रत्येक अक्षर काढून त्यातील कोन मोजायला सांगितले. 'अै' आणि 'औ' या दोन अक्षरांत चांगले निरीक्षण असणाऱ्यांचे उत्तर बरोबर तर इतरांचे चूक आले. यानंतर क, ख, ग,.... ही सर्व ३६ व्यंजने लिहून प्रत्येकातील कोनांची संख्या शोधणे, स्वतःचे पूर्ण नाव लिहून त्यातील एकूण कोनांची संख्या शोधणे, नाव-पत्ता लिहून त्यातील कोनांची संख्या शोधणे असे छोटे प्रकल्प मुलांना दिले. यानंतर मुलांना इंग्रजी अक्षरे, नांव, पत्ता असे प्रकल्प दिले. मुलांना मजा वाटू लागली. मराठी 'त्र' आणि इंग्रजी "K' मध्ये अनेकजण चुकले.

आता फक्त कोन मोजणे यात मुलांना गंमत वाटेना. मी त्यांना याच कल्पनेवर आणखी जास्त प्रकल्प करायला सांगितले. मुलांनी छान कल्पक प्रकल्प सुचविले.

१) एकाच मुलाचे पूर्ण नाव मराठी, इंग्रजी, फ्रेंच, कानडी, तामिळ, बंगाली भाषांत लिहून कोनांच्या संख्येनुसार भाषांचा चढता-उतरता क्रम लावणे.

२) एका वर्गातील सर्व मुलांची पूर्ण नावे मराठीत लिहून कोनांच्या संख्येनुसार सर्वाधिक संख्या असेल त्याला 'कोनश्री' पदवी देणे.

३) पाठ्यपुस्तकातील कवितांमधील कोनांची संख्या मोजणे

४) भारताचे 'राष्ट्रगीत' व 'प्रतिज्ञा' यातील कोनांची संख्या.

५) चित्रपटांच्या नावांमधील कोनांची संख्या मोजणे

६) शाळेत शिकलेली अंकलिपीतील काही अक्षरे वळणदार असतात, मात्र भ्रमणध्वनी अथवा सरकत्या जाहिरातींमधील अक्षरे मात्र वळणदार नसून पूर्णपणे सरळ रेषाखंडांची असतात. एका विद्यार्थ्याने या भेदावर आधारित प्रकल्प सुचवला. तो असा की, इतर कोणताही प्रकल्प ही दोन्ही प्रकारची अक्षरे वापरून दोनदा करावा.

एक कल्पना मी सुचवली तर विद्यार्थ्यांची विचारशक्ती कोनांच्या संदर्भात स्वैर संचार करू लागली. या अनुभवावरून मी पुढे अनेक संकल्पनांबाबत सुचतील ते निरनिराळे प्रयोग केले, ते पुढीलप्रमाणे.

२, ३, ४, ५, ६, ८, ९, ११ ने भाग

जाण्याच्या कसोट्या शिकवल्यावर पुस्तकात त्यासाठी २०-२५ प्रश्न आहेत हे आढळले. याबाबत मी मुलांना प्रथम त्यांच्या पटसंख्येला कशाने भाग जातो, ते शोधायला सांगितले. प्रत्येकाची पटसंख्या वेगळी म्हणून प्रत्येकाला वेगळे गणित मिळाले, शिवाय मी निवांत ! हे झाल्यावर मी त्यांना परीक्षेतील गुण, बाबांच्या-आईच्या-ताईच्या-दादाच्या गाड्यांचे क्रमांक, दूरध्वनी-भ्रमणध्वनी क्र. अशा संख्या घेऊन प्रत्येक संख्येला कशा-कशाने भाग जातो ते शोधा, असा प्रकल्प दिला.

यानंतर मुलांना प्रकल्प सुचवायला सांगितले तर मात्र मोठी धमालच झाली. त्यांनी वीजदेयक, दूरध्वनीदेयक, घरपट्टी, वृत्तपत्र देयक, वस्तूंच्या खोकी-वेष्टणावरील किंमती या सर्वांचा उपयोग करून हाती लागेल त्या संख्यांची विभाज्यता, दोन संख्यांचे मसावि-लसावि, दोनपेक्षा जास्त संख्यांचे मसावि-लसावि, अवयव अशा माहीत असलेल्या सर्व संकल्पना जोडल्या.

थोडक्यात, गणिताच्या पुस्तकातील प्रत्येक संकल्पना घेऊन ती रोजच्या जीवनात कोठे आढळेल तिथे तिचा वापर व पडताळा घेण्याची सवय मुलांना लावली तर खूप उपयोगी ठरते, असा मला अनुभव आला. मी दोन उदाहरणे लेखात दिली आहेत. आणखी २०-२५ संकल्पनांचे प्रकल्प मी माझ्या शिकवण्यात वापरले आहेत. मात्र असा विचार प्रत्येक विद्यार्थी, पालक व शिक्षक करू शकेल, याची मला खात्री वाटते. हे फक्त गणिताच्या बाबतीतच घडेल असे नाही. भौतिकशास्त्र, रसायनशास्त्र, भूगोल (घराचा, इमारतीचा, गृहसंकुलाचा, राहत्या भागाचा, गावाचा, शहराचा नकाशा स्वतः बनवणे, हवामानाच्या नोंदी वर्षभर ठेवणे इ.) या विषयातही असे स्व-निर्मित प्रकल्प करता येतील.

भाषा विषयात तर प्रत्येकाला प्रत्येक भाषेसाठी शंभर प्रकल्प सुचतील. गणिताची भीती घालवण्यासाठी तर प्रत्येक पालकाने असे प्रकल्प करावेत, आपल्या मुलांच्या शाळेत ते द्यावेत. आता परीक्षांचे महत्त्व कमी झाले आहे त्यामुळे पाठ्यपुस्तकातील धड्यांचा पूर्वीपेक्षा कमी अभ्यास होईल. आता यापुढे तर अशा स्व-रचित प्रकल्पांचा उपयोग मोठ्या प्रमाणात होणार आहे. पालकांच्या गटांनी माझ्याशी संपर्क साधून त्यांना सुचलेले प्रकल्प कळवावेत, त्यांचे स्वागतच आहे.

▲▲

लेखक : **अनिल गोरे,** पुणे येथे आकांक्षा गणित वर्ग चालवितात. समर्थ मराठी संस्थेचे अध्यक्ष.
मो.: ९४२२००१६७१

शब्दकोडे

विद्यार्थी मित्रहो,

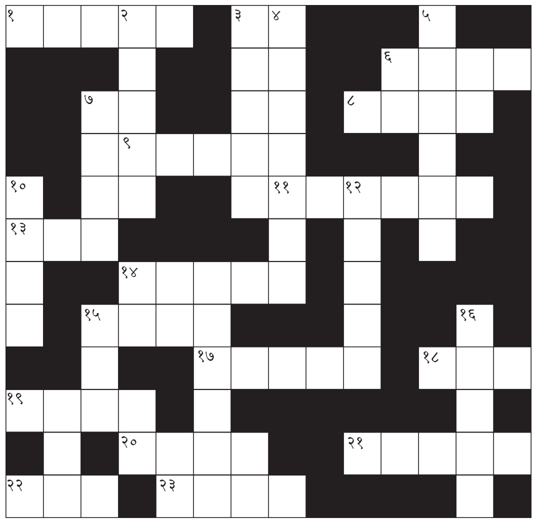
खाली शब्दकोडे दिलेले आहे. हे शब्दकोडे गणित व विज्ञानातील उपकरणांसंदर्भातील आहे. खाली काही उभे व आडवे शब्द दिलेले आहेत. त्यापैकी ज्या उपकरणाचा उपयोग संबंधित शब्दाला होतो, त्यांचा उपयोग करून हे शब्दकोडे सोडवायचे आहे.

आडवे शब्द

१) उष्णतेचे मापन करणे
६) विद्युत निर्मिती
८) वनस्पतींची वाढ मोजणे
९) प्रकाशाची तीव्रता मोजणे
११)सूक्ष्म अंतर मोजणे
१३)विद्युत निर्मितीसाठी यंत्र
१४)सूक्ष्म पदार्थ मोठा करून दाखवणे
१५)दुधाची सापेक्ष घनता मोजणे
१७)दूर अंतरावरून येणाऱ्या संदेशाचे तत्काळ टंकलेखन करणे.
१८)लिखित व मुद्रित मजकुराच्या तसेच दस्तऐवजांच्या फोटोप्रती
१९)अल्पावधीत प्रचंड गुंतागुंतीची गणिते व इतर अनेक योजलेल्या गोष्टी वेगाने करणे
२०) वर्णपटाचा अभ्यास करणे
२१) विद्युतधारा मोजणे
२२) ध्वनीचे प्रसारण करणे
२३) वातावरणातील हवेचे तापमान मोजणे

उभे शब्द

२) ध्वनी लहरींचे वर्धन करणे
३) विद्युत विभवांतराचे मापन करणे
४) वातावरणाचा दाब मोजणे
५) द्रव पदार्थाची सापेक्ष घनता मोजणे
७) उत्तर दिशा व त्यावरून इतर दिशा निश्चित करणे
१०) लांबीचे मापन करणे
१२) काटेकोर कालमापन करणे
१५) दूरची वस्तू स्पष्ट पाहणे
१६) पृष्ठभागाची वक्रता
१७) आकाशस्थ ग्रहगोलांचे निरीक्षण करणे.



संभाजी बाळासो डोईफोडे
होमी भाभा विज्ञान शिक्षण केंद्र येथे कार्यरत. मो. : ०९९६९०८८१५८

जैव वैविध्य
विकास आणि रोजी रोटी

लेखक : एम् एस् स्वामीनाथन
अनुवाद : नीलिमा सहस्रबुद्धे.

आपल्या नैसर्गिक वातावरणाला अनुरूप अशी शेती आणि जैवतंत्रावर आधारित उद्योगधंदे नेहमीसाठी टिकून राहावेत यासाठी जैव वैविध्य फार महत्त्वाचं आहे. ते टिकवून धरायला हवं. त्यासाठी जैव साक्षरता वाढवायला हवी आणि उपलब्ध जैव संसाधनांचं रूपांतर रोजगार आणि उत्पन्नात करायला हवं.

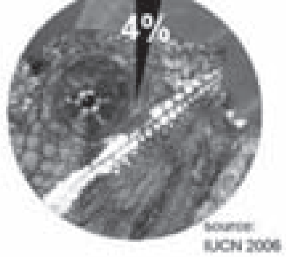
शाश्वत अन्न-आरोग्य-रोजगार जर सुरक्षित ठेवायचे असतील, तर त्यासाठीची अत्यावश्यक गोष्ट म्हणजे जैव वैविध्य. हवामान बदलाच्या संकटाला ठामपणे तोंड देऊ शकणारी शेती आणि जैवतंत्राधारित उद्योग दोन्हीचा पाया म्हणजे हे जैववैविध्य. म्हणूनच १९९२ मधे रिओ द जानिरो इथे झालेल्या परिसर आणि विकास विषयावरच्या जागतिक परिषदेत एक ठराव जैववैविध्यासंबंधी केला गेला. जैववैविध्य टिकवणं, त्याचा शाश्वत वापर करणं आणि त्यामुळे होणाऱ्या फायद्याचे समन्यायी वाटप करणे हे त्याचे उद्देश आहेत. प्रत्येक देशातं जैववैविध्य म्हणजे त्या देशातल्या जनतेची सर्वश्रेष्ठ संपत्ती आहे. आपल्या देशातल्या या संपत्तीचे रक्षण करण्यासाठी आपल्याकडे राष्ट्रीय जैववैविध्य कायदा २००२ पासून लागू झालेला आहे.

नष्ट होण्याच्या मार्गावरील सजीव

उभयचर

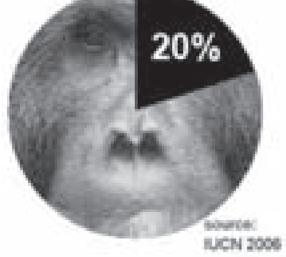
मासे

पक्षी



सरपटणारे प्राणी

वनस्पती



सस्तन प्राणी

जैववैविध्य संरक्षणाला महत्त्व देऊनही प्रत्यक्षात जगभरामध्ये कितीतरी जीववंश नष्ट होत चाललेत. १२% पक्षी, २१% सस्तन प्राणी, ३०% जलस्थल वासी, २७% प्रवाळ, ३५% शकुधारी आणि नीलहरित शैवाल वनस्पती सूचिपर्णी जाती नष्ट होण्याच्या मार्गावर आहेत. वर्ल्ड कॉँझर्वेशन युनियनच्या (IUCN) मांडणीनुसार ४७,६७७ प्रजाती लवकरच दिसेनाशा होतील. १९७० ते २०१० या काळात कित्येक प्रयत्न चालू असूनही जैववैविध्य नष्ट होण्याच्या वेगात म्हणावा इतका फरक काही पडला नाही.

जैववैविध्य संरक्षणाबद्दल जाणीव जागृती व्हावी म्हणून दरवर्षी २२ मे या दिवशी 'आंतरराष्ट्रीय जैववैविध्य दिन' साजरा होतो. २०१० हे वर्ष तर जैववैविध्य वर्ष म्हटले गेले आहे. ऑक्टोबर मधे जपानमधील नागोया इथे जैववैविध्य शिखर परिषद होणार आहे. १७० देशांचे प्रतिनिधी तिथे जमून जैववैविध्य वाचवण्यासाठी एकत्र येऊन आराखडा तयार करतील. धोक्यात आलेल्या, दुर्मिळ, नष्टप्राय प्रजाती वाचवण्यासाठी शिक्षण, सामाजिक इच्छाशक्ती व नियंत्रण तयार करण्यासाठी धोरण आखतील.

पण या सगळ्याला शाश्वत विकासाची आणि रोजगार निर्मितीची जोड दिली, तरच या परिषदा, ठराव, योजना यातून काही अर्थपूर्ण काम होऊ शकेल.

गरिबांच्या गरजा आणि परिसर या दोन्हीचा विचार एकत्रितच करायला हवा. परिसर रक्षणाचे काम सोपे नाही. साधारणपणे व्यापारी उत्पादन घेण्यासाठीच किंवा त्यासाठीच्या इतर प्रकल्पांमुळे (धरणे, रस्ते, वीजप्रकल्प इ.) निसर्गावर आक्रमण होते किंवा बाहेरून आलेल्या प्रजातींचे आक्रमण (उदा. काँग्रेस गवत) आणि अशाश्वत विकासाचे प्रयत्न (उदा. खार फुटेपर्यंत पाणी पाजून शेती) यामुळे जीवजाती नष्ट व्हायला सुरवात होते. आपल्या विकासाच्या कल्पनांमधे जैववैविध्य रक्षणाचा अंतर्भाव

कसा करता येईल ? यासाठी केलेल्या काही प्रयत्नांची माहिती घेऊ.

खारदलदलीचं महत्त्व

तमिळनाडूमधल्या पिचावरमजवळ एका खारदलदल जंगलाचा अभ्यास चालू होता. जवळच्या MGR नगरमधे गरिबांची वस्ती होती. त्यांचा समावेश अनुसूचित जाती जमातींमधे झालेला नव्हता. त्यामुळे कोणत्याही सरकारी योजनेचा फायदा त्यांना मिळत नव्हता. मोठी माणसे हातांनीच मासे पकडत. लहानांच्या शिक्षणाची काहीच सोय नव्हती. शाळाही लांब होत्या आणि अनुसुचित जाती/जमातीची प्रमाणपत्रे नसल्यानेही अडचणी होत्या. मुलांचंच संगोपन, रक्षण होणार नसेल, तर मग खारदलदल जंगल तरी कुणासाठी वाचवायचं होतं ? काही देणग्या मिळवून मग आम्ही तिथे एक प्राथमिक शाळा सुरू केली. सगळी मुलं शाळेत येऊ लागली. काही वर्षांनी मग ही शाळा सरकारकडे सुपूर्द केली. २००४ च्या सुनामीनंतर झोपड्यांच्या जागी विटांच्या इमारती उभ्या राहिल्या, आणि MGRनगर बदलले.

नुकताच तिथला नेता मला भेटून गेला. वस्तीतली शाळा आता दहावीपर्यंत करावी अशी मागणी मांडली गेली आहे. आता खारफुटीचं महत्त्व त्यांना समजलं आहे. खारफुटीच्या मुळांजवळ माशांना जे पोषण मिळतं, त्यामुळे तिथल्या मत्स्यपालनासाठी शाश्वत स्थैर्य मिळतं.

सुनामीच्या वेळी खारदलदलीने गतिरोधकाचं काम केलं आणि लाटांपासून वस्तीचं संरक्षण झालं. या गावातल्या प्रत्येकालाच आता किनाऱ्यावरच्या वस्त्या आणि खारदलदलीचं परस्परावलंबन समजलं आहे. आता खारदलदल सुरक्षित राहील.

जुने तंत्र पुन्हा नव्याने

तामिळनाडूच्या कोल्ली टेकड्यांवर आदिवासींची शेती आहे. पारंपरिक औषधं आणि बऱ्याच प्रकारची धान्ये तिथे होत असत. पण

बायोव्हिलेज

स्वामीनाथन संशोधन संस्थेच्या (MSSRF) शास्त्रज्ञांनी प्रयत्न चालू केले. शेतीतल्या प्राथमिक उत्पादनावर काही प्रक्रिया करून त्याचे बाजारमूल्य वाढवण्याचा प्रयत्न केला. पारंपरिक धान्यांसाठी योग्य बाजारपेठ शोधली. अशा

बाजारात त्याला मागणी नसल्याने त्यांनी टॅपिओका आणि अननस लावायला सुरूवात केली. शतकानुशतकं जे त्यांचं अन्न होतं, त्या पूर्वीच्या पारंपरिक धान्यांमधून त्यांना बरीच प्रथिनं आणि पोषक तत्त्वं मिळत असत. हवामानात बदल झाले तरी ती धान्यं बऱ्यापैकी पिकत असत. धान्यं आणि कडधान्यं यांचं मिश्रपीक घेतलं की कमी जास्त पावसातही पिकं संपूर्णपणे हातची जात नसत. हवामान बदलाच्या धोक्याला तोंड देण्यासाठी अशा प्रकारची तंत्र वापरावी लागतात. त्यामुळे अन्नसुरक्षेची खात्री असते. आदिवासी परंपरेतील अन्नसुरक्षेची तंत्र परत वापरात आणायला हवीत. पण त्यांच्या आर्थिक गरजांचीही पूर्तता करायला हवी. त्यासाठी एम्.एस्

प्रकारे व्यापारामधूनच अन्नसुरक्षेचे मार्ग तयार झाले. आता तीच पारंपरिक धान्ये पुन्हा पिकवली–खाल्ली जातात. 'जैववैविध्य हेच जीवन' हाच मंत्र जैववैविध्य वर्षातही सर्वांना द्यायला हवा आहे.

बराच काळ आदिवासींनी आणि ग्रामीण कुटुंबांनी ही पारंपरिक विविधता जपली. सर्वांच्या भल्यासाठी स्वतः नुकसान सोसून जपली.

जैववैविध्य टिकवण्याचं महत्त्व आता

तरी आपण ओळखायला पाहिजे. शेताशेतातून जी विविध बियाणी सुरक्षित ठेवण्याचं काम स्थानिक शेतकऱ्यांनी केलंय, त्यांचे नमुने आता पुढे जाऊन (उदा. DRDOच्या) प्रयोगशाळेत कायम सुरक्षित करून ठेवायला हवेत.

जैव वैविध्य आणि विकास

जैव वैविध्याचा उपयोग 'गरिबी हटाव'साठी कसा करायचा? जैव वैविध्याचा उपयोग जिथे शाश्वत पद्धतीने करता येईल अशी कामे, उत्पन्नाचे स्रोत शोधले पाहिजेत. त्यासाठी संस्थात्मक पद्धती आता MSSRF संस्थेने विकसित केल्या आहेत, उदा. बायोव्हिलेज किंवा बायोव्हॅली. बायोव्हिलेजमध्ये नैसर्गिक स्रोत/संसाधनं टिकवणं त्यांचं संवर्धन करणं हे सर्वात महत्त्वाचं काम असतं. त्याशिवाय तिथल्या लहान लहान शेतातूनही उत्पन्न वाढवायचं कसं, त्यातून जास्त पैसा कसा मिळवायचा, इतर क्षेत्रात रोजगाराच्या संधी कशा निर्माण करायच्या यावर काम केलं जातं. परिसराचं संवर्धन हे जनुकं टिकण्याच्यासाठी जीवनमरणाइतक्या महत्त्वाचं ठरलं.

बायोव्हिलेजमधे जैवविविधता, जैवतंत्र आणि उत्पन्नाची साधनं यांचा एकमेकांना टिकवण्या वाढवण्यासाठी वापर केला जातो.

कोरापुटमधे एका बायोव्हॅलीमधे औषधी वनस्पतींची लागवड केली जाते. स्थानिक अन्नधान्यावर प्रक्रिया करून तयार केलेल्या खाद्यपदार्थांची बाजारात विक्री होऊ शकेल असं पाहिलं जातं. अशा प्रकारे धान्याचे विविध प्रकार टिकतील, वापरले जातील आणि त्यातून उत्पन्नही मिळेल याच न्याय्य उपयोगाच्या मार्गाने समाधानाची स्थिती येऊ शकते.

जैव समाधान

कोरापुटच्या आदिवासी कुटुंबांनी अशी 'जैव समाधान' सहकारी सोसायटी स्थापन केली आहे.

वातावरण बदलाला तोंड देऊन टिकून राहू शकतील अशा अन्नधान्याच्या विविध प्रजाती, पाणी, आरोग्य आणि रोजगार... यांच्या देखभालीसाठी लहानपणापासूनच प्रयत्न करायला हवेत. जैववैविध्य साक्षरता

जैवसमाधान सोसायटी

चळवळच चालू करायला पाहिजे. भारत सरकारने DNA आणि Genome clubs सुरू केले आहेत. शालेय विद्यार्थ्यांना जैव विविधतेचं महत्त्व कळावं हा त्यामागचा उद्देश आहे. जैववैविध्य आणि सांस्कृतिक वैविध्य जेव्हा हातात हात घालून वाटचाल करतं, तेव्हा शेती उत्पादनामंधे अगदी समृद्ध अशी विविधता असते. त्याचा समाजाला आर्थिकदृष्ट्या देखील फायदा असतो. बिकट परिस्थितीत देखील अन्नधान्याची उपलब्धता यामुळे टिकून राहते. या प्रयत्नांचं मोल आता सरकारने ओळखलं आहे. भारत सरकारची Genome Saviour Awards जनुकीय स्रोत टिकवून धरण्याचे प्रयत्न करणाऱ्या आदिवासी वा ग्रामीण कुटुंबांना आता दिली जातात.

अशाच प्रकारे पशुधन, वनक्षेत्र आणि मत्स्यबीजे जतन करण्यासाठीसुद्धा पुरस्कार द्यायला हवेत.

जैववैविध्याचा कायदा तीन पातळ्यांवर कृतींचा विचार करतो. पंचायत, राज्य पातळी आणि देश पातळी. जैववैविध्याचं जतन करणं, त्यासाठीचे निर्णय पूर्ण माहिती देऊन नंतरच सामंजस्यानं घेणं आणि त्याचा फायदा संपूर्ण समाजाला होईल याची खात्री करणं यामधे अपेक्षित आहे. जेव्हा जेव्हा विकास कामांचे प्रकल्प नव्यानं मांडले जातात, तेव्हा या तीनही पातळ्यांवरील जैववैविध्य बोर्डाने या प्रकल्पांचे परिणाम तपासून पहायला हवेत. विकासाच्या नावाखाली जैववैविध्याची हानी होऊ देऊ नये.

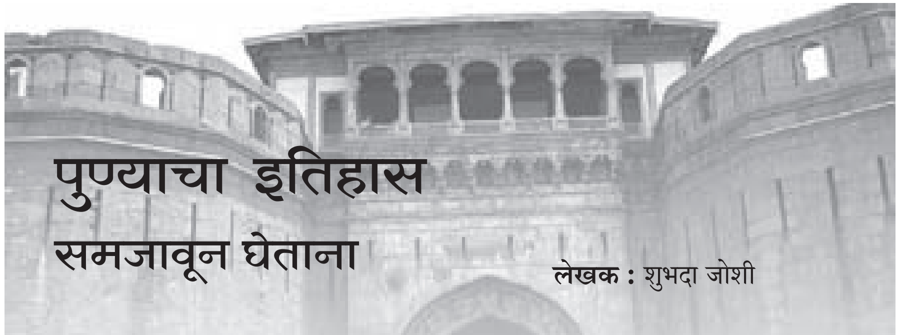
२२ मे रोजी आंतरराष्ट्रीय जैववैविध्य दिन साजरा झाला आणि २०१० हे आंतरराष्ट्रीय जैववैविध्य वर्ष म्हणून साजरं होत आहे कारण या जैववैविध्याबाबत जागरूकता उत्पन्न व्हावी, जाणिवा वाढाव्यात आणि जैववैविध्य समृद्धी असावी. या सगळ्यातून 'जैव समाधान' वाढण्याचा हेतू महत्त्वाचा!

▲▲

द हिंदू, २२ मे १० मधून साभार

लेखक : **एम्. एस्. स्वामीनाथन**, राज्यसभा सदस्य, वर्ल्ड कॉंझर्वेशन युनियनचे माजी अध्यक्ष

अनुवाद : **नीलिमा सहस्रबुद्धे**



पुण्याचा इतिहास समजावून घेताना

लेखक : शुभदा जोशी

नवीनच भेटलेल्या एखाद्या व्यक्तीची ओळख करून घेणं जितकं मजेचं, तितकंच अनेक वर्षांनी भेटलेल्या जुन्या मित्र-मैत्रिणीला पुन्हा नव्यानं समजावून घेणं देखील छान असतं. ते माणूस आपलं वाटावं, त्याच्या गप्पा व्हाव्यात, एकमेकांचा आधार वाटावा यासाठी हे खोल बुडी मारून समजून घेणं गरजेचंही असतं.

तसंच आकर्षण मला एखाद्या नवीन जागेचं, गावा-शहराचंही वाटतं. त्या ठिकाणाची वैशिष्ट्ये, इतिहास, भूगोल, परिस्थिती जाणून घेण्याची उत्सुकता वाटते. त्या जागेलासुद्धा एक विशिष्ट स्वभाव असतो नि तो समजल्याखेरीज त्या जागेबद्दल आत्मीयता वाटत नाही.

खेळघरातल्या मुलांशी बोलत असताना मला अनेकदा जाणवलं होतं की यांना पुणं हे आपलं गाव वाटत नाही. अजूनही ओळख करून देताना ते कुटुंबाचं मूळ गाव 'माझं गाव' म्हणून सांगतात. सोलापूर नि त्याही पेक्षा खालून कर्नाटकातून १०-१५ वर्षांपूर्वी पुण्यात येऊन स्थिरस्थावर झालेली ही कुटुंबं पुण्याशी स्वतःस जोडून घेत नाहीत. नि पुणंही त्यांच्याकडे फक्त कामापुरतं पाहतं. ह्या अनुभवांतून मला वाटलं की मुलांना पुण्याची ओळख व्हायला हवी. पुण्याला त्यांनी जाणलं, आपलं मानलं तर इथे राहून स्वतःची आणि पुण्याचीही प्रगती साधण्यात त्यांना हातभार लावता येईल. मग त्या दिशेनं कामाची सुरवात झाली.

ओळखीची सुरुवात पुण्याच्या इतिहास-भूगोलापासून व्हायला हवी. पण त्याचबरोबर आजच्या पुण्याची-शैक्षणिक, सांस्कृतिक, औद्योगिक अशा वैशिष्ठ्यांचीही त्यांना माहिती हवी. मग २ टप्प्यांमधे ह्या प्रकल्पाची आखणी केली. या लेखात पुण्याच्या इतिहासासंदर्भातल्या पहिल्या भागाबद्दल वाचू या.

पुण्याचा इतिहास म्हटलं की लोकांना आठवतात शिवाजीमहाराज नि त्यांचा लाल महाल. पण याच्या आधीचा किंवा याच्या नंतरच्या १२९ वर्षांचा इतिहास अजिबातच माहिती नसतो.

पाठ्यपुस्तकांतही या इतिहासाला

अतिशय कमी महत्त्व आहे. खरंतर पुणं ही पेशव्यांची राजधानी. १०० वर्षे तिथे पेशव्याचं वास्तव्य. आज पुण्यामध्ये ज्या ऐतिहासिक वास्तू सापडतात त्या बहुसंख्य पेशवे काळातल्या आहेत. जवळपास १०० वर्षे भारताच्या फार मोठ्या प्रदेशावर मराठ्यांची (पेशव्यांची) सत्ता होती. (नकाशा पहा) तो सारा इतिहास सातवीच्या पाठ्यपुस्तकात शेवटच्या दोन धड्यांमध्ये गुंडाळला आहे. त्यामुळे नुकतीच सातवी पास झालेल्या मुलांच्याही तो लक्षात नसतो. बहुधा शेवटचे धडे option ला टाकलेले असतात. पुणं समजायचं तर तो सारा इतिहास जागा करायला हवा असं आवर्जून वाटलं.

त्यासाठी आधी आम्ही केलेल्या तयारीचा भाग पाहू. 'इतिहास आणि संस्कृती' हा समाज विज्ञान अकादमीचा कोर्स करताना या विषयातल्या insights मिळत होत्या. पण ह्या शिबिरासाठी थोड्या अधिक सखोल वाचनाची गरज होती. या कोर्सच्या दरम्यान सायली दातारांची भेट झाली होती. मुळात electronics engineer असलेली सायली आता इतिहास, conservation, मानववंशशास्त्र, पर्यावरण या विषयांत अभ्यास आणि संशोधन करते. तिला 'पुण्याचा इतिहासा'ची कल्पना खूप आवडली. तिनं अनेक परींनी आम्हाला मदत केली. तिच्या बरोबर पुण्यातली प्रमुख ऐतिहासिक स्थळे समजावून घेताना खूप धमाल आली. त्या काळात शिरून, जागांना-व्यक्तींना समजावून घेण्यातली मज्जा समजली. त्यासंदर्भातली माहिती नि समज असेल तर ती जागा कशी अनेक बाजूंनी आपल्याशी बोलायला लागते हे समजलं. सायलीनं खूप पुस्तकं दिली. पेशव्यांचा इतिहास समजावून घ्यायला त्यांचा खूप उपयोग झाला. त्यातल्या २ पुस्तकांचा विशेष उल्लेख करावासा वाटतो. पहिलं शनिवार वाड्यावर रमेश नेवासे यांनी लिहिलेलं. पुस्तकात बारकाईनं वाड्याची माहिती आहे. पण एकूण इतिहास कथनाची शैली पेशव्यांच्या थोरवीनं भारावलेली आहे. हे पुस्तक शनिवारवाड्या बाहेरच्या heritage stop मध्ये उपलब्ध आहे. दुसरं दुर्मिळ पुस्तक 'पुणे शहराचं वर्णन'. हे नारायण विष्णू जोशी यांनी १८६८ साली लिहिलेलं

पुस्तक. यात मात्र दुसऱ्या बाजीरावाच्या काळात पेशव्यांच्या राज्यातल्या अनास्थेचं-अंदाधुंदीचं आणि ब्रिटीशांच्या प्रभावाचं प्रतिबिंब बघायला मिळतं.

इतिहासकारांवर वेगवेगळे प्रभाव असू शकतात नि त्यातून त्यांनी लिहिलेला इतिहास आपल्याला पुन्हा त्या आणि आपल्यावरच्याही प्रभावांना दूर सारून सम्यकपणे समजावून घ्यावा लागतो हे पुन्हा प्रकर्षानं लक्षात आलं. अनेक मध्ययुगीन राजांच्या राज्यासारखं – पेशव्यांचं राज्य फितुरी-भ्रष्टाचार-अन्याय-विषमता यांनी पोखरून निघालं होतं हे जरी सत्य असलं तरीही ६०-७० वर्षे भारतातली सर्वांत

वरील नकाशे **मुलांचा चित्रमय महाराष्ट्र** या पुस्तकातून
मनन प्रकाशन : २/६ए, जगदीश विला,गुलाटी कम्पाऊंड, नंदा पातकर रोड,
विलेपार्ले (पूर्व) मुंबई - ४०० ०५६, फोन : ०२२-२६१७०९०८, २६१८२१२४

पुण्याचा इतिहास

१) इ.स.पू. ६०००	पुण्यात अश्मयुगीन माणसाची वस्ती असल्याचे पुरावे.
२) इ.स.पू. २००	मधली बौद्ध लेणी पुण्यात सापडतात.
३) इ.स. ६००	राष्ट्रकूट सम्राटांचे राज्य. ताम्रपट सापडले आहेत.
४) इ.स. १३००	पर्यंत यादवांचे राज्य
५) इ.स. १३००	अल्लाउद्दीन खिलजीने यादव साम्राज्य जिंकले.
६) इ.स. १४४०	बडा अरब नावाचा अंमलदार. 'किल्ले हिस्सार' नावाची गढी व तटबंदी बांधली.
७) इ.स. १६००	निजामशाही राज्य,
८) १६३०	नंतर शहाजीराजांना पुणे-सुपे जहागीर मिळाली.
९) १६३६	दादोबा कोंडदेव, जिजाबाई व शिवाजी महाराज पुण्यात स्थायिक झाले. लाल महाल बांधला, पुणे वसू लागले.
१०) १६४४ ते १६८०	शिवाजी महाराजांनी स्वराज्य स्थापले, वाढवले व समृद्ध केले.
११) १६८०	संभाजी महाराज छत्रपती झाले.
१२) १६८९	संभाजी महाराजांचा औरंगजेबाने वध केला.
१३) १६८९-१७००	राजाराम महाराज छत्रपती. रायगडला वेढा व शाहू महाराजांना अटक
१४) १७०७	औरंगजेबाचा मृत्यू
१५) १७१२	पासून पेशवाईची सुरूवात. बाळाजी विश्वनाथ भट पहिला पेशवा.
१६) १७४०	पुण्यात थोरल्या बाजीरावांनी शनिवारवाडा बांधला.
१७) १७६१	पानीपतची लढाई
१८) १७६१-१७९५	माधवराव पेशवे व शिंदे, होळकर, नाना फडणवीस यांनी मराठी राज्य समृद्ध केले.
१९) १८१८	ब्रिटीशांनी मराठी सत्तेचा पराभव केला.

मोठ्या भूप्रदेशावरची प्रभावशाली राजवट म्हणून कर्तृत्व असलेल्या काही पेशव्यांचा पराक्रमही डोळ्यांआड करता येणार नाही.

खेळघरात हा प्रकल्प आम्ही ८ वी ते १२ वीच्या मुला-मुलींबरोबर केला. एकूणात अश्मयुगापासून पुण्याचा इतिहास समजावून घेण्याचं काम विश्रामबाग वाड्यातल्या पुनवडी ते पुणे या प्रदर्शनानं सोपं केलं. पुण्याचा समग्र इतिहास तिथे नकाशे आणि माहितीच्या स्वरूपात अतिशय व्यवस्थित मांडला आहे. अश्मयुगानंतर ७००-८०० दरम्यानचे हिंदू राजे, नंतरच्या सुलतान नि मुघल सत्ता, नंतर शिवाजी महाराज नि प्रामुख्यानं पेशव्यांच्या काळातला पुण्याचा विकास असे टप्पे आहेत. (चौकट पहा)

माझ्याबरोबर ज्योती कुदळे आणि रेश्मा लिंगायत यांनी शिबिराची जबाबदारी घेतली.

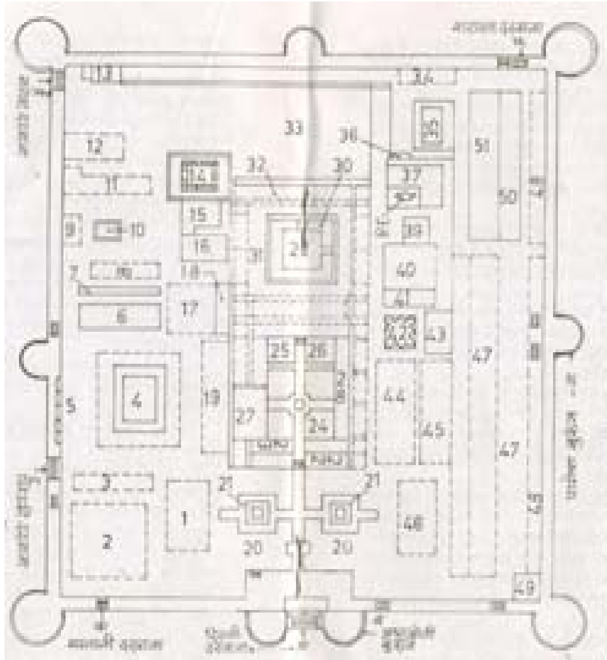
पुण्याचा गेल्या चारशे वर्षांतला इतिहास आम्ही ३ टप्प्यांत विभागला - शिवकालीन इतिहास, पेशव्यांचा इतिहास आणि ब्रिटीश सत्तेचा इतिहास. इतिहासाच्या वर्गातल्या तासांना, सनावळ्यांना मुलं कंटाळली होती. त्यांचा कंटाळा जाऊन त्यांनी त्या काळात शिरून इतिहास समजावून घ्यावा अशी आमची इच्छा होती. त्यामुळे प्रत्यक्ष ऐतिहासिक वास्तूंमध्ये जाऊनच इतिहासाबद्दल बोलायचं असं आम्ही ठरवलं.

शिबिराच्या पहिल्या दिवशी पुण्याबद्दल मुलांना काय काय माहिती आहे याची चर्चा झाल्यावर सायलीने पुण्याचा इतिहास सांगणारा एक slide show मुलांना दाखवला. त्यांच्याशी गप्पाही मारल्या. त्यात सगळ्यात इंटरेस्टिंग होती पेशवेकालीन कात्रज नळयोजनेची फिल्म. नानासाहेब पेशव्यांच्या काळात कात्रजच्या तळ्यापासून शनिवार वाड्यापर्यंत जमिनीच्या खाली ३० फूट भुयार बांधले होते. मधेमधे या भुयाराच्या वरती लोकांना पाणीपुरवण्यासाठी हौद बांधले होते. उदा. फडके हौदा, नाना हौद इ. या भुयारांमध्ये ताजी हवा शिरावी म्हणून मधूनमधून उच्छ्वासांची योजना होती. पुण्यातल्या काही संशोधकांनी हे नंतर शोधून काढले.

दुसऱ्या दिवशी शिवकालीन इतिहास शिकण्यासाठी लाल महालाची भेट ठरवली. लाल महालाची जुनी वैशिष्ट्ये टिकवून ठेवायचा प्रयत्न करून बांधलेल्या नव्या वास्तूत सध्या प्रतापराव मुळीकांनी काढलेल्या शिवकालीन इतिहास सांगणाऱ्या सुंदर चित्रांचे प्रदर्शन आहे. त्यातून शिवाजी महाराजांचा पराक्रम, जाणतेपणा, दूरदृष्टी अशी अनेक वैशिष्ट्ये लक्षात येतात.

या खेरीज तेथे महाराष्ट्राचा मोठा उत्तम उठावाचा नकाशा आहे. रायगडाचीही प्रतिकृती आहे. त्यामुळे महाराष्ट्राच्या इतिहासाबरोबर भूगोल समजावून घेणंही शक्य होतं. तिथेच बसून आम्ही शिवाजी महाराजांच्या गोष्टी सांगितल्या.

२ - मस्तानी महाल
६ - नाचाचा दिवाणखाना
११ - जुना आरसेमहाल
१७ - बकुळीचा चौक
१९ - थोरला दिवाणखाना
२४ - फडाचा चौक
२६ - गादीची जागा
३१ - पंक्तिचा चौक
४० - माधवरावांचा वाडा
४३ - दिवाणखाना
४७ - अश्वशाळा



पाठ्यपुस्तकांमधे (संभाजी ब्रिगेडच्या प्रभावामुळे) झालेल्या बदलांबद्दल बोलणं झालं. दादोजी कोंडदेवांचं चित्र काढून टाकून तिथे शहाजी महाराजांचं चित्र आलं. साधारणत: आपल्याच वयात शिवाजी किती पुढची वाट चालून गेला होता हे जाणवून मुलं अवाक होत होती.

तिसरा दिवस होता, शनिवार वाड्याचा. शनिवार वाड्याच्या नगारखान्याच्या वास्तूत बसून मुलांनी आधी पेशव्यांचा इतिहास समजावून घेतला. त्यासाठी काही पुस्तकं, वंशवृक्षाचा तक्ता, नकाशे अशी साधनं वापरली होती. त्यानंतर शनिवार वाड्याच्या नकाशावरून आधी वरूनच वाडा बघितला. वाड्यात घडलेल्या घटनांपैकी २ घटना - बाजीराव - मस्तानीची प्रेमकहाणी आणि नारायणराव पेशव्यांचा खून मुलांना जरा विस्तारानं सांगितल्या. त्यामुळे त्यांना वाड्याच्या अंतरंगात शिरायला मदत झाली. मग सविस्तर प्रत्येक ठिकाणी थांबत, बारकाईने निरीक्षण करत वाडा बघितला. वाड्याचे ३ भाग आहेत. एक मुख्य इमारत - दिवाणखाना - कचेरी - जेवणघर - स्वैंपाकघर इ. त्याला जोडूनच प्रमुख व्यक्तींचे स्वतंत्र महाल. दुसरा भाग पूर्वेकडे करमणुकीच्या दालनांचा. त्यात चिमणबाग, नाचाचा

दिवाणखाना इ. अनेक वास्तू येतात. वाड्याच्या पश्चिमेच्या बाजूने आंबील ओढा वाहत होता. त्या बाजूस नोकर, घोडे, हत्ती इ. साठीच्या जागा योजल्या आहेत. सर्व वाड्यातले सांडपाणी आंबील ओढ्यात सोडले आहे.

पेशवेकालीन वाड्याची सर्वसाधारण रचना, वैशिष्ट्ये, कलाकुसरीच्या पद्धती असं सारं बोलणं झालं. नंतर आम्ही सगळे बकुळीच्या थंडगार सुगंधी सावलीत बसलो. वाड्याच्या नकाशाच्या नावं न घातलेल्या प्रती मुलांना भरायला दिल्या. पुन्हा एकदा उजळणी झाली. काही मुलांनी नवाच खेळ काढला. ''आपण अशी कल्पना करूया की आपण पेशवे आहोत. आपण कसा बांधला असता वाडा ?'' मुलं खूप रमली. वेळ पुरता पुरेना. पुढे कधीतरी ही activity घ्यायची अशी आम्ही मनात पक्की खूणगाठ बांधली.

६ वाजता वाडा बंद होतो. आम्हाला ७.३०चा light and sound show पहायचा होता. मधल्या वेळेत आम्ही जवळचे ओंकारेश्वर मंदिर बघायचे ठरवले. मंदिराबाहेर चिमाजी अप्पा व त्यांच्या सरणावर सती गेलेल्या पार्वतीबाईंचे स्मारक आहे. इथे आमचं सती प्रथेवर बोलणं झालं. स्मारकासमोर उभं राहून हे बोलताना अक्षरश: अंगावर शहारे आले.

ह्या मंदिराची एक खासियत आहे. या शंकराच्या मंदिरात हिंदू आणि मुस्लिम वास्तूशैलींचा संगम दिसतो. प्रदक्षिणा मार्गावर ६ घुमट आहेत ते मुस्लिम वास्तुकलेतून घेतले आहेत. मध्यभागी पिंडीच्या वरचा कळस हिंदू शैलीचा आहे. दिवसभर त्या ऐतिहासिक वातावरणात राहिल्यानंतर ७.३० ते ८.३० चे 'ध्वनीप्रकाश नाट्य' हा एक अविस्मरणीय अनुभव होता. दिवसा एकरंगी, काहीशा निर्जीव भासणाऱ्या त्या वास्तूत अंधार प्रकाशाच्या नि आवाजाच्या खेळानं जान आणली होती. घोड्यांच्या टापा, मस्तानीचा नाजूक किणकिणता आवाज, नारायण रावाच्या 'काका मला वाचवा'च्या किंकाळ्या, यांनी वाड्याचा परिसर भारून गेला.

एक सुंदर अनुभव घेऊन आम्ही घरी

परतलो. दुसऱ्या दिवशी परत थोड्या उजळणी नंतर मुलांना पानीपतच्या लढाईची गोष्ट सांगितली. पानीपत कळायचं तर कितीतरी गोष्टी, व्यक्ती शिंदे–होळकर–अब्दाली–निजाम–आणि शिवाय तिथली भौगोलिक परिस्थिती असं सारं समजावून घेणं भाग होतं. पण कालच्या पूर्वतयारीमुळे २–३ तास मुलं सहज पानीपतात रमली. खूप छान चर्चा झाली.

शिबिराचा तिसरा टप्पा होता – ब्रिटीश काळ. त्यासाठी आम्ही मंडईची निवड केली होती. मंडईची कल्पना, रचना मोठी वैशिष्ट्यपूर्ण आहे. हे समजून घेतानाच महात्मा फुल्यांनी मंडईच्या इमारतीवरच्या खर्चाला केलेला विरोध – आंदोलन याचीही माहिती सांगितली. ब्रिटीश राज्यकर्त्यांची सामान्यांच्या प्रश्नांकडे दुर्लक्ष करून मोठ्याल्या वास्तू बांधण्याची मानसिकता आजही पुण्यातल्या मेट्रोच्या प्रकल्पात कशी दिसते हे मुलांपुढे ठेवले.

मंडईत मुलांनी वेगवेगळे गट करून मंडईचे वेगवेगळे भाग (भाजी मंडई, फळ मंडई, लग्नसराईचे सामान, बुरुड आळी, तुळशीबाग इ. समजावून घेतले. विक्रेत्यांच्या मुलाखती घेतल्या. दुसऱ्या दिवशी या अभ्यासावर चर्चा झाली.

अशा रितीने इतिहासापासून सुरुवात करून आमचं शिबिर वर्तमानात येऊन पोचलं. मुलांच्या बरोबरीनं आम्ही मोठेही मस्तपैकी इतिहासात रमलो. आणखी वाचायची आस वाढली. मुलांनी स्वामी, राऊ, पानिपत वाचायला घेतली तर सायलीनं दिलेली विविध पुस्तकं आम्ही वाचली.

▲▲

लेखक : **शुभदा जोशी,** पालकनीती संपादक गटात सहभागी, खेळघर चालवतात. खेळघरात लक्ष्मीनगर वस्तीतल्या मुलांबरोबर गेली पंधरा वर्षे अनौपचारिक शिक्षणाचे काम चालू आहे.

ऊर्जाबचतीचा मंत्र

लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे

गेल्या काही वर्षांमध्ये जागतिक तापमानवाढ आणि त्याचे संभाव्य दुष्परिणाम याबद्दल बरीच चर्चा होताना दिसते. काही प्रमाणात पृथ्वीच्या तापमानात होणारे चढउतार नैसर्गिक असतात पण औद्योगिक क्रांती झाल्यापासून वेगवेगळ्या मानवी उपद्व्यापांमुळे पृथ्वीवर उष्णता अडकवून ठेवणाऱ्या कार्बनडायऑक्साइड व इतर वायूंचे वातावरणातील प्रमाण झपाट्याने वाढत गेले आहे. त्यामुळे नैसर्गिकरित्या अपेक्षित चढउतारांपेक्षा अधिक तापमानवाढ झालेली दिसते, तसेच नजिकच्या भविष्यकाळात तापमानवाढीचा वेग कमी होण्याची लक्षणे दिसत नाहीत.

उष्णता अडकवून ठेवणाऱ्या वायूंचे प्रमाण अनैसर्गिकरित्या वाढण्याचे प्रमुख कारण म्हणजे वेगवेगळे उद्योगधंदे तसेच बदलत्या जीवनशैलीमुळे वाढलेला ऊर्जेचा वापर. प्रत्यक्ष वापरामध्ये ऊर्जेची गरज जरी वेगवेगळ्या स्वरूपात असली, तरी सध्याच्या तंत्रज्ञानात वापरला जाणारा मुख्य ऊर्जास्रोत आहे, खनिज इंधने. दगडी कोळसा, पेट्रोलियम, नैसर्गिक वायू यांच्या ज्वलनातून कार्बन डायऑक्साइड व इतर वायू बाहेर पडतात.

जागतिक तापमानवाढीवर थोडेफार नियंत्रण मिळवण्याच्या उपायांची जेव्हा चर्चा होते. तेव्हा खनिज इंधने जाळून मिळवल्या जाणाऱ्या ऊर्जेला पर्याय कसे देता येतील यावर जास्त भर असतो. विशेषतः अणुऊर्जा, सौर किंवा पवनऊर्जेसारखे नूतनक्षम ऊर्जास्रोत यांबद्दल जास्त चर्चा होते. काहीसा दुर्लक्षित पण अधिक सुलभ आणि परिणामकारक असा आणखी एक उपाय आहे – ऊर्जावापराची कार्यक्षमता वाढवणे. हा उपाय किती महत्त्वाचा आहे, हे पुढील आकडेवारीवरून लक्षात येईल.

जगात वापरल्या जाणाऱ्या एकूण प्राथमिक ऊर्जेपैकी ८०% ऊर्जा प्रदूषणकारी खनिज इंधनांपासून येते.

नैसर्गिक स्रोतांपासून मिळवलेल्या प्राथमिक ऊर्जेपासून उपयुक्त स्वरूपातील ऊर्जा मिळवण्याच्या प्रक्रियेत ६५% प्राथमिक ऊर्जा वाया जाते.

ऊर्जावापराची तसेच ऊर्जा रूपांतरणाची कार्यक्षमता वाढवून खनिज इंधनांचा वापर कमी करण्याला आणि पर्यायाने प्रदूषण कमी करण्याला किती वाव आहे हे या आकडेवारीवरून लक्षात येईल. त्यातही ऊर्जारूपांतरणाची कार्यक्षमता वाढवण्यापेक्षा ऊर्जावापराची कार्यक्षमता वाढवणे तुलनेने अधिक सोपे आणि व्यवहार्य आहे.

ऊर्जावापराची कार्यक्षमता दोन मार्गांनी

वाढवता येते. एक म्हणजे चांगल्या सवयींचा अंगिकार करणे. उदा. खोलीत कोणी नसेल तर दिवे, पंखे इ. बंद ठेवणे, जवळच्या अंतरावर जाण्यासाठी चालत किंवा सायकलचा वापर करून जाणे इ.

दुसरा मार्ग आहे, अधिक कार्यक्षम तंत्रांचा वापर करणे. उदा. बल्ब किंवा ट्यूबलाइटऐवजी सीएफ्एल् किंवा एलईडी दिव्यांचा वापर करणे, स्वयंपाकघरात इंधन बचत करणारी प्रेशरकुकरसारखी साधने वापरणे,इ.

हल्ली विजेचा वापर करणाऱ्या उपकरणांवर (उदा. फ्रीज, टीव्ही, वॉशिंग मशिन इ) त्यांच्या ऊर्जावापराच्या कार्यक्षमतेनुसार दिलेले स्टार रेटिंगचे लेबल लावणे बंधनकारक करण्यात आलेले आहे. कार्यक्षम तंत्रज्ञान वापरलेले उपकरण विकत घेताना थोडे महाग असले तरी उपकरणाच्या एकूण आयुर्मानात होणाऱ्या ऊर्जाबचतीमुळे त्याची किंमत स्वस्तातल्या पण कमी कार्यक्षम उपकरणापेक्षा कमी कालावधीत वसूल होऊ शकते. त्यामुळे अशा उपकरणांची खरेदी करताना किंमत, रंगरूप यांसह स्टार रेटिंगही विचारात घेणे आवश्यक आहे.

> आत्ताचा हा ऊर्जेचा वापर (उधळपट्टी?) असाच चालू राहिला तर २०३० पर्यंत अजून ६०% ऊर्जेची मागणी वाढेल. त्यामुळे ऊर्जेचा वापर करताना नेहमीच सतर्क राहायला हवे.

शहरी जीवनशैलीत ऊर्जावापर तुलनेने अधिक होतो. याचे एक महत्त्वाचे कारण म्हणजे शहरांमधील वेगवेगळ्या इमारतींच्या रचना. आतापर्यंत शहरी इमारतींच्या रचना विकसित करताना बांधकामाचा खर्च कमीत कमी करून बांधकाम व्यावसायिकाचा नफा कसा वाढवता येईल याचा प्रामुख्याने विचार केला गेला आहे. इमारतीच्या वापरावर होणारा दैनंदिन खर्च कितीही वाढला तरी त्याचा बोजा इमारतीचा वापर करणाऱ्यांवर पडतो. बांधकाम व्यावसायिकाने एकदा इमारत विकली की, दैनंदिन खर्चाशी त्याचे सोयरसुतक नसते. इमारतींची रचना योग्य पद्धतीने करूनही मोठ्या प्रमाणावर ऊर्जाबचत करता येऊ शकते. उदा. उन्हाच्या बाजूला उतरत्या छपरासारखी रचना असेल, तर भिंतीचे तापणे कमी होते. यामुळे इमारत थंड ठेवण्यासाठी कमी प्रमाणात पंखे वापरूनही काम भागते. इमारतीत नैसर्गिकरित्या हवा खेळती राहील आणि दिवसा खोल्यांमध्ये पुरेसा उजेड येईल अशी खिडक्यांची रचना करूनही इमारतीतला ऊर्जावापर कमी करता येऊ शकतो. पण अशा रचना सिमेंट कॉंक्रिटच्या ठोकळेबाज

इमारतींपेक्षा बांधायला महाग पडतात. एकदा इमारत बांधल्यावर तिचे आयुष्य ५० ते १०० वर्षे इतके असते. त्यामुळे इमारतीच्या रचनांमध्ये ऊर्जाबचतीला प्राधान्य देण्याचा मोठ्या प्रमाणावर फायदा होऊ शकतो.

लेखाच्या सुरूवातीला दिलेल्या आकडेवारीनुसार उपयुक्त ऊर्जेच्या वापरात एक युनिट बचत करता आली तर याचा अर्थ सात युनिट प्राथमिक ऊर्जा वाचली असा होतो. सात युनिट प्राथमिक ऊर्जेची बचत म्हणजेच तेवढी ऊर्जा निर्माण करण्यासाठी लागणाऱ्या खनिज इंधनाची बचत, म्हणजेच तेवढे इंधन जाळून होणारे प्रदूषण टाळले जाणे. राष्ट्रीय पातळीवर प्रदूषणकारी ऊर्जास्रोतांऐवजी प्रदूषणविरहित ऊर्जास्रोत वापरण्याच्या धोरणात्मक निर्णयावर तुमचे माझे फारसे नियंत्रण नाही. पण आपल्या घरगुती व व्यावसायिक ऊर्जावापरावर आपणच नियंत्रण ठेवू शकतो. या प्रकारे प्रत्येकाने आपला खारीचा वाटा उचलला तर जागतिक तापमानवाढीवर नियंत्रण ठेवण्याचे जागतिक उद्दिष्ट आवाक्यात येऊ शकते. जगाच्या कल्याणाचा विचार बाजूला ठेवला तरी या उपायांमुळे आपल्या व्यक्तिगत व व्यावसायिक खर्चातही बचत होणार आहे. हे दुर्लक्षित करून चालणार नाही!

गेल्या ३० वर्षात आपण ३०% ऊर्जास्रोत नष्ट केले आहेत.

▲▲

लेखक : **प्रियदर्शिनी कर्वे,** समुचित एन्व्हायरोटेक संस्थेच्या संस्थापक संचालक.

हिंदी – संदर्भ

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

हिंदी संदर्भची वार्षिक वर्गणी रुपये १०० आहे.

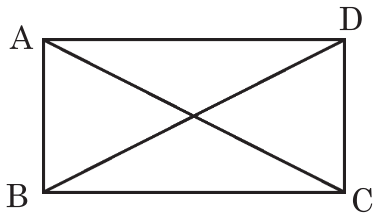
पत्ता : एकलव्य, संपादन- चक्कर रोड, मालाखेडी, होशंगाबाद-४६१००१

वितरण : एकलव्य, इ-७, एचआयजी, ४५३, अरेरा कॉलनी, भोपाळ-४६२०१६

टॉलेमीचे प्रमेय

लेखक : किरण बर्वे

उन्हाळ्याचे दिवस होते. ऊन मी म्हणत होते. घराबाहेर पडणे मुश्किलच काय नामुमकिन होते. 'आम्ही मित्र' नेहाच्या घरात सडत पडले होते आणि अचानक वळवाची सर यावी तसा शेखर तिथे आला. हिमांगी तर खुललीच पण नेहा, पुष्कर, सुहृद, आभा सगळेच खुश झाले कारण शेखर येणे म्हणजे काहीतरी वेगळे तो सांगणारच आणि गणितातली खुबी पण कळणार. ''काय मंडळी किती कंटाळलायत?'' शेखरने विचारले. ''कंटाळलोयत,'' इति हिमांगी. ''बरे मला सांगा. एक आयत घेतला. त्याच्या विरुद्ध बाजूचा गुणाकार केला आणि त्याची बेरीज केली म्हणजे $AB.\ CD + AD\ .\ BC = AC\ .\ BD$ हे खरे आहे का?''



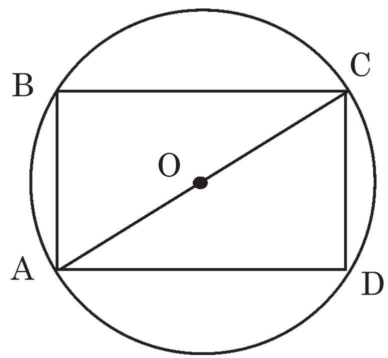
''सुहृदने चटकन उत्तर दिले हो, खरे आहे कारण $AD = BC$,

$\therefore AD\ .\ BC = AD^2$, $AB = CD$,

$\therefore AB\ .\ CD = AB^2$,

$AD^2 + AB^2 = BD^2 = AC\ .\ BD$

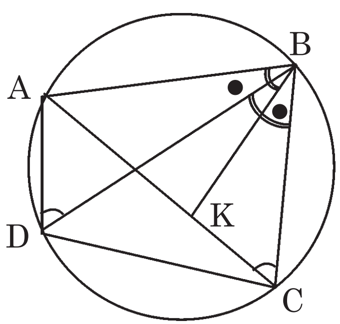
खल्लास''



शेखर शांतपणे उत्तरला ''मामला इथेच खतम होत असता तर मी हा प्रश्न विचारलाच नसता. आता एक चक्रीय चौकोन घ्या. चक्रीय चौकोन म्हणजे त्याचे चारही शिरोबिंदू वर्तुळावर हवेत.

आता आपण बघितलेला काटकोन चौकोन हा चक्रीय चौकोनच आहे! का?'' ABC हा काटकोन आहे. हा ९० अंशाचा आहे. तर AC चा मध्यबिंदू हा O केंद्र असलेले आणि

AC व्यास असलेले वर्तुळ B मधून जाईल. तसेच ते D मधून ही जाईल. त्यामुळे काटकोन चौकोन हा चक्रीय आहे. AD . BC + AB . DC = AC . BD



ABCD हा कोणताही चक्रीय चौकोन असेल तर AD . BC + AB . CD = AC . BD ह्यालाच टॉलेमीचे प्रमेय म्हणतात.

समोरासमोरील बाजूंच्या गुणाकारांची बेरीज ही कर्णांच्या गुणाकाराएवढी असते.

सिद्धता : $m\angle BAC = m\angle BDC$

(जीवा BC वरील कोन)

$m\angle ADB = m\angle ACB$

(जीवा AB वरील कोन)

AC वर K हा असा बिंदू घ्या की

$\angle ABK = \angle CBD$

$m\angle ABK + m\angle CBK = m\angle ABC = m\angle CBD + m\angle ABD$

$\therefore m\angle CBK = m\angle ABD$

ΔABK आणि ΔDBC या त्रिकोणांमध्ये

$m\angle ABK = m\angle CBD$ तसेच $m\angle AKB = 180 - m\angle CKB$.

$m\angle BCK = m\angle BDA$

$\therefore \Delta ABK$ आणि ΔDBC हे दोन्ही सरूप आहेत

$m\angle AKB = m\angle CBD, m\angle ADB = m\angle ACB$

$\therefore \Delta AKB \cong \Delta DCB$

आणि अशाच पद्धतीने $\Delta ABD \sim \Delta KBC$

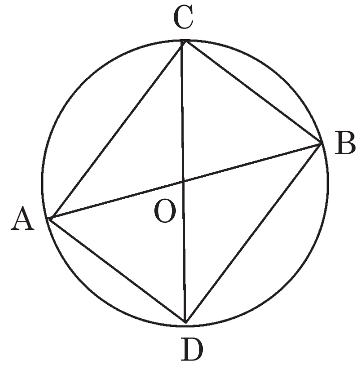
$\therefore \frac{AK}{AB} = \frac{CD}{BD}$ आणि $\frac{CK}{BC} = \frac{DA}{BD}$.

$\therefore$ AK . BD + CK . BD = AB . CD + BC . DA

$\therefore$ (AK + CK) . BD = AB . CD + BC . DA

$\therefore$ AC . BD = AB . CD + BC. DA

आहा! टॉलेमीचे प्रमेय फक्त सरूपतेचा वापर करून सिद्ध झाले. आता आपण हे प्रमेय कोणताही काटकोन त्रिकोण घेऊन सिद्ध करू. कर्ण AB हा व्यास धरून वर्तुळ काढू.



$m\angle ACB = 90^0$ CO वाढवून वर्तुळाला D बिंदूत मिळेल. $m\angle ADB = 90^0$

CD = AB व्यास. ACBD हा काटकोन त्रिकोण आहे. AC = BD, AD = BC टॉलेमीच्या प्रमेयानुसार

AC . BD + AD . BC = AB . CD

AC . AC + BC . BC = AB . AB

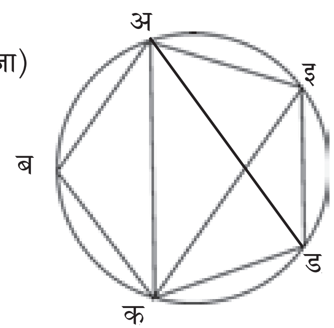
$AC^2 + BC^2 = AB^2$ म्हणजेच Δ ACB ह्या काटकोन त्रिकोणात. $AC^2 + BC^2 = AB^2$ आपण पायथागोरस प्रमेय टॉलेमीच्या प्रमेयावरून सिद्ध केले.

नेहाने विचारले, ''अगोदर आपण पायथागोरस वरून टॉलेमी सिद्ध केले आणि आता टॉलेमीवरून पायथागोरस नेमके काय खरे?''

शेखर हसला आणि इतरांकडे बघू लागला, हिमांगी बोलली, ''आपण पायथागोरस वापरून टॉलेमी सिद्ध नाही केला. एका स्पेशल केसमधे विशिष्ट परिस्थितीत टॉलेमीचे निष्कर्ष लागू पडतात हे बघितले.'' ''शाब्बास, अगदी बरोबर सांगितले.'' हिमांगीने आनंद व अभिमान लपवण्याचा आटोकाट प्रयत्न केला. पण तिच्या डोळ्यातल्या चमकीने सगळे काही सांगितलेच. ''Verification आणि सिद्धता यातील फरक काळजीपूर्वक समजावून घेतला पाहिजे. काय नेहा.'' ''हो आता कळले.''

''पण टॉलेमीवरून नवीन काय करता येते?'' ''सांगतो ना''.

''एका वर्तुळामध्ये सुसम पंचकोन घ्या.



अब = बक = कड = डइ = अइ = १ (समजा)

अक = अड = कइ = क्ष

चौकोन अकडइ हा चक्रीय चौकोन आहे.

टॉलेमीच्या प्रमेयानुसार

अक . डइ + कड . अइ = अड . कइ

क्ष . १ + १.१ = क्ष.क्ष

$$क्ष^{२} - क्ष - १ = ० \quad क्ष = \frac{१ \pm \sqrt{१-(-४)}}{२} = \frac{१+\sqrt{५}}{२}$$

आपण अतिशय सहजी पंचकोनाचा कर्ण काढला आणि हे ही दिसतंय की कर्ण ते बाजू गुणोत्तर हे सोनेरी गुणोत्तर (Golden Ratio) आहे. (मागील लेख पहा)

''आता मला आणखी एक सांगा - Sin X आणि Cos X जास्तीत जास्त किती असू शकतात?'' ''१'' सुहृदने पटकन सागितले. ''मग Sin X + Cox X ची मोठ्यात मोठी किंमत किती असेल.'' ''जास्तीत जास्त २'' -- नेहा. सुहृदने वेडावले, ''अहाहा, म्हणे २, दोन्ही Sin X आणि Cox X एकाच वेळेला १ असतात का कधी?'' ''मग तू सांग ना एवढा शहाणा आहेस तर.'' शेखर मधे पडला, ''हे बघा, वाद नको आपणच काढूयात. Sin X + Cos X किती असू शकतात ते.

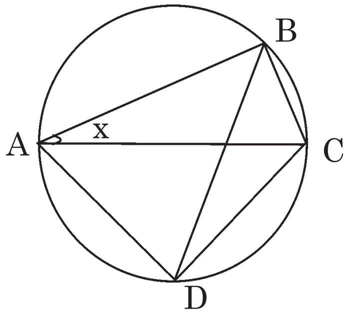
१ एकक व्यास असलेले वर्तुळ घ्या. A शी x हा कोणताही कोन अर्धवर्तुळात घ्या. म्हणजेच $x \leq 90^0$ त्रिकोण ABC पूर्ण करा. $\angle B = 90^0$.

BC = Sin x, AB = Cos x. उरलेल्या अर्धवर्तुळात ह्या व्यासावर, आणि वर्तुळावर शिरोबिंदू असलेला समद्विभुज त्रिकोण घ्या.

$$AD = CD = \frac{1}{2}$$

$$\left(\because AD^2 + CD^2 = 2AD^2 = 1\right.$$

$$\left.\therefore AD = \frac{1}{\sqrt{2}}\right)$$



AB . CD + AD . BC = AC . BD

BD ≤ AC. (BD ही जीवा आहे आणि AC व्यास आहे.)

$BD \leq 1 \therefore AC . BD \leq 1$

$AB . CD + AD . BC \leq 1$

$$Cos\ x . \frac{1}{\sqrt{2}} + Sin\ x . \frac{1}{\sqrt{2}} \leq 1$$

$$Sin\ x + Cos\ x \leq \sqrt{2}$$

म्हणजेच Sin x + Cos x ची सर्वात मोठी किंमत $\sqrt{2}$ असू शकेल.

$$x = 45^0,\ Sin\ x = Cos\ x = \frac{1}{\sqrt{2}},\ \frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{2}{\sqrt{2}} = \sqrt{2}$$

$$Sin\ 45^0 + Cos\ 45^0 = \sqrt{2}$$

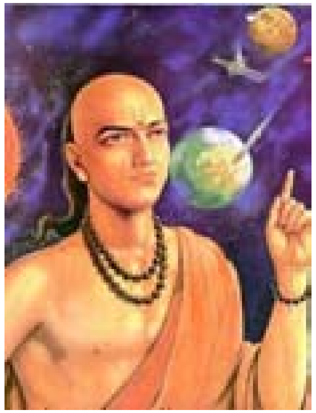
म्हणजेच Sin x + Cos x ही जास्तीत जास्त $\sqrt{2}$ असेल.

''झिंदाबाद झिंदाबाद'' सर्व ओरडले. आता नवीन गणित समजल्यामुळे का तेवढ्यात नेहाचे बाबा सरबतांनी भरलेला ट्रे घेऊन बाहेर आले ते बघून, कोणास ठाऊक !

लेखक : **किरण बर्वे,** गणित आणि शिक्षणात रस, आंतरराष्ट्रीय ऑलिम्पियाड आणि आयआयटी, जेईईला शिकवतात. मो. : ९४२३०१२०३४.

पान १९ वरील कोड्याचे उत्तर

१ कॅ	ल	री	२ मा	पी		३ व्हो	४ वा				५ हा		
			य			ल्ट	यु			६ डा	य	नॅ	मो
		७ हो	क्रो			मी	भा		८ क्रे	स्को	ग्रा	फ	
		का	९ फो	टो	मी	ट	र				मी		
१० मो		यं	न			र	११ मा	य	१२ क्रो	मी	ट	र	
१३ ज	नि	त्र					प		नॉ		र		
प			१४ सू	क्ष्म	द	र्श	क		मी				
ट्टी		१५ दू	ध	का	टा				ट			१६ स्फि	
		र्बि			१७ टे	लि	प्रिं	ट	र		१८ झे	रॉ	क्स
१९ सं	ग	ण	क		लि							मी	
	ण		२० स्पे	क्ट्रो	स्को	प			२१ म	ल्टी	मी	ट	र
२२ स्पि	क	र		२३ ता	प	मा	पी					र	



आर्यभट आणि पृथ्वीच्या अक्षाचे फिरणे

लेखक : अमर्त्य कुमार दत्त ● **अनुवाद :** नीलिमा सहस्रबुद्धे

इ.स. ४७६मधे जन्मलेल्या आर्यभटाने भारतीय खगोल गणिताचा पाया रचला. आर्यभटीयमधे जे १२१ श्लोक आहेत, त्यातले काही त्यावेळच्या लोकप्रिय अशा गृहीतांवर आधारित आहेत. त्यांची सिद्धता देण्याची गरज तिथे वाटलेली नाही. इथेसुद्धा आपण त्या त्रिमित भूमितीचा विचार करताना त्यातील इतर श्लोकही संदर्भासाठी घेऊ.

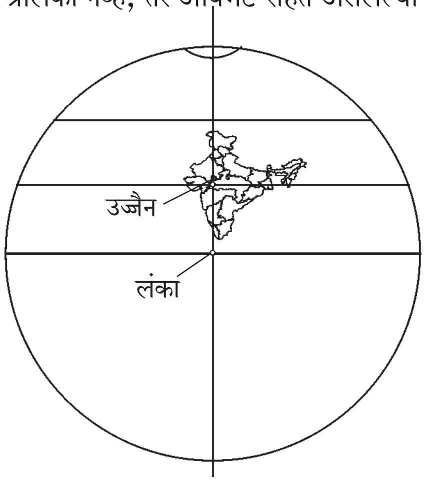
आर्यभटीयच्या पहिल्या विभागांत दहा सूत्रे आहेत दासगीतिका सूत्रे, ही प्राथमिक गृहीते आहेत. नंतरचे ३३ श्लोक हे गणित, पुढचे २५ कालक्रिया आणि त्यानंतरचे ५० हे गोल (खगोलाबद्दल) आहेत.

पृथ्वी स्वत:भोवती पश्चिमेकडून पूर्वेकडे फिरते हे आर्यभटीयमधे अनेक ठिकाणी म्हटले आहे. (गीतिका : ३, ६, कालक्रिया : ५, गोल: ९, १०) तरुण आर्यभटाने धीटपणे जाहीर केले की पृथ्वीभोवती आकाशस्थ ताऱ्यांचे फिरणे म्हणजे पृथ्वीवर होणारा भास आहे. (गोल १०).

अनुलोम गतिनौस्थ
पश्यत्यकलम विलोमगम्यद्वत्
अकलानि भानि तद्वत्
सम पश्चिमगानि लंकायाम् ।

होडीत बसलेल्या माणसाला जशी काठावरची झाडे उलट्या दिशेने जाताना दिसतात, तसेच लंकेतून पाहणाऱ्या माणसाला तारे त्याच वेगाने पश्चिमेला प्रवास करताना दिसतात. (गोल : ९)

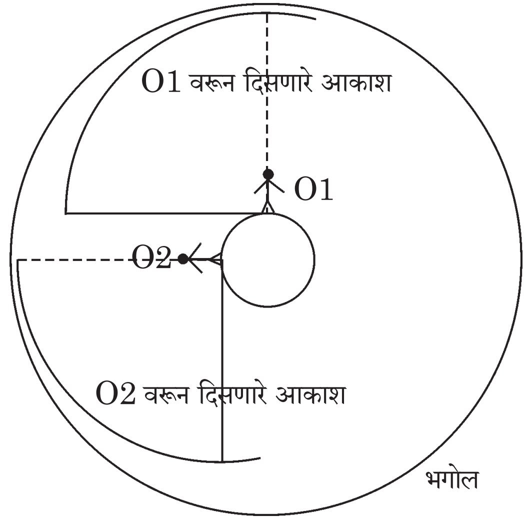
या श्लोकामध्ये लंका म्हणजे आत्ताची श्रीलंका नव्हे, तर आर्यभट राहत असलेल्या



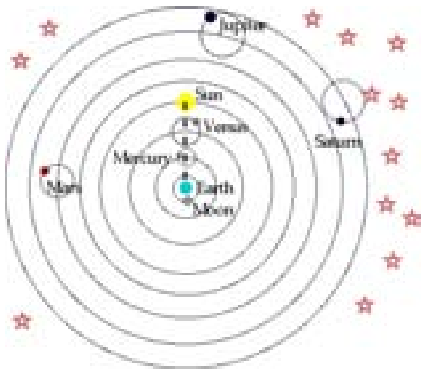
उज्जैन मधून जाणारे रेखावृत्त जिथे विषुववृत्ताला मिळते, तो बिंदू. पुढे जाऊन त्यांनी पृथ्वी प्रदक्षिणेसाठी लागणारा वेळही अचूक काढला आहे. आता आपण खगोलाची व्याख्या जाणून घेऊया.

खगोल

आपल्या नजरेला दिसणारे आकाश म्हणजे एका मोठ्या पोकळीचा अर्धगोल असतो. त्याच्या आतल्या पृष्ठभागावर ग्रह-तारे चमकताना दिसतात. हा अर्धगोल पृथ्वीच्या पृष्ठभागाला क्षितिजावर मिळतो असे भासते. हा काल्पनिक महाप्रचंड गोल म्हणजे खगोल. याच्या केंद्रबिंदूपाशी पृथ्वी आहे अशी कल्पना करतात. तारे जरी पृथ्वीपासून वेगवेगळ्या अंतरावर असले, तरी त्यांच्या अंतराची कल्पना आपल्याला नुसते पाहून येत नाही. त्यांची दिशा सारखी असेल, तर ते एकमेकांजवळ



भगोल



दिसतात. त्या दिशांनी पाहणाऱ्याजवळ केलेला कोन फक्त त्यांच्या अंतराची कल्पना देऊ शकतो.

पृथ्वी हे केंद्र मानून खगोलाची कल्पना मांडता येते – त्याला म्हणतात जिओसेंट्रिक मॉडेल. यामधे खगोलातील ताऱ्यांची अंतरे पृथ्वीवरून पाहिली असता सांगितली जातात. तीच सामान्यपणे आकाश निरीक्षणाच्या कार्यक्रमातही दाखवली जातात.

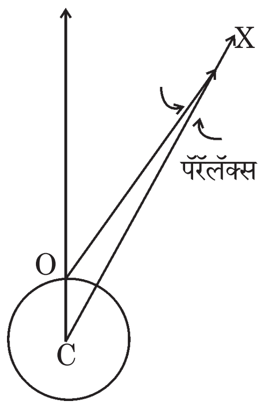
ताऱ्यांचे प्रत्यक्ष अंतर हे या खगोलावरील त्या ताऱ्यांच्या दिसण्यावरून सांगता येत नाही. शेजारी दिसणारे दोन तारे प्रत्यक्षात एकमेकांपासून फार दूरच्या अंतरावरही असू शकतात. शिवाय पृथ्वीवरच्या दोन ठिकाणाहून पाहणाऱ्या

माणसांना खगोलाचे दर्शन वेगवेगळे होऊ शकते. कारण त्यांना दिसणारी क्षितिजाची पातळी ही वेगवेगळी असते, आणि त्या क्षितिजापासून एखाद्या ठरावीक ताऱ्याची स्थितीदेखील वेगळी असते.

एकाच वेळी दृश्याचे विश्लेषण करण्यासाठी पाहण्याचा बिंदू एकच असणे सोयीचे असते. त्यामुळे खगोलात दिसणाऱ्या दिशा या जिओसेंट्रिक – पृथ्वीकेंद्री करून घेणे सोयीचे ठरते. उदा. O पासून दिसणारा X हा तारा असेल तर X ने CO पाशी केलेल्या कोनाला त्याचा पृथ्वीकेंद्री पॅरॅलॅक्स म्हणतात. आता तारे हे पृथ्वीपासून प्रचंड अंतरावर असल्याने त्यांचा पृथ्वीकेंद्री पॅरॅलॅक्स हा प्रत्यक्षात जवळजवळ शून्य येतो. पण सूर्य-चंद्राचे तसे नाही. क्षितिजापाशी असताना चंद्राचा पृथ्वीकेंद्री पॅरॅलॅक्स ५७ मिनिटे येतो व सूर्याचा ८ सेकंद. त्यामुळे सूर्यचंद्राच्या कक्षा अभ्यासताना निरीक्षणे कुठून घेतली आहेत, त्यासाठी दुरुस्ती करावी लागते.

भारतीय खगोलतज्ज्ञांनी खगोलाचा अभ्यास करताना प्रत्यक्ष गोल तयार केले. तारे म्हणजे संस्कृतमध्ये 'भ'. त्यामुळे या गोलांना 'भगोल' असे नाव आहे. ख म्हणजे आकाश, पोकळी. त्याचे केंद्र म्हणजे पाहणारा. पण भ गोलाचे केंद्र म्हणजे पृथ्वीचे केंद्र.

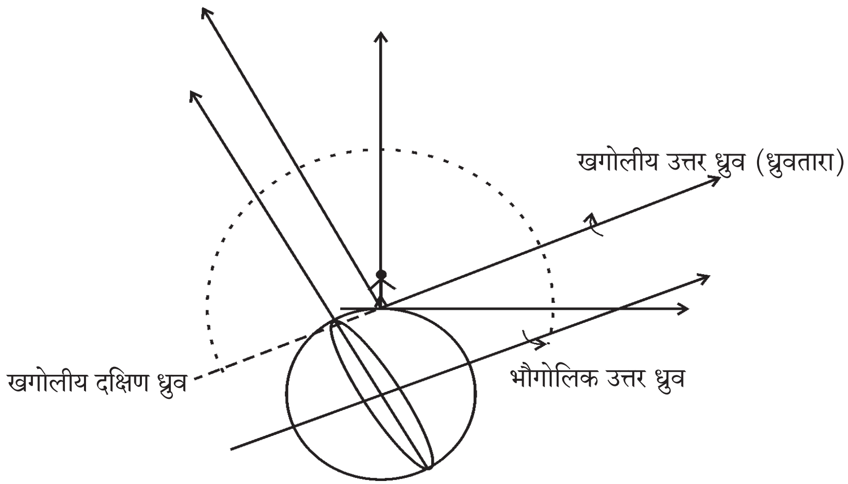
आर्यभटाने आकाशातील ताऱ्यांची गती सांगण्यासाठी गोलाचा उपयोग केला. भगोलात चंद्र ताऱ्यांची गती सांगितली,



तर खगोलात पृथ्वीच्या फिरण्याने भासणारी आकाशस्थ ग्रहगोलांची गती. या लेखात मात्र आपण दोन्हीत फरक करणार नाही.

फिरण्याची गती आणि ध्रुव

पृथ्वीवर कोणत्याही ठिकाणी खगोलाचा दृश्य भाग हा सतत कणाकणाने बदलत जातो. भौगोलिक ध्रुव जोडणाऱ्या काल्पनिक रेषेभोवती पृथ्वी पश्चिमेकडून पूर्वेकडे फिरत असते. पृथ्वीवरून पाहणाऱ्याला ठरावीक ताऱ्यांचे दृश्य त्याच्या पायाखालून पृथ्वीकेंद्रातून जाणाऱ्या रेषेभोवती फिरताना दिसते. ही रेषा पृथ्वीच्या अक्षाला समांतर असते. ही रेषा वाढवली असता खगोलाला दोन ठिकाणी मिळते. पृथ्वीच्या उत्तर ध्रुवाच्या बाजूचा हा बिंदू म्हणजे खगोलीय उत्तर ध्रुव आणि दक्षिण बाजूचा बिंदू खगोलीय दक्षिण ध्रुव म्हटला जातो. व्यावहारिक दृष्ट्या खगोलीय उत्तर ध्रुव हा ध्रुवताऱ्यापाशी मानतात.



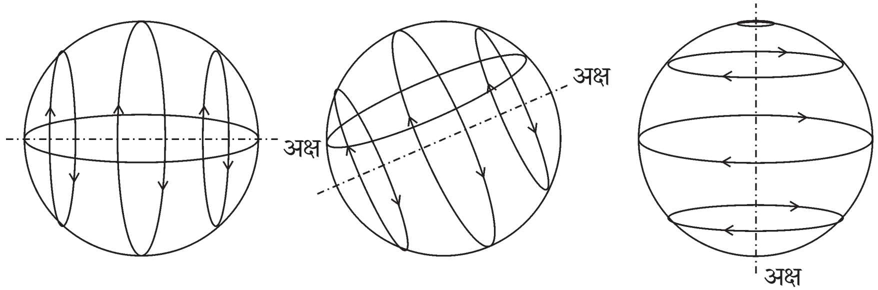
भौगोलिक अंतर आणि उत्तर ध्रुवाची उंची

उत्तर ध्रुवाचे क्षितिजावरच्या अति उत्तर बिंदूपासून कोनात्मक अंतर म्हणजेच त्या विशिष्ट जागेचे अक्षवृत्त. त्या ठिकाणच्या क्षितिजापासून खगोलावरील दक्षिण ध्रुवाचे कोनात्मक अंतरही बरोबर एवढेच असेल. मात्र पृथ्वीच्या विषुववृत्तावर थांबले असता, उत्तर ध्रुवाजवळ अति उत्तर बिंदू येऊन डोक्यावर खगोलाचे विषुववृत्त दिसेल. (याउलट जर उत्तर ध्रुवावर उभे राहिले, तर डोक्यावर उत्तर ध्रुव आणि क्षितिजावर खगोलाचे म्हणजेच आयनिक विषुववृत्त दिसेल.) विषुववृत्तावरून खगोलाचा सर्वात खालचा भाग (घड्याळात ६ च्या जागेवरचे वृत्त) क्षितिजापाशी दिसेल. म्हणूनच 'उन्मंडला'ला लंकेचे क्षितिज असे म्हटले गेले आहे. (आर्यभटीय – W.E. Clark Edition 69)

लंकेची निवड

पृथ्वी स्वत:च्या अक्षाभोवती फिरत असल्याने, पृथ्वीवरून पाहणारा निरीक्षक खगोलाची त्याच अक्षाभोवती घेतलेली गिरकी पाहत असतो. ज्या खगोलीय वस्तूंना स्वत:ची वेगळी गती असते, उदा. सूर्य, चंद्र, ती ही तेथून दिसते. मात्र एखादा स्थिर तारा हा खगोलावर, आयनिकवृत्ताला समांतर रेषेत फिरताना त्याला दिसतो. ही गती त्याला पृथ्वीच्या फिरण्यामुळेच प्राप्त झालेली असते. जर पाहणारा विषुववृत्तावर असेल, तर स्थिर तारे त्याला पूर्व पश्चिम दिशेने डोक्यावरून जाताना दिसतात.

अधल्या मधल्या अक्षांशावरील निरीक्षकाला ही ताऱ्यांची गती तिरपी भासते,



लंकेपासून दिसणारा ताऱ्यांचा मार्ग | उज्जैनवरून दिसणारा ताऱ्यांचा मार्ग | उत्तरध्रुवावरून दिसणारा ताऱ्यांचा मार्ग

तर ध्रुवावरील निरीक्षकाला हे तारे क्षितिज समांतर प्रवास करताना दिसतात.

विषुववृत्तावरून मात्र सर्व स्थिर तारे उगवताना आणि मावळताना दिसतात. ते क्षितिजाशी ९०° कोन करतात आणि बारा तास रोज क्षितिजावर असतात.

गोल १६ मध्ये आर्यभटाने म्हटले आहे की उत्तर ध्रुवाजवळ खगोलाचा अर्धाभाग घड्याळाप्रमाणे फिरताना दिसतो तर दक्षिण ध्रुवाजवळ दुसरा अर्धा भाग घड्याळाच्या उलट फिरताना दिसतो. थोडक्यात विषुववृत्त ह्या एकाच भागापाशी संपूर्ण खगोलाचे दर्शन २४ तासात होऊ शकते. दुसऱ्या कोणत्याही जागी खगोलाचा काही भाग हा निरीक्षकापासून कायमच लपलेला राहतो. जसजसे ध्रुवाजवळ जावे तसतसा हा लपलेला भाग वाढत जातो. ध्रुवाजवळ तो अर्धा असतो.

गोल १४ मधे आर्यभटाने उज्जैनपासून भौगोलिक विषुववृत्ताची लंकेची जागा सांगितली आहे. पृथ्वीच्या परीघाच्या एक सोळांश अंतर दोन्हीमध्ये असल्याचा उल्लेख केला आहे.

भारतीय खगोलशास्त्रातील मूळ रेखांश

विषुववृत्तावरून दिसणारे खगोलाचे दृश्य सगळीकडे सारखेच असणार. पण 'लंका' ही जागा आणखी विशेष आहे. ती उज्जैनच्याच रेखांशावर आहे. हा रेखांश संपूर्ण भारतातील खगोलशास्त्रज्ञांनी मूळ रेखांश म्हणून निवडला होता. त्यानुसार लंका हा विषुववृत्तावरचा बिंदू मानला जाई. गितीका ४ मधे चालू युगाची सुरुवात ही लंकेमधे सूर्योदय झाल्यापासून म्हटली गेली आहे.

खगोलीय निरीक्षणांवरून एखाद्या ठिकाणचे भौगोलिक अक्षांश रेखांश ठरवता येणं ही खूपच महत्त्वाची गोष्ट आहे. ती आपल्याला आर्यभटीयमधे सापडते.

▲▲

रेझोनन्स – मार्च २००६ मधून साभार

लेखक : **अमर्त्यकुमार दत्त,** कोलकता येथील इंडियन स्टॅटिस्टीकल इन्स्टिट्यूट येथे कार्यरत.

अनुवाद : **नीलिमा सहस्रबुद्धे,**

कुतुहल दरबार

लेखक – तेजस पोळ

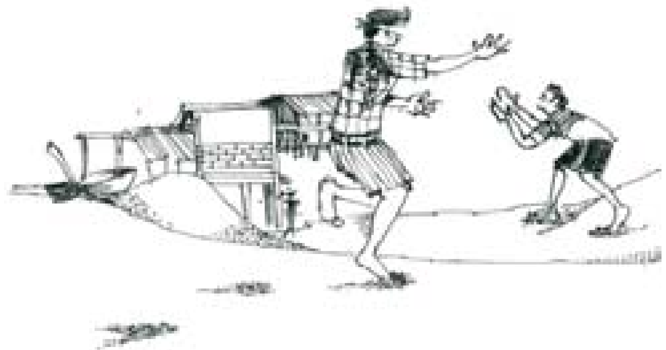
''वा चांगलाच खेळलेला दिसतोयस आज. मस्त घाम आलाय तुला.'' विवेक शाळेतून येऊन दप्तर खाली ठेवतोय न ठेवतोय तोच बाबांनी स्वागत केलं.

''हो ना, आज फारच दम लागला. का कुणास ठाऊक नेहमी इतकंच तर खेळलो आम्ही.'' सहज म्हणत विवेक हात-पाय धुवायला आत पळाला.

''जागा बदललीत का खेळाची आज?'' आईने विचारलं. विवेकला आश्चर्यच वाटलं, 'आईला कसं काय माहिती?' म्हणून; ते त्याच्या चेहऱ्यावर दिसलंच. ''हो, नेहमीच्या ठिकाणी नवीन बांधकामाचं साहित्य पडलं होतं, तर आम्ही पर्यायी जागा शोधली. पण तुला कसं कळलं?''

''अरे, तिथे वाळू किंवा तशी मऊ जमीन असणार, त्यामुळेच तुम्ही लोक दमलात.'' आईने सहज सांगितलं.

''हो की वाळूतच खेळलो आज. पण त्याचा आणि दमण्याचा काय संबंध? मागे पण एकदा मला प्रश्न पडला होता आपण समुद्रकिनारी गेलो होतो तेव्हा. वाळूतून चालताना जास्त दम का लागत असेल?'', अनेक वेळेला पडलेला प्रश्न विवेकने बोलून दाखवला.



“अरे, आपण चालतो म्हणजे जमिनीला मागे ढकलून पुढे जातो की नाही? पण वाळू किंवा मऊ जमिनीचे कण हे त्यांच्या जागी घट्ट बसलेले नसतात. त्यामुळे आपण त्यांच्यावर लावलेले बल हे त्यांच्यातल्या अंतर्गत विस्थापनासाठीच खर्च होऊन जाते. दुसऱ्या शब्दांत म्हणजे, वाळूचे कण आतल्या आत सरकून आपल्या पायासाठी जागा तयार होते, आणि पुढे ढकलण्याऐवजी वाळूत आपण जागीच राहण्याची परिस्थिती निर्माण होते. म्हणजे, पुढे जायचं असेल, तर कडक पृष्ठभागावरून चालण्यासाठी जितकी ऊर्जा लागेल, त्यापेक्षा जास्त ऊर्जा ही वाळूतून चालताना खर्च होते. त्यामुळे साहजिकच जास्त दम लागतो.” वरवर पाहता सामान्य व नेहमीच्या घटनेमागचा उलगडा झाल्यावर विवेकला त्याचा तो नेहमीचा आनंद झाला

“पण बाबा, जास्त घाम आल्याचं तुम्हाला शर्टाकडे पाहून कळलं असणार ना? मग ओले कपडे गडद का दिसतात ते सांगा ना”

आपल्याकडे ‘कौतुक मोर्चा’ आल्याची बाबांना मजाच वाटली.

“प्रश्न थोडा गंभीर आहे. अमात्य, सल्लागारांना बोलवा.” बाबांनी एकदम दरबार उभा केला. आईने लगेच ‘कामकाज’ उचलून धरलं. “महाराज, कपड्यांच्या विणीत, जिथे आधी हवा असते, तिथे पाणी जाऊन बसते. त्यामुळे पूर्वी हवेच्या पृष्ठभागावर पडणारा प्रकाश आता पाण्यावर पडू लागतो...”

“...आणि पाण्याचा वक्रीभवनांक (रिफ्रॅक्टिव्ह इंडेक्स) हवेपेक्षा जास्त असल्यामुळे, पडलेल्या प्रकाशापैकी, कपड्याच्या पृष्ठभागावरून आत अपवर्तित (रिफ्रॅक्ट) होण्याचे प्रमाण वाढते, आणि परावर्तित (रिफ्लेक्ट) होण्याचे प्रमाण कमी होते. त्यामुळे आपल्याला कपडे गडद दिसतात. समजलात?” बाबांना उत्तर देण्यात भाग घेतल्यावाचून राहवलं नसल्याचं दिसलंच.

“एक नंबर. म्हणूनच कदाचित आपण असे ओले कपडे किंवा कागद प्रकाशासमोर धरल्यावर, कोरड्या भागापेक्षा ओल्या भागाचा अर्धपारदर्शकपणा जास्त जाणवत असणार, बरोबर... महाराज?” विवेकने मिळालेल्या माहितीचा पुढे उपयोग केला.

“कदाचित नाही बाळ, एकदम बरोबर. असेच होते बरे बरं, आता याच आनंदात सर्व दरबारी मंडळींनी भोजनाचा आस्वाद घेण्याची आज्ञा होत आहे”

बाबांनी घोषणा केली, आणि ‘कुतुहल दरबारा’चं कामकाज तेवढ्यापुरतं तहकूब करण्यात आलं.

▲▲

लेखक : **तेजस पोळ,** एम.टेक. प्रयास ऊर्जा गटात सहभागी. फोन : ९५६११२३१२३.
E-mail : tejaspol@gmail.com

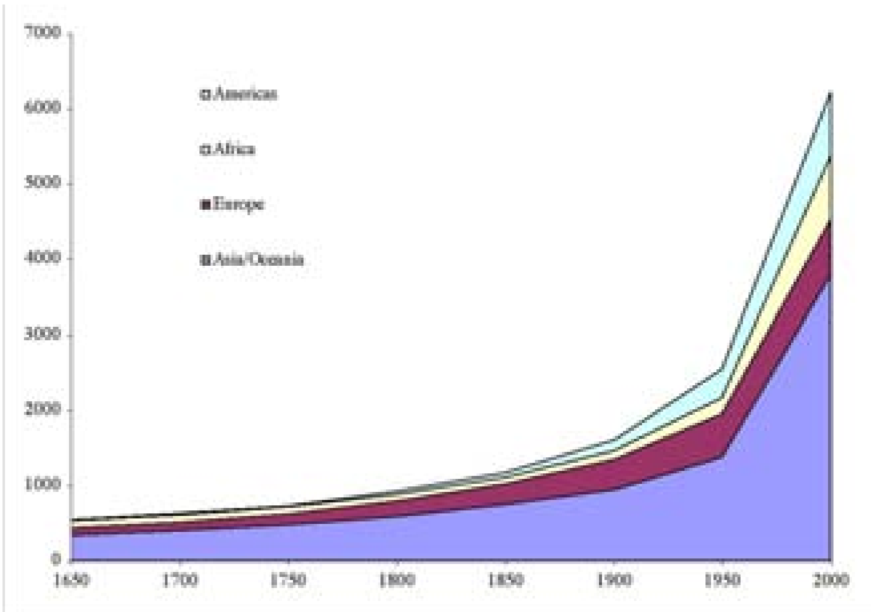
माणसाची वाटचाल आत्मघाताकडे?

लेखक – पु. के. चितळे

पृथ्वीच्या पाठीवर मानवी अस्तित्वाचा काळ इतर प्राण्यांच्या तुलनेत अगदी अलिकडचा आणि फार अल्प आहे. पण या अल्पकाळातही त्याने निसर्गाची सर्वात जास्त हानी केली आहे. माणसाने सजीव सृष्टीत आपले वर्चस्व प्रस्थापित करण्यासाठी कळत-नकळत अशा अनेक गोष्टी केल्या आहेत ज्यांच्यामुळे फक्त माणसाचेच नव्हे तर समस्त सजीव सृष्टीचे अस्तित्वच धोक्यात आले आहे. त्याचा थोडक्यात आढावा घेऊ.

पृथ्वीवरील पर्यावरणाचे दोन मुख्य भाग पाडता येतील – निर्जीव पर्यावरण आणि सजीव पर्यावरण. निर्जीव पर्यावरणात पृथ्वीवरील भूभाग, जलभाग आणि वायुमंडल यांचा समावेश होतो तर सर्वप्रकारचे सूक्ष्म-जीव, वनस्पती आणि प्राणी यांची गणना सजीव पर्यावरणात केली जाते. माणसाच्या हस्तक्षेपामुळे या दोन्ही प्रकारच्या पर्यावरणाचे संतुलन पार बिघडले आहे.

माणसाकडून निसर्गाची सर्वात मोठी हानी होण्याचे कारण आहे त्याच्या संख्येत प्रचंड वेगाने होणारी वाढ. असा अंदाज केला जातो की इसवी सन १ मध्ये संपूर्ण जगाची लोकसंख्या २५ कोटीच्या आसपास असावी. १६५० साली ही संख्या सुमारे ५० कोटी झाली. म्हणजे तेव्हा लोकसंख्या दुप्पट होण्यासाठी १६५० वर्षांचा अवधी लागला. नंतर फक्त २०० वर्षात लोकसंख्या १०० कोटी झाली. पुढे फक्त ८० वर्षात लोकसंख्या २०० कोटीच्या जवळपास पोचली. नंतर तिला दुप्पट म्हणजे ४०० कोटी होण्यास ४५ वर्षांचा काळ पुरेसा झाला. लोकसंख्या वाढीचा असाच वेग राहिला तर पुढील २५ वर्षात ती दुप्पट होईल असे वाटते आणि पुढे हा काळ कमी कमीच होत जाईल यात शंका नाही. वर दिलेले सर्व आकडे तंतोतंत बरोबर आहेत असा माझा दावा नाही. पण हे खरे आहे की जगाची लोकसंख्या दुप्पट



जगातील विविध खंडातील लोकसंख्या वाढीचा आलेख (१६५० ते २०००)

होण्यास लागणारा काळ पुढे कमीकमीच होत जाणार आहे.

खरी गरज कशाची ?

सृष्टीचा असा नियम आहे की कुठलाही प्राणी जे काही खातो त्याच्या फक्त १/१० भागाचा त्या प्राण्याच्या शरीर निर्मितीसाठी उपयोग होतो. बाकीच्या ९/१० भागाचा समावेश त्याच्या शरीर निर्मितीत होत नाही. म्हणजे एखाद्या शाकाहारी प्राण्याने १० किलो वनस्पती खाल्ली तर त्यातील फक्त १ किलो वनस्पतीचाच उपयोग त्याच्या शरीर निर्मितीसाठी होईल. तसेच मांसाहारी प्राण्याने १० किलो मास खाल्ले तर त्यातील फक्त १ किलो मासाचा उपयोग त्याच्या शरीर निर्मितीसाठी होईल. याचा अर्थ असा होतो की १० किलो गवतापासून शाकाहारी प्राण्याच्या शरीरात १ किलो मासाची निर्मिती होईल आणि त्याच्या या १ किलो मासापासून मांसाहारी प्राण्याच्या शरीरात फक्त ०.१० किलो एवढ्याच मासाची निर्मिती होईल. यातून असा निष्कर्ष निघतो की सृष्टीला मांसाहारी प्राण्यांपेक्षा शाकाहारी प्राण्यांना ऊर्जा पुरविणे स्वस्त असते.

शास्त्रज्ञांचा असा अंदाज आहे की वनस्पतींनी आत्मसात केलेल्या सौरउर्जेचा २० ते ४० टक्के भाग माणूस स्वत:साठी वापरतो आणि त्याची ही गरज दिवसेंदिवस वाढत आहे. आपल्या स्वार्थासाठी माणसाने

आतापर्यंत पृथ्वीतलावर असलेल्या ५० टक्क्याहून अधिक वनस्पतींचा नाश केला आहे. बऱ्याच वनस्पती आणि प्राण्यांच्या जाती आज कायमच्या लोप पावल्या आहेत. अनेक सरोवर, तलाव, नद्या आणि बऱ्याच ठिकाणी समुद्राचे पाणीही त्याच्या बेशिस्त वागण्यामुळे सजीव सृष्टीला वापरण्याजोगते राहिले नाही. हवेतील प्रदूषण फार मोठ्या प्रमाणात वाढले आहे. वायुमंडळातील कार्बन डायऑक्साईडचे प्रमाण सतत वाढत आहे. ओझोन वायूचा थर पातळ झाला आहे. काही ठिकाणी तर त्याला लहान मोठी भोकेही पडली आहेत. पृथ्वीचे तापमान वाढत आहे. पावसाचे प्रमाण दरवर्षी कमी कमी होत आहे. जमिनीखालील पाण्याची पातळी (Water table) बरीच खोल गेली आहे. थोडक्यात असे म्हणता येईल की माणूस स्वत:च मानवजातीचाच नव्हे तर पर्यावरणाचा आणि संपूर्ण सजीव सृष्टीचा सर्वात मोठा शत्रू झाला आहे.

स्वार्थाचा अतिरेक

माणूस लहान-मोठ्या टोळ्या करून राहाणारा प्राणी आहे. त्याचा स्वभाव जन्मजातच फार स्वार्थी असतो आणि आपल्या आवश्यकतेपेक्षा जास्त साधने जमा करण्याची त्याची स्वाभाविक प्रवृत्ती असते. त्याच्या या हव्यासापायीच त्याने पर्यावरणासंबंधी अनेक समस्या उभ्या केल्या आहेत. दुर्दैवाने आजही माणसाची प्रवृत्ती बरीचशी स्वार्थीच राहिली आहे. त्याच्यावर सांस्कृतिक संस्कार सतत होत असूनही त्याचा दृष्टिकोन व्यापक झालेला नाही. म्हणजे संपूर्ण सृष्टीच्या अस्तित्वाचा विचार तो अजूनही फारसा करत नाही असे वाटते. त्याला या गोष्टीची कल्पना अजूनही आलेली नाही की पर्यावरणाचा ऱ्हास हा मोठा भूकंप, त्सुनामी लाटा किंवा महापूर यापेक्षाही जास्त हानिकारक असू शकतो. अशा स्तंभित करणाऱ्या परिस्थितीत मानव जातीचे पुढे काय भवितव्य आहे? हा एक मोठा गंभीर प्रश्न उभा राहातो. या बाबतीत तज्ज्ञांची दोन विभिन्न मते असल्याचे आढळून येते.

यापैकी पहिल्या मतवाद्यांना 'निर्धास्तमतवादी' (Exemptionalists) म्हणता येईल. या लोकांचे असे म्हणणे आहे की सृष्टीचा नाश होण्याची भीती बाळगणे अगदी चुकीचे आहे. माणसाची बुद्धी आणि आत्मशक्ती इतकी प्रखर आहे की त्यांच्या बळावर तो या कठीण परिस्थितीवरही मात करून पलीकडे जाण्याचा मार्ग नक्कीच शोधून काढेल. आपल्या कर्तृत्वाने त्याने आजपर्यंत सृष्टीच्या अनेक नियमांना बगल दिली आहे. म्हणून भविष्यात कितीही कठीण परिस्थिती उद्भवली तरी आजचा सुसंस्कृत माणूस त्यातून सहीसलामत बाहेर पडण्याचा मार्ग शोधून काढेलच, असा त्यांचा ठाम विश्वास आहे.

या संबंधातील दुसऱ्या मताला

‘पर्यावरणवाद’ असे म्हणता येईल. पर्यावरणवाद्यांची मते निर्धास्तवाद्यांच्या मतांच्या अगदी उलट आहेत. त्यांच्या मतानुसार माणसाचे जीवनही इतर सजीवांप्रमाणे पर्यावरणावरच अवलंबून आहे. त्याची बुद्धी आणि आत्मिक शक्ती कितीही प्रखर असली

तरी पर्यावरणाशी संबंधित त्याने उभ्या केलेल्या समस्यांचे निराकरण करण्यास तेवढे पुरेसे होणार नाही. माणसाच्या पूर्वजांची उत्क्रांती ज्या पर्यावरणात झाली त्याचा ऱ्हास होणे आजच्या माणसाला परवडणारे नाही. माणसाने आतापर्यंत त्याच्यासमोर आलेल्या काही समस्यांवर भलेही विजय मिळविला असेल पण फक्त एवढ्यावर विसंबून राहणे शहाणपणाचे नाही. पृथ्वीवर जिवंत राहण्यासाठी आवश्यक असलेल्या अनेक नैसर्गिक साधनांचे प्रमाण फार झपाट्याने कमी होत आहे. वायुमंडळाच्या रासायनिक रचनेत इतका भयानक बदल झाला आहे की तो सर्वसाधारण माणसाच्याही सहज लक्षात येतो. अनेक नैसर्गिक परिसंस्थांची (Ecosystems) कधीही भरून न निघणारी हानी झाली आहे.

या लोकांच्या मताप्रमाणे माणसाची बुद्धी आणि आत्मशक्ती पृथ्वीवरील पर्यावरणावरच्या स्थिरतेवरच अवलंबून आहे. आनुवंशिक दृष्टिकोनातून पाहिले तर पृथ्वीच माणसाचे खरे घर आहे. जिथे लाखो वर्षांपूर्वी माणूस आणि त्याच्या पूर्वजांचा उदय झाला. येथील विभिन्न प्रकारच्या नैसर्गिक परिसंस्था, जंगले, स्वच्छ निळा समुद्र, प्रवाळ प्राण्यांनी व्यापलेला समुद्रातील भूभाग वगैरे, पृथ्वीवरील पर्यावरणच नव्हे तर संपूर्ण सृष्टीच्या अस्तित्वासाठी अनिवार्य आहेत म्हणून त्यांची जोपासना करायला हवी. जर आपण पृथ्वीवरील पर्यावरण नष्ट होऊ दिले तर सजीव

सृष्टीचा आधारच नष्ट होईल. एकदा सजीव सृष्टीचा नाश झाला तर तिचे पुनरुज्जीवन करणे कधीही शक्य होणार नाही. काही लोकांना असे वाटत असेल की पृथ्वीवरील पर्यावरण नष्ट झाले तर माणसाला दुसऱ्या एखाद्या ग्रहावर जाऊन तिथे वास्तव करणे शक्य होऊ शकेल. पण तशी शक्यता वाटत नाही. कारण अजून अशा एकाही ग्रहाचा शोध लागलेला नाही जिथल्या पर्यावरणात पृथ्वीवरील सजीव सृष्टीला आसरा देण्याची क्षमता असेल. या सर्व गोष्टी नजरेआड करून जर माणूस कधी काळी दुसऱ्या ग्रहावर पोचला तर, आसऱ्यासाठी एखाद्या समुद्र किनाऱ्यावर येऊन स्वत:च्या मृत्यूस कारणीभूत होणाऱ्या देवमाशांच्या थव्यासारखी त्याची अवस्था होईल.

लोकांना निर्जीव आणि सजीव पर्यावरणातील भेद अजून फारसा कळलेला नाही. विज्ञान आणि राजकीय माध्यमातून निर्जीव पर्यावरणाच्या समस्या हाताळल्या जाऊ शकतात आणि त्यांच्यातील समस्थिती परत आणता येऊ शकते. माणसाने त्या दिशेने पावले उचलायला सुरुवातपण केली आहे. उदा. : वायुमंडळावर असलेल्या ओझोन वायूच्या थराची जाडी फार कमी झाली त्यावर उपाय. जाडी कमी होण्याचे कारण आहे वायुमंडळात मिसळणारे CFC हे वायू. या वायूचा उपयोग रेफ्रिजरेटर, एयरकंडिशनर या सारख्या उपकरणात केला जातो. पण आता या वायूच्या वापरावर जागतिक कायद्याने बंदी घातली गेली आहे. यामुळे ओझोन वायूच्या थराची जाडी सुधारेल असे वाटते.

पण अजून सजीव पर्यावरणाच्या बाबतीत समतोल राखण्यात फारसे यश मिळालेले नाही. दरवर्षी सजीव पर्यावरणातील वनस्पती आणि प्राण्यांच्या अनेक जाती नि:शेष होत आहेत. याचे सर्वात ठळक उदाहरण पर्जन्य वनांचे (Rain Forests) देता येईल. वनस्पती आणि प्राण्यांच्या सर्वात अधिक जाती इथेच आढळतात. आज जगातील पर्जन्य वनांनी झाकलेल्या भूभागाचे क्षेत्रफळ ५० टक्क्यांनी कमी झाले आहे. त्या बरोबर वनस्पती आणि प्राण्यांच्या किती जाती नष्ट झाल्या असतील याचा नक्की हिशेब करणे कठीण आहे. शास्त्रज्ञांचा या बाबतीतला हिशेब असा आहे की जेव्हा एखाद्या ठिकाणी तिथल्या पर्यावरणाचा १/१० भाग नष्ट होतो तेव्हा तिथे राहणाऱ्या ५०% सजीवांचाही नाश होतो. ही हानी उत्क्रांतीच्या क्रियेतून भरून निघत नाही. या बाबतीत माणूस आज एवढेच करू शकतो की अशा भागात जाऊन अनावश्यक जंगलतोड बंद करणे, नवे वनीकरण करणे, लोकजागृती करून लोकांना पर्यावरणाचे महत्त्व पटवून देणे वगैरे. हा मार्ग वेळखाऊ असला तरी सर्वात प्रभावी आहे;. पर्यावरण तज्ज्ञांनी आणखी एक उपाय सुचविला आहे – पर्यावरणाचा ऱ्हास होत

असलेल्या भागात जाणे, तिथे अस्तित्वात असलेल्या सजीवांचे नमुने गोळा करणे आणि संग्रहालयात त्यांची जोपासना करणे, शक्य असल्यास प्रयोगशाळांमधून त्यांचे संवर्धन (Culture) करणे आणि शेवटी योग्य वेळ आणि जागा बघून नव्या ठिकाणी त्यांचे पुनर्वसन करणे. असे करणे सोपे तर नाहीच, पण अनुसरणीयही नाही कारण या कामाला अमाप पैसा, वेळ आणि परिश्रम आवश्यक आहेत.

माणसासाठी सजीव पर्यावरणाचे रक्षण करण्याचे आणखीही एक कारण आहे. जैव-तंत्रज्ञानाचा उदय होण्यापूर्वी सजीव पर्यावरणातील कुठल्या वनस्पती आणि प्राण्यांचा उपयोग आपल्यासाठी केला जाऊ शकतो याची माणसाला फारशी माहिती नव्हती. पण आज जैव-तंत्रज्ञानामुळे माणसाला अनेक सजीवांच्या अनेक उपयोगांचा शोध नव्याने लागला आहे. जैव-तंत्रज्ञानाच्या मदतीने अनेक सूक्ष्म वनस्पती आणि प्राण्यांपासून माणसाला त्याच्या दैनंदिन जीवनात लागणारे अनेक महत्त्वपूर्ण पदार्थ, रसायने, औषधी वगैरे मिळविणे शक्य झाले आहे. एवढेच नव्हे तर त्यांचा उपयोग माणसाशी संबंधित सर्व क्षेत्रांमध्ये अनेक नव्या कामगिऱ्या करण्यासाठी होणार आहे. माणसाला आज अगदी तुच्छ आणि निरुपयोगी वाटणाऱ्या सजीवांपासूनही अनेक फायदे होऊ शकतात. म्हणून माणसाला सजीव पर्यावरणातील सर्वच सजीवांना नि:शेष होऊ न देणे फार महत्त्वाचे आहे, हे विसरून चालणार नाही.

पालकनीती

पालकत्वाला वाहिलेले मासिक

मुलांच्या विकासात शिक्षणाचा आणि शिक्षकांचा मोठा वाटा असतो.
त्यामुळे पालक आणि शिक्षक दोघांच्या दृष्टिकोनातून विचार करून
'पालकनीती' ठरवायला हवी.
या विचारांसाठी व्यासपीठ –पालकनीती. हे मासिक जरूर वाचा.
वार्षिक वर्गणी रु.१२०/–

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

निर्धास्तवाद्यांची काही मते पटण्यासारखी असली तरी असा निष्कर्ष काढावासा वाटतो की निर्धास्तवाद्यांपेक्षा पर्यावरणवाद्यांची मते सत्य परिस्थितीच्या जास्त जवळची आणि अनुकरणीय आहेत. माणसासमोर उद्भवलेल्या समस्यांच्या निराकरणासाठी दोन गोष्टींकडे विशेष ध्यान दिले गेले तर येत्या ५० ते १०० वर्षात आजची कठीण परिस्थिती आटोक्यात आणणे अशक्य नाही. या दोन गोष्टी आहेत – लोकसंख्या वाढीवर आळा घालणे आणि यापुढे पर्यावरणाचा ऱ्हास पूर्णपणे थांबविणे. माणसाने स्वत:च्या अस्तित्वासाठी पर्यावरणातून घेतलेल्या साधनांचा वापर फार विचारपूर्वक करायला हवा आणि यासाठी एका नियमाचे पालन कठोरपणे करायला हवे – आपण पर्यावरणाकडून जे काही घेतो त्याची योग्य स्वरूपात परतफेड करायला हवी. याच्याशी संबंधित एक उदाहरण हा मुद्दा स्पष्ट करण्यासाठी पुरेसा होईल.

रेशेल कार्सन या प्रसिद्ध अमेरिकन महिला संशोधकाने एका प्रयोगासाठी समुद्राचे एक चंबू पाणी प्रयोगशाळेत आणले आणि प्रयोग पूर्ण झाल्याबरोबर ते पाणी पुन्हा त्याच ठिकाणी समुद्रात ओतले. त्यांच्या सहकाऱ्यांना त्यांचे असे वागणे थोडे वेडेपणाचे वाटले. विचारल्यावर श्रीमती कार्सन म्हणाल्या की जर लोकांना असे वाटत असेल की समुद्रातले फक्त एक चंबू पाणी काढले म्हणून त्याचा पर्यावरणाला काहीच अपाय होत नाही, तर त्यांचा हा समज चुकीचा आहे. वर वर पाहाता श्रीमती कार्सनचे वागणे वेडेपणाचे वाटत असले तरी पर्यावरणाच्या रक्षणासाठी त्यांच्यासारखे वेडे झाल्याशिवाय पर्यावरण वाचविणे शक्य नाही, हेही तितकेच खरे आहे!

▲▲

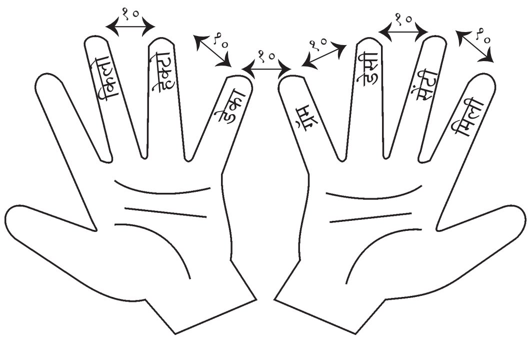
लेखक : **पु. के. चितळे,** जैवशास्त्राचे प्राध्यापक, निवृत्तीनंतरही सातत्याने लेखन, अनेक पुस्तके प्रकाशित व पुरस्कार प्राप्त.
मो. : 9820039759

मिली, सेंटी, डेसी...

लेखांक - ४

लेखक : कविता जोशी

मिली ते किलो किंवा किलो ते मिली हे रूपांतर करण्याची शॉर्टकट पद्धत यावेळी पाहू. या एकदम फास्ट पद्धतीसाठी आपल्या दोन्ही हातांची बोटे तळहात तुमच्याकडे राहील अशा पद्धतीने समोर उघडून धरा.



वर लिहिल्याप्रमाणे मिली ते किलो प्रत्येक बोटावर आहे. दर दोन बोटांमधील जागा १० ची आहे. पुन्हा उजवीकडून डावीकडे म्हणजे मिलीकडून किलोकडे जाताना भागाकार आणि डावीकडून उजवीकडे जाताना गुणाकार.

म्हणजे प्रत्येक वेळेस टेबल लिहिण्याऐवजी बोटांवर दहाची किती पट हे पहायचे. उजवीकडून डावीकडे की डावीकडे उजवीकडे हे तपासायचे आणि आधीच्या पद्धतीप्रमाणे दशांश चिन्ह सरकवायचं.

या पद्धतीने रूपांतर नेहमी करत गेल्यावर केवळ बोटांवर मोजून कोणतेही रूपांतर करणे तुम्ही नक्कीच आत्मसात करू शकता.

बघा प्रयत्न करून.

काही अडचणी येत असतील तर जरूर कळवा.

▲▲

लेखक : **कविता जोशी** – बदलापूर येथे शिक्षणात मागे पडणाऱ्या मुलांना मार्गदर्शन करतात.

हवी तिथेच, हवी तेवढीच वाढ

भाग - २

लेखक : केन म्युनोका, मानजोंग हान आणि डेव्हीड गार्डीनर, ● **अनुवाद :** गो. ल. लोंढे

शरीराचा अवयव हा मुख्यतः हाडांनी व स्नायूंनी बनलेला असतो. त्यामुळे नव्याने हाडे व स्नायू तयार होण्यासाठी कच्चा माल कोठून मिळतो व त्यावर नियंत्रण कसे ठेवले जाते याबद्दल आपल्याला कुतुहल वाटते. अवयवाची पुनर्निर्मिती होत असते तेव्हा एक महत्त्वाची पण बरीचशी अनाकलनीय क्रिया घडते. परिपक्व व विशिष्ठ कार्य करण्याच्या स्थितीकडून त्या पेशीचे जे घूमजाव होते, (गर्भातील प्राथमिक पेशीच्या स्थितीला जाणे) होते त्या क्रियेला डिडिफरन्शिएशन असे म्हणतात. या क्रियेमुळे अवयवातील प्राथमिक अवस्थेत गेलेल्या पेशी अनेक प्रकारच्या पूर्वज पेशींप्रमाणे आपापले कार्य करू लागतात व अवयवाच्या पुनर्निर्मितीस मदत करतात.

सूक्ष्मदर्शक यंत्रातून निरीक्षण केल्यावर त्या संशोधकांना असे आढळले की सालामँडरच्या तुटून उरलेल्या भागातील पेशींचे विशेषतः स्नायूपेशींचे विभाजन होते व त्यानंतर तयार झालेल्या पेशींची भरमसाट प्रमाणात वाढ होते व त्यापासून ब्लास्टेमा तयार होतो. या स्नायूंसंबंधित पेशी स्टेमसेल्सपासून तयार होतात. मुळात काही स्टेमसेल्स या स्नायूंमध्येच असतात, 'डिडिफरन्शिएशन' वगैरे काहीही होत नाही हे आता स्पष्ट झाले आहे, तथापि जवळपास यासारखी काहीतरी क्रिया घडते. पुनर्वाढीच्या कामी प्रत्येक प्रकारच्या स्नायूंच्या बाबतीत डिडिफरन्शिएशन होते किंवा होत नाही हे अजून सिद्ध झालेले नाही. ज्या फायब्रोब्लास्ट पेशी ब्लास्टेमात शिरलेल्या असतात. त्यांच्यापासूनच पुढे प्राथमिक ब्लास्टेमल पेशी बनतात. त्यांच्यात विभेदीकरणाची (डिफरन्शिएशन) क्षमता असते. म्हणजे त्यांच्यात हाडे, कूर्चा बनवण्याची तसेच फायब्रोब्लास्टमध्ये सुद्धा रूपांतरित होण्याची क्षमता असते. त्यामुळे नव्याने वाढ होत असलेल्या अवयवासाठी कानाकोपऱ्यामध्ये फायब्रोब्लास्ट पेशींचे जाळे तयार होते.

अवयवाच्या पुनर्निर्मितीच्या खेळामध्ये ब्लास्टेमा तयार होण्यासाठी दुसरे सवंगडी (म्हणजे पेशी) सुद्धा आपला वाटा उचलतात,

विशेषतः बाह्यत्वचेच्या पेशी पुन्हा गर्भातील पेशींच्या मूळस्वरूपाकडे माघारी जातात. त्वचापेशी पुनर्निर्मितीच्या कामात केव्हा भाग घेतात तो क्षण आपण पाहू शकतो, कारण त्याच क्षणाला त्या पेशींचे गर्भातील पेशींसारख्या मूळ रूपात संक्रमण होत असते. गर्भाच्या बाह्यत्वचेमधे कार्यरत असलेली कित्येक जनुके अवयवाच्या वाढीसाठी विशेष महत्त्वाची असतात. त्यात Fgf8 आणि Wnt7a यांचाही समावेश होतो. गर्भाच्या बाह्यत्वचेचे विभेदीकरण होऊन प्रौढ त्वचेचे थर तयार झाल्यावर ही जनुके निष्क्रीय होतात. प्रौढ प्राण्याचा अवयव कापला गेल्यास ती जखम बरी व्हायला सुरुवात होताना आधी तिथे त्वचा निर्माण होते. जखमेवर तात्पुरती आलेली बाह्यत्वचा जनुकांमार्फत केरॉटीन निर्मितीचे कार्य करू लागते. केरॉटीन हा नत्र पदार्थ असून तो शिंग, खूर, नखे यांची निर्मिती करू शकतो. अर्थातच नवीन अवयव निर्मितीशी त्याचा काहीही संबंध नसतो.

त्यानंतर जखमेवरील तात्पुरत्या बाह्यत्वचेतील पेशी Fgf8 आणि Wnt7a या जनुकांना कार्यप्रवृत्त करतात. म्हणजे डिडिफरन्शिएशनची कामचलाऊ व्याख्या पुढीलप्रमाणे करता येईल. त्वचापेशी व इतर सहाय्यक पेशींमुळे पुनर्वाढीला अत्यावश्यक असलेल्या जनुकांची विशिष्ट प्रकारची कार्यप्रवणता म्हणजेच डिडिफरन्शिएशन होय.

सालामँडरचा अभ्यास करून आपल्याला मिळालेल्या मजेशीर माहितीचे तीन महत्त्वाचे भाग करता येतील

१) जखम बरी होण्याची सुरुवात

२) काही अंशी गर्भातील पेशींच्या मूळ स्वरूपापर्यंत जाणाऱ्या पेशींचा ब्लास्टेमा तयार होण्याची क्रिया.

३) तेथून पुन्हा नव्याने अवयव तयार करण्याची सुरुवात.

या तीन घटनांचे यथार्थ ज्ञान झाले तर मनुष्यप्राण्याच्या बाबतीतही तुटलेल्या

उंदीर गर्भात असताना पंजाची बोटे जेव्हा तयार होतात, तेव्हा BMP4 नावाचा वाढीचा घटक तयार होतो. मोठेपणी पंजा तुटल्यास तो पुन्हा तयार होताना हाच घटक आवश्यक असतो.

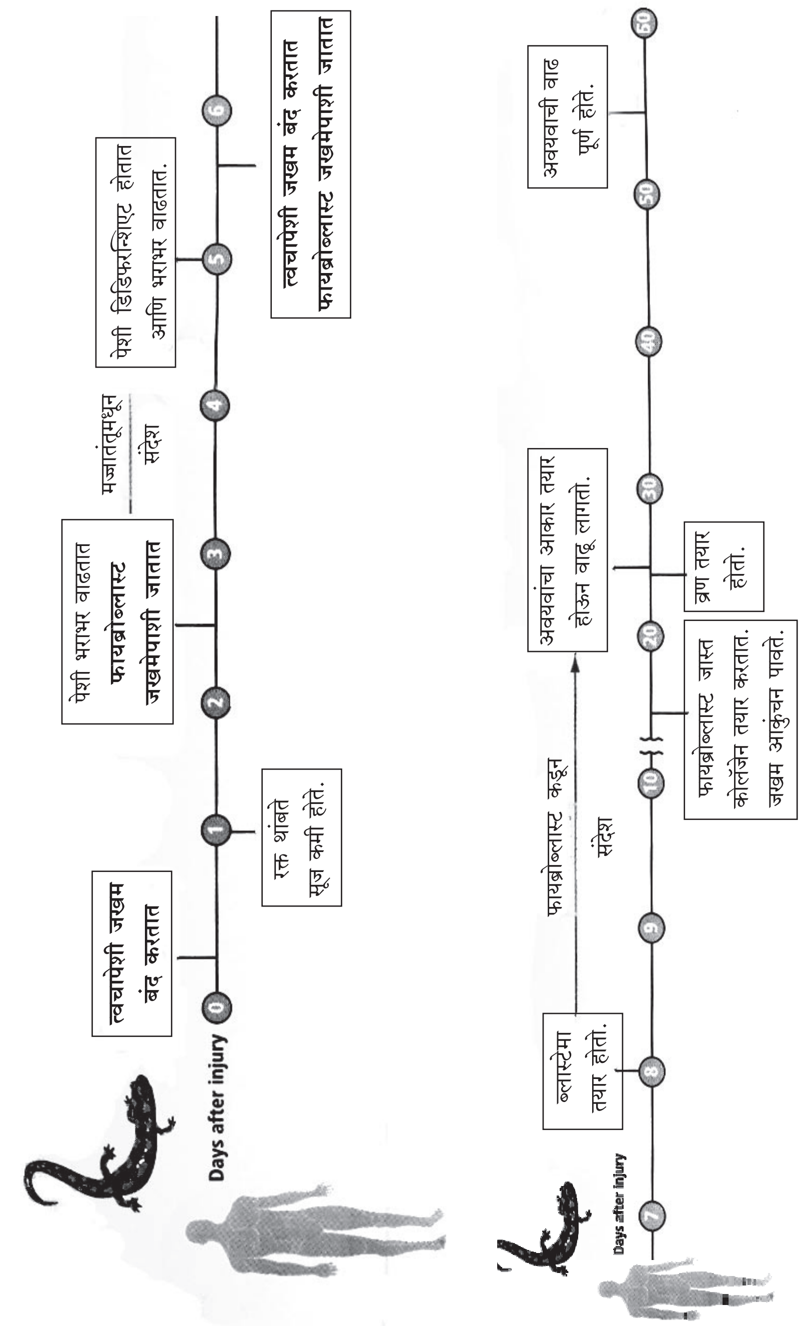
अवयवांची पुनर्निर्मिती घडवून दाखवण्याचे आव्हान साध्य होईल. ज्या गोष्टी सहसा घडत नाहीत त्या घडवून आणणे ही शास्त्रीय संशोधनातील सर्वात कठीण बाब आहे. उदा. मानवाच्या अवयवांची पुनर्वाढ. तरीपण मानवात पुनर्वाढीची (नैसर्गिक) क्षमताच नाही. असा याचा अर्थ होत नाही.

बोटांचे शेंडे

हाताच्या बोटांचा शेंडा वाढण्याची क्षमता मानवात अंगभूतच आहे, यावरून मानवाच्या अवयवांच्या पुनर्निर्मितीचे ध्येय गाठता येईल अशी खूप आशा (शक्यता) वाटते. तीस वर्षापूर्वी लहान मुलांच्या गटाचे याबाबतीत सर्वेक्षण केले गेले. त्यानंतर किशोरावस्थेतील मुलांमध्येही व शेवटी प्रौढामध्येही तशीच क्षमता आढळली. जखम झालेल्या बोटाच्या शेंड्यापाशी नैसर्गिक पुनर्निर्मिती सहज घडते. जखमेचे ड्रेसिंग करून जखम बांधून टाकली तरी पुरे. जखम जर नैसर्गिकपणे बरी होऊ दिली तरी असे आढळते की बोटाला पूर्वीचेच स्वरूप प्राप्त होते. बोटाचे ठसे पूर्वीसारखेच असतात. बोटाच्या टोकाला होणारे स्पर्शज्ञान पूर्वीसारखेच असते. फक्त बोटाच्या लांबीत

सस्तन प्राण्यांच्या आणि सालामँडरच्या जखमा बऱ्या होतात त्यामधे काही टप्पे समान असतात. पण सालामँडरच्या जखमा फारच पटकन् बऱ्या होतात. त्यांच्या जखमांवर खपली धरत नाही, तर त्यातील पेशी भराभर वाढून ब्लास्टेमा तयार होतो. तो पुढे इतर पेशींच्या वाढीला आणि पुनर्निर्मितीला कारण होतो.

आकृती पुढील पानावर पहा.



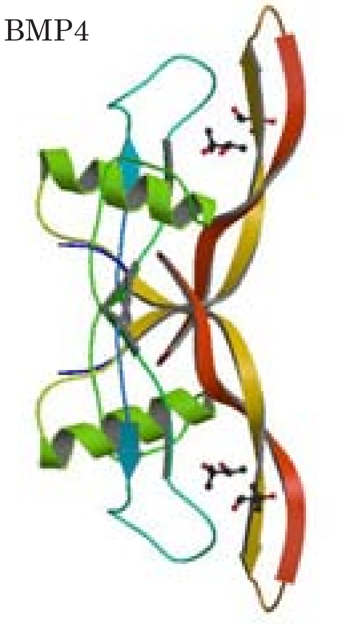
काही अंशी कमी जास्त प्रमाणात बदल होतो.

अशी माहिती हजारो वेळा वैद्यकीय नियतकालिकांमधून आतापर्यंत प्रसिद्ध झालेली आहे. तरी पण मजेशीर गोष्ट अशी आहे की नैसर्गिक पद्धतीपेक्षा एक पारंपरिक व साचेबंद पद्धत म्हणून जखमेवर दुसरीकडची कातडी शिवून टाकण्याची पद्धतच वापरली जाते. ही पर्यायी पद्धत सालामँडरच्या तुटलेल्या अवयवाच्या पुनर्वाढीसाठी अडचणीची ठरते. कारण त्यामुळे जखमेवर तात्पुरती बाह्यत्वचा निर्माण होत नाही. या सर्व माहितीवरून असा महत्त्वाचा संकेत मिळतो की मानवामधे मुळातच पुनर्वाढीची क्षमता आहे परंतु दुर्दैवाची गोष्ट अशी आहे की मानव पारंपरिक, साचेबंद असलेली उपचार पद्धती वापरित असल्यामुळे ही क्षमता दडपली गेली आहे.

बोटाचा तुटलेला शेंडा नैसर्गिकपणे वाढतो या घटनेचा अभ्यास करणे तितकेसे सोपे नाही कारण असे प्रयोग करण्याच्या नुसत्या कल्पनेच्याही जवळपास आपण जाऊ शकत नाही. तरीपण अनेक संशोधकांना किशोरावस्थेतील आणि प्रौढावस्थेतील उंदरांवर विच्छेदनाचा प्रयोग केल्यावर सारखाच प्रतिसाद मिळाला. थोड्या वर्षापूर्वी आमच्यापैकी दोघेजण (म्युनिओका व हॅन) उंदरांच्या बोटांच्या शेंड्याच्या पुनर्निर्मितीला कितपत प्रतिसाद मिळतो याबद्दल जास्त सखोल अभ्यास करीत होते. त्यावरून आम्ही अशा निष्कर्षाप्रत आलो की विच्छेदन झाल्यावर तेथे तात्पुरती बाह्यत्वचा येते पण सालामँडरच्या बाबतीत तात्पुरती त्वचा खूप लवकर जखमेला झाकून टाकते. आम्ही असेसुद्धा दाखवून दिले आहे की बोटाच्या शेंडयाची पुनर्निर्मिती होत असतांना महत्त्वाची जनुके विभेदीकरण न झालेल्या मूळ पेशींची भरपूर प्रमाणात वाढ घडवून आणतात. जखमेच्याच जागी त्या पेशी असल्यामुळे त्या ब्लास्टेमा पेशीच असल्या पाहिजेत असे दिसते. हाडातील पोकळ भागात असलेल्या आणि त्या जवळपास इतर पेशींमध्ये असलेल्या फायब्रोब्लास्ट पेशींपासून त्या पेशी मिळत असतील असे अप्रत्यक्ष पुराव्यावरून लक्षात येते.

उंदराच्या पायाच्या बोटांची पुनर्निर्मिती होत असताना विशिष्ट जनुकांच्या भूमिकेचा व वाढीच्या घटकांचा अधिक अभ्यास करण्यासाठी आम्ही एक विशिष्ठ पेशीसमूह विकसित केला. त्यामुळे गर्भातील उंदराच्या पायाच्या बोटांची निर्मिती कशी होते हे दाखवणारे मॉडेलच तयार झाले. त्यावरून असे समजले की Bone Morphogenetic Protein 4 (BMP4) हा वाढीचा घटक उंदराच्या पायाच्या जखमेतून काढून घेतल्याने त्याच्या पुनर्निर्मितीच्या बाबतीत अडथळा आणला जातो. याशिवाय आपण असेही दाखवून

BMP4



दिले आहे की उत्परिवर्तित उंदराच्या बाबतीत Msx1 हा जीन नसल्यामुळे त्याच्या पायाच्या बोटाच्या शेंड्याची पुनर्वाढ होऊच शकत नाही. उंदीर गर्भावस्थेत असतांना Msx1 या जीनमुळेच BMP4 हा वाढीचा घटक निर्माण होत असतो. इतके Msx1 जीनचे महत्त्व आहे. Msx1 जीनची कमतरता असलेल्या उंदराला BMP4 हा वाढीचा घटक पुरवला तर पायाच्या बोटाच्या शेंड्याच्या पुनर्वाढीला तो चांगलाच प्रतिसाद देऊ शकतो. यावरून पुनर्वाढीसाठी BMP4 या वाढीच्या घटकाची अत्यंत आवश्यकता असते हे निर्विवादपणे सिद्ध होते.

कॉरी अ‍ॅबेट-शेन आणि तिच्या सहकाऱ्यांनी प्रयोगाने असे सिद्ध केले आहे की Msx1 ने संस्कारित केलेल्या प्रथिनामुळे गर्भावस्थेतील वाढ होणाऱ्या अनेक प्रकारच्या पेशींच्या विभेदीकरणाला अडथळा येतो. विभेदीकरणावर ताबा असण्याचा संबंध असे दर्शवतो की अवयवाच्या पुनर्निर्मितीसाठी प्रथिन हे फार महत्त्वाची भूमिका बजावते व पेशींचे डिडिफरन्शिएशन घडवून आणण्याचे काम करते.

Msx1 हे जनुक सॅलमॅंडरच्या अवयवाच्या पुनर्निर्मितीच्या प्रक्रियेत सुरूवातीच्या डिडिफरन्शिएशनसाठी जरी निष्क्रिय असले तरी त्याचेच भावंड (Sister Gene) असलेले Msx2 जनुक पुढाकार घेते व सर्वात प्रथम क्रियाशील होते. याबाबत आणखी माहिती पुढच्या लेखात. (क्रमशः)

▲▲

सायंटिफिक अमेरिकन एप्रिल २००८ मधून साभार

लेखक : **केन म्युनोका, मानजोंग हान,** तुलान युनिव्हर्सिटी **आणि डेव्हीड गार्डीनर,** कॅलिफोर्निया युनिव्हर्सिटी येथे सेल आणि मोलेक्यूलर बायॉलॉजी डिपार्टमेंटमध्ये संशोधनात्मक कार्यात सहभागी.

अनुवाद : **गो. ल. लोंढे,** निवृत्त प्राचार्य.

मध्ययुगीन भारतीय कला

सातवे शतक ते तेरावे शतक

लेखक : राम थत्ते

गुप्तकाळानंतरच्या काळाला मध्ययुग म्हणण्याचा प्रघात आहे. मध्ययुगाचे दोन भाग पडतात. इ.स.चे सातवे शतक ते दहावे शतक व अकरावे ते तेरावे शतक. तेराव्या शतकात झालेल्या मुसलमानी आक्रमणानंतर अर्वाचीन युग सुरू होते.

गुप्तराजे हिंदुधर्मीय असल्याने हिंदूधर्माला पूर्वीची प्रतिष्ठा प्राप्त झाली त्याच वेळी बुद्धधर्माची अवस्था दयनीय अशी झाली. गुप्तवंशाच्या अस्तानंतर कलेला उतरती कळा आली. पाचव्या शतकाच्या शेवटी शेवटी हूणांच्या स्वाऱ्यांनी भारतात अंदाधुंदीचेच साम्राज्य होते. गुप्तकाळाच्या अस्तकाळातच वर्धन वंशाचा उदय झाला. ह्या वंशातील हर्षवर्धन राजा हा कलेचा व विद्येचा भोक्ता होता. त्याने हूणांच्या स्वाऱ्यांचा पक्का बंदोबस्त करून आपल्या कारकीर्दीत वाङ्मय कलेला उत्तेजन दिले. परंतु त्याच्या मृत्यूनंतर (इ.स.६४७) मात्र कलेला पोषक वातावरण राहिले नाही. त्याच्या राज्यात बेबंदशाही माजली व त्याच्या सरदारांनी आपापली स्वतंत्र राज्ये स्थापली. ह्या काळात हिंदू घराण्यांचा लोप होऊन काही नवीन राजघराणी उदयाला आली. देश छोट्या छोट्या राज्यांमध्ये विभागला गेला.

ब्राह्मणगुंफा

बिहार व बंगाल ह्या प्रातांमध्ये पारू व सेन वंशातील राजांची, पश्चिम भारतात राजपूत व सोळंकी वंशीय राजांची, तर दक्षिण भारतात चालुक्य वंशातील राजांची राजवट सुरू झाली. चालुक्य वंशातील राजांच्या कारकीर्दीत

बदामी येथे तीन ब्राह्मण गुंफा व एक जैन गुंफा अशा चार गुंफा कोरण्यात आल्या. चालुक्य राजे हिंदू धर्माभिमानी असल्याने त्यांच्या काळात हिंदू देवदेवतांची शिल्पे अधिक आढळतात. देवदेवतांची आयुधे, आभूषणे अधिक आकर्षकपणे शिल्पांकित झालेली आढळतात. येथील गुहांमधील वैकुंठगुहा विशेष प्रसिद्ध आहे. यातील शेषशायी, नृसिंह इ. शिल्पे भव्य व कलापूर्ण आहेत. येथील भित्तीचित्रांवर अजिंठ्याच्या कलेचा प्रभाव पडलेला दिसतो. ह्या चित्रांमधून तत्कालिन सामाजिक व धार्मिक जीवनाचे दर्शन घडते.

मध्ययुगात फार मोठ्या प्रमाणावर मंदिरांची निर्मिती झाली. दक्षिण भारतात बहुतेक राजे धर्माभिमानी होते. त्यामध्ये काही शैव आणि काही वैष्णव पंथाचे पुरस्कर्ते होते. त्यांनी आपापल्या देवतांची सुंदर व भव्य मंदिरे बांधली. उत्तर भारतातील मंदिरांचा कळस हा वर्तुळाकारी आहे तर दक्षिण भारतातील मंदिरांना लंबचौरसाकृति शिखर आहे. नंतरच्या काळात दक्षिण भारतातील मंदिरामध्ये फरक होऊन मुख्य मंदिरापेक्षा प्रवेशद्वारावरील गोपूर हे जास्त उंच झाले. मंदिरा सभोवती मोठी भिंत असून चारही दिशेला गोपुरातून प्रवेशद्वार असते. गोपुरांवर बऱ्याच मूर्ती कोरलेल्या असतात. ह्या मंदिरांना द्रविड शैलीतील मंदिरे म्हणतात. ही मंदिरे कृष्णा नदी ते कन्याकुमारीपर्यंत जास्त प्रमाणावर आढळतात.

पल्लव राजवंशातील राजांच्या आश्रयाखाली (इ.स.६००-७५०) द्रविड शैलीचा विकास झाला. पल्लव राजे कलेचे भोक्ते होते. चेन्नईपाशी असलेल्या महाबलीपुरम् येथील मोठमोठ्या पाषाणांमधून त्यांनी रथाच्या आकाराची निरनिराळी मंदिरे कोरून काढली. समुद्राला लागूनच असलेले

गंगावतरण

एक मोठे मंदिर तर खूपच प्रेक्षणीय आहे. पुराणांमधील कथांना मूर्त स्वरूपात बघताना खूपच आनंद वाटतो. येथील शिल्पांमध्ये भगीरथाची तपश्चर्या हे मोठे शिल्प (९४ फूट × ४३ फूट) एका मोठ्या प्रस्तरावर कोरलेले दिसते. ह्या उत्थित शिल्पामध्ये भगीरथ एका पायावर उभा राहून तपश्चर्या करताना दिसतो. त्याच्या समोरच शंकराचे वीरासनातील शिल्प असून स्वर्गातील गंगा त्याच्या जटेमध्ये उतरलेली दिसते. एक मानवाकृति पाणी भरण्यासाठी खांद्यावर घट घेतलेली दाखवली आहे. वरील भागात स्वर्गातील देवदेवता, यक्ष किन्नर हा चमत्कार बघण्यासाठी आलेले दिसतात. त्यातच मानव, ऋषिमुनी, सर्व तऱ्हेच्या प्राण्यांनीपण गर्दी केलेली दिसते. एक मांजर पुढचे दोन पाय वर घेऊन तपश्चर्या करताना दिसते. उजव्या हातास हत्तीचे कुटुंब प्रत्यक्ष हत्तीएवढ्या आकाराचे कोरले आहे. मानव व देवदेवता ह्यांच्या जोडीने गुहेमध्ये असलेली जंगली श्वापदे, आपल्या पायाने आपले नाक खाजवणारे हरिण वगैरे शिल्पे वास्तववादी आहेत. जमिनीपासून खाली आणि वरच्या बाजूला उभ्या असलेल्या प्रस्तरावर हे शिल्प खूपच विशाल व नेत्रदीपक वाटते.

ह्या शिल्पाच्या बाजूलाच एक माकडाच्या कुटुंबाचे समूहशिल्प आहे. येथे कलाकार नेमस्त अशा कलाशिल्पापासून बाजूला सरकून स्वतःच्या कल्पनेतून एक उत्तम असे शिल्प उभे करण्यात यशस्वी झाला आहे. आतापावेतो जी काही शिल्पे उभी केली, ती वास्तुकलेच्या सुशोभिकरणासाठी केली गेली. ह्या शिल्पात एक वानरी आपल्या मांडीवर दोन पिल्लांना घेऊन बसलेली दाखवली आहे व तिच्या पाठीमागे वानर बसलेला आहे व तो डोक्यातील उवा काढताना दाखवला आहे. सर्वतोरचित असे हे शिल्प प्रत्यक्ष आकारापेक्षा मोठे आहे त्यामुळे ते आपली दृष्टी त्वरितच वेधून घेते. भारतामधील शिल्पांमध्ये हेच

धर्माचा रथ

एकमेव शिल्प कलाकाराच्या स्वतःच्या इच्छेनुसार शिल्पित केलेले सापडते.

येथेच महिषासुरमर्दिनी व गोवर्धन गिरीधारीची मोठी शिल्पे आहेत. ही सर्व शिल्पे पंचरथ म्हणून प्रसिद्ध आहेत कारण पांच मोठमोठ्या पाषाणातून ह्यांची निर्मिती झाली आहे.

इ.स.६४७ मध्ये पल्लव सम्राट नरसिंहवर्मा ह्याच्या निधनामुळे पंचरथ व इतर वास्तूंची कामे बंद पडली. तदनंतर गादीवर आलेल्या राजसिंहाने काही बांधीव मंदिरे उभारली त्यापैकी महत्त्वाचे असे सागरतीरावरील हरिहरेश्वर मंदिर होय.

अपराजित राजाच्या मृत्यूने पल्लव राजघराण्याची सत्ता संपुष्टात आली आणि नवव्या शतकाच्या सुमारास चोल राजांच्या वंशाची राजवट सुरू झाली. (इ.स.८५०-१२६७) आदित्य (पहिला) हा ह्या वंशाचा संस्थापक. ह्यांच्या राजवटीची पहिली तीनशे वर्ष भांडणतंट्यातच गेली. ह्या काळातील पहिले मंदिर हे नतमलई येथील चोलेश्वर मंदिर. इ.स.१०१० मध्ये राजराज चोलाने बृहदीश्वर मंदिर बांधले.

बृहदीश्वर मंदिर

विटा व घडवलेले दगड ह्यांचा उपयोग करून देवालय बांधण्याचा प्रारंभ हा गुप्तकाळात झाला. तत्कालिन शिलालेखांवरून त्या काळी बऱ्याच

भीमाचा रथ

प्रमाणावर मंदिरे बांधली गेली. त्या मंदिरांचे फारच थोडे अवशेष आज आपल्याला दिसतात.

मंदिराचा अनुविक्षेप साधारणपणे असा आहे - १) गर्भगृह, २) अंतराल, ३) महामंडप, ४) मंडप, ५) अर्धमंडप ६) प्रदक्षिणा मार्ग

पूर्ण विकसित हिंदू मंदिरात विमान, अंतराल, मंडप व अर्धमंडप असे विविध भाग निर्माण झाले. आयताकृति वा चौरस गर्भगृह, त्यावरील उंच निमुळते शिखर यांना मिळून विमान असे नाव आहे.

गर्भगृहात अंधार असतो. त्यातून बाहेर मंडपाकडे जाण्याचा चिंचोळा मार्ग असे. त्यास अंतराळ म्हणतात. घृष्णेश्वर मंदिर (वेरूळ) येथे आजही हे उपयोगात आहे. मंडप हा स्तंभयुक्त असे.

आठव्या शतकात बांधीव इमारतीना खूपच गती मिळाली. बांधकामात एकमेव पद्धत उपयोगात आणली गेली. ती म्हणजे चौकट पद्धत. दोन उभ्या खांबावर आडवी तुळई बसविण्याच्या पद्धतीला चौकट पद्धत म्हणतात.(Post and Lintel System) कमानीचा उपयोग कुठेही केलेला दिसत नाही. शिखराचे निमुळते बांधकामपण ह्याच

द्रौपदीचा रथ

द्रविड शैलीतील मंदिर

पद्धतीने करित असत.

मंदिरांचे प्रकार – मंदिरांचा महत्त्वाचा नजरेस भरेल असा भाग म्हणजे विमान. देवालयांचे मुख्य प्रकार त्यांच्या विमानांच्या आकारावरून कल्पिलेले आहेत. शिल्पशास्त्रावरील निरनिराळ्या संस्कृत ग्रंथात वेगवेगळ्या प्रकारे मंदिरांचे वर्गीकरण केलेले आढळते. अकराव्या शतकात मंदिर उभारणीला खूपच जोराची चालना मिळाली. मंदिरांचे मुख्य असे तीन प्रकार आहेत. १) नागर २) द्राविड व ३) वेस्सर

द्राविड मंदिरे – द्राविड हा प्रकार भौगोलिक प्रदेश वाचक आहे. कृष्णा नदीपासून कन्याकुमारी पर्यंतच्या दक्षिण प्रदेशांत ही द्राविड शैलीतील मंदिरे प्रामुख्याने प्रचलित होती.

वेस्सर शैलीतील मंदिरे – विंध्यपर्वतापासून कृष्णा नदीपर्यंत दोन्ही शैलींचे मिश्रण असलेली वेस्सर शैलीतील मंदिरे आढळतात. महाबलीपुरम् येथील भीमरथ हा वेस्सर शैलीचा उत्कृष्ट नमुना आहे. ह्याचा आकार पूर्वीच्या चैत्यगृहावरून घेण्यात आला असावा. गजपृष्ठाकार शिखर हे ह्याचे वैशिष्ट्य आहे. ह्या शैलीत विमान व मंडप हे दोनच प्रमुख भाग असतात. कुक्कनूर (आंध्र)चे कल्लेश्वर मंदिर, हळेबीड येथील होयसाळेश्वर मंदिर, बेल्लूरचे चन्नकेशव मंदिर, सोमनाथपूरचे केशव मंदिर, ग्वाल्हेर येथील तेलिका मंदिर ही वेस्सर शैलीची उदाहरणे आहेत.

नागर पद्धतीची मंदिरे संपूर्ण उत्तर भारताच्या विस्तृत प्रदेशात आढळून येतात व त्यांच्या प्रादेशिक बांधणीत द्राविड किंवा वेस्सर पद्धतीच्या मंदिरांपेक्षा अधिक वैचित्र्य दिसून येते. एकाच काळात परंतु वेगवेगळ्या प्रदेशात बांधलेल्या मंदिरांतही पुष्कळ फरक आहे. म्हणून प्रत्येक प्रादेशिक विभागातील मंदिररचनेच्या स्वतंत्रपणे विचार करणे सोयीस्कर होईल. तरीही त्यांच्या रचनेत काही मूलभूत गोष्टी समान आहेत. मध्ययुगातली सर्व कला मंदिरांच्या रूपाने व त्यांच्याच आधाराने बहरलेली सापडते.

उत्तर चालुक्य काळातील मंदिरे

बदामी व ऐहोळे येथील मंदिरांच्या बांधणीची सुरुवात गुप्त काळाच्या उत्तरार्धातच झाली होती. बदामीजवळच्या पट्टदकल या छोट्याशा गावी अनेक सुंदर हिंदू मंदिरांची उभारणी झाली. तेथील विरूपाक्षमंदिर विशेष प्रसिद्ध आहे. ते इ.स.७४० साली बांधून पूर्ण झाले. दुसरा विक्रमादित्य या चालुक्य सम्राटाने कांचीपुरम हे शहर जिंकले. तेथील भव्य वास्तूंचा त्याच्यावर मोठा प्रभाव पडला; म्हणून तेथील वास्तुविशारदांना व कारागिरांना त्याने पट्टदकल येथे आणून त्यांच्याकडून ही द्राविड शैलीची मंदिरे बांधून घेतली. पट्टदकल येथे नागर शैलीचीही मंदिरे बांधण्यात आलेली आहेत. उत्तरेकडील देवालयांच्या शिखराचा प्रारंभीचा विकास त्यात दिसून येतो. शैव पंथाच्या गळगनाथ मंदिराचे उदाहरण या दृष्टीने उल्लेखनीय आहे. तेही सातव्या शतकाच्या उत्तरार्धातील आहे व घडीव दगडावर दगड ठेवून त्याची बांधणी केली आहे. ऐहोळेच्या शिखराने गर्भगृहाची वरील सर्व जागा व्यापलेली नाही. येथे संपूर्ण गर्भगृहावर उंच टोकदार पण किंचित बहिर्वक्र शिखर आहे. येथे द्राविड शैलीत बांधलेले एक साधे जैन मंदिरही आहे. त्यावरील सूच्याकार शिखरावर एक भव्य व नक्षीदार स्तूपिका आहे.

नागर शैलीच्या मंदिरांची रचना

नागर शैलीच्या मंदिराचे गर्भगृह आतून नेहमी चौरस आकाराचे असते. पण त्याच्या चारी बाजूस बाहेरून पुढे आलेले भाग असतात. प्रत्येक बाजूस एकेक भाग पुढे आलेला असल्यास त्या बांधणीस त्रिरथ मंदिर म्हणतात. याप्रमाणेच प्रत्येक बाजूस दोन, तीन किंवा चार पुढे आलेले भाग असल्यास त्या मंदिरांना अनुक्रमे पंचरथ, सप्तरथ व नवरथ प्रकारांची मंदिरे म्हणतात. या भागांमुळे गर्भगृहाचा बाह्य आकार जरी पुष्कळच बदलत असला तरी आतील गर्भगृह मात्र चौरस आकाराचेच राहाते. त्यांचे दरवाजे फुलीसारख्या बनलेल्या मंदिरांच्या कोपऱ्यावर असतात. गर्भगृहाच्या दरवाजातून अंतरालात व सभामंडपात प्रवेश करता येतो.

पुढे आलेले हे भाग केवळ गर्भगृहाच्या भिंतीपुरतेच मर्यादित नसतात. ते तसेच वर चढत शिखरावरही पुढे आलेले असतात. शिखराचा आकार वर सरळ निमुळता झालेला नसतो. तो थोडा बहिर्वक्र, कंसाप्रमाणे फुगीर होऊन वर जातो. वर सर्वात शेवटी बसक्या कलशाच्या आकाराचा आमलक असतो. या प्रचंड दगडी आमलकाला कंगोरे कोरलेले असतात. फुगीर, किंचित बहिर्वक्र शिखरे व कंगोरे असलेला आमलक ही उत्तरेकडील देवालयांची खास वैशिष्ट्ये आहेत. या मंदिरांच्या शिखरांचे दुसरे वैशिष्ट्य असे की संपूर्ण शिखरावर चारी बाजूला वर निमुळती होत जाणारी छोटी छोटी शिखरे आहेत. दुरून बघितले तर छोट्या छोट्या पर्वतराजीमध्ये मेरू-मंदार उभे आहेत असे वाटावे. भुवनेश्वर, कोणार्क, खजुराहो, राजस्थान, माउंट अबू, गुजराथ सौराष्ट्र, इत्यादी ठिकाणची मंदिरे नागर शैलीची आहेत.

ओरिसा शैलीची मंदिरे - उत्तरेकडील देवालयांपैकी महत्त्वाची मंदिरे ओरिसा राज्यात आहेत. या प्रदेशात गंग वंशीय राजांचे राज्य इ.स.१०७६ ते १५८६ या काळात होते. या कलिंग प्रांतात सातव्या ते तेराव्या शतकातील कालखंडात मंदिरबांधणीचे काम फार मोठ्या प्रमाणावर चालू होते. या देवालयातील बरीचशी आज सुस्थितीत आहेत. हा प्रदेश भारताच्या पूर्वेकडील दूरच्या कोपऱ्यात असल्याने मुसलमान आक्रमकांच्या विध्वंसक वावटळीपासून त्या मानाने बऱ्याच अंशी बचावला. या शैलीसंबंधीच्या शिल्पशास्त्राचे प्राचीन ग्रंथही आज उपलब्ध आहेत. त्यात देवालयांच्या भागाची नावे, मोजमापे, रचनाविषयक सूचना व धार्मिक विधी इत्यादी माहिती दिलेली आहे.

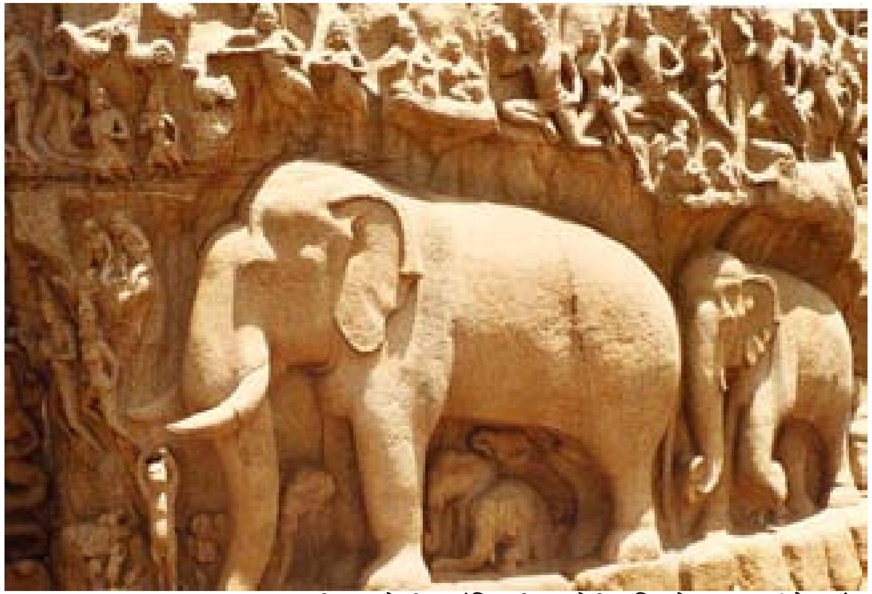
भुवनेश्वरची मंदिरे - ओरिसा शैलीच्या मंदिरांचे प्रमुख केंद्र भुवनेश्वर येथे होते. या पवित्र प्राचीन तीर्थक्षेत्रात पुष्कळसे तलाव व सुस्थितीतील देवालये आहेत व त्यांवरून या शैलीचा अभ्यास करता येतो.

ओरिसा मंदिराचे विमान व सभामंडप याला जगमोहन पीठा देऊळ म्हणतात. याशिवाय मोठ्या मंदिरांना नाट्यमंडप म्हणजे नृत्यासाठी असलेले दालन व भोगमंडप हे भाग जोडलेले असतात. भोगमंडप देवतेला विविध वस्तू अर्पण करावयाच्या विधीसाठी असतो. या प्रत्येक भागासाठी स्वतंत्र इमारत असते आणि या सर्व इमारती एका ओळीत व एकमेकांस जोडलेल्या असतात. या इमारती सुरवातीस अगदी साध्या होत्या, पण नंतर त्यात अधिक भागांची व अलंकरणाची, तसेच अधिक उंचीची भर पडत गेली.

परशुरामेश्वर मंदिर - भुवनेश्वरच्या मंदिरांपैकी परशुरामेश्वर मंदिर सर्वात जुने आहे. ते त्रिरथ प्रकारचे आहे व त्यातील जगमोहन सपाट छताचा आहे. त्यावर नंतरच्या मंदिराप्रमाणे शिखर नाही.

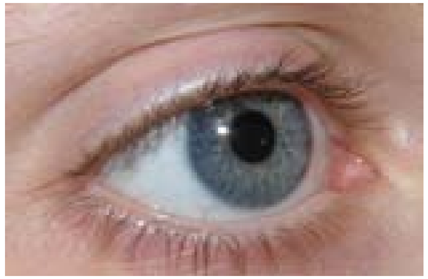
परशुरामेश्वर मंदिर

लेखक : **राम अनंत थत्ते,** शिल्पकार, अजिंठा येथील गुंफांचा विशेष अभ्यास,
'अजिंठा' हे पुस्तक अक्षरमुद्रा प्रकाशनद्वारे प्रकाशित. मो. : ९४२२२५३७४५.



महाबलीपुरम येथील मंदिरातील कोरीव शिल्पे ▲ हत्तीचे कुटुंब

कान खाजविणारे हरीण ▼



खास पाहुणा आपल्या भेटीला

डोळा

(भाग तिसरा)

लेखक : शशी बेडेकर

सरांचे घर – त्यांच्याकडे राहूल, राजू, मनू, मनाली आणि सोनम डोळ्यांबद्दल माहिती करून घेण्यासाठी आलेले आहेत.)

सर : काय मनू आता राजू तुला बॅटरी म्हणून चिडवत नाही ना?

मनू : छे, छे तो कसला आता चिडवतोय?

सर : का? काय झालं?

राजू : मीच सांगतो सर, मलाही चष्मा लागलाय दोन दिवसापूर्वी. त्यामुळे मीच बॅटरी झालोय. मनू सॉरी हं चिडवल्याबद्दल.

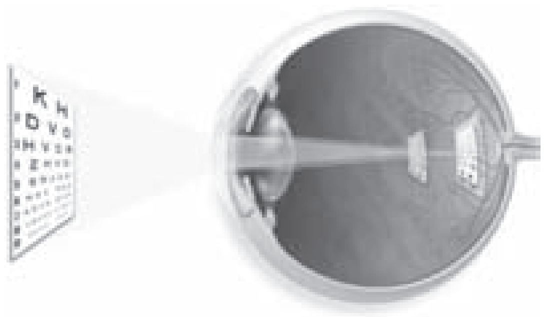
सर : ठीक आहे, मुलांनो मागच्या वेळेला आपण काही दृष्टिदोषांची माहिती घेतली. आज जरा आणखी वेगळ्या प्रकारच्या दृष्टिदोषाची माहिती करून घेऊ या.

राहूल : कोणता दोष सर?

सर : याला 'अबिंदुकता' (Astigmatism) असे म्हणतात. हा वेगळ्या प्रकारचा दोष आहे. यात नेत्रगोलाचा व्यास वेगवेगळ्या दिशांना वेगवेगळा असतो त्यामुळे वस्तूच्या प्रतिमा ह्या वेगवेगळ्या प्रतलात तयार होतात.

सोनल : म्हणजे काय सर?

सर : म्हणजे हा दोष असलेल्या व्यक्तीला वस्तूचा आकार, खोली नीट कळत नाही.



काही वेळा दोन दोन प्रतिमा दिसू शकतात. त्याला अबिंदुकता असे म्हणतात.

मनाली : यावर उपाय कोणता?

राजू : डोळ्याच्या डॉक्टरला दाखवणे, हो की नाही सर?

सर : अगदी बरोबर, डोळ्याच्या डॉक्टरला डोळा दाखवणे. डॉक्टरांनी दिलेला योग्य नाभिय अंतराचा दंडगोल भिंगाचा चष्मा वापरून हा दोष घालविता येतो.

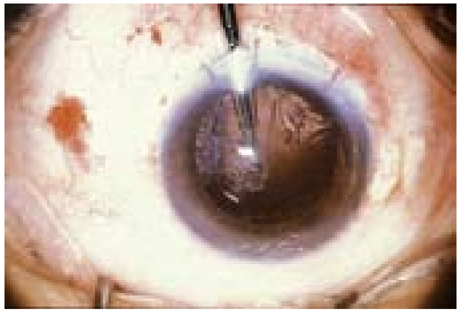
सोनल : हे कळलं सर. पण एखाद्याला लांबचं नीट दिसत नाही आणि जवळचंही नीट दिसत नसेल, शिवाय वयामुळे दृष्टीत फरक पडला असेल (निकटदृष्टिता आणि दूरदृष्टिता किंवा वृद्धदृष्टिता) असं सगळंच एकत्र असेल तर?

सर : अशा दोन दोषांच्या दुरुस्तीसाठी दोन भिंगे लागतात आणि ही दोन्ही भिंगे एकाच चष्म्यात लावली जातात. अशा भिंगांना द्विनाभिक भिंग असं म्हणतात.

राहूल : सर मोतीबिंदू म्हणजे काय? माझ्या आजीला मोतीबिंदू झाला हाता तेव्हा ऑपरेशन करावे लागले.

सर : काही वेळा वय वाढल्यामुळे अंधूक दिसते. म्हणजे डोळ्यातील नेत्रभिंग जे पारदर्शक असते ते अपारदर्शक होते तर काही वेळा डोळ्यात जी प्रथिने असतात त्यांच्या रंगात बदल होतो आणि त्यामुळे नेत्रभिंग धूसर होते.

मनू : त्यामुळे काय होतं सर?



मोतीबिंदू : नेत्रभिंगावर आलेला पडदा

सर : त्यामुळे प्रकाश किरण डोळ्यात नीट जाऊ शकत नाहीत त्यामुळे अशा व्यक्तीला अस्पष्ट दिसतं किंवा कधीकधी पूर्ण दिसेनासे होते. आणि नेत्रभिंगच निकामी झालेलं असल्याने काय होत

असेल सांगा. मनाली तू सांग.

सर : त्यामुळे त्या व्यक्तीला चष्म्याचा काहीच उपयोग नाही.

राहूल : हं, त्यामुळेच मोतीबिंदू झालेल्या व्यक्तीला ऑपरेशन हाच उपाय आहे. पण सर ऑपरेशन करून डॉक्टर काय करतात?

सर : डॉक्टर मोतीबिंदू झालेल्या व्यक्तीच्या डोळ्यातील खराब झालेलं नेत्रभिंग काढतात आणि त्या जागी नवीन नेत्रभिंग बसवतात. त्यामुळे त्या व्यक्तीला स्पष्ट दिसू शकते. प्रगत विज्ञानामुळे हल्ली काही डॉक्टर लेसर तंत्रज्ञान वापरून मोतीबिंदूची शस्त्रक्रिया करतात.

मनू : सर, आपण रडतो किंवा जांभई देतो तेव्हा डोळ्यातून पाणी का येतं?

सर : आपल्या डोळ्यात पापणीच्या खाली एकेक ग्रंथी आहे तिला अश्रुपिंड असे म्हणतात त्यात तयार झालेला द्रव म्हणजे अश्रू सूक्ष्म नलिकांद्वारे डोळ्यावर सोडले जातात.

राहूल : त्यानं काय होतं सर?

सर : तुम्हीच विचार करून सांगा पाहू.

सोनल : डोळा त्यामुळे ओला रहात असेल.

सर : आणखी?

मनू : डोळा स्वच्छ रहात असेल.

सर : अगदी बरोबर, डोळा हे अतिशय नाजूक इंद्रिय आहे त्यामुळे निसर्गाने त्याची काळजी घेण्यासाठी पापण्या आणि अश्रूंची योजना केली आहे. डोळ्यावर असलेल्या पापण्यांची सतत उघडझाप चाललेली असते त्यामुळे जोराच्या हवेपासून, धुळीपासून डोळ्याचं संरक्षण होतं. शिवाय आपल्या डोळ्याच्या त्वचेचा हवेतील सूक्ष्म जंतूंशी सतत संपर्क होत असतो. त्यापासून डोळ्याचे संरक्षण करण्याची जबाबदारी अश्रूंची असते. अश्रू हे शरीरातील एक प्रभावी ‘जंतूनाशक’ किंवा ‘ॲण्टीसेप्टिक’ आहे. त्यामुळे अश्रू डोळ्यात सतत पाझरत असतात त्याने डोळा तर स्वच्छ रहातोच शिवाय जंतुविरहित रहातो.

राजू : आपण जांभई देतो तेव्हा डोळ्यात अश्रू का येतात?

सर : आपण जांभई का देतो... म्हणजे जांभई देण्यात कोणती क्रिया घडते?

राहूल : मी सांगतो सर, ज्यावेळेस आपल्या छातीत, फुप्फुसात श्वसनाच्या वेळी

कार्बन डाय ऑक्साईड जास्त प्रमाणात जमा होतो. त्यावेळी आपले शरीर हा कार्बन डाय ऑक्साईड एकदम बाहेर टाकते. त्यासाठी इतर वेळी श्वसनक्रियेसाठी वापरात येणारा नाकाचा मार्ग अपुरा पडतो त्यामुळे तो वायू तोंडातून बाहेर पडतो याला जांभई असे म्हणतात.

सर : अगदी छान उत्तर दिलंस. आपण जांभई देतो तेव्हा आपला जबडा पूर्ण उघडला जातो. त्यावेळी गालाचे स्नायू ताणले जातात आणि या क्रियेत डोळ्यातील अश्रुपिंडावर दाब पडतो त्यामुळे अश्रुपिंडात जमा झालेले अश्रू डोळ्यात येतात.

सोनल : आणि सर आपण जेव्हा जोरात हसतो तेव्हाही अश्रुपिंडावर दाब पडल्याने डोळ्यात पाणी येते. हो ना?

सर : होय, अगदी बरोबर. डोळा हे मानवाचे सर्वात महत्त्वाचे असे ज्ञानेंद्रिय आहे कारण डोळाच आपल्याला भोवतालच्या जगाचं आणि रंगांचं ज्ञान करून देतो. शास्त्रज्ञांनी ह्या नाजूक इंद्रियाचा खूप बारकाईनं अभ्यास केला त्याच्या प्रत्येक भागाचं कार्य काय असेल ते प्रयोग करून शोधून काढलं...

राजू : आणि मी सांगतो सर,

सर : बरं सांग.

राजू : आणि डोळ्याची मर्यादित ताकद वाढवण्यासाठी दुर्बिणी, सूक्ष्मदर्शक यंत्र यांचा शोध लावून डोळ्याची ताकद अमर्याद केली.

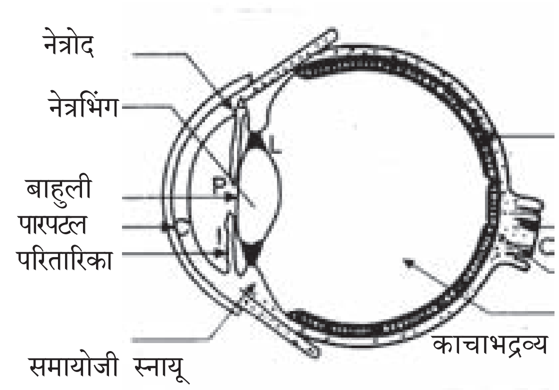
सर : तुम्ही डोळ्यांची आकृती नीट पाहिलीत तर डोळ्यात दोन पोकळ्या तयार झालेल्या आहेत. एक लहान पोकळी नेत्रभिंगाच्या आधी व एक मोठी पोकळी नेत्रभिंग व दृष्टिपटलाच्या मधे. या दोन्ही पोकळ्या द्रवाने भरलेल्या असतात. नेत्रभिंग व पारपटल ह्यामधील पोकळीतील द्रवाला नेत्रोद (aquaeous humour) असे म्हणतात आणि नेत्रभिंगाच्या मागच्या पोकळीतील द्रवाला काचाभद्रव असे म्हणतात.

राजू : सर ह्या द्रवाचा डोळ्याला काय उपयोग होत असेल?

सर : एक तर ह्या द्रवांमुळे डोळ्याच्या आतील पेशींना आवश्यक ती द्रव्ये पुरवली जातात तसेच ह्या द्रवामुळे प्रकाश किरण नेत्रभिंगाकडे अपवर्तित केले जातात आणि त्यामुळे स्पष्ट प्रतिमा नेत्रपटलावर उमटते.

मनू : काय निसर्गाची रचना आहे ना, ग्रेट!

सर : मुलांनो हे तर काहीच नाही. नेत्रोद व काचाभद्रव यांचा अपवर्तनांक जवळजवळ पाण्याइतका असतो.



मनाली : म्हणजे एक अपवर्तनांक असतो?

सर : बरोबर. साधारणपणे १.३३६ इतका असतो आणि नेत्रभिंगाचा अपवर्तनांक साधारणपणे १.४३७ एवढा असतो.

मनू : सर डोळ्याचा पुढचा भाग मागच्या भागापेक्षा जास्त किचकट आहे. केवढी नावं आहेत. बाहुली, पारपटल, परितारिका...

सर : आणि समायोजी स्नायू, हो ना?

मनाली : सर ह्या सर्वांचं कार्य सांगा ना.

सर : सांगतो. मुलांनो जरा नीट लक्ष द्या. आपल्या डोळ्याचा पुढचा पारदर्शक फुगीर भाग असतो त्याला पारपटल असं म्हणतात त्याच्या मागे आणि नेत्रभिंगाच्या आधी नेत्रोद हे द्रव भरलेले असते. पारपटल पारदर्शक असल्याने प्रकाश किरण त्यातून सरळ आत जाऊन भिंगातून जातात.

राजू : सर, मी सांगू?

सर : सांग पाहू तुला काय सांगायचं आहे ते.

राजू : मला असं वाटतं की आपल्या डोळ्यातील नेत्रभिंग समायोजी स्नायूंनी धरून ठेवलेलं असावं.

सर : अगदी बरोबर. त्यामुळे नेत्रभिंग आपल्या जागेवर स्थिर राहतं. शिवाय स्नायूंच्या आकुंचन प्रसरणानं आपल्याला डोळा डावीकडे उजवीकडे फिरवता येतो. आता आकृती नीट पहा, नेत्रभिंगाच्यापुढे परितारिका असते. ह्या

परितारिकेत जसे रंगद्रव्य असते तसा त्या व्यक्तीच्या डोळ्याचा रंग दिसतो.

मनू : सर, काही व्यक्तींच्या डोळ्याचा रंग काळा, चॉकलेटी, ब्राऊन, निळा हिरवा असाही असतो हे मी वाचलंय.

राजू : सर हिचं चुकलं की नाही.

मनू : काय चुकलं रे?

राजू : सर्व माणसाच्या डोळ्यांचा रंग पांढराच असतो फक्त त्यांच्या परितारिकांचा रंग वेगवेगळा असतो. हो की नाही सर?

सर : मनू, राजू म्हणतोय ते अगदी बरोबर आहे. बरं मुलांनो ह्या परितारिकेला मध्यभागी एक छिद्र असतं. त्या छिद्राला बाहुली असं म्हणतात. प्रकाशाच्या तीव्रतेनुसार हे बाहुलीचं छिद्र लहान मोठं होऊ शकतं.

सोनल : म्हणजे सर, तीव्र प्रकाश असेल तर मोठं आणि सौम्य किंवा कमी असेल तर लहान.

सर : नाही अगदी उलट बोललीस. तीव्र प्रकाश असेल तर बाहुली छोटी आणि कमी प्रकाश असेल तर जास्तीत जास्त प्रकाश किरण डोळ्यात जावे म्हणून बाहुलीचं छिद्र मोठं होतं. मुलांनो तुम्हाला जर बाहुलीचं नीट निरीक्षण करायचं असेल तर मांजराच्या डोळ्याचं निरीक्षण करा. मांजराची बाहूली माणसाच्या बाहुलीप्रमाणे छिद्र नसून एक उभी फट असते. दिवसा मांजरीचे डोळे पाहिलेत तर जास्त प्रकाशामुळे खूप बारीक फट असते. पण रात्री-संध्याकाळी प्रकाश कमी झाल्यावर तिच्या डोळ्यातली बाहुली खूप मोठी झालेली दिसेल.

राजू : सर तुम्ही, डोळा हा गोलाकार असतो असं सांगितलं. साधारण हा केवढा गोल असतो?

सर : डोळ्याचा आकार साधारण गोल असून या गोलाचा व्यास साधारण २.५ सें.मी. इतका असतो. आणि जर आरश्यासमोर उभं राहून डोळ्यात पाहिलंत तर डोळ्याला रक्तपुरवठा करणाऱ्या बारीक रक्तवाहिन्या दिसतील.

मनू : सर मला वाटतं आपला डोळा कॅमेऱ्यासारखा आहे, नाही?

सर : अगदी उलट बोललीस. आपल्या डोळ्याच्या रचनेवरून कॅमेऱ्याची कल्पना शास्त्रज्ञांना आली.

राजू : सर आपल्या डोळ्याला असलेल्या पापण्यांची आपण सतत उघडझाप करत असतो त्यामुळे डोळ्यात धूळ वगैरे जात नाही. डोळ्याचं संरक्षण होतं हे मान्य पण आपण बघत असलेल्या गोष्टी, सिनेमा, टिव्ही यात सलग दृश्य कसं दिसतं?

मनू : राजू यातच खरं निसर्गाचं स्किल आहे. हो की नाही सर?

सर : निसर्गाचं कौशल्य तर आहेच, पण आपल्या डोळ्याची आणि डोक्याची कमालही आहे. आता मी सांगतो ते अनुभव तुम्हाला आले असतील. दिवाळीत पेटती फुलबाजी हातात धरून वेगाने गोल फिरवल्यावर आपल्याला एक तेजस्वी वर्तुळच दिसते.

राहूल : सर मी आणखी एक सांगू?

सर : सांग पाहू.

राहूल : पिंजरा आणि पोपट पुठ्याच्या दोन्ही बाजूला लावून पुठ्ठा फिरवला की पोपट पिंजऱ्यात आहे असं वाटतं.

सर : अगदी बरोबर, मुलांनो जोपर्यंत वस्तू डोळ्यासमोर असते तो पर्यंत तिची प्रतिमाही असते आणि वस्तू दूर केली तर प्रतिमाही नाहीशी होते. परंतु आपल्या डोळ्याच्या बाबतीत वस्तू दूर केली तरी प्रतिमेचा दृष्टिपटलावरील ठसा १/१६ सेकंद तसाच रहातो. आपल्या दृष्टिपटलावर संवेदना टिकून रहाणे या परिणामाला दृष्टीसातत्य असे म्हणतात. आपली पापणी मिटून उघडणे यामधे अतिशय सूक्ष्म वेळ जातो. त्यावेळी दृष्टिपटलावर आपण पहात असलेली प्रतिमा तिचा ठसा कायम रहातो. त्यामुळे आपण सलग दृश्य पाहू शकतो.

राहूल : डोळ्याची रचना कसली ग्रेट आहे ना सर!

सर : हो ना. आणि मुलांनो तुम्ही टीव्ही किंवा सिनेमा पहाताना त्यात एका सेकंदाला २० पेक्षा जास्त छायाचित्रे दाखवली जातात. त्यामुळे त्या चित्रांच्या प्रतिमा एकमेकांत मिसळल्या जातात व आपण सलग कार्यक्रम पाहू शकतो.

मनू : सर आज मला डोळा, त्याचे कार्य, रचना नीट समजली. थँक्यू.

सर : मुलांनो डोळ्याच्या आणखी काही गमती जमती मी तुम्हाला पुढच्या वेळी सांगेन.

▲▲

लेखक : **शशी बेडेकर,** वामनराव मुरांजन हायस्कूल मुलुंड येथे विज्ञान शिक्षक. विज्ञान विषयक अनेक पुस्तके प्रसिद्ध.

शैक्षणिक
संदर्भ

वार्षिक वर्गणी रु. २००/-
संदर्भ सोसायटीच्या नावे बँक ड्राफ्ट / मनिऑर्डरने पाठवावेत.
आधीच्या वर्षाचे निवडक अंक उपलब्ध.
शाळा, ग्रंथालये आणि विज्ञान शिक्षकांसाठी
सवलतीच्या किंमतीत पाठवू.
अंक १ ते २० यातील निवडक
दहा अंकांचा संच रु. १५०/-
अंक २१ ते ४० यातील निवडक
दहा अंकांचा संच रु. २००/-
अंक ४१ ते ६० यातील प्रत्येक वर्षीचा
सहा अंकाचा संच प्रत्येकी रु. १५०/-

त्वरित मागणी नोंदवावी.

नमुना अंकासाठी संदर्भची वेबसाईट पहावी.
www.sandarbhsociety.org

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 : १२.३० ते ४.

फक्त आग्नेय आशियामध्ये आढळणारे हे ओरांगउटान. यांची ९६% गुणसूत्रे माणसाच्या गुणसूत्रांशी मिळतीजुळती आहेत. पण जंगलांचा ऱ्हास, वणवे आणि छोट्या ओरांगउटानची बेकायदेशीर शिकार यांमुळे यांचं अस्तित्व धोक्यात आलं आहे. पंधरा वर्षांपूर्वी त्यांची संख्या तिप्पट होती.

शैक्षणिक संदर्भ : ऑगस्ट – सप्टेंबर 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.