

ऑगस्ट - सप्टेंबर २०१२

शैक्षणिक

संदर्भ

अंक ७७

शिक्षण आणि विज्ञान
यात रुची असणाऱ्यांसाठी



मरिआना ट्रेचमधील जीवसृष्टी

अँगलर मासा



बेंथोकोडॉन



टेलिस्कोप ऑक्टोपस



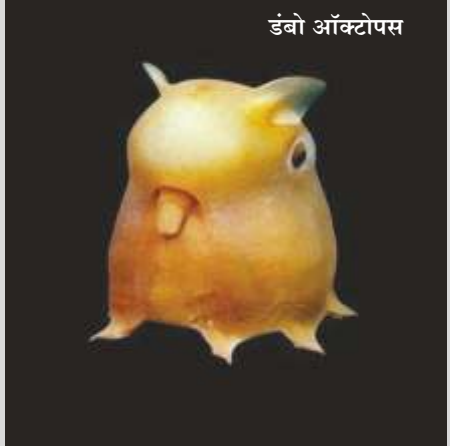
बिग रेड फुटबॉल मासा



डंबो ऑक्टोपस



डंबो ऑक्टोपस



शैक्षणिक संदर्भ

शिक्षण आणि विज्ञान
यात रुची असणाऱ्यांसाठी

अंक-७७ ऑगस्ट-सप्टेंबर २०१२

पालकनीती परिवारासाठी निर्मिती आणि वितरण : संदर्भ

विश्वस्त :

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

अक्षरजुळणी :

न्यू वे टाईपसेटर्स अँड प्रोसेसर्स

मुखपृष्ठ, मांडणी, छपाई :

रमाकांत धनोकर, ग्रीन ग्राफीक्स.

व्यवस्थापन :

ज्योती देशपांडे

संपादक :

नीलिमा सहस्रबुद्धे, प्रियदर्शिनी कर्वे
नागेश मोने, संजीवनी कुलकर्णी,
अमलेंदु सोमण, यशश्री पुणेकर.

पत्ता : द्वारा, समुचित एन्हायरोटेक प्रा.लि.
फ्लॉट नं. ६, एकता पार्क को. ऑप. हौ. सो.
निर्मिती शोरूमच्या मागे, अभिनव शाळेशेजारी,
लॉ कॉलेज रस्ता, पुणे - ४११ ००४

पोस्टेजसहित

वार्षिक वर्गणी रु. २००/-

इतर अंकाची किंमत रु. ३०/-

मुखपृष्ठावर : यावर्षी मार्च महिन्यात वृत्तपत्रांमधील एका बातमीनं सर्वांचं लक्ष वेधून घेतलं. डिप सी चॅलेंज या पाणबुडीतून जेम्स कॅमेरॉन यांनी मरिआना ट्रेंचची सफर करण्यासाठी ११ किलोमीटर खाली समुद्रतळ गाठला. अवकाशात फिरून भोवताल जाणून घेण्याची जशी अनावर इच्छा मानवाला असते तशीच पृथ्वीच्या पोटात खोल खोल जाऊन तिथलं जग जाणून घ्यायची जिज्ञासा त्याला असं धाडस करायला उद्युक्त करते. अशाच एका धाडसी पाणडुब्बी बद्दल वाचा. लेख पान १० वर. कव्हर दोन वर मरिआना ट्रेंचमध्ये राहाणारे चित्रविचित्र प्राणी. राजा रविवर्मा यांच्या कलाकृती कव्हर तीन वर. कव्हर चार वर मिड अटलांटिक रिज आणि अँडीज पर्वतरांगा.भूगर्भातील हालचालींमुळे पृथ्वीवर निर्माण होणाऱ्या आश्चर्यकारक रचना. लेख पान ३१ वर.

अनुक्रमणिका

शैक्षणिक संदर्भ अंक - ७७

- हिरवे हिरवे गार गालिचे — अ. चिं. इनामदार ३
- सफर : मरिआना ट्रेंचची — प्रज्ञा पिसोळकर १०
- संयुक्त डोळ्यांची उत्क्रांती — प्रियदर्शिनी कर्वे १६
- आपला सूर्य — अमलेंदु सोमण १९
-  संख्यांचे विभाजक — नागेश मोने २८
- अजब पूल — आर. रामानुजम, अनु. गो. ल. लोंढे ३१
- मला सांगू दे (पुस्तक अंश)—माधव केळकर, अनु. मीना आगटे ३७
-  ध्वनी - भाग १ — अतुल फडके ४९
- राजा रविवर्मा — राम थत्ते ५२
- गरमागरम आणि गारेगार-सुशील जोशी, अनु. वैशाली डोंगरे ५७
- पैशाची पलटण — कालुराम शर्मा, अनु. ज्योती देशपांडे ६२
-  गोष्ट पावसाची ६५
-  नैऋत्य मौसमी अर्थात मान्सून ७३
-  पत्ते खेळताना ७५
-  हे लेख शालेय पाठ्यक्रमाला पूरक आहेत.

हिरवे हिरवे गार गालिचे

लेखक : अ.चिं. इनामदार

पावसाळयात सगळीकडे हिरवंगार दिसतं. अगदी जागा मिळेल तिथे गवत उगवलेलं दिसतं. मात्र जमिनीलगत उगवणारे, डोळ्यांना सुखावणारे तेव्हादेच गवत नव्हे, या गवताचे असंख्य प्रकार आहेत आणि ते आपल्या जगण्यासाठी आधारभूत आहेत. त्याचे प्रकार आणि उपयुक्तता यांबद्दल जाणून घेऊया....

पंचवीस मीटरहून अधिक उंच वाढणारे कळक एकीकडे, तर काळ्या कातळावर उगवणारे काही सेंटिमीटर 'उंची' असलेले गवत दुसरीकडे. आसामच्या दलदलमय प्रदेशात तीन मीटरपर्यंत वाढणारे हत्ती गवत एकीकडे, तर शुष्क माळावर चिकाटीने जीव टिकवणारे खुरटे गवत दुसरीकडे. तांदूळ-गहू याप्रमाणे जगाच्या निम्म्या लोकसंख्येचे पोट भरणारी पिके एकीकडे, तर टीचभर खाचरात उगवून काही गिरीजनांचे पोट भरणारी सावा-कोद्रू अशी तृणधान्ये दुसरीकडे. उसासारखे रसमय, गोड अंतरंग असलेले रोखीचे पीक एकीकडे तर जनावरेही तोंड लावायला नाइलाजाने तयार होतात असे कुसळी गवत दुसरीकडे. अशा प्रचंड विरोधाने नटलेल्या या वनस्पतींत एक गोष्ट समान आहे; त्या सर्व गवत-कुळातील आहेत.

सुमारे तीनशेहून अधिक कुळे

(फॅमिलीज) असलेल्या सपुष्प वनस्पतिसृष्टीत गवताचे कुळ (पोएसी, जुने नाव ग्रॅमिनी) आर्थिकदृष्ट्या व पर्यावरणीय महत्त्वाच्या दृष्टीने निश्चितच प्रथम क्रमांकाचे आहे. जगभरात सुमारे ७००वंश आणि ११,००० प्रजाती असलेल्या या कुलामधील २६८ वंश व १२०० प्रजाती भारतात आढळतात. आकारामध्ये झेंडू, वाटाणा, अमरी व कदंब या वनस्पतींच्या कुळानंतर गवत - कुळांचा पाचवा क्रमांक लागतो. गवताळ प्रदेशांनी जगभरच्या जमिनीचा एक चतुर्थांश भाग व्यापला आहे. जगाच्या सर्व खंडात व सर्व प्रकारच्या हवामानात गवते वाढतात. ध्रुवीय प्रदेशात व हिमाच्छादित भागात, डोंगर-पर्वतांवर, दलदलीत, वालुकामय प्रदेशात, झाडांवर-घरांच्या छपरांवर, उघड्या कातळांवर आणि समुद्रसपाटीपासून खूप उंचीपर्यंत गवताचे विविध प्रकार वाढतात. या सर्व ठिकाणी तगून राहण्यासाठी आणि

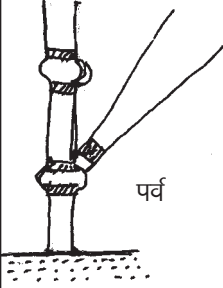
गवत: वनस्पतीशास्त्रामधले

बांबूचा अपवाद केला तर दोन / काही वर्षे वाढणाऱ्या छोट्या वनस्पती आहेत. मुळे केसाळ व आंगतुक असून ती बहुतेक खोडाच्या जमिनीजवळच्या पर्वातून (नोड्स) फुटतात. मका, ज्वारी यासारख्या काहीत याशिवाय तिरकी वाढणारी आधारमुळे असतात. भूमिगत प्रकंदमुळ असते, काहीत भूस्त्री असतात. खोड पर्वाच्या ठिकाणी भरीव व पर्वाच्या मध्ये पोकळ असते ते ताठ, जमिनीलगत वाढणारे किंवा रांगणारे असते. पाने एकाआड एक दोन रांगात पण एका पातळीत असतात. त्यांचे तीन भाग असतात. सुरुवातीची गुंडाळी, पर्णपाते व या दोन्हींच्या सीमेवर पातळ पडदा किंवा रोम (केस)



आधारमुळे

स्वरूपात असलेले 'लिग्यूल'. गवताचा फुलोरा त्याच्या शेंड्याशी किंवा मधे, बिनफांद्याचा किंवा दोन ते पाच (कधी कधी जास्त) भागांचा असतो. एका भागामध्ये दोन फुले असतात. प्रत्येकात आतील व बाहेरील हरित दल तीन पुंकेसर व एक द्विभागी जायांग असते. गवतांचे परागण वाऱ्यामार्फत होते त्यामुळे पुंकेसराचा दांडा लांब व परागकोश लांब दांड्याला काटकोनात जोडलेले असतात. अंततः मोठ्या चिरेतून असंख्य, गुळगुळीत पराग बाहेर टाकले जातात. जायांगात एक बीजांड, दोन कृक्षीवृत्त व पिसाप्रमाणे वेसाळ दोन कुक्षी असतात.

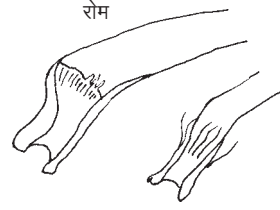


पर्व

गवताच्या फळांना आपण धान्य म्हणतो. एका बीच्या आवरणाबरोबर फळाचे आवरण घट्ट जुळलेले असते. आधी म्हटल्याप्रमाणे भ्रूण मोठा असून भ्रूणपोषात त्याच्यासाठी मोठा

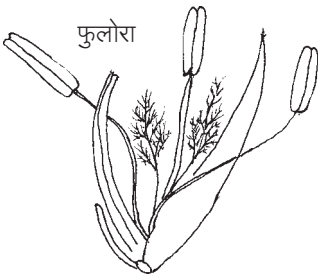
पोषणाचा साठा असतो.

गवताच्या जलद वाढीत त्याच्या आंतररचनेचा व पर्यायाने कर्बग्रहणाच्या वेगळ्या पद्धतीचा मोठा वाटा आहे. पानांच्या कर्बग्रहण करणाऱ्या ऊतींना 'क्रान्झ अॅनाटोमी' म्हणतात. द्विदल वनस्पतींच्या पानांत यासाठी लांबट व गोल अशा दोन आकाराच्या पेशी असतात तर गवतात फक्त गोल. याशिवाय प्रत्येक



रोम

पेशीसमूहाला वेष्टणारी बंडल शीथ ही वेगळी रचना असते.



फुलोरा

याचा उपयोग C4 या अधिक फलदायी कर्बग्रहण पद्धतीत होतो. नेहमीच्या द्विदल वनस्पती C3 ही पद्धत वापरतात. C4 पद्धतीने CO₂ चे प्रमाण अधिक असताना, अधिक तापमानात कमी पाणी वापरून अधिक जलद कार्बन संश्लेषण (प्रकाश संश्लेषण) केले जाते त्यामुळे गवताची जलद वाढ होऊ शकते.

तृणभक्षक प्राण्यांच्या सततच्या आक्रमणाला यशस्वीरित्या पुरून उरण्यासाठी त्या वनस्पतीत काही खास अनुकूलने व वाढीच्या विशेष पद्धती दिसतात. त्या अशा आहेत.

- * गवतात ज्या ऊतीपासून नवीन वाढ होते त्या गवताच्या तळाशी, खोडाच्या पर्वसंधी (नोड) जवळ आणि पानांच्या सुरुवातीला असतात. (यामुळे पाने किंवा शेंड्याचा भाग वरचेवर खाल्ला गेला तरी गवताची वाढ चालू राहते.
- * शाकीय पद्धतीने जलद वाढ, भूमिगत खोड किंवा जमीनीलगत वाढणारी भूस्तरी (स्टोलॉन) यामुळे गवत अधिक क्षेत्रात वाढण्यास मदत होते.
- * आग व तृणभक्षक प्राण्यांपासून संरक्षण मिळण्यासाठी नवीन वाढणारे अंकुर जमिनीखाली असतात.
- * विविध तापमानात, जमिनीच्या प्रकारात, कमीजास्त पाण्याच्या उपलब्धतेत सुध्दा वाढतात.
- * पाण्याचा ताण किंवा दुष्काळ बराच काळ सोसण्याची क्षमता.
- * इतर कोणत्याही वनस्पतीशी यशस्वी स्पर्धेची तयारी.
- * कर्बग्रहणाची अधिक चांगली पद्धत. (C4 पाथवे, आपण नंतर ही थोडक्यात पाहू.)
- * बियांची विशिष्ट रचना, मोठा भ्रूण (एंब्रियो) व भ्रूणपोष (एंडोस्पर्म) तसेच बी सुप्तावस्थेत

राहू शकण्याचा मोठा काळ. मोठ्या भ्रूणपोषामुळे बी म्हणजे भ्रूण कठीण परिस्थितीत जिवंत राहते. मोठ्या भ्रूणपोषामुळे काही गवते मानवाची अन्नदाती झाली आहेत. गहू, तांदूळ व सर्व तृणधान्ये ही 'माणसाळवलेली' गवते आहेत.

गवतांची सुरुवात कधी झाली असावी ?

मध्ययुगाच्या (मेसोझुइक पीरियड) अखेरच्या काळात गवताची सुरुवात झाली असावी असे वाटते. भारतापुरते बोलायचे तर एक आधार असा आहे की टिर्टिनोसॉरस सॉरोपॉडस या नावाचा डायनोसॉर मध्य भारतात ६५ ते ७१ दशलक्ष वर्षांपूर्वी होता. तो गवतावर जगायचा. डायनोसॉरच्या अश्मीभूत विष्टेला 'फायटोलिथ' म्हणतात. २००५ साली प्रसिद्ध झालेल्या दख्खनच्या पठारात सापडलेल्या या अवशेषांवरून असे दिसते की सध्या आढळणाऱ्या गवतांपैकी कमीत कमी पाच प्रकारची गवते या काळात भारतीय उपखंडात होती.



गवतांचे महत्त्व सांगावे तेवढे कमीच होईल. 'ऑल फ्लेश इज ग्रीन' असे म्हटले जाते. गवते नसती तर मनुष्य, गायी, म्हशी, घोडे, हरीण इत्यादी गवतावर जगणारे प्राणी जगणे अशक्य होते.

माणूस गवतावर जगतो ?

हो. गहू, तांदूळ, मका, ओट, राय व बार्ली या सहा तृणधान्यांवर (cereals) माणूस धान्यासाठी अवलंबून असतो. या सगळ्या वनस्पती गवतकुळांतील आहेत व त्यांचे नैसर्गिक / रानटी पूर्वज आजही आहेत.

हजारो वर्षांच्या नैसर्गिक व माणसाने मुद्दाम घडवून आणलेल्या निवड व संकरण यामुळे सध्याची ही पिके अनेक वाणांनी सजली आहेत. गहू व तांदूळ हे जगातल्या निम्म्या लोकसंख्येचे मुख्य अन्न आहे. मक्यामध्ये बेबीकॉर्न, स्वीटकॉर्न इत्यादी अनेक वाण मुद्दाम तयार केले आहेत. ओट, राय, बार्ली हे आपल्याकडे धान्य म्हणून वापरात नसले तरी समशीतोष्ण व थंड प्रदेशात ते महत्त्वाचे आहेत.

ज्वारी-बाजरी यांना जगाच्या पाठीवर

चारा

गवतात, विशेषतः कमी उंचीच्या गवतात सेल्युलोजचे प्रमाण अधिक व लिग्निनचे प्रमाण कमी असते. कळकामध्ये फायबर (दृढ ऊती) अधिक असतात. सेल्युलोज हा सेलोबायोजचा बहुलक (polymer) असून सेलोबायोजमध्ये दोन शर्करा ऑक्सिजनच्या बंधाने एकत्र येतात. तृणाहारी प्राण्यांत सेल्युलेज व सेलोबायोज हे विकर असतात. ते सेल्युलोजचे अपघटन प्रथम सेलोबायोज व नंतर शर्करेत करतात. रवंथ करण्याच्या वेळी हे घडून येते. याउलट लिग्निन न पचलेला भाग म्हणून टाकला जातो. गवतात सेल्युलोज व पाण्याचे तसेच जिवंत पेशींचे प्रमाण जेवढे अधिक तेवढे ते कोवळे व लुसलुशीत. फुले येताना व फळे येताना हे कमी होते, तसेच बिया तयार होताना एक लांब, सरळ, टोकदार व कडक भाग तयार होतो. (गव्हाची वाळलेली लोंबी आठवा) त्यामुळे प्राण्यांच्या दृष्टीने असे गवत दुय्यम/त्याज्य ठरते. माळावर वाढणारे कुसळी गवत हे त्याचे चांगले उदाहरण आहे.

त्यामुळे चारा म्हणून गवतांच्या जातीत सुधारणा करताना वाढीला लागणारा काळ, पाण्याची गरज, जनावरांकडून होणारा स्वीकार इत्यादि गोष्टींचे भान ठेवावे लागते. झाशी येथे इंडियन ग्रासलॅंड अँड फॉडर रिसर्च इन्स्टिट्यूट (IGFRI) ही संस्था यासाठी कार्यरत आहे. त्यांनी शिफारस केलेले व वितरित केलेले काही वाण धान्य व चारा या दुहेरी उपयोगाचे आहेत.

या संस्थेकडून चारा, गवत इत्यादींसाठी १८८ वाण वितरित केले आहेत. निरनिराळ्या प्रांतांसाठी वेगवेगळे वाण सुचविले आहेत. चारा म्हणून वापर करताना हिरव्या चाऱ्यामुळे (विशेषतः ज्वारी) जनावरांना होणाऱ्या विषबाधेचा विचार करावा लागतो. वाढीच्या एका अवस्थेत या वनस्पतीत हायड्रोसायनिक ॲसिड / प्रुसिक ॲसिड तयार होते. असा चारा खाण्यात आल्यास जनावरांना पोटफुगी (ब्लोट) हा आजार होतो.

तांदूळ, गव्हाएवढे महत्त्व नाही, पण अधिक उष्ण व कमी पावसाच्या भागातल्या - भारत, आफ्रिका इत्यादि भागातल्या माणसांचे पोट यावर अवलंबून असते. ज्वारीतही गोड, लाह्या बनवण्यासाठीची असे वेगवेगळे वाण आहेत. गहू, तांदूळ यांना cereals तर ज्वारी बाजरी यांना millets म्हणतात. मराठीत या सगळ्यालाच धान्य असा शब्द आहे.

वरई, नाचणी, राळा, सावा, कोद्रू ही पण तृणधान्येच, पण त्यांची शेती मोठ्या प्रमाणावर नसते. गिरिजन-आदिवासी यांच्याकडून लहान लहान खाचरांत व हलक्या जमिनीत ही धान्ये उगवतात व उत्पन्नाचे प्रमाणही कमी असते. पण आदिवासी व छोट्या शेतकऱ्यांना ती महत्त्वाचीच.

गवत किती उपयोगी?

शेतकऱ्यांना श्रीमंत पण आळशी बनवणाऱ्या उसाला विसरून कसे चालेल? गूळ, काकवी व अर्थात साखरेबरोबरच उसापासून मोर्लोसिस, अल्कोहोल व विविध मद्यप्रकार मिळतातच शिवाय कापणीच्या काळात उसाच्या वाढ्याचा गुरांना हिरवा चारा म्हणून फार उपयोग होतो. रस काढून उरलेल्या उसाच्या पाचटाचा कागदासाठी व कंपोस्टसाठी वापर करतात.

बांबू हे जगात सर्वात जलद वाढणारे व सर्वात उंच गवत

आहे. बांबूच्या कोवळ्या अंकुरांचा भाजी, लोणची इत्यादींसाठी उपयोग केला जातो. बांबूपासून कागदही बनवतात. झोपड्या, मंडप इत्यादींच्या उभारणीत व तट्या, चट्या, टोपल्या इत्यादि विणण्यासाठी बांबूचा उपयोग होतो. बांबूपासूनच अलंगूज, पावा इत्यादि बनवतात. बांबूचा एक विशेष म्हणजे सत्तर वर्षेपर्यंत असलेल्या मोठ्या आयुष्यात त्याला एकदाच फुले-फळे येतात. (दुष्काळात बांबूच्या बिया खाण्यासाठी वापरतात). फुले आल्यानंतर तो बांबू मरतो पण त्याच्या जमिनीखालच्या खोडातून नवीन फुटवे निघून बांबूचे बेट अजूनच दाट बनते.

भारतात जगाच्या एकूण गुरांपैकी पाव हिस्सा गुरे आहेत. त्यांचे पोषण अर्थात गवतावर होते. हिरवे गवत तर उपयोगी आहेच, पण कापणीनंतर ज्वारी, बाजरी इत्यादींचा वैरण म्हणून वापर केला जातो. भात, ज्वारी इत्यादि वैरणीच्या गंजी लावून वर्षभर त्यांचा वापर केला जातो. बार्ली, रान-नाचणी, कोद्रू, ओट, राय, मका



इत्यादींचा सुद्धा वैरण म्हणून उपयोग होतो. केवळ कोरडी वैरण जनावरांना देण्यापेक्षा त्याची कुट्टी करून किंवा मीठ, पाणी इत्यादी पदार्थ त्यात मिसळून 'सिलेज' केल्यावर जनावरे ते अधिक आवडीने खातात. मका, ओट, राय ही धान्ये फक्त गुरांच्या चाऱ्यासाठीही लावतात. हिरवे खत (ग्रीन मॅन्युअर) म्हणूनही काहींची लागवड केली जाते.

चट्या, टोपल्या, कुंचे, तड्ड्या, हॅट्स, झाडू, धान्य साठविण्यासाठी कणगी, झोपड्या उभारण्यासाठी व त्यांचे छप्पर करण्यासाठी तात्पुरते खोपट व ते शाकारण्यासाठी छप्पर, भिंतीसाठी कुडाचे आडोसे, जळणासाठी इत्यादी अनेक कारणांसाठी बांबू, कळक व वेगवेगळ्या गवतांचा उपयोग केला जातो. जनावरांच्या खाण्यानंतर उरलेल्या भागाचा कंपोस्ट खत म्हणून उपयोग होतो. मचाण व मांडव

करण्यासाठीही बांबू वापरतात.

महाराष्ट्राचा विचार केला तर येथील सपाट प्रदेश, माळराने, टेकड्या, डोंगरमाथे, गायराने व शेताचे बांध, पाणथळ जागा येथे गवताच्या कितीतरी जाती आहेत, पण दुर्दैवाने त्यांना सर्वमान्य मराठी नावे नाहीत. तांबट/तांबीड, कुसळी गवत, पावाणी, बोंडबे भवस, भाती, कट्यार, धामण, कुसर, राननाचणी, हरळी, चिमणचारा अशी थोडीशीच नावे मिळतात.

धान्ये व चारा याशिवाय गवतांचे इतरही उपयोग आहेत. काहींचे औषधी उपयोग तर काहीतून सुगंधी तेले मिळतात. दोर वळणे, उशीत कापसाऐवजी वापरणे, फर्निचरसाठी, चिरूट व सिगरेट यामध्ये वगैरे. पण पर्यावरणाच्या दृष्टीने सर्वांत महत्त्वाचे म्हणजे ती वैरण भूमीवर आच्छादन करतात तसेच जमिनीलगत वाढणाऱ्या





मुळांनी माती धरून ठेवतात. त्यामुळे जमिनीची होणारी धूप टळते. जमिनीत ओलाव्याचे प्रमाणही वाढते. एकेका गवताचे वजन नगण्य असले तरी प्रचंड संख्येने असल्यामुळे गवताचा एकूण जैवभार फार मोठा होतो. एकूणच जगातील परिसंस्था व जीवनाची विविधता टिकवण्यामध्ये गवताचे महत्त्व मोठे आहे.

लॉन्स व टर्फ येथे विशिष्ट गवते वाढविली जातात तसेच दूध व मांस देणाऱ्या प्राण्यांना आहार म्हणून ठरावीक गवतांचा वापर होतो. दूध व मांसाच्या प्रमाणात गुणात्मक व



वजनात्मक सुधारणा होण्यासाठी या गवतांवर संशोधन सुरू आहे.

गवताचे शत्रू

अशा या गवतांना निसर्गात कोणते धोके असतात? प्रमाणाबाहेर चराई झाली तर गवताळ भाग उजाड होतो, तसेच गवत जर अमर्यादपणे कापले गेले तरी तोच परिणाम होईल. एका मर्यादितपर्यंत गवत कापले, चरले जाणे आवश्यक आहे कारण त्यामुळेच त्याच्या वाढीला चालना मिळते, पण गोड ऊस मुळांसकट खाल्ला की काय होते हे आपण ओळखायला हवे. डोंगर व जंगलात लागणाऱ्या / लावल्या जाणाऱ्या आगी हा गवताचा मोठाच शत्रू. अर्थात काहीवेळा यामुळे गवताच्या बिया जमिनीत पडून पुढच्या हंगामात त्याची वाढ चांगली होते, असे त्यांचे समर्थन केले जाते.



(डॉ. मंदार दातार व डॉ. डी.के. कुलकर्णी यांनी या लेखासाठी लागलेले संदर्भ पुरविले आहेत.)

लेखक : अ. चिं. इनामदार, वनस्पतीशास्त्राचे निवृत्त प्राध्यापक.

सफर : मरिआना ट्रेंचची

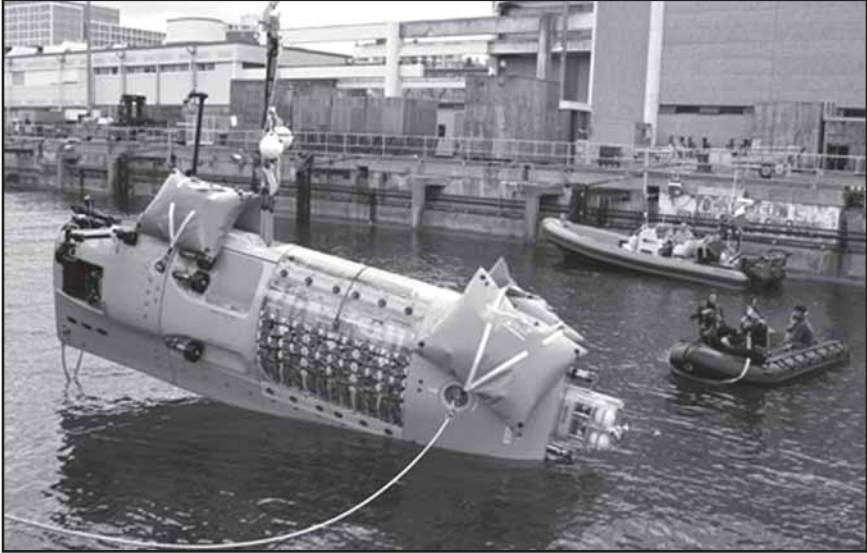
लेखक : प्रज्ञा पिसोळकर

तो दिवस होता २५ मार्च २०१२. डीप सी चॅलेंज नावाची २४ फूट लांबीची पाणबुडी जहाजावरील क्रेन्सच्या मदतीने भर समुद्रात उतरविण्यात आली. पाणबुडीत बसला होता ५७ वर्षांचा जेम्स कॅमेरॉन. हो तोच तो, टायटॅनिक सिनेमाचा दिग्दर्शक. या हॉलिवूडपटाने ११ ऑस्कर जिंकण्याचा विक्रम केला होता. त्याचा हा दिग्दर्शक अजून एका विश्व विक्रमासाठी निघाला होता.

कॅमेरॉनच्या पाठीशी दांडगा अनुभव होता. त्याने ७२ वेळा सखोल समुद्रात

बुड्या मारल्या होत्या. त्यापैकी १२ बुड्या तर 'टायटॅनिक'चं शूटिंग करायला होत्या, पण या वेळची गोष्ट वेगळी होती. तो चालला होता, पृथ्वीवरील सर्वांत खोल ठिकाणी. समुद्रातील 'मरिआना ट्रेंच' नावाच्या गर्तेमधील (घळीमधील) सर्वांत खोल जागी. त्या जागेचं नाव 'चॅलेंजर डीप'. समुद्र सपाटीपासून हे ठिकाण आहे सुमारे ११ किलोमीटर खोलीवर.

लंबरेषेत जाणाऱ्या पाणसुरुंगासारखी डीपसी चॅलेंज पाण्यात घुसली. पाण्याचा



उच्च दाब सहन करण्याची तिची क्षमता होती. पाणबुडीची संरचना करण्यातही कॅमेरॉनचा हातभार लागला होता. पाणबुडीच्या बाजूवर सुमारे २.५ मीटर्स उंचीचे शक्तिशाली LED (Light Emitting Diode) दिवे लावले होते. पाणबुडीच्या आत अत्याधुनिक यंत्रणा



डीप सी चॅलेंजमध्ये जेम्स कॅमेरॉन

होत्या. कॅमेरे होते. कॅमेरॉन सर्व यंत्रे लीलया हाताळत होता.

पाणबुडीच्या छोट्या जागेत तो तसा अवघडूनच बसला होता. या प्रवासासाठी त्याने आपली शारीरिक व मानसिक तयारी उत्तम केली होती. रोज काही मैल पळण्याचा व्यायाम तर त्याने केला होताच. पण शरीर लवचीक राहण्यासाठी व मन शांत / एकाग्र राहण्यासाठी त्याने योगाभ्यासही केला होता.

हा आगळा वेगळा प्रवास करण्यामागे त्याचे काही खास उद्देश होते.

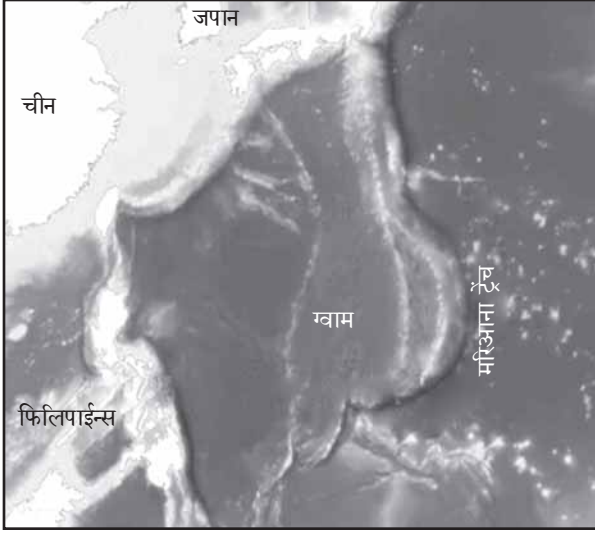
१. समुद्रातील सर्वांत खोल भागात जाण्यातील थरार त्याला अनुभवायचा होता.
२. अत्याधुनिक कॅमेऱ्यांच्या मदतीने त्या भागातील त्रिमिती प्रतिमा तो टिपणार होता. त्या फोटोंच्या मदतीने शास्त्रज्ञांना त्या गूढ जागेचा अभ्यास करणं शक्य होणार होतं. तिथलं व्हिडिओ-ऑडिओ

रेकॉर्डिंगही तो करणार होता.

३. त्या भागातील खडक/वाळू यांचे, पाण्याचे, प्राण्यांचे नमुने त्याला गोळा करायचे होते.

१९६० मध्ये अमेरिकेच्या नाविक दलाच्या 'ट्रिएस्टे' पाणबुडीने २ नाविकांसह मरिआना ट्रेंचचा तळ गाठला होता. पण पाणबुडी समुद्रतळावर उतरताना पाणी इतके गढूळ झाले की तिथे त्यांना काहीच दिसले नाही. त्यावेळचे तंत्रज्ञानही प्रगत नसल्याने त्या मोहिमेचा अभ्यासासाठी काही उपयोग झाला नाही. ट्रेंचमध्ये केवळ २० मिनिटं थांबून ते परतले होते.

निघाल्यापासून सुमारे अडीच तासात कॅमेरॉन ट्रेंचच्या तळाशी पोहचला. फोटो काढण्यात, नमुने गोळा करण्यात तो तिथे सहा तास घालविणार होता, पण अनपेक्षितपणे त्याच्या पाणबुडीत काही बिघाड निर्माण झाला. त्यामुळे सहा ऐवजी



तरुण सागरी संशोधकांचा रोल मॉडेल झाला तर त्यात काय नवल?

ही मरिआना ट्रेंच आहे तरी काय ?

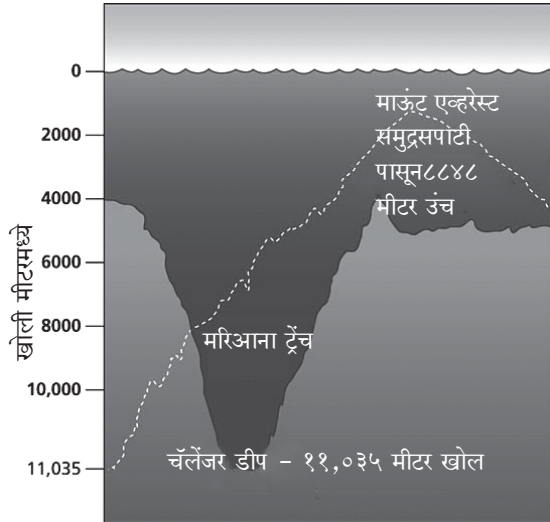
ही महाप्रचंड घळ पश्चिम पॅसिफिक समुद्रात आहे. फिलिपाईन्सच्या पूर्वेला तिचं स्थान आहे. अमेरिकेचं ग्वाम बेट तिच्या सर्वांत जवळ आहे. पृथ्वीवरील सर्वोच्च पर्वत

अडीच तासांमध्येच त्याने आपलं काम आटोपतं घेतलं. झपाट्याने तो समुद्राच्या पृष्ठभागाकडे निघाला. अवघ्या ७० मिनिटांत तो वर पोहचला.

समुद्रावरील जहाजात मायक्रोसॉफ्टचा पॉल अॅलन संगणकावर कॅमेरॉनचा सर्व प्रवास न्याहाळत होता. कॅमेरॉन सुखरूपपणे पाणबुडीबाहेर आला तेव्हा या ऐतिहासिक प्रवासाचा साक्षीदार असलेल्या अॅलनने सुटकेचा निश्वास सोडला!

कॅमेरॉनच्या या प्रोजेक्टमध्ये नॅशनल जिओग्राफिक सोसायटी सहभागी झाली होती. कॅमेरॉन या प्रवासाबद्दल म्हणतो, 'मी जणू काही दुसऱ्याच विश्वाची सफर करून आलो.' कॅमेरॉन

एव्हरेस्ट (८,८८८ मीटर) जर ट्रेंचच्या सर्वांत खोल बुडाशी उभा केला तर त्याचे सर्वोच्च टोक सुद्धा पाण्याखाली २१४७ मीटरपाशी असेल. या गर्तेची लांबी आहे २५५० कि.मी. आणि रुंदी आहे सुमारे ७७ कि.मी.



‘चॅलेंजर डीप’ मध्ये सूर्यकिरण अजिबात पोहचत नाहीत. त्यामुळे तिथे आहे काळामिट्ट अंधार. गोठण बिंदूपेक्षा जरासेच जास्त तापमान तिथे असते.

समुद्रसपाटीवरचा हवेचा दाब असतो १४.७ पौंड/चौरस इंच. तर चॅलेंजर डीपमध्ये पाण्याचा दाब असतो सुमारे १६००० पौंड/चौरस इंच म्हणजे वातावरणीय दाबाच्या अंदाजे हजार पट! कॅमेरॉनने इतक्या प्रखर शक्तीचे दिवे पाणबुडीवर का बसविले आणि उच्च दाब सहन करण्याची क्षमता का आवश्यक होती, हे आता लक्षात येईल.

निसर्गाचा दिलदारपणा मरिआना ट्रेंचच्या बाबतीतही दिसतो. अशा टोकाकडच्या परिस्थितीतही तिथे सजीव सुखाने नांदतात.

दृष्टिआडची सृष्टी

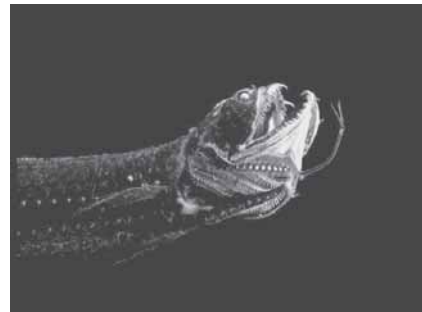
मरिआना ट्रेंचच्या खाली सल्फर व क्षार बाहेर फेकणारी कारंजी आहेत. कारण हा भाग पृथ्वीच्या प्रावरणाजवळचा आहे. ट्रेंचच्या तळाशी काही बॅरोफिलिक (दाब आवडणारे) सूक्ष्मजीव राहतात.



कारंज्यांमधील हायड्रोजन सल्फाईड व क्षार वापरून ते जगण्यासाठी लागणारी ऊर्जा मिळवतात व अन्न निर्माण करतात. बॅरोफिलिक बॅक्टेरियांच्या सोबतीनं तिथे काही सायक्रोफिलिक (आर्द्रता आवडणारे) सूक्ष्मजीवही राहतात. ते बॅरोफिलिक बॅक्टेरियांना मटकावतात. या सूक्ष्मजीवांवर गुजराण करणारे काही सजीव तेथील अन्नशृंखलेचे घटक आहेत.

समुद्रातील सजीवांचे मृतदेह, कवचे, मृत वनस्पती गुरुत्वाकर्षणामुळे पाण्याच्या तळाशी जमतात. त्यांना ‘पेलाजिक सेग्वेन्टस्’ म्हणतात. त्यांच्यामुळे पाण्याची सांद्रता (व्हिस्कॉसिटी) वाढते. समुद्रतळाला पिवळसर रंग येतो. मृतजीवांवर जगणारे सजीवही या ठिकाणी आढळतात. येथील सजीवांमध्ये विशिष्ट प्रकारची प्रथिनं असतात. त्यांच्यामुळे सजीव अगदी टोकाकडच्या परिस्थितीतही आरामात जगतात. हे सजीव दिसायला (व वागायलाही) चित्रविचित्र असतात.

अँग्लर मासा, ड्रॅगन मासा, १ मीटर



व्यास असलेला बिग रेड फुटबॉल मासा, टेलिस्कोप ऑक्टोपस, डंबो आक्टोपस, बेंथोकोडॉन हे तिथे आढळणारे सजीव आहेत. यांपैकी काहींची चित्रे कव्हर २ वर पहा.

मरिआना ट्रेंचची जन्मकथा

कोट्यवधी वर्षांपूर्वी पृथ्वी तप्त होती. ती हळूहळू थंड होऊ लागली. तिचा बाहेरचा भाग थंड होऊन खडकांचे कवच (क्रस्ट) बनले. तप्त पृथ्वीभोवती पाण्याची वाफ होती. पृथ्वी जेव्हा थंड होऊ लागली तेव्हा पाण्याची वाफही थंड झाली. तिचे पाणी झाले. ते पावसाच्या रूपात पृथ्वीवर बरसले. त्या पाण्याने पृथ्वीवरील खोलगट भाग व्यापले गेले. त्यांचे सागर बनले. आजही पृथ्वीचा सुमारे ७०% भाग सागरांचा बनला आहे.

पृथ्वीच्या कवचाखाली ग्रॅनाईट व बेसॉल्ट या खडकांचा शिलारस आहे. त्याला प्रावरण (मान्टल) म्हणतात. प्रावरण



ओलांडून जस जस आपण पृथ्वीच्या गाभ्याकडे जाऊ तसतस तापमान वाढत जातं. पृथ्वीचा गाभा हा तप्त धातूंचा गोळा आहे. त्याचं तापमान आहे ५०००° से.

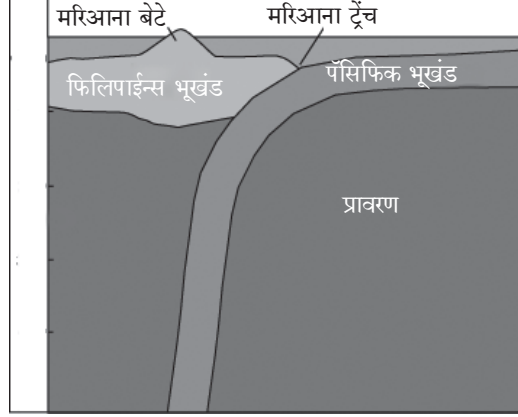
पृथ्वीचं कवच अनेक तुकड्यांमध्ये विभागलं गेलं आहे. हे तुकडे किंवा खंड प्रावरणाच्या तप्त शिलारसावर तरंगत असतात. पृथ्वीच्या गाभ्यातील खंडामध्ये हालचाली होत राहतात. कधी ते खंड एकमेकांपासून दूर जातात तर कधी एकमेकांवर आदळतात. या खंडांच्या घनता वेगवेगळ्या असतात. हलके खंड जड खंडावर चढते. तर कधी जास्त घनतेचे खंड कमी घनतेच्या खंडाखाली घुसते.

अशा हालचाली समुद्राच्या खालच्या कवचावरही होत असतात. मरिआना घळीच्या निर्मितीला या हालचालीच कारणीभूत झाल्या. पृथ्वीवरील सर्वांत मोठा भूखंड पॅसिफिक समुद्रात आहे. त्याची घनता जबरदस्त आहे. त्याचं वय आहे फक्त १७ कोटी वर्षे. त्याच्या जवळ फिलिपाईन भूखंड आहे. तो घनतेने कमी व त्या मानाने तरुण आहे. हजारो वर्षांपूर्वी या २ भूखंडांची टक्कर झाली. त्या वळी प्रचंड बल निर्माण झाले. फिलिपाईन भूखंडाखाली पॅसिफिक भूखंडाची पश्चिम बाजू घुसली. (सबडक्शन) या हालचालींमुळे दोन्ही भूखंडांच्या सीमेवर खोल मरिआना ट्रेंच निर्माण झाली.

पॅसिफिक भूखंडाची पश्चिम बाजू

प्रावरणामध्ये घुसली. प्रावरणामधील तप्त शिलारस कवचाच्या दिशेने उसळला. समुद्राच्या पृष्ठभागावर पसरून थंड झाला. त्यातून मरिआना बेटे जन्माला आली.

कवचाच्या कमकुवत भागातून तप्त शिलारस किंवा लाव्हा उसळत राहतो. त्याचे समुद्राखाली ज्वालामुखी बनतात. भूगर्भीय हालचालीमुळे ज्वालामुखी समुद्रपृष्ठावर उचलले जातात. बेटांवर उसळून ते शिलारस ओकत राहतात. थंड शिलारसाची नवीन बेटं बनत राहतात. मरिआना फिलिपाईन्स, इंडोनेशियन व जपानची बेटं अशीच बनली आहेत. भूखंडांच्या हालचाली व ज्वालामुखीचे उद्रेक यांच्यामुळे हा प्रदेश भूकंपप्रवण झाला आहे. भूकंपामुळे समुद्रात प्रचंड उंचीच्या लाटा (सुनामी लाटा) उसळतात. गेल्या वर्षी त्यांनी माजविलेला हाहाकार जगाने अनुभवला .



मरिआना बेटांच्या बाबतीत एक गंमत आढळते. ही बेटं खंडाच्या वर्तुळाकार परिघावर (आर्कवर) रचली गेली आहेत./ म्हणून त्यांना 'आर्क बेटं' म्हणतात. मरिआना ट्रेंच सुद्धा या बेटांना समांतर व आर्कवर आहे.

तर अशी ही निसर्गातली प्रचंड उलथापालथ आणि तिच्यातून जन्मलेली ही आश्चर्ये. प्रतिकूल परिस्थितीवर मात करून या आश्चर्यांना बिलगू पाहणारा क्षुद्र व नश्वर मानवी देह आणि त्या आश्चर्यांचा वेध घेऊ पाहणारी त्याच देहातली विलक्षण बुद्धिमत्ता.

सलाम या सर्वांना !



लेखक : प्रज्ञा पिसोळकर, एम.एस्सी. फिटनेस एक्सपर्ट. चिंचवड व निगडी येथे फिटनेस सेंटर चालवतात. ट्रेकिंग, वाचन लेखनाची आवड.

E-mail : pradnya17@gmail.com

संयुक्त डोळ्यांची उत्क्रांती

लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे

आपले दोन डोळे जगाकडे दोन वेगवेगळ्या कोनांतून पाहत असतात. दोन कोनांतून आलेल्या या दोन प्रतिमांच्या एकीकरणातून आपला मेंदू कोणत्याही दृश्याची त्रिमित प्रतिमा तयार करतो. पण आपण फक्त आपल्या समोरच्या गोष्टीच पाहू शकतो.

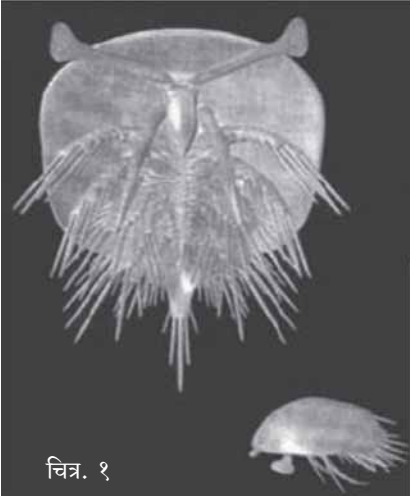
कीटकाचे डोळे हे संयुक्त डोळे - म्हणजे प्रत्येक डोळ्यात अनेक भिंगे असलेले - असतात. यामुळे कीटकांना आपल्यापेक्षा कितीतरी जास्त क्षेत्रातील दिसू शकते.

निसर्गात वावरताना आपले भक्ष्य पकडता यावे, आणि आपल्या भक्षकापासून सुटका करून घेता यावी, यासाठी वेगवेगळ्या प्राण्यांच्या वेगवेगळ्या

अवयवांमध्ये वेगवेगळ्या प्रकारे उत्क्रांती झालेली दिसते. यामध्ये दृष्टीचे महत्त्व वगळे विशद करण्याची गरज नाही. पण डोळ्याचा विकास उत्क्रांतीत कसा झाला. याचा छडा लावणे अवघड आहे. कारण जीवाश्मांमध्ये डोळ्यांचे अंश सापडत नाहीत. डोळ्यांच्या ऊती फारच नाशवंत असल्याने अगदी उत्तम स्थितीत सापडलेल्या सजीव अवशेषांमध्येही डोळे दिसत नाहीत. उदा. कॅनेडिअन रॉकी माउंटनमध्ये शरीराच्या मांसपेशीही सुस्थितीत असलेले अवशेष यापूर्वी सापडले आहेत, पण त्यातही डोळ्यांच्या ऊती नाहीत. पण २०११ साली ५१ कोटी वर्षांपेक्षाही पुरातन अशा एका भक्षक प्राण्याचा जीवाश्म हाती आला, त्यात संयुक्त डोळ्याचे जतन झालेले दिसले आहे.

हेनिंग्जमोनिर्कॅरिस स्कुटुला (एच. स्कुटुला) असे या प्राण्याचे नाव आहे. (चित्र १) कीटकवंशाच्या मूळ पूर्वजांपैकी असलेल्या या प्राण्याचे शरीर साधारण १ मिमी लांबीचे आणि चिलखती आवरणाने झाकलेले होते. या आवरणातून त्याचे पाय आणि जेमतेम अर्धा मिमी लांबीचे दोन डोळे बाहेर आलेले होते.

स्कुटुलाच्या अभ्यासातून डोळ्यांच्या उत्क्रांतीविषयी महत्त्वाचे पुरावे हाती येत



चित्र. १

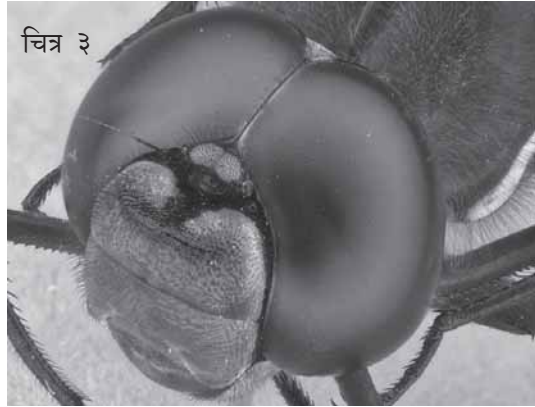


चित्र २

आहेत. या कीटकाच्या प्रत्येक संयुक्त डोळ्यात २०० पेक्षा कमी भिंगे आहेत. या डोळ्यांची रचना पाहता, स्कुटुलाला फार स्पष्ट दिसत असेल असे वाटत नाही. मात्र त्याला जवळजवळ ३६० अंशांमध्ये नजर फिरवता येत होती आणि कोणतीही हालचाल टिपण्यासाठी ही दृष्टी पुरेशी होती.

अलीकडे डोळे सुस्थितीत असलेला आणखी एक जीवाश्म ऑस्ट्रेलियात हाती लागला आहे. (चित्र २) आणि त्यातून आणखी माहिती पुढे येते आहे. अॅनोमॅलोकॅरिस या नावाने ओळखल्या जाणाऱ्या या प्राण्याच्या पेअरच्या आकाराच्या डोळ्याची लांबी २-३ सें.मी. तर रुंदी १ ते २ सें.मी. आहे, आणि प्रत्येक डोळ्यात १६,७०० षट्कोनी भिंगे आहेत.

अॅनोमॅलोकॅरिसच्या डोळ्यांमधील षट्कोनी भिंगे विशिष्ट रचनेत बसलेली आहेत, हेही विस्मयकारक आहे. (चित्र ३)



चित्र ३

आपल्या घरात नेहमी दिसणाऱ्या माश्यांच्या संयुक्त डोळ्यात ३२०० भिंगे असतात, (चित्र ३) तर मुंग्यांच्या डोळ्यात १००० पेक्षा कमी भिंगे असतात. संयुक्त डोळ्यातील प्रत्येक भिंगे एका पिक्सेलप्रमाणे कार्य करत असल्यामुळे, जितकी जास्त भिंगे तितकी प्रतिमा अधिक

सुस्पष्ट मिळते. आज अस्तित्वात असलेल्या संयुक्त डोळाधारी जीवांमध्ये इतकी भिंगे दिसत नाहीत. त्यामुळे प्रतिमा तितकीशी स्पष्ट नसते.

अशा वैशिष्ट्यपूर्ण डोळ्यांमुळे अॅनोमॅलोकॅरिस या प्राण्याची दृष्टी अतिशय तीक्ष्ण होती, आणि तो पाण्यातही चांगले पाहू शकत होता. शिवाय त्याला ३६० अंशांच्या कोनात पाहाता येत होते. यामुळे अॅनोमॅलोकॅरिसच्या नजरेस पडलेल्या भक्ष्याची सुटका होणे केवळ अशक्य होते. जगातल्या कोणत्याही संयुक्त डोळ्यांमध्ये



सर्वोच्च श्रेणीचे असे हे डोळे आहेत, असा संशोधकांचा दावा आहे. अॅनोमॅलोकॅरिसची इतर सर्व लक्षणेही उच्च श्रेणीच्या भक्षक प्राण्यांची आहेत. साधारण १ मीटर लांबीचे शरीर, हाडे असलेले पुढचे पंजे, तोंडात दात किंवा दातसदृश रचना, इ. पण पूर्ण शरीरावर कठीण कवच मात्र दिसत नाही.

२००९ साली सापडलेल्या आणखी एका जीवाश्मात संयुक्त डोळे आणि बाह्य कवच दोन्ही दिसून आले आहेत. बाह्यकवचाआधी संयुक्त डोळ्याची उत्क्रांती झाली असावी, असा संशोधकांचा दावा होता. आता नव्याने सापडलेल्या पुरातन जीवाश्मांमधली संयुक्त डोळ्यांची प्रगत रचना पहाता, संयुक्त डोळ्यांची उत्क्रांती पूर्वी वाटली होती त्यापेक्षाही कितीतरी आधी झाली असावी, असे दिसते.

गंमतीचा भाग म्हणजे मानवी डोळ्यांची रचना जरी संयुक्त नसली, तरी आज आपण जगाकडे संगणकाच्या डोळ्यांतूनही पाहू शकतो. संगणकाच्या पडद्यावर डिजिटल प्रतिमा दाखवण्याच्या तंत्रात कीटकांच्या संयुक्त डोळ्यांमागचेच तत्त्व वापरले जाते. संगणकाच्या पडद्यावर आपल्याला जी डिजिटल प्रतिमा दिसते ती अनेक पिक्सेलची

बनलेली असते. पिक्सेल म्हणजे पिक्चर एलिमेंट (Pixel). संगणकाच्या पडद्याची लक्षावधी बिंदूंमध्ये विभागणी केलेली असते. हे बिंदू म्हणजेच पिक्सेल. जरी पडदा ठिपक्या-ठिपक्यांचा बनलेला असला, तरी हे ठिपके इतके जवळ जवळ असतात, की आपल्याला प्रतिमा एक सलगच दिसते. एका पिक्सेलवर किती रंगछटा प्रकट होऊ शकतात, हे संगणक प्रणालीत प्रत्येक पिक्सेलसाठी किती मेमरी बिट्स माहिती साठवण्याची क्षमता देऊ केलेली आहे, यावर ठरते. उदा. ८ बिट मॉनिटर प्रणालीवर प्रत्येक पिक्सेलवर २^८ किंवा २५६ वेगवेगळ्या रंगछटा दिसू शकतात. एखाद्या पडद्यावर जितके जास्त पिक्सेल असतील, आणि प्रत्येक पिक्सेलवर जितक्या जास्त रंगछटा दिसतील, तितकी प्रतिमा अधिक सुस्पष्ट दिसते. व्हीजीए मॉनिटरवर ६४० गुणिले ४८० (साधारण ३ लाख) पिक्सेल असतात, तर एसव्हीजीए मॉनिटरवर पिक्सेलची संख्या ८०० गुणिले ६०० (४ लाख ८० हजार) असते. खऱ्यासारखे रंग दिसणाऱ्या संगणक प्रणालीत प्रत्येक पिक्सेलला २४ बिट मेमरी इतकी साठवण क्षमता दिलेली असल्यामुळे प्रत्येक पिक्सेलवर १ कोटी ६ लाख रंगछटा दाखवता येतात.

थोडक्यात म्हणजे संयुक्त डोळ्यांची उत्क्रांती अजूनही होतेच आहे!



लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे

समुचित एनव्हायरोटेक संस्थेच्या संचालिका

Email : priyadarshini.karve@gmail.com

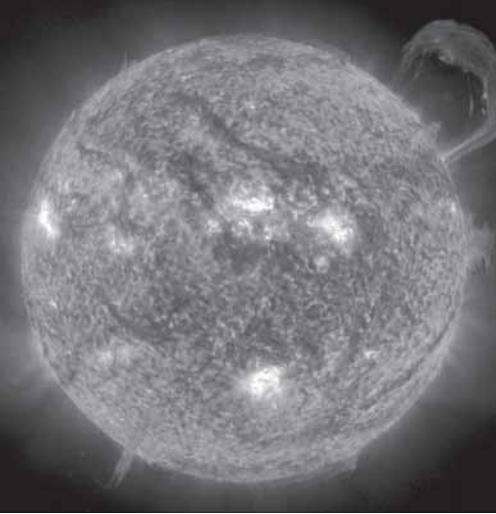
आपला सूर्य

लेखक : अमलेंदु सोमण

अवकाशाच्या या प्रचंड पोकळीत अनेक आकाशगंगा आहेत आणि त्यामध्ये अनेक तारे, त्यांच्याभोवती फिरणारे ग्रहही आहेत. आपला सूर्य हा त्यातला तुलनेने तेजस्वी तारा. त्याच्याकडून मिळणाऱ्या ऊर्जेवरच पृथ्वीवरच्या सृष्टीचा हा सगळा पसारा कार्यरत असतो. आपल्या जीवनदात्या सूर्याबद्दल अधिक जाणून घ्यायला तुम्हाला नक्कीच आवडेल.

आपल्याला सर्वात जवळ असलेला सूर्य हा तारा सूर्यमालेच्या केंद्रस्थानी आहे. त्याचा व्यास सुमारे १४ लक्ष कि.मी. (पृथ्वीच्या १०९ पट) आहे. सूर्यमालेतील वस्तुमानात सुमारे ९९.८६% वस्तुमान सूर्य या ताऱ्यात एकवटलेले आहे. उरलेले वस्तुमान पृथ्वीसकट सर्व ग्रह, त्यांचे उपग्रह, धूमकेतू तसंच सूर्याभोवती प्रदक्षिणा घालणारे

लघुग्रह, उल्का, अशनी आणि या सर्वांच्यामध्ये पसरलेली धूळ या इ. सर्वांमध्ये विखुरलेले आहे. सूर्याच्या वस्तुमानाचा फार मोठा भाग - सुमारे पाऊण हिस्सा (७३.४६%) हायड्रोजन आहे. एक चतुर्थांश (२४.८५%) भाग हेलियम आणि इतर सर्व मूलद्रव्ये - प्राणवायू, कार्बन, लोह, स्फुरद, निऑन, नायट्रोजन, सिलिकॉन, मॅग्नेशियम यांचा आहे.



सूर्य हा आकाशगंगेतला एक सामान्य तारा आहे, अशी सुरुवातीला समजूत होती. पण निरीक्षणानंतर असे ध्यानात आले की निदान ८५% ताऱ्यांपेक्षा तो अधिक तेजस्वी आहे. १७ प्रकाशवर्षे अंतराच्या अवकाशातील तारे इत्यादी. लक्षात घेतले तर सूर्याचे वस्तुमान चौथ्या क्रमांकाचे आहे.

आकाशगंगेच्या ओरायन (मृग) भुजेच्या आतल्या कडेवरून सूर्य

सध्या प्रवास करीत आहे. आकाशगंगेच्या केंद्रापासून तो सुमारे २४,००० ते २६,००० प्रकाश वर्षे अंतरावर आहे आणि केंद्राभोवती तो २२.५ ते २४ कोटी वर्षात प्रदक्षिणा पूर्ण करतो.

पृथ्वीचे सूर्यापासून जे १४ कोटी ९६ लक्ष कि.मी. चे अंतर आहे त्याला १ अॅस्ट्रॉनॉमिकल युनिट (खगोलीय एकक) असे म्हणतात. प्रकाशकिरणांना सूर्यापासून पृथ्वीपर्यंत पोहोचण्यासाठी सरासरी ८ मिनिटे आणि १९ सेकंद लागतात. पृथ्वीवरच्या

सजीवांचे सर्व व्यवहार सूर्यापासून येणाऱ्या ऊर्जेवरच चालतात. प्रकाश संश्लेषण, वातावरण, हवामान हे सर्व सूर्यामुळे आहे. हे जाणूनच कित्येक धर्मांमध्ये सूर्याला देवता मानले आहे. सूर्याबद्दलच्या आज उपलब्ध असलेल्या शास्त्रीय माहितीचे आकलन व्हायला खूप काळ जावा लागला. सूर्याबद्दल आपले आजचे ज्ञान आणि आकलन खूपच आहे यात शंका नाही, तरीही सूर्याबद्दलच्या कित्येक गौर्धींचे स्पष्टीकरण आजही आपल्याकडे नाही, हेही सत्य आहे.

प्लाझ्मा

पदार्थांच्या घन-द्रव-वायू अशा अवस्थांबद्दल आपण जाणतो. प्लाझ्मा ही पदार्थांची चौथी अवस्था समजली जाते. पदार्थांच्या तीन अवस्थांमधल्या अणूंपूर्वी विद्युत भार नसतो. त्यातील धनभारित प्रोटॉन आणि ऋणभारित इलेक्ट्रॉन यांचा समतोल साधलेला असतो. पण जेव्हा त्यातील इलेक्ट्रॉनची संख्या कमी/जास्त होते, तेव्हा त्या अणूंपेठे रूपांतर ऋण किंवा धन आयनात होते. वायूरूप अवस्थेतील काही भागाचे जेव्हा आयनीभवन होते तेव्हा तो प्लाझ्मा अवस्थेत असतो. काही वेळा वायूला उष्णता देऊन त्यातील अणू रेषुंचे आयनी भवन करता येते. त्यामुळे वायूचे प्लाझ्मामध्ये रूपांतर होते. प्लाझ्मामधे धनभार असलेले आयन आणि ऋणभार असलेले इलेक्ट्रॉन असतात. आयनीभवन करण्यासाठी तीव्र विद्युतचुंबकीय क्षेत्रामध्ये वायू ठेवावा लागतो. त्यासाठी लेसर किंवा मायक्रोवेव्ह जनरेटर वापरता येतो.

या विद्युतभारित आयनांमुळे प्लाझ्मा वीजवाहक बनतो, आणि विद्युतचुंबकीय क्षेत्राला तीव्र प्रतिसाद देतो. प्लाझ्माचे सर्वच गुणधर्म हे घन-द्रव-वायू अवस्थांमधल्या पदार्थांपेक्षा फारच वेगळे असतात म्हणून ती पदार्थांची चौथी अवस्था मानली जाते. प्लाझ्मालासुद्धा वायूसारखाच विशिष्ट आकार किंवा आकारमान नसते. पण त्याचा वायूपेक्षा एक वेगळा गुणधर्म. जेव्हा तो चुंबकीय प्रभावामध्ये ठेवला जातो, तेव्हा त्याच्या रिबीनी, स्तंभ किंवा दुपदरी थरांसारखे आकार दिसू लागतात. आपण ज्या निऑन साइन्स बघतो, त्यामध्येही प्लाझ्मा असतो. आपल्या विश्वामध्ये जे तारे आहेत त्यामध्ये, आकाशगंगांदरम्यानच्या पोकळीत प्लाझ्मा अवस्थेतील पदार्थ आहेत. अणुमीलन आणि त्यातून निर्माण होणाऱ्या ऊर्जेसंबंधी जे संशोधन झाले आहे, त्यातूनच प्लाझ्मासंबंधी शास्त्रशुद्ध माहिती समजलेली आहे.

सूर्य आहे तरी कसा ?

सूर्य हा पूर्ण गोलाकृती आहे. त्याचा विषुववृत्तीय व्यास आणि ध्रुवीय व्यास यात केवळ १० कि.मी. चा फरक आहे - सरासरी व्यास आहे १३ लक्ष ९२ हजार कि.मी. सूर्य हा घनरूप नाही, द्रवरूप नाही आणि वायुरूपही नाही - तो आहे प्लाझ्मा स्थितीत! त्याची विषुववृत्ताजवळील परिभ्रमणाची गती ध्रुवाजवळील परिभ्रमणाच्या गतीपेक्षा जास्त आहे. विषुववृत्तीय भाग स्वतःभोवती २५.६ दिवसात प्रदक्षिणा पूर्ण करतो आणि ध्रुवीय भाग ३३.५ दिवसात! (सूर्याच्या केंद्राच्या आणि पृष्ठभागाच्या तापमानात प्रचंड फरक आहे. त्यामुळे त्याच्या वस्तुमानाची हालचाल आणि अभिसरण यांचा हा परिणाम आहे असे मानले जाते.) आपल्याला मात्र सूर्य विषुववृत्ताजवळ स्वतःभोवती २८ दिवसात फिरताना भासतो.

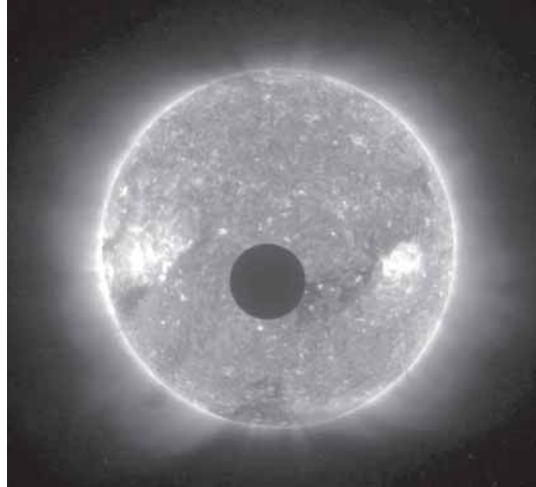
पृथ्वीसारख्या घनरूप ग्रहांप्रमाणे सूर्याला सुस्पष्ट अशी सीमा नाही. परिघावरील भागात केंद्रापासून दूर जाताना सूर्याची घनता अतिवेगाने कमी होत जाते. सूर्याचा अंतर्भाग आपल्याला दिसू शकत नाही, पण ज्याप्रमाणे भूकंपामुळे निर्माण उत्पन्न होणाऱ्या लहरींच्या साहाय्याने आपण पृथ्वीच्या अंतर्भागाचे कल्पनाचित्र तयार करतो, त्याचप्रमाणे सूर्याच्या

अंतर्भागात उत्पन्न होणाऱ्या दाब लहरींचा अभ्यास करून सूर्याच्या अंतर्भागाचे कल्पनाचित्र तयार करतात. संगणकावर सूर्याचे 'मॉडेल' तयार करून त्याच्या साहाय्याने सूर्याच्या आंतररचनेचा अंदाज घेतला जातो.

सूर्याच्या आत काय घडते ?

सूर्याच्या केंद्रापासून त्रिज्येच्या सुमारे ०.२५ पर्यंत सूर्याचा गाभा असतो. १ घन सेंमी. पाण्याचे वस्तुमान असते १ ग्राम, १ घन सेंमी. सोन्याचे १९ ग्राम आणि , १ घन सेंमी. सूर्याच्या गाभ्याचे होईल १५० ग्राम. गाभ्याचे तापमान आहे १ कोटी ३६ लक्ष अंश सें. आणि तेजोवलयाचे ५० लक्ष सें. आणि पृष्ठभागाचे फक्त ५५०० अंश सें.

सूर्याची ९९% ऊर्जा या गाभ्यात निर्माण होते. हायड्रोजनच्या ४ अणूंचे मिलन होऊन हेलियमचा १ अणू तयार होतो आणि या

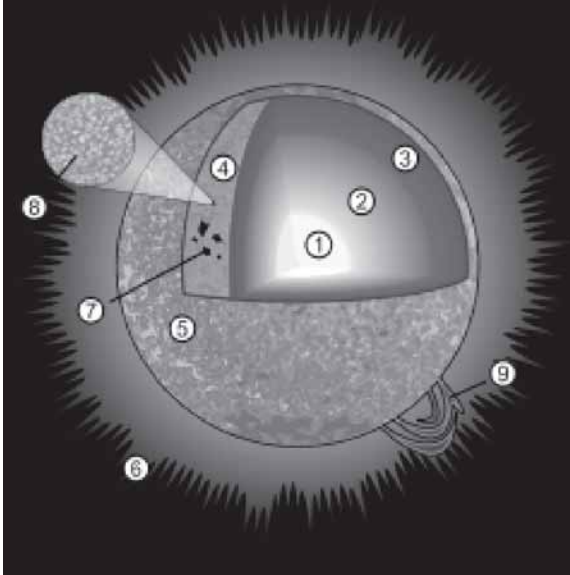


क्रियेत प्रचंड ऊर्जा निर्माण होते आणि सूर्याच्या गाभ्याचे तापमान इतके वाढते. ही ऊर्जा हळूहळू बाहेरच्या थरांचे तापमान वाढवते आणि शेवटी पृष्ठभागावर येऊन पोहोचल्यावर प्रकाश आणि विद्युतभारित कणांच्या (धनभारित आयन - अणुकेंद्रकांच्या) रूपाने बाहेर फेकली जाते. दर सेकंदाला सुमारे ६२ कोटी टन हायड्रोजन अणूंचे हेलियममध्ये रूपांतर होते आणि या प्रक्रियेत दर सेकंदाला ४२.६ लक्ष टन वस्तुमानाइतकी ऊर्जा प्रकाशाच्या रूपाने बाहेर पडते.

अणुसंयोगाच्या या क्रियेचा समतोल साधला गेला आहे. जर एखाद्या वेळी अणुसंयोगाची संख्या वाढली तर गाभ्याचे तापमान वाढते. मग बाह्य थरांच्या प्रचंड दाबाखालीसुद्धा आकार वाढतो. आकार

वाढला की तापमान कमी होते आणि अणुसंयोगाच्या क्रियेचा वेग पूर्ववत होतो.

उच्च ऊर्जेचे फोटॉन (गामा प्रकाशकिरण) लगतच्या काही मिमी इतक्या जाडीच्या सोलर प्लाझ्मामध्ये शोषले जातात आणि परत किंचित कमी ऊर्जेने सर्व दिशांना फेकले जातात. अशाप्रकारे प्रकाश किरणांना गाभ्यापासून परिघापर्यंत येण्यासाठी १०,००० ते १,७०,००० वर्षे लागतात. आपली सफर पूर्ण करून हे गामा किरण फोटॉन बाह्य थरांपर्यंत पोचले की वर्णपटलातील प्रकाशकिरणांच्या, फोटॉनच्या रूपाने ते अंतराळात प्रवास सुरू करतात. अणुसंयोगाच्या या प्रक्रियेत 'न्युट्रिनो' देखील निर्माण होतात, मात्र बहुतांशी त्यांचा कोणत्याही द्रव्याबरोबर संपर्क येत नाही आणि ते अंतराळात विखरून जातात.



सूर्याच्या अंतर्गत रचनेचे कल्पनाचित्र

१. गाभा
२. प्रारण विभाग
३. अभिसरण विभाग
४. दिसमंडळ
५. वर्णमंडळ
६. क्रिरीट/तेजोवलय
७. सूर्यावरचे डाग
८. पृष्ठभागाचा रवाळपणा
९. उद्रेक

प्रारण विभाग

सूर्याच्या त्रिज्येच्या ०.२५ ते ०.७ या भागात सूर्यातील द्रव्य पुरेसे उष्ण आणि घट्ट असते आणि प्रारणाच्या (radiation) रूपाने गाभ्यातील ऊर्जा बाहेरील थरांपर्यंत पोचते. या उंचीवर आलेले फोटॉन 'थंड' होतात म्हणजे त्यांचे तापमान ७० लक्ष अंशापासून केवळ २० लक्ष अंशापर्यंत उतरते. म्हणूनच या भागात अभिसरण (convection) होत नाही. घनता देखील प्रत्येक ठिकाणी वेगळी असते. या भागाच्या तळाशी ती २० ग्राम/घन सेंमी असते. बाहेरील भागात ०.२ ग्राम/घन सेंमी इतकी ती खाली येते.

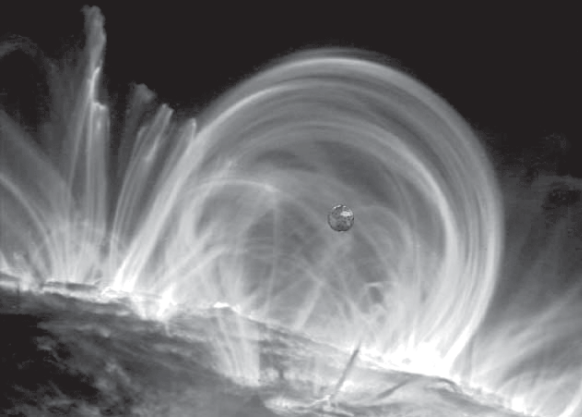
सूर्याचा प्रारण विभाग आणि अभिसरण विभाग यांच्या सीमारेषेवर खूप खळबळ असते. प्रारण विभाग एकसमान गतीने स्वतःभोवती फिरत असतो. या उलट अभिसरण विभागाची गती वेगळी तर

असतेच, पण या विभागात विषुववृत्तीय प्रदेश आणि ध्रुवीय प्रदेश देखील वेगवेगळ्या गतीने फिरतात; त्यामुळे एकावर एक असलेले क्षैतीज (horizontal) थर एकमेकांवरून घसरत जातात. द्रवरूपाचा भास निर्माण करणाऱ्या या हालचालींमुळे सूर्याचे चुंबकीय क्षेत्र निर्माण होते असा कयास आहे.

अभिसरण विभाग

सूर्याच्या बाह्य थरांमध्ये म्हणजेच पृष्ठभागापासून सुमारे २ लक्ष किमी. खोलीपर्यंतच्या भागात (सौर त्रिज्येच्या ७०%) आलेला प्लाझ्मा पुरेसा घट्टही नसतो आणि उष्णही नसतो. त्यामुळे ऊर्जेचे वहन प्रारणाने होऊ शकत नाही. त्यामुळे उष्ण स्तंभ तयार होतात. उष्ण थर तळापासून निघून दिसमंडळापर्यंत येतात, या प्रवासात आपली ऊर्जा गमावून थंड होतात आणि

पुन्हा परत तळाशी जातात. (पाणी उकळत असताना अगदी अशाच प्रकारची अभिसरणाची क्रिया घडत असते किंवा आवर्त सक्रिय असताना गरम हवेचा मार्गही अशाच प्रकारचा असतो. म्हणजे इथे सौर प्लाझ्मा द्रवरूप असल्यासारखे गुणधर्म दाखवतो) सूर्याचा दर्शनी भाग म्हणजे दिसमंडळ -



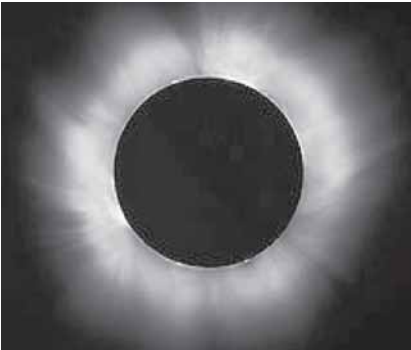
१२ जानेवारी २००७ मध्ये घेतलेल्या या चित्रात निरनिराळ्या चुंबकीय ध्रुवांना जोडणारे प्लाझ्माचे तंतू दिसत आहेत.

त्याचे तापमान अगदीच कमी म्हणजे ५५००° सें. असते आणि घनता असते ०.२ ग्राम प्रती घनमीटर - म्हणजे पृथ्वीच्या समुद्रसपाटीवर असलेल्या हवेच्या घनतेच्या सुमारे दहाहजाराव्या भागाइतके.

या अभिसरण विभागात असणाऱ्या उष्ण स्तंभामुळे सूर्याचा पृष्ठभाग असा 'रवाळ' दिसतो. या भागातील क्षुब्ध अभिसरणामुळे (turbulent convection) छोट्या प्रमाणावरची 'जनित्रे' निर्माण होतात आणि संपूर्ण पृष्ठभागावर चुंबकीय उत्तर आणि दक्षिण ध्रुवाचे जाळे निर्माण होते.

दीप्तमंडळ

सूर्याचा दर्शनी भाग म्हणजे दीप्तमंडळ. याच्या खालचे थर दृश्य प्रकाशाला अपारदर्शक असतात आणि दिप्तमंडळातील वरचे थर अवकाशात जाण्यास मुक्त असतात. त्या प्रकाशकिरणांची ऊर्जा सूर्यापासून निसटून जाते. सूर्याच्या वर्णपटाचा अभ्यास जेव्हा सुरू झाला तेव्हा त्यामध्ये काही रेषा अशा सापडल्या की त्यांच्याशी जुळणारे कोणतंही



मूलद्रव्य पृथ्वीवर तोपर्यंत सापडले नव्हते. १८६८ मध्ये नॉर्मन लॉकीयर याने असे गृहितक मांडले की हे एक नवे मूलद्रव्य आहे. सूर्याला ग्रीक भाषेत हेलिओस म्हणतात म्हणून या मूलद्रव्याचे नामकरण त्याने 'हेलियम' असे कले. पुढे २५ वर्षांनंतर पृथ्वीवर हे मूलद्रव्य वेगळे करण्यात यश मिळाले.

सौर वातावरण

खग्रास सूर्यग्रहणामध्ये सूर्याचे 'किरीट' साध्या डोळ्यांनीही दिसू शकते. (पण पाहायचे नाही - कारण त्याच्या प्रखरतेमुळे अंधत्वही येऊ शकते.)

दिप्तमंडळाच्या वरच्या भागास सौर वातावरण म्हणतात. ते रेडिओ दुर्बिणीपासून गामाकिरण दुर्बिणीपर्यंत सर्व दुर्बिणींच्या साहाय्याने दिसू शकते. अतिविरळ असलेले हेलिओस्फियर प्लुटोच्या कक्षेच्या बाहेर हेलिओपॉज् पर्यंत पसरलेले आहे असे मानले जाते. वर्णमंडळ, संक्रमण विभाग आणि किरीट या तिन्हींचे तापमान दिप्तमंडळापेक्षा किंवा सूर्याच्या पृष्ठभागापेक्षा जास्त असते - मात्र त्याचे नक्की कारण अजून सापडलेले नाही.

दीप्तमंडळाच्या ५०० किमी. वर असलेला भाग सर्वांत थंड असतो - त्याचे तापमान असते ४१००°. या तापमानाला कार्बन मोनॉक्साईड आणि पाण्याची वाफ असे साधे रेणू स्थिर राहू शकतात आणि ते सूर्याच्या वर्णपटलात सापडतातही!

या सर्वांत थंड भागाच्या वर सुमारे २००० किमी पर्यंत पसरलेल्या भागाला

वर्ण मंडळ म्हणतात. त्याचे तापमान $20,000^{\circ}$ पर्यंत जाते.

वर्णमंडळाच्या वर एक पातळसा 200 किमी जाडीचा एक संक्रमण विभाग असतो. त्यात तापमान $20,000^{\circ}$ पासून 10 लक्ष अंश पर्यंत वेगाने वाढते. ही तापमानातील वाढ हेलियमच्या आयनीभवनामुळे होते.

हा संक्रमण विभाग पृथ्वीवरून दिसणे अवघड असते, मात्र अवकाशस्थित दुर्बिणीतून अतिनील किरणांना संवेदनशील असलेल्या उपकरणांच्या साहाय्याने तो सहज दिसतो.

किरीट म्हणजे सूर्याच्या वातावरणाचा बाहेरील विस्तृत भाग. याचे घनफळ सूर्यपिक्षाही कितीतरी जास्त असते. हे किरीट सतत विस्तारत जाते आणि त्यातून सूर्यमालेला व्यापून टाकणारे सौर वारे निर्माण होतात. यांचे तापमान 10 ते 20 लक्ष अंश केल्विनपर्यंत असते आणि सर्वाधिक तप्त भागात तर ते 10 लक्ष ते 2 कोटी अंशापर्यंत जाते. इतके तापमान का जाते त्याची उपपत्ती अजून लावता आलेली नाही.

सूर्याभोवती सौर पवन प्लाझ्मा जेथपर्यंत भरलेला असतो त्या भागाला हेलीओस्फियर म्हणतात. हा प्लुटोच्या देखील बाहेरपर्यंत पसरलेला आहे. सूर्याच्या चुंबक क्षेत्रावर या सौर पवन प्लाझ्माचा परिणाम होतो.

चुंबकीय क्षेत्र

सूर्य हा चुंबकीय दृष्टीने पाहता सक्रिय तारा आहे. त्याचे चुंबकीय क्षेत्र बलवान आणि सतत बदलणारे आहे. दर वर्षी ते बदलत



राहते आणि साधारणपणे दर 11 वर्षांनंतर त्याची दिशा विरुद्ध होते. सूर्याच्या चुंबकीय क्षेत्राच्या बदलामुळे जे विविध परिणाम होतात त्यांना सौर सक्रियता असे म्हटले जाते - त्यात सूर्यावरील डाग (सन स्पॉट्स), सूर्यावरील उद्रेक (सोलर फ्लेअर्स किंवा तेजःशिखा), वस्तुमानाचे सौरमालेच्या शेवटापर्यंत वहन करणारे सौर पवन किंवा सौर वारे (सोलर विन्ड्स) या सर्वांचा अंतर्भाव होतो. या सौर सक्रियतेचे परिणाम दिसून येतात ते ध्रुवीय प्रकाश (ऑरोराज), रेडिओ दळणवळणात आणि विद्युतवहनात येणारे अडथळे इत्यादींच्या स्वरूपात. सूर्यमालेची उत्पत्ती आणि उत्क्रांती यांच्या जडणघडणीत सौर सक्रियतेचा मोठा वाटा आहे असे मानले जाते. पृथ्वीच्या बाह्य वातावरणात या सौर सक्रियतेमुळे सतत बदल होत असतात.

सूर्याबद्दल जाणून घेण्यासारखी मनोरंजक माहिती अजून खूप आहे. सौर चक्रे, सौर उद्रेक, सूर्याचा आयुष्यक्रम इ. माहिती आता पुढच्या एखाद्या अंकात पाहू.



	सूर्याची काही मोजमापे
पृथ्वीपासून सरासरी	१४.९६ कोटी किमी.
अंतर	८ मिनिटे १९ सेकंद (४९९ सेकंद) प्रकाशाच्या वेगाने
	कक्षेची माहिती
आकाशगंगेच्या केंद्रापासून	२.५ × १० ^{१७} किमी. (२५ कोटी अब्ज किमी.)
सुमारे अंतर	म्हणजेच २६,००० प्रकाश वर्षे
आकाशगंगेतील	(२.२५ - २.५०) × १० ^६ म्हणजे
प्रदक्षिणेचा कालावधी	सुमारे २२.५ ते २५ कोटी वर्षे
वेग	सुमारे २२० किमी प्रति सेकंद (आकाशगंगेच्या केंद्राभोवतीच्या कक्षेत फिरतानाचा वेग) सुमारे २० किमी प्रति सेकंद (नजीकच्या ताऱ्यांच्या सापेक्ष वेग)
सरासरी व्यास	१३ लक्ष ९२ हजार किमी. पृथ्वीच्या १०९ पट
त्रिज्या	६ लक्ष ९६ हजार ५०० किमी. पृथ्वीच्या १०९ पट
विषुववृत्तापाशी परीघ	४३ लाख ७९ हजार किमी. पृथ्वीच्या १०९ पट
क्षेत्रफळ	६०,८७ अब्ज ७० कोटी वर्ग किमी. पृथ्वीच्या ११,९९० पट
घनफळ	१.४१२ × १० ^{१६} घन मी. पृथ्वीच्या १३ लक्ष पट
वस्तुमान	१.९८९१ × १० ^{३०} कि.ग्रॅम पृथ्वीच्या ३ लक्ष ३२ हजार ९०० पट
सरासरी घनता	१.४०८ टन प्रती घन मी. (पाण्याच्या १.४ पट) केंद्र १५० टन प्रती घन मी (सोन्याच्या ८ पट जड)

विविध भागातील
घनता

दीप्ती मंडल : 2×10^{-8} कि.ग्रॅम प्रति घन मी.
वर्ण मंडल : 5×10^{-6} कि.ग्रॅम प्रति घन मी.
किरीट : 1×10^{-12} कि.ग्रॅम प्रति घन मी.

विषुववृत्तावरील
गुरुत्वाकर्षण
तापमान

२७४.०
२७.९४ पृथ्वीच्या २८ पट
पृष्ठभागाचे : 5.७७८° केल्हिन ($5,५००^{\circ}$ सेंटी.)
तेजोवलयाचे : $\sim 5 \times 10^6$ K सुमारे ५० लक्ष अंश
केल्हिन किंवा सेंटीग्रेड.
गाभा : $\sim 15.७ \times 10^6$ K^(?) १.५७ कोटी अंश
केल्हिन किंवा सें.

परिभ्रमणाबद्दल माहिती

स्वतःभोवती परिभ्रमणाचा कालावधी

१६° अक्षांशावर : २५.३८ दिवस

विषुववृत्तावर : २५.०५ दिवस

ध्रुवावर : ३४.३ दिवस

विषुववृत्तावर परिभ्रमणाची गती

ताशी ७.१८९ किमी

दीप्त मंडळाची रचना (वस्तुमानानुसार)

हायड्रोजन	७३.४६%
हेलियम	२४.८५%
ऑक्सिजन	०.७७%
कार्बन	०.२९%
लोह	०.१६%
सल्फर	०.१२%
निऑन	०.१२%
नायट्रोजन	०.०९%
सिलिकॉन	०.०७%
मॅग्नेशियम	०.०५%

संख्यांचे विभाजक

लेखक : नागेश मोने

भाग १

संख्या आणि तिला भाग घालवणाऱ्या संख्या यांची आपल्याला लहानपणीच ओळख करून दिली जाते. २, ३, ५, ९, १० या संख्यांच्या विभाज्यतेच्या कसोट्याही शाळेत आपल्याला शिकवितात. १२ ला १, २, ३, ४, ६, १२ यांनी पूर्ण भाग जातो. पूर्ण भाग जातो म्हणजे बाकी शिल्लक रहात नाही. याला आपण निःशेष भाग जातो असंही म्हणतो. अगदी सोप्या शब्दात सांगायचे तर १२ हे १, २, ३, ४, ६ आणि १२ यांच्या पाढ्यात आहेत. १२ ला पूर्ण भाग घालवणाऱ्या संख्यांची संख्या आहे ६. या सहा संख्या म्हणजे १२ चे विभाजक आहेत. एकूण विभाजक किती? २४ चे एकूण विभाजक किती? कागदावर संख्या मांडून आपण या प्रश्नांची उत्तरं शोधू शकतो. १, २, ३, ६, ९, १८ असे १८ चे एकूण ६ विभाजक आहेत आणि २४ चे ८ विभाजक आहेत. पण मनात यापुढचा एक प्रश्न येतो, मोठमोठ्या संख्यांच्या विभाजकांची एकूण संख्या कशी शोधणार? याला काही सूत्र आहे का?

सुदैवाने असं सूत्र आहे. पण त्यासाठी आणखी एक संकल्पना विचारात घ्यावी लागते. ती म्हणजे मूळसंख्या. मूळसंख्या आणि मूळची संख्या यात समजुतीचा घोटाळा होऊ नये म्हणून मूळसंख्यांना अविभाज्य संख्या म्हणतात. अविभाज्य संख्या म्हणजे १ आणि ती मूळची संख्या असे फक्त दोनच विभाजक असणारी संख्या, जसे ३, ५, ७ २९ याप्रमाणे. कोणतीही संख्या, अविभाज्य संख्यांच्या गुणाकाराने मांडता येते. शिवाय ही मांडणी एकमेवाद्वितीय असते. अंकगणितातील हे मूलभूत प्रमेयच आहे.

आपण १८ ही संख्या $२ \times ३ \times ३$ अशी दाखवू शकतो. २ एकदा आणि ३ दोनदा

संदर्भची वेबसाईट पाहिलीत का ?

sandarbhsociety.org

यामध्ये संदर्भची मुखपृष्ठे आणि आधीच्या काही अंकातले वाचनीय लेख.

घेऊन आपण ही संख्या दाखविली. ही मांडणी घातांकांच्या स्वरूपात $१८ = २^१ \times ३^२$ अशी दाखवितात. ४८ ही संख्या $२^४ \times ३^१$ अशी तर ४० ही संख्या $२^३ \times ५^१$ अशी दाखवितात.

मूळची संख्या ४८ घेऊया. $४८ = २^४ \times ३^१$. ४८ ला भाग घालवणाऱ्या संख्या (म्हणजे विभाजक आहेत $१, २, ३, ४, ६, ८, १२, १६, २४, ४८$) एकूण १० आहेत. आता प्रत्यक्ष यादी न करता विभाजकांची एकूण संख्या काढण्यासाठी घातांक स्वरूपात केलेली मांडणी उपयोगात येते. $४८ = २^४ \times ३^१$ घातांक ४ आणि १ आहेत. त्यात प्रत्येकी १ मिळवा. म्हणजे ५ आणि २ मिळाले. त्यांचा गुणाकार करा ($५ \times २ = १०$) ही विभाजकांची संख्या मिळाली.

४० ही संख्या घेऊन विचार करू या. $४० = २^३ \times ५^१$. घातांक आहेत ३ आणि १ . त्यात प्रत्येकी १ मिळवून उत्तर येईल ४ आणि २ . त्यांचा गुणाकार होईल ८ . म्हणजे ४० च्या विभाजकांची एकूण संख्या ८ आहे. ($४० = १, २, ४, ५, ८, १०, २०, ४०$)

अंकगणितातील मूलभूत प्रमेयाकडे पुन्हा जाऊया.

कोणतीही संख्या मूळसंख्यांच्या (अविभाज्य संख्यांच्या) गुणाकाराच्या रूपात मांडता येत असल्याने, त्या अविभाज्य संख्यांच्या घातांकात प्रत्येकी १ मिळवून येणाऱ्या संख्यांचा $(q_1 + 1)$ गुणाकार केला की विभाजकांची एकूण संख्या मिळाली.

इंग्रजीत अविभाज्य संख्यांना prime numbers असं म्हणतात. त्यामुळ $p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$ या अविभाज्य संख्या घेऊया. त्यांचे घातांक अनुक्रमे $q_1, q_2, q_3, \dots, q_n$ मानूया. मूळची संख्या N घेऊ या.

$$\therefore N = p_1^{q_1}$$

N च्या विभाजकांची एकूण संख्या

इतकी असेल.

आता $१५, २०, ३०, ६०, ८४, १००, १२१$ या संख्यांसाठी विभाजकांची एकूण संख्या शोधा पाहू. तुमची उत्तरं अनुक्रमे $४, ६, ८, १२, १२, ९, ३$ अशीच असणार. या यादीत $१००, १२१$ या संख्या जरा वेगळ्या आहेत. यांना वर्गसंख्या म्हणतात. $१४४, ३६, ४९$ याही वर्गसंख्याच आहेत. वर्गसंख्यांच्या विभाजकांची एकूण संख्या शोधा पाहू. जसे १०० साठी $९, १२१$ साठी ३ असे उत्तर आले तसे $४, ९, १६, २५, ३६, ४९, ६४, ८१, १४४, \dots$ साठी पहा. विभाजकांच्या संख्येवरून काही निष्कर्ष काढता येतो का ते पहा.

घनसंख्याबाबत काही निष्कर्ष काढता येतो का? निष्कर्षाची घाई करू नका.

भाग २

आता आपण संख्येच्या विभाजकांच्या गुणाकाराबाबत थोडा अधिक विचार करूया.

संख्या घेऊया १२. त्याचे विभाजक आहेत १, २, ३, ४, ६, १२.

विभाजकांची संख्या आहे ६. $१२ = २^३ \times ३^१$,

म्हणून विभाजकांची संख्या = $(२ + १)(१ + १) = (३)(२) = ६$

आणि या सर्व विभाजकांचा गुणाकार आहे १७२८.

१७२८ हा १२ चा घन आहे. घन म्हणजे संख्येचा ३ रा घात.

विभाजकांची संख्या ६ आणि घात आला ३.

दुसरे उदाहरण घेऊया. संख्या घेऊया ४०.

४० चे विभाजक आहेत १, २, ४, ५, ८, १०, २०, ४०

विभाजकांची संख्या आहे ८. $४० = २^३ \times ५^१$,

म्हणून विभाजकांची संख्या = $(३ + १)(१ + १) = (४)(२) = ८$

या विभाजकांचा गुणाकार येईल ४० चा चौथा घात असा तुम्ही वरील उदाहरणावरून अंदाज केला असेल तर तुमच्या अंदाज करण्याच्या क्षमतेला सलाम! कारण विभाजकांचा गुणाकार तसाच येतोय.

म्हणजे विभाजकांच्या संख्येच्या निम्मे करा. ह्या निम्म्या संख्येइतका आपल्या मूळच्या संख्येचा घात करा; म्हणजे एकूण विभाजकांचा गुणाकार येतो.

तेव्हा संख्या N असेल आणि विभाजकांची संख्या d असेल तर संख्येच्या सर्व विभाजकांचा गुणाकार $N^{d/2}$ असतो असे सूत्र तयार झाले.

एकूणात महत्त्वाचा मुद्दा हा की संख्येचे विभाजक, त्यांची एकूण संख्या या बाबी, ज्या आपण प्राथमिक स्तरावर शिकतो त्या एका महत्त्वाच्या सूत्राचा भाग आहेत.

तेव्हा लहानातील लहान किंवा वरकरणी साधी वाटणारी संकल्पना ही मोठ्या संकल्पनांना जन्म देणारी बाब असते हे लक्षात घेऊन 'सारेच शिकणे' महत्त्वाचे असते हे आपल्या मनावर बिंबवायला हवे.



लेखक : नागेश मोने, कांतीलाल शहा प्रशाला सांगली येथे मुख्याध्यापक, विज्ञान आणि गणित विषयक लेखन करतात.

अजब पूल

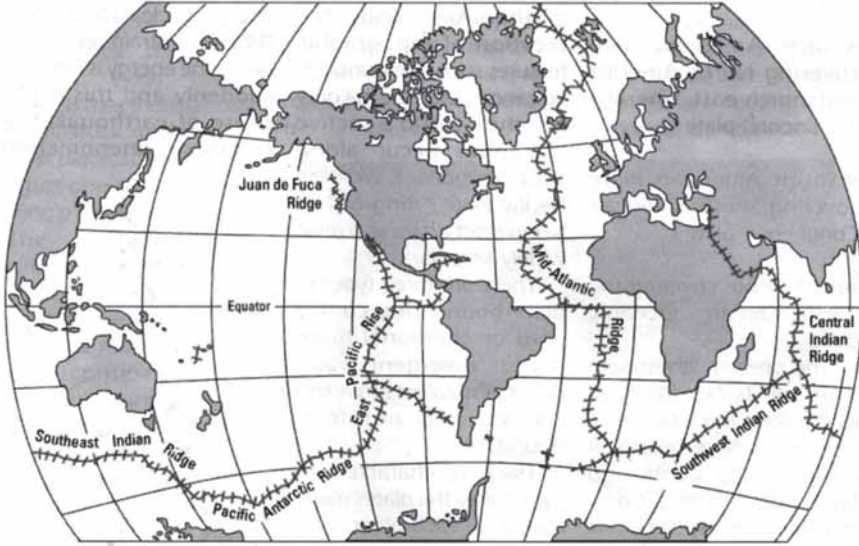
लेखक : आर. रामानुजम • अनुवाद : गो. ल. लोंढे

पृथ्वीवरची जमीन काही सलग सारखी नाही. इथे वेगवेगळे भूखंड वेगवेगळ्या ठिकाणी आहेत. भूगर्भात घडणाऱ्या हालचालींमुळे हे भूखंड कधी एकमेकांजवळ येतात, कधी दूर जातात तर कधी त्यांची टक्कर होते. त्याचे अनेक परिणाम होत असतात. या विषयी वाचूया या लेखात.

आपल्या पृथ्वीचा बराचसा भाग (जवळजवळ तीन चतुर्थांश) पाण्याने व्यापलेला आहे. त्यामुळे असे म्हणता येईल की पृथ्वीवरचे खंड हे दोन सागरांना जोडणारे दुवेच आहेत. उदाहरणार्थ बंगालच्या उपसागरापासून अरेबियन समुद्राकडे तुम्ही कसे जाल असे जर कोणी आपल्याला

विचारले तर आपण सांगणार की फक्त भारत ओलांडला की झाले!

तरीसुद्धा जमिनीचा प्रत्येक भाग अशा प्रकारचा पूल असतोच असे नाही. कधीकधी इतर काही भाग एकत्र जुळून एक मोठा भाग बनलेला असतो. गंमत म्हणजे एके काळी पृथ्वीवरील सर्व जमीन



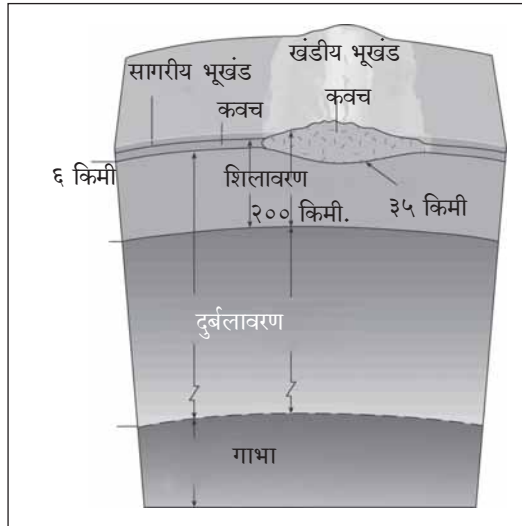
हाच मुळी पाण्यावर तरंगणारा एक सलग अवाढव्य भाग होता!

रोडिनिया नावाचा सर्वखंडसमावेशक असा हा भाग सुमारे एक महापदम (१०^{१२}) वर्षापूर्वी अस्तित्वात आला असावा आणि त्याचेच नंतर - म्हणजे सहाशे लक्ष वर्षापूर्वी आठ तुकडे झाले असावेत. हे आठ तुकडे पुन्हा एकत्र जुळले व पॅजिया नावाचा एकच अवाढव्य भाग तयार झाला. शेवटी त्याचीही लॉरेशिया (उत्तर अमेरिका व युरेशिया मिळून एक) व गोंडवन (उरलेले सर्व खंड मिळून एक) अशी दोन शकले झाली. या भागांचे जुळून येणे व शकले होणे या क्रिया कोणत्या कारणाने होत असतील बरे? आपली पृथ्वी तर खूपच भरभक्कम आहे.

तुम्हास माहित असेल की पृथ्वीच्या घनगोलाच्या अगदी मध्यभागाला (केंद्रभागाला) गाभा (Core) म्हणतात. हा भाग (Mantle) प्रावरणाने आच्छादित असतो. त्याच्याभोवती कठीण व टणक असलेले कवच (Crust) असते. प्रावरणाचा वरचा पृष्ठभाग व कवच मिळून शिलावरण (लिथोस्फियर) ही संज्ञा आहे. शिलावरणाच्या खालच्या भागाला दुर्बलावरण (ऑस्थिनोस्फियर) ही संज्ञा आहे. दुर्बलावरण हे मऊ, लवचिक व अर्धप्रवाही असते.

अशा रीतीने शिलावरण हे अर्धप्रवाही दुर्बलावरणाच्या आधाराने त्याच्यावरच विराजमान झालेले असते. शिलावरणाची जाडी भूपृष्ठाखाली (खंडीय भूखंड) व सागरतळाशी (सागरीय भूखंड) वेगवेगळी असते. शिलावरणाचे अनेक तुकडे झालेले आहेत. त्यांना भूखंड (टेक्टॉनिक प्लेट्स) असे म्हणतात. आकाराने खूप मोठे असलेले असे एकूण आठ भाग आहेत. ते प्रावरणाच्या तप्त आणि नरम भागावर तरंगत असतात त्यामुळे त्यांच्यात सतत एकमेकासापेक्ष हालचाली होत असतात.

सागरीय शिलावरण साधारणतः शंभर किलोमीटर जाड असते. शिलावरणाचे वय जसजसे वाढत जाते तशी त्याची जाडी वाढत जाते. उष्णतावहनामुळे शिलावरणाचे तापमान कमी होत जाते व शिलावरण पूर्वीपेक्षा जाड होत जाते. खंडीय शिलावरण



हे साधारणतः दोनशे किलोमीटर जाड असते. तरीपण त्याची जाडी पर्वतरांगा व दऱ्या या ठिकाणी लक्षणीय प्रमाणात बदलते. अशीच कवचाची जाडीसुद्धा खंडीय भूपृष्ठावर व सागरीय भूपृष्ठावर भिन्न असते. (खंडीय भूपृष्ठावर ती पस्तीस किलोमीटर असते तर सागरीय भूपृष्ठावर ती फक्त सहा किलोमीटर असते.)

भूखंडांची आडवी किंवा अपसरणीय हालचाल साधारणतः वर्षाला वीस इंच ते चाळीस इंच या वेगाने होत असते. ही हालचाल विशेषतः भूखंडांच्या परिघावर, सीमेवर जाणवते. तिला टेक्टॉनिकस असे म्हणतात.

ज्या ठिकाणी दोन भूखंडांची गाठ पडते. त्या ठिकाणाला भूखंड सीमा असे म्हणतात. या सीमेचा संबंध सामान्यतः भूकंप, जमिनीची

स्वाभाविक रचना, पर्वत, ज्वालामुखी वगैरेंची निर्मिती यांच्याशी असतो. बहुसंख्य जागृत ज्वालामुखी भूखंड सीमांच्या परिसरातच असतात. जगातील सत्तर टक्के भूकंपाची उगमस्थाने पॅसिफिक महासागराच्या तळभागात व किनाऱ्यालगत आढळतात म्हणून या भागास 'पॅसिफिकचे अग्निंकंकण' म्हणतात. ते अग्निंकंकण जगात सर्वत्र प्रसिद्ध आहे.

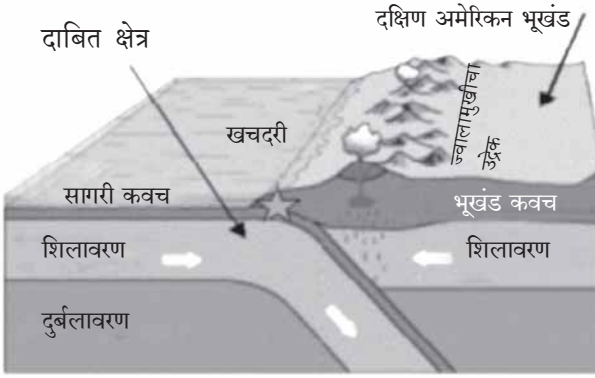
भूखंड सीमांचे तीन प्रकार आहेत.

१) अभिमुख-एकमेकींच्या जवळ येणाऱ्या किंवा जवळ येऊन एकमेकींशी टक्कर घेणाऱ्या सीमा

२) परामुख किंवा अपसरणीय-एकमेकींपासून दूर सरकणाऱ्या सीमा

३) रूपांतरणीय-बदल घडवून आणणाऱ्या सीमा.





सागरी व भूखंड कवचाची टक्कर

या प्रकारानुसार त्यांच्या परस्परसापेक्ष हालचाली वैशिष्ट्यपूर्ण असतात.

१. अभिमुख सीमा (convergent boundaries)

- जेथे दोन भूखंड एकमेकांवर घासले जाऊन त्यातले एक भूखंड दुसऱ्याच्या खाली घुसते व तेथे दाबित क्षेत्र तयार होते. (सबडक्शन झोन - भूकंप प्रवण क्षेत्र) जर दोन्ही भूखंड किंवा शिलावरणाचे भाग एकमेकांकडे सरकत असतील तर दोन खंडांची टक्कर होते.

त्याचाच परिणाम म्हणजे दाब, घर्षण, भूखंडाचा काही भाग वितळणे, धरणीकंप होणे किंवा ज्वालामुखीचा उद्रेक होणे. या सर्व घटना जास्त करून अभिमुख सीमेजवळच घडतात.

खोल समुद्री खचदऱ्या विशेषतः भूकंप प्रवण क्षेत्रात असतात आणि या दऱ्यांमध्ये साचलेले पाणी खनिजांच्या क्षारांनी संपृक्त असते. तेथून बाहेर पडणारे पाणी गरम असते. तेथील

भेगांमधून ज्वालामुखी बाहेर पडतो. तो बाहेर पडल्यावर थंड होतो व तिथे डोंगर किंवा बेट तयार होतात. उदाहरणार्थ दक्षिण अमेरिकेतील अँडीज पर्वतांची रांग आणि जपानी बेटांची कमान.

दोन खंडीय भूखंडांची टक्कर होत असताना दोन्ही भूखंडांवर दाब येतो. कधी एक भूखंड दुसऱ्या भूखंडावर चढू शकतो किंवा दोन्हीची टक्कर होते. याचा अतिशय थराळून सोडणारा नाट्यमय परिणाम म्हणजे भारतीय भूखंडाचा उत्तरेकडचा भाग युरेशियन भूखंडाच्या खाली इतक्या जोरात घुसला की त्यामुळे हिमालय पर्वत व तिबेटचे पठार तयार झाले. त्याने कदाचित आशिया खंडाचा काही भाग पूर्वेकडे सरकला असेल.

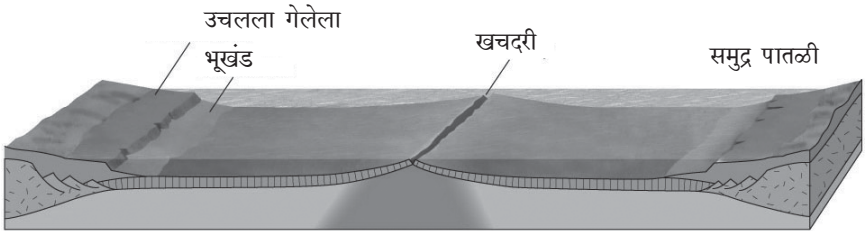
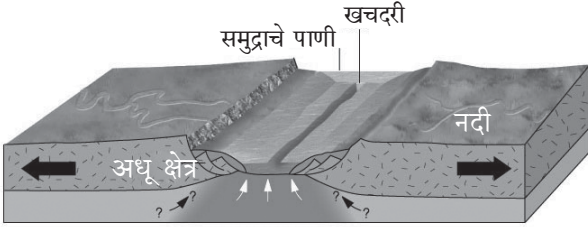
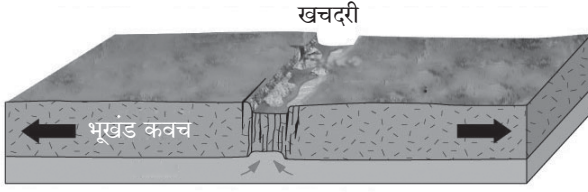
२. परामुख किंवा अपसरणीय सीमा (divergent boundaries) -

या प्रकारात जवळ असलेले दोन प्रस्तर एकमेकांपासून दूर सरकतात. त्या मधल्या भेगांमधून लाव्हारस बाहेर येतो व नवीन कवच तयार होते. ही प्रक्रिया खंडाच्या किनाऱ्याजवळ असते. भूखंडांच्या दूर सरकण्याने जे नवे कवच तयार होते ते खोलगट भागात असते. ते समुद्राच्या पाण्याने भरले जाते. एकाच भूखंडात असलेल्या अपसरणीय सीमारेषा खचून

समांतर खचदरी (घळ) तयार होते व त्याचीच पुढे दरी तयार होते. अति कार्यक्षम अपसरणीय सीमारेषा सागरीय भूखंडामध्ये असतात. (मिड ओशनिक रिज) अपसरणीय सीमारेषेच्या बाबतीत दोन भूखंड दोन वेगवेगळ्या दिशांना सरकतात आणि त्यामुळे मोकळी झालेली जागा, खाली तयार झालेल्या लाव्हारसाने व त्यात वितळलेल्या नवीन घटक पदार्थांनी भरून जाते. दुर्बलावरणामधील घटकद्रव्ये मोठ्या प्रमाणावर भूपृष्ठावर येऊन धडकतात, त्यामुळे मुक्त झालेली ऊर्जा शिलावरणाची मोडतोड

होण्यास पुरेशी असते. पूर्वी 'मिड अॅटलांटिक रिज' म्हणून ओळखली जाणारी जागा आता आईसलँडच्या खाली सरकत असल्याने ते ठिकाण वर्षाला काही सेंटीमीटर वेगाने रुंदावत आहे.

चित्रात दाखवल्याप्रमाणे अल्फाजिया खचदरीच्या पलीकडे आईसलँडच्या नैऋत्येला एक पूल आहे. तो युरेशियन आणि नॉर्थ अमेरिकन भूखंडांच्या सरहद्दीचा भाग आहे. हा अक्षरशः दोन भूखंडांना जोडणारा पूलच आहे. आईसलँडला भेट देणाऱ्या प्रवाशांना दोन खंडांमध्ये चालत





जाण्याची अपूर्व संधी मिळते. हा लकी ब्रिज तयार होण्यास हजारो वर्षे लागली . तत्पूर्वी दोन्ही खंडे वेगवेगळी होती. मिड ओशन रिज (उदाहरणार्थ मिड अॅटलांटिक रिज) आणि खचदऱ्यांची कार्यप्रवण क्षेत्रे (उदाहरणार्थ आफ्रिकाज ग्रेट रिफ्ट व्हॅली) ही दोन्हीही अपसरण सीमारेषेची उदाहरणे आहेत.

३. रूपांतरणीय सीमा (transform boundaries) दोन भूखंड तरंगत असताना एकमेकांच्या अगदी जवळ येतात व स्पर्शरिषेवर घासले जातात. त्यांची परस्पर सापेक्ष हालचाल क्षितिजसमांतर असते त्यामुळे तेथे कोणत्याही प्रकारची लंबरूप हालचाल होत नाही. त्या जवळ येतात ती जागा प्रस्तरभंगांमुळे कमकुवत होते. तेथील कवचाचा थर नाहीसा होत नाही किंवा नवीनही निर्माण होत नाही. फक्त भूखंड

आडवे सरकतात. घर्षणामुळे भूखंड नुसतेच घासले जात नाहीत तर त्यांच्यात ताण निर्माण होतो व वाढू लागतो. ताणाची परिसीमा झाल्याने ऊर्जा निर्मिती होते. ती पराकोटीला गेल्यावर अधू भागातून (fault line) जोरात बाहेर पडते. हेच भूकंपांचे प्रमुख कारण आहे. उदाहरणार्थ कॅलिफोर्निया येथील सॅन अँड्रिज फॉल्ट.

तुम्हाला असे वाटेल की आपले पाय जमिनीवर घट्ट रोवलेले आहेत पण लक्षात घ्या की तुमचे पाय पृथ्वीच्या ज्या भागावर घट्ट रोवलेले असतील तो भाग मात्र स्थिर नाही.



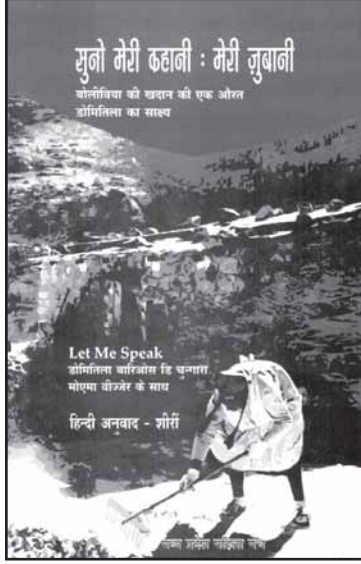
जंतरमंतर जाने. फेब्रु. २०१० मधून साभार

लेखक : आर. रामानुजम, इन्स्टिट्युट ऑफ मॅथेमॅटिकल सायन्सेस, चेन्नई येथे कार्यरत.

अनुवाद : गो. ल. लॉडे, निवृत्त प्राचार्य

मला सांगू दे

शाळेत भूगोल देशाशिवाय इतरही करून घ्यायला हवी. शाळेतील पारंपरिक खंडांची किंवा सुदूर देतात ती फार असते. उदा. त्या डॉगर, पिके, शहरे इ. पण राहणीमान, भाषा विषयी जवळ-जवळ नसते. मात्र काही इतर देशातील आठ वर्णांमधून आपण जाणून घेऊ शकतो. त्यापैकी एक आहे 'सुनो मेरी कहानी : मेरी जुबानी' हे पुस्तक.



शिकवताना आपल्या देशांची माहिती माध्यमिक पुस्तकांतून आपल्या देशांची जी माहिती ढोबळ, वरवरची देशातील नद्या, उद्योगधंदे, प्रमुख सामान्य लोकांचे खाण-पिण इ. कोणतीही माहिती पुस्तकांमधून, प्रवासवर्णन किंवा तेथील लोकांबद्दल

सुदूर दक्षिण बोलिवियामधल्या खाणी, तेथील कामगार, त्यांचे राहणीमान या विषयी डोमितिला या एका खाणकामगाराच्या पत्नीने यामधे लिहिलेले आहे. - लेट मी स्पीक (मला सांगू दे) या पुस्तकात तिने ३०/३५ वर्षांपूर्वीची बोलिविया येथील परिस्थिती आपल्या समोर मांडली आहे.

मागील काही दशकात खनिज पदार्थांची मुबलकता, गरिबी, बेरोजगारी, अस्थिर सरकारे, आधारभूत सुविधांची वाईट अवस्था, परदेशी कर्जात बुडालेली अर्थव्यवस्था, अमली पदार्थांची तस्करी हीच लॅटिन अमेरिकन देशांची ओळख झाली होती. पण ह्याच देशातून क्रांतीच्या विचारधाराही वाहू लागल्या होत्या. त्यापैकी बोलिविया हा कथिल, जस्त, चांदी इ. खनिजांची निर्यात करणारा देश आहे. खाणीतून कच्चे खनिज काढणे हा येथील प्रमुख उद्योग आहे. लोक मोठ्या संख्येने खाणकामगार म्हणून काम करतात.

डोमितिलाने 'मला सांगू दे' या पुस्तकात 'सिगलो XX' नावाच्या कथिलाच्या खाणीमधले कामाचे वातावरण आणि कामगारांच्या वस्त्यांची खरीखुरी ओळख करून दिली आहे.

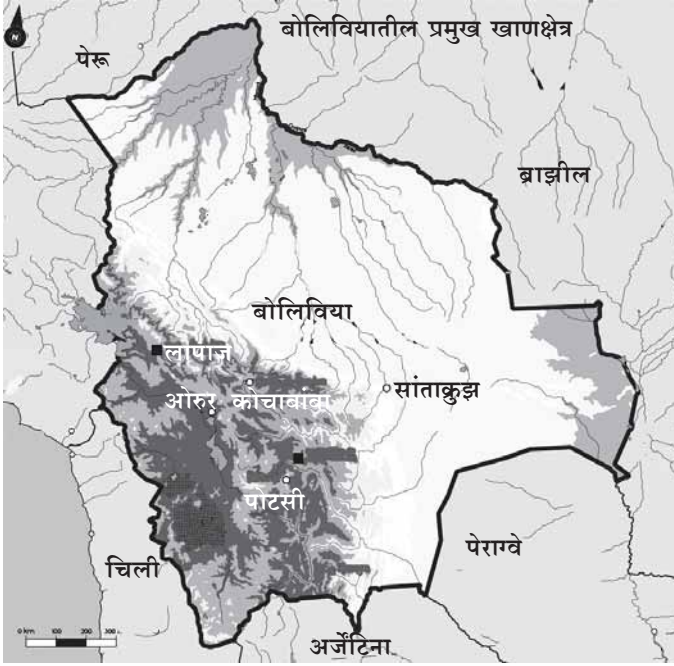
माधव केळकर

बोलिवियातील कथिलाच्या खाणी
 डोमितिला सांगते - आमच्या पूर्वजांची भाषा वेगळी होती. त्यांच्या दोन भाषा होत्या - क्वेचुआ आणि आईमारा. ह्या दोन्ही भाषा अजूनही शेतकरी आणि खाणकामगारांमध्ये वापरल्या जातात. काही काही शहरांमधूनही यांचा थोडा-फार वापर होतो. विशेषतः कोचाबाम्बा आणि पोटासी येथे क्वेचुआ आणि लापाज येथे आईमारा बोलली जाते. पण आम्ही सर्व अमेरिकनांसारखेच स्पॅनिश भाषा बोलतो

कारण दुर्दैवाने बोलिवियन लोकसंख्या खूप कमी आहे.

आमचा देश खरं तर खूप वैभवशाली आहे. खास करून खनिजांच्या संदर्भात. कथिल, चांदी, सोनं, बिस्मथ, जस्त, लोखंड इ. येथील खाणीत मिळतात. तेल व गॅसही येथील प्रमुख स्रोत आहेत. पूर्व भागात पशुपालनाचा व्यवसाय आहे. आमच्याकडे लाकूडफाटा, फळं शिवाय कितीतरी शेती उत्पादने आहेत.

खरं तर या नैसर्गिक संपत्तीवर



बोलिवियाचा परिचय (नकाशा)

जगाच्या नकाशाचे निरीक्षण करून शोधून काढा की बोलिविया दक्षिण अमेरिकेतील कोणत्या भागात आहे, त्याचे शेजारील देश कोणते आहेत, त्या देशाची एखादी सीमा समुद्राजवळून आहे का, बोलिवियाचा काही भाग पर्वतांनी वेढलेला आहे - ती कोणती पर्वतमाला आहे ?

बोलिवियन लोकांचा अधिकार आहे. उदा. मोठ्या खाणीचे राष्ट्रीयीकरण झाले आहे. आणि त्या मूळ मालकांकडून सरकारने घेतलेल्या आहेत.

मूळ खाणमालकांनी सर्व कथिल आधीच दुसऱ्या देशांना विकून टाकले आणि आम्हाला मात्र दुर्दशेत सोडून दिले आहे, त्यांनी त्यांची संपत्ती परदेशात बँकांमध्ये, व्यवसायात, हॉटेलात गुंतवली आहे, त्यामुळे जेव्हा खाणींचे राष्ट्रीयीकरण झाले तेव्हा बोलिवियाजवळ खूप कमी संपत्ती होती. तरीही या खाणमालकांना नुकसान भरपाई देण्यात आली, त्यामुळे ते अजूनच श्रीमंत झाले. आणि सामान्य जनतेला राष्ट्रीयीकरणाचा कोणताही फायदा झाला नाही.

बोलिवियातील बहुसंख्य लोक शेतकरी आहेत. ७०% लोक खेडेगावातून भयानक गरिबीत राहतात. त्यांची परिस्थिती खाणकामगारांपेक्षाही वाईट आहे. आम्ही आमच्याच गावांत फिरस्त्यांसारखे राहतो कारण आमच्याजवळ घरं नाहीत. कंपनीत कामगार असेपर्यंतच आम्हाला घरं मिळतात.

कच्च्या मालाच्या उत्पादनात बोलिविया एवढा संपन्न असूनही इतक्या गरिबीचं कारण काय? आणि इतर देशांच्या

खाणींचे राष्ट्रीयीकरण म्हणजे काय? भारतात तसे झाले आहे का? बोलिवियात एवढ्या मोठ्या प्रमाणात खनिजं असूनही तो देश गरीब का आहे?

(लॉटिन अमेरिकेच्या सुद्धा) तुलनेत देखील येथील लोकांचे राहणीमान इतके खराब का आहे?

खरं तर याचं कारण म्हणजे देशातील चलन परदेशात जाते. येथील खूप लोक श्रीमंत झाले आहेत; पण त्यांनी सर्व संपत्ती वेगवेगळे करार करून अत्यंत कमी दरात हावरट श्रीमतांकडे सोपवली गेली आहे. त्यामुळे आम्हा गरिबांना कोणताही फायदा मिळत नाही.

पूर्वी जेव्हा खाणी नवीन होत्या, तेव्हा खूप कथिल खणून काढले, पण गेल्या २० वर्षांत परिस्थिती खूप बदलली आहे. आता खाणींमधून जास्त कथिल मिळत नाही. म्हणून त्यांनी वेगळी व्यवस्था सुरू केली आहे. डोंगराच्या आत डायनामाईटने स्फोट करतात. मग खाणकामगार आतले दगड खणून काढतात. त्यातून कथिल काढण्यासाठी ते दगड गिरणीत पाठवले जातात. टनावारी दगडातून खूपच कमी कथिल निघते. हे काम खूपच कठीण आणि घातक असते. तिथे इतकी धूळ असते की एक मीटरभर अंतरावरचं सुद्धा दिसत नाही.

तिथे सतत अपघात होत असतात. लावलेले सगळे डायनामाईट उडाले आहेत अशा अंदाजाने काम करायला जावे तर अचानक विस्फोट होतो आणि कामाला गेलेल्यांच्या शरीराच्या चिंध्या होतात. जरा जास्त पगार मिळत असला तरी माझ्या नवऱ्याने तिथे कामाला जाऊ नये असं मला वाटतं.

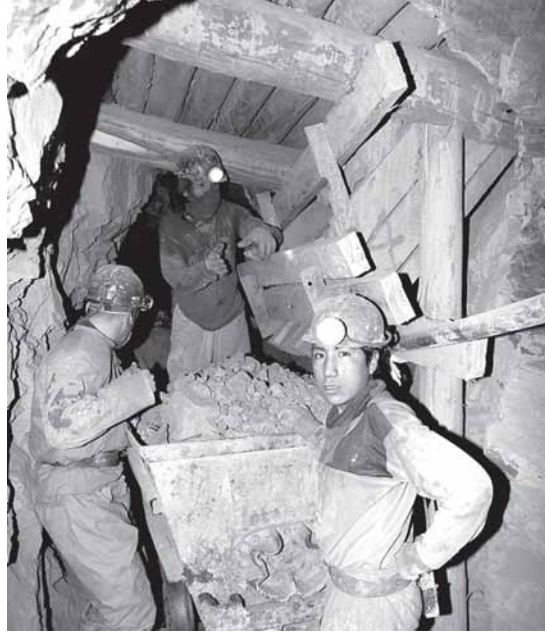
खाणीतील कामगार

खाण केंद्रात वेगवेगळे समुदाय काम करतात. काही जण फक्त खाणकाम करतात आणि कच्चा माल मोठ्या कंपन्यांना विकतात. कथलाच्या खडकापर्यंत पोचण्यासाठी एक ते दीड मीटर रुंद आणि १५ मीटर खोल विहीर खणतात. मग दोरखंडाच्या मदतीने आत उतरतात आणि आत छोटी-छोटी अशी भुयारे बनवतात. त्यात ते सरकत जातात आणि खडकाच्या फटींतून जमा असलेले कथिल शोधतात. तिथे ना सुरक्षा व्यवस्था असते, ना खेळत्या हवेची सोय. हे सर्वात वाईट काम असते. त्यामुळे कामगारांना सिलिकोसिस होतो. मग कंपनी त्यांना निवृत्त करते. चरितार्थाचे अन्य कोणतेही साधन उपलब्ध नसल्यामुळे लोक हे काम करतात. काही शेतकरी 'लल्लागुआ' गावाहून येऊन इथे काम करतात. त्यांना एका दिवसाचे १० पेसो (बोलेवियाचे चलन) किंवा १/२ डॉलर मिळतात.

खाणीत सुसंग लावताना कामगार. लाकडी खांब आणि पट्ट्यांनी सुसंगाच्या छताला आणि भिंतींना आधार दिला आहे.

खाणीत काम करताना कोणते धोके असतात? कामगारांच्या सुरक्षिततेसाठी कोणते उपाय असावेत?

दुसऱ्या प्रकारचे मजूर 'लोकेटोरिओस' म्हणून ओळखले जातात. ते देखील कंपनीला कच्चा माल विकतात, पण कंपनी त्यांना फावडं, कुदळ डायनामाईट देखील देत नाही. त्यांना सर्व काही विकत घ्यावं लागतं. जिथे पूर्वी खोदकाम झालेलं असतं, आणि थोडा तरी कच्चा माल उरलेला असतो अशा जागी त्यांना खाणकाम करावं लागतं. कंपनी लोकेटोरिओसना मालाच्या गुणवत्तेनुसार किंमत देते. काही मजूर लोमेरोस असतात. ते कच्चा माल वेगळा करण्याचे काम

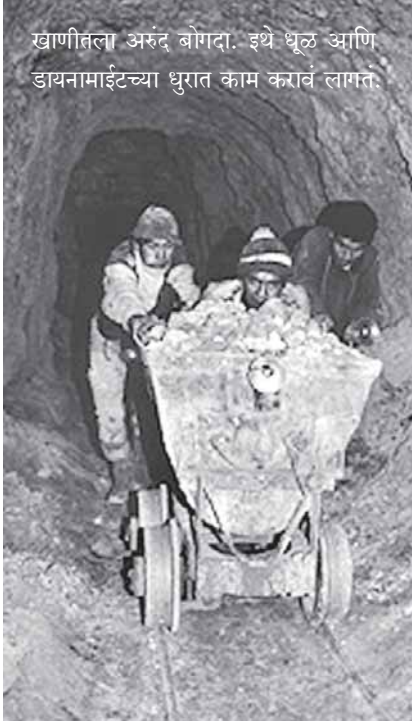


करतात. कारखान्यात कच्चा माल दबावाखाली साफ करतात, त्यावेळी त्यातून एक द्रव निघतो. त्यात कथलाचा उरलेला भाग असतो. ह्या चिखलासारख्या पाण्याच्या नदीतून लामेरोस कथिल काढतात, स्वच्छ करतात आणि परत कंपनीला देतात. कितीतरी वेळ, कठोर परिश्रमानंतरही त्यांच्या हाती काही लागत नाही.

खाणकामगारांची घरं

‘सिगलो XX’ खाणकामगारांची वस्ती आहे. येथील घरे कंपनीच्या मालकीची आहेत. बरेचसे कामगार लल्लागुआ किंवा आसपास गावातून रहातात.

वस्तीतील सर्व घरे कंपनीच्याच



खाणीतला अरुंद बोगदा. इथे थूळ आणि डायनामाईटच्या धुरात काम करावं लागतं.

मालकीची असतात. घरांची संख्या कमी असल्याने ती सर्व कामगारांना मिळत नाहीत. ५-१० वर्षे वाट पहावी लागते. तेव्हा कामगार जवळपासच्या गावातून घरं भाड्याने घेऊन रहातात. कंपनीत नोकरी करीत असताना ते कंपनीच्या भाड्याच्या घरात राहू शकतात, पण कामगाराच्या मृत्यूनंतर किंवा नोकरीपायी झालेल्या आजारपणामुळे निवृत्त झाल्यावर, २-३ महिन्यात घर सोडावं लागतं.

आमची घरं खूप लहान असतात. ५X५ वर्गमीटरची खोली असते. तिथेच रहायचे, स्वयंपाक करायचा आणि झोपायचेसुद्धा. तिथेच माझी सात मुले अभ्यास करतात, जेवतात, खेळतात आणि झोपतातही. मागील बाजूस एक लहान खोलीत एक टेबल आणि पलंग आहे. तिथे मी आणि माझे यजमान झोपायचो, काही मुले पलंगावर तर काही जमिनीवर झोपायची. रात्री सामान एकावर ठेवून जागा करावी लागायची.

डोंगरावर खूप थंड असते म्हणून आम्ही

कोकाची पानं खाऊन मजूर

आपली भूक मारतात.



खाणीत होणाऱ्या अपघातामुळे हाडं मोडणं,
अपंगत्व येणं याशिवाय अजून कोणत्या
आजारांना सामोरे जावे लागत असेल?
भारतात देखील कायमस्वरूपी, हंगामी किंवा
कंत्राटदाराचे कामगार असे वर्ग आहेत का?

लाकडी भुशाची गादी बनवून घेतो. चांगल्या गादीला ८००/१००० पेसो लागतात. ती आम्ही विकत घेऊ शकत नाही म्हणून आम्ही लाकडाच्या भुशापासून बनवलेल्या गाद्या वापरतो. आमच्या घरी एकही चांगली, खरी गादी नाही. भुशाच्या गाद्या फार दिवस टिकत नाहीत, आणि आरामदायकही नसतात, पण काय करणार? दुरुस्ती करून आम्ही परत-परत त्याच गाद्या वापरतो.

कंपनी आम्हाला दिवसा काहीच तास आणि रात्रभर वीज पुरवठा करते. पिण्याचे पाणी आम्हाला सार्वजनिक नळावरून आणावे लागते. आमच्या घरात नहाणीघर नसतं त्यामुळे आम्हाला सार्वजनिक स्नानगृहात जाऊन आंघोळ करावी लागते. संपूर्ण वस्तीत मिळून फक्त १०-१२ स्नानगृहे असतात. एक दिवस पुरुष तर एक दिवस स्त्रिया त्याचा उपयोग करतात. तेही जाळायला रॉकेल असेल तेव्हाच. कारण त्यावरच तर पाणी गरम होतं. अशा प्रकारे खूपशा सोयी सवलती आमच्यासाठी नसतात.

एवढचं नाही, कंपनीच्या तंत्रज्ञांच्या घरी शौचालये असतात पण आमच्या पूर्ण वस्तीत

मिळून फक्त दहा सार्वजनिक शौचालये. ती लगेच घाण होतात. सकाळी एकदा ती स्वच्छ करतात, पण तिथे पाण्याची व्यवस्थाच नाही, त्यामुळे ती खूप घाण होतात, पण आम्हाला ती तशीच वापरावी लागतात. घरं खूप कमी असल्यामुळे ती मिळवणं फार त्रासदायक असतं. त्यासाठी देखील स्पर्धा असतात. ज्या खाणकामगाराने १० वर्षे नोकरी केलेली असते त्याला १० गुण मिळतात. जर त्याला पत्नी आणि ७ मुले असतील तर ते ८ होतात. जर तो खाणीच्या आत काम करत असेल तर त्याला जास्त गुण मिळतात. ठरावीक गुण झाल्याशिवाय घर मिळत नाही.

वस्तीतील बरीचशी घरे खाजगी (१९५२ च्याआधी) काळातील आहेत. खाणींच्या राष्ट्रीयीकरणानंतरदेखील, सारे काही आधीसारखे चालू राहिले. खूप तक्रारी आणि संप केल्यानंतर, निदान जी घरे पडायला आली होती, त्यांची तरी दुरुस्ती करायची सरकारने कबूल केले. त्याचा काहीही उपयोग होत नाही हे वेगळं, कारण दुरुस्ती इतकी जुजबी करतात की झिम-झिम पाऊस आला तरी ती पडतात.

आज आपल्याकडे भारतात जवळपास २५% लोक मुंबईसारख्या ठिकाणी याहून वाईट परिस्थितीत राहतात. त्यांचे कुटुंब गावाकडे असते. पण पैसे कमवायला विदर्भ, कोकण कडून लोक एका खोलीत (१०बाय१०च्या) १५/२० जण राहतात. कधी-कधी पदपथावर दिवसच्या दिवस काढतात!

घरांची कमतरता असल्यामुळे, घरे असलेले पोटभाडेकरू ठेवतात. उदा. माझ्याकडे तिघी बहिणी आल्या होत्या रहायला तेव्हा मी त्यांची रहायची व्यवस्था स्वयंपाक घरात केली होती आणि स्वयंपाक मी बाहेर पडवीत करू लागले होते. खूप वर्षे आम्ही असेच राहिलो. असे पोटभाडेकरू नातेवाईकच नाही तर मित्रही असू शकतात.

एवढ्या मोठ्या प्रमाणात देशासाठी काम करणाऱ्या मजुरांना एक लहानसे घरही मिळत नाही. तसे कायदे, नियम अजूनही नाहीत.

खाण कामगारांची कामाची पध्दत

खाणीत दोन प्रकारे काम करायची पध्दत असते आणि नियमही दोन प्रकारचे असतात, एक तंत्रज्ञांसाठी आणि दुसरे खाण कामगारांसाठी. खाणीतले काम अहोरात्र चालत असते. खाण कामगारांसाठी तीन पाळ्या असतात. काही लोक दर महिन्याला पाळी बदलतात, काही आठवड्यांनी तर काही दर पंधरवड्याला. माझा नवरा दर आठवड्याला पाळी बदलते.

भारतात खाजगी खाणी, कारखाने, वीटभट्ट्या, शेतमजूर आणि बांधकाम मजुरांना कोणत्या सुविधा मालकांकडून मिळतात?

जेव्हा कामगारांची पहिली पाळी असते तेव्हा आम्ही बायका त्यांची न्याहरी बनवण्यासाठी ४ वाजताच उठतो. सकाळी एकदा खाणीत शिरल्यावर दुपारी तीन वाजता खाणीतून बाहेर पडेपर्यंत ते काहीही खाऊ शकत नाहीत. खाणीच्या आत जेवण घेऊन जायची सोय नाही आणि परवानगी पण नाही. समजा काही खायला नेलं तरी आत इतकी धूळ आणि उष्णता असते की पदार्थ खराब होतील. कंपनीने मनावर घेतले तर मजुरांच्या डब्यासाठी आतच एक स्वच्छ खोली ते बांधू शकतील पण त्यांना असं काही करायची इच्छाच नाही. अशा सुविधा फक्त तंत्रज्ञांना मिळतात. उदा. त्यांचे कामाचे तास कमी आहेत. त्यांना जेवण खाणीच्या आत मिळतं आणि दुसरीकडे



लामेरोस कामगार नदीतून काढलेले कथिल ढकलून नेताना

मजूर पहाटे ५ वाजता खाल्यानंतर दुपारी ३ वाजेपर्यंत उपाशी असतात. इतक्या वेळा ते खाणीच्या आत न खाता राहतात तरी कसे? तर ते कोकाची पाने स्वतःबरोबर घेऊन जातात आणि ती खातात. ही पाने कडू असतात पण त्याने भूक मरते. केवळ भूक लागू नये एवढ्यासाठी कामगार ती पाने चावत राहतात.

खाणातील काम खूप दमणुकीचे असते. माझे यजमान कामावरून येतात ते इतके दमलेले असतात की आल्यावर कपडेसुद्धा न बदलता लगेच झोपून जातात. ते २-३ तास झोपतात. मग पुन्हा उठून जेवतात. रात्रपाळी तर सर्वात वाईट असते. कामगार रात्रभर काम करतात व दिवसा झोपतात. घरं लहान, आसपास मुलांचं खेळणं आणि दिवसभराच्या इतर आवाजांमुळे त्यांना नीट झोपच मिळत नाही. कुणालाही रात्रपाळी नको असते, पण नियमानुसार ती सक्तीची असते.

खाणकामगार सरासरीने पस्तीसाव्या वर्षापर्यंत काम करू शकतात. त्या नंतर खाणीत काम करून करून त्यांना होणाऱ्या व्याधींमुळे ते पूर्णतः आजारीच पडतात. कच्चा माल काढण्यासाठी खाणीच्या आत डायनामाईट वापरून जे स्फोट करतात, त्या वेळी उडणाऱ्या धुळीचे कण कामगारांच्या नाका तोंडातून आत जातात. हळूहळू फुफ्फुसे धुळीने भरू लागतात. पुरेसा श्वास घेण्याइतकीही हवा आत घेता येत नाही.

फुफ्फुसे खराब व्हायला लागतात. मग त्यांचे चेहरे काळे जांभळे होतात. आणि त्यांचा शेवटी मृत्यु होतो. ही खाणकामगारांची पारंपरिक व्याधी आहे, सिलिकॉसिस नावाची. सरकार प्रचार करते की खाणीकामगारांना फुकट निवारा, प्यायचे पाणी, वीज, शिक्षण, स्वस्तात धान्य आणि इतर वस्तू दिल्या जातात, पण सिंगलोला येऊन खरी परिस्थिती पहा काय काय मिळतं.

आम्ही या दुर्दशेतच रहावे म्हणून कंपनी आम्हाला खूप कमी पगार देते. उदा. माझे यजमान खाणीत एका विशेष विभागात काम करतात. आता त्यांना एका दिवसाचे २८ पेसो मिळतात. अर्थात दरमहा ८४० पेसो. कुटुंबासाठी मदत म्हणून ३४७ पेसो, १३५ पेसो महागाई भत्ता आणि रात्रपाळी असली की वेगळा भत्ता मिळतो. एकूण १५०० पेसो आम्हाला दरमहा मिळतात. त्यातून सामाजिक सुरक्षा फंड, रेशनचा खर्च, शाळेचा इमारतीचा फंड अशी बरीचशी रक्कम कापूनच येते. त्यामुळे आमच्या हातात फक्त ५०० ते ७०० पेसो पडतात. आमच्या ९ जणांच्या कुटुंबाला यातच भागावावं लागतं. बऱ्याच मजुरांची याहून वाईट परिस्थिती आहे.

मजुरांना किमान वेतन, अपघात विमा, आरोग्य विमा, पेन्शन इ. सोयी दिल्या तर त्यांचे शोषण कितपत रोखता येईल?

फायदा कुठे जातो ?

आमच्या या परिस्थितीचे कारण आमच्या एका पुढाऱ्याने, खूप सोप्या शब्दात आम्हाला समजून दिलं होतं. त्यांनी सांगितलं-सिगलो XX मध्ये दहा हजार मजूर दर महा ३०० ते ४०० टन कथिल खाणीतून काढतात. त्यानंतर त्यांनी एक कागदाचा तुकडा काढून दाखवला आणि म्हणाले, हे प्रतीक आहे आपल्या उत्पादनाचे! हा तुकडा एका महिन्याच्या उत्पादनाचा नफा दाखवतो. याचे वाटप कसे होते माहित आहे?

मग त्यांनी कागदाचे पाच समान भाग केले. ५ पैकी ४ भाग परदेशी भांडवलदारांकडे जातात आणि एकच भाग बोलिवियामध्ये राहतो. या पाचव्या भागातलाही अर्धा भाग सरकार वाहतूक, जकात आणि निर्यातीच्या खर्चासाठी ठेवून घेते. फायदा काढून घ्यायचा भांडवलदारांचा हा अजून एक मार्ग आहे.

आम्ही खाणीतून काढलेला कच्चा माल पेरूमार्गे गुआकी बंदरावर जातो. तेथून तो इंग्लंडच्या विल्यम हार्वे धातूच्या कारखान्यात नेला जातो तिथून तो अमेरिकेत नेला जातो जिथे याच्या वेगवेगळ्या वस्तू बनवल्या जातात. नंतर बोलिवियासकट अन्य देश या वस्तू महागात विकत घेतात. या सर्व व्यवहारात भांडवलदार या पाचव्या भागातील अर्धा हिस्सा मिळवतात, जो खरंतर आमचाच असतो.

आता उरलेल्या अर्ध्या भागातील काही

हिस्सा सरकार त्यांच्या फायद्यासाठी-सैन्य वाढवण्यासाठी, मंत्र्यांच्या पगारासाठी आणि त्यांच्या परदेशवारीसाठी-खाऊन टाकते. हेच पैसे ते परदेशात गुंतवतात. त्यामुळे जर सत्तांतर झालेच तर या पैशाच्या बळावर ते कोट्यधीश म्हणून परदेशात स्थायिक होऊ शकतात.

आता यातही थोडंफार उरतं, त्यातील थोडा भाग सरकारतर्फे सामाजिक सुरक्षा, दवाखाने, वीज, रेशनवर खर्च केला जातो. अशा तऱ्हेने सातत्याने आमचे पैसे सरकार खात असते, घेत असते. आणि या नाहीतर त्या कारणाने आम्हाला गरिबीतून मुक्तता मिळत नाही.

माझी दिनचर्या

जेव्हा माझ्या यजमानांना पहिल्या पाळीला जायचे असते तेव्हा माझा दिवस पहाटे ४ वाजता सुरू होतो. त्या नंतर मी साल्टेनास (बोलिवियाची खास कचोरी. यात मांस, बटाटे, मिरे आणि इतर मसाले वापरले जातात) बनवते. मी रोज १०० साल्टेनास बनवते आणि विकायला जाते. कारण माझ्या यजमानांच्या पगारात आमचे भागत नाही. मी रात्रीच कणीक भिजवून ठेवते आणि मुलांना एकीकडे न्याहरी देता- देता साल्टेनास बनवते. मोठी मुले या कामात मला मदत करतात. बटाटे व गाजर सोलतात, चिरतात, कधी कणीक भिजवतात. मग मुलं शाळेत जायची तयारी करतात व मी धुणं धुते.



आठ वाजता मी साल्टेनास विकायला बाहेर पडते. ज्या मुलांना दुपारची शाळा असते ती मला मदत करतात. आम्हाला कंपनीच्या दुकानातून रेशन आणायचं असतं. तिथे मोठी रांग असते. मांस, भाजी, तेल घेण्यासाठी वेगवेगळ्या रांगा आम्हाला लावाव्या लागतात. एकीकडे साल्टेनास विकता-विकता आम्ही रांगेतही उभे राहतो. कधी मुलं, तर कधी मी-साल्टेनास विकतो नाहीतर रांगेत उभे राहतो.

१०० साल्टेनास विकल्यावर मला २० पैसे मिळतात. माझं तरी बरं म्हणायचं, माझ्या ओळखी असल्याने लोक माझ्याकडून साल्टेनास घेतात. माझ्या काही मैत्रिणींना तर दिवसा ५ ते १० पैसेच मिळतात. मी व माझे यजमान जे कमावतो त्यातून जेमतेम कपडे आणि जेवण इतपतच जमतं. दोन्हीही फार महाग असतं. मी लोकरीचं विणकामही करते. मी गृहिणी समितीचे कामही बघते. तिथे अडचणी सांगायला येणाऱ्या बायकांशी बोलते.

दुपारी स्वयंपाक करायचा असतो. मुलांची शाळेतून यायची ती वेळ असते. मी त्यांचा गृहपाठसुध्दा करून घेते. नंतर कपडेही धुवायचे असतात. पंपावरून पाणी आणायचं असतं. नंतर दुसऱ्या दिवशीचे साल्टेनास बनवायची तयारी करायची असते. समितीचं काम रोजच असत. अर्थात ते ऐच्छिक असतं.

जेव्हा माझ्या यजमानांची सकाळची पाळी असते ते रात्री दहा वाजता झोपून जातात. दुपारच्या पाळीच्या वेळी ते मध्यरात्रीपर्यंत बाहेरच असतात. रात्रपाळी असल्यावर दुसऱ्या दिवशीच येतात. त्यांच्या पाळीप्रमाणे त्यांची दिनचर्या ठरवावी लागते.

येथील बहुतेक स्त्रियांना काहीना काहीतरी उद्योग करावाच लागतो. उदा. मी साल्टेनास विकते. कोणी शिवणकाम, विणकाम, गालिचे गोधड्या बनवणं किंवा रस्त्यावर उभे राहून काही वस्तू विकणं अशी कामं करतात. एखादी स्त्री काही काम करत नसेल, तेव्हा तिची आर्थिक परिस्थिती फार वाईट होते. मी रोज मध्यरात्री झोपायला जाते आणि मला ४-५ तास झोप मिळते पण मला आता त्याची सवय झाली आहे.



आम्ही खाण पाहिली

डोमिंतिलाने १९७८ सालात लिहिलेली माहिती २००२ साली प्रकाशित झाली. दरम्यान बोलिवियात बदलाचे वारे वाहू लागले. त्याची माहिती घेण्यासाठी आपण पोटासी शहराच्या खाणींविषयी माहिती घेऊ या.

दोन अमेरिकन तरुण, क्रिस व इरिन मोटारसायकलीवरून जागतिक प्रवासाला निघाले होते. २००२ साली ते बोलिवियाला पोचले. फिरता-फिरता ते पोटासीच्या खाणक्षेत्रात गेले. पोटासीच्या खाणक्षेत्रात त्यांना आलेला अनुभव त्यांनी अल्टीमेट जर्नी डॉट कॉम या संगणकावरील पानावर लिहिलेत, त्यातील काही भाग-

“समुद्रसपाटीपासून ४००० मीटरवरचे पोटासी शहर कधीकाळी चांदीच्या खाणीसाठी प्रसिद्ध होते. पण आता तेथे निकृष्ट दर्जाची चांदी, कथिल, जस्त, शिंश्याच्या कच्चा मालासाठी खाणकाम चालते.

६ जून २००२ला आम्ही पोटासीच्या खाणी पहायला गेलो. साडेचार तास फिरण्यासाठी प्रत्येकी साडेसात डॉलर तिकिट होतं. आम्ही सकाळी दहा वाजता निघालो. खाणकामगारांना भेट देण्यासाठी आम्ही दुकानातून कोकाची पानं, सिगरेट्स, पाणी, धान्याची दारू घेतली, तसेच खाणीच्या आत उतरण्यासाठी लागणारी साधनंही घेतली.

मिनीबसने आम्ही खाणीच्या प्रवेशद्वाराशी गेलो. या डोंगराळ भागात जवळपास २०० खाणी आहेत. तेथे खाणकाम खाजगी नसून छोट्या सहकारी समितीमार्फत केले जाते. समितीत ५ जण असतात.

खाणीच्या प्रवेशद्वाराशी असलेल्या एका लहानश्या खोलीत देवाची मूर्ती होती. आमच्या गाईडने त्या संरक्षक देवाला कोकाच्या पानांचा व दारूचा प्रसाद दाखवला. कदाचित् देव याने प्रसन्न होत असतील.

खाणींमध्ये खोल उतरताना उष्णतामान वाढू लागले. खडकाळ जमिनीवरून सरपटत रांगेत खाली उतरणे खूप अवघड होते. खाली खाणीत उतरताना जे कामगार आम्ही पाहिले ते कल्पनेपेक्षाही फारच कठोर परिश्रम करीत होते. ज्या गाडीतून कच्चा माल जात होता ती ३-४ कामगार ओढत होते, ढकलत होते. बरंचसं काम कुदळ-पहारीसारख्या हत्यारांनी केलं जात होतं. कामगारांची रोजंदारी साडेचार डॉलर एवढीच आहे. जेव्हा आम्ही कामगारांच्या गटाजवळून गेलो, त्यांना कोकाची पानं, सिगारेट्स आणि पाणी दिलं. मधून-मधून विश्रांती घेणाऱ्या कामगारांना दारू दिली. कोकाच्या पानांमुळे त्यांची भूक मरते व कामासाठी उत्साह शिल्लक राहतो. आतली हवा धुळीने भरलेली होती. आम्ही नाकावर फडके बांधूनच श्वास घेत होतो. आमच्या एका मित्राला दमा होता त्यामुळे तो सारखा इनहेलरचा डोस घेत होता. खाणीत अशा परिस्थितीत काम करणाऱ्या पूर्ण कामगारांचा आम्हाला खूप आदर वाटला.”

आजची परिस्थिती



१९८५ च्या आसपास जागतिक बाजारपेठेत कथलाची मागणी कमी झाल्यावर बोलिविया सरकारने कथलाच्या लहान खाणी आपल्या नियंत्रणातून मुक्त केल्या. या खाणीतून सहकारी समित्यांनी खोदकाम सुरू केले. गेल्या काही वर्षात दक्षिण-पूर्व आशियाई देशातील कथलाच्या विरोधात बोलिवियाला जोरदार

लढा द्यावा लागला. कमी किमतीत उत्पादन वाढवण्यासाठी बोलिवियाने कथलाच्या खोदकामासाठी खाणी सहकारी संस्थांना दिल्या.

पोटासी शहर प्रवासी शहर म्हणून प्रसिध्द आहे. मात्र प्रवाश्यांना इतर भव्य इमारतींबरोबरच या खाणी आणि भूक मारून काम करणारे कामगारही पर्यटन स्थळ म्हणून दाखवतात. आपल्याकडे कोलकता, मुंबईच्या झोपडपट्ट्या अशाच प्रकारे सिनेमातून दाखवून पुरस्कार मिळवतात गेल्या काही वर्षात खनिजासाठी संघर्षरत असणाऱ्या बोलिवियात आता नैसर्गिक वायू व तेल मिळाल्यामुळे सरकारने या साठ्यांचे राष्ट्रीयीकरण करून त्यावर आपला हक्क बजावला आहे आणि त्यासाठी ते जागतिक बाजारपेठ शोधत आहेत.

हल्ली लिथियम धातूला खूप मागणी असते. रिचार्जबल बॅटरीमध्ये यांचा उपयोग होतो. बोलिवियात लिथियमचा साठा सापडला आहे व तो लिथियमचा प्रमुख पुरवठेदार म्हणून पुढे येत आहे.

वैश्विकरण व खाजगीकरणाच्या या आजच्या काळात बोलिवियन अर्थव्यवस्था मिश्र कारभारावर चालते. काही खाणी व उद्योग परदेशी गुंतवणुकीसाठी खुल्या आहेत तर काही जनतेसाठी राखून ठेवल्या आहेत.

प्रकल्पासाठी काही प्रश्न

१. बोलिवियाच्या शेजारी देशातून कोणता कच्चा माल खाणीतून काढतात? शेजारी देशांबरोबर त्यांचे संबंध कसे आहेत? बोलिवियाचे कोणत्या देशांशी मित्रत्वाचे संबंध आहेत आणि कोणत्या देशांबरोबर त्यांचे युध्द झाले?

२. १९६६-६७ मध्ये बोलिवियात सशस्त्र आंदोलन का सुरू केले?

३ आपल्या जवळपासच्या खाणीची सहल काढा आणि तेथील परिस्थिती आणि कामगारांच्या स्थिती जाणून घ्यायचा प्रयत्न करा.



हिंदी संदर्भ अंक ७९ मधून साभार

अनुवाद : मीना आगटे

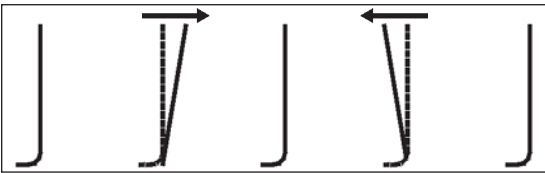
ध्वनी

भाग - १

लेखक : अतुल फडके

भांड्याला भांडे लागले की आवाज येतो. घंटेवर ठोका दिला की घंटा घणघणू लागते. आवाज करत असलेल्या भांड्याला किंवा घंटेला हळूच बोट लावले तर हाताला कंपने जाणवतात. यावरून तुमच्या लक्षात येईल की कंपित वस्तूमधून ध्वनी निर्माण होतो. आवाज ऐकू आला की काहीतरी थरथरते आहे हे नक्की. जिथे जिथे ध्वनी तिथे तिथे कंपित वस्तू हमखास सापडणार.

एखाद्या वस्तूमध्ये कंपने निर्माण करण्याचे मार्ग अनेक; जसे की ठोका देणे, घासणे, फुंकणे, छेडणे इत्यादी. भांड्यावर चमच्याने ठोका दिला की ते वाजते. व्हायोलिनच्या तारेवरून धनुकली (बो) घासली की त्यातून स्वर उमटतो. पेनाच्या टोपणात जोरात फुंकर मारली की शिड्डी वाजते. तंबोच्याची तार छेडली की त्यातून ध्वनी उमटतो. ध्वनी निर्मितीचे असे अनेक मार्ग वापरून अनेक प्रकारचे ध्वनी निर्माण होत असतात.

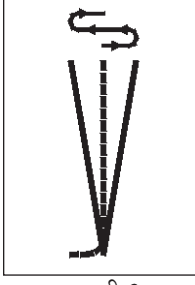


आकृती. १

एका ठिकाणी निर्माण झालेला ध्वनी लहरींच्या स्वरूपात सभोवताली पसरतो हे आपण ऐकलेले असते. या लहरी कशा निर्माण होतात, त्यांचे गुणधर्म काय असतात, या गुणधर्मांचा ध्वनीच्या गुणधर्मांशी संबंध काय असतो यांसारख्या प्रश्नांची उत्तरे शोधण्याचा आपण प्रयत्न करणार आहोत.

आघात झालेल्या भांड्यांची कड कशा प्रकारे कंप पावते ते आकृती १ मध्ये दाखविले आहे. बाणाने दाखविल्याप्रमाणे कड आत बाहेर हलू लागते. ही हालचाल किंवा कंपने सूक्ष्म असल्यामुळे ती डोळ्यांना दिसत नाहीत पण स्पर्शाने जाणवू शकतात. कंपनांची गतीसुद्धा एकसमान नसते. भांड्याची कड हालत नसताना तिची जी स्थिती असते त्या स्थितीपासून दूर जाताना गती हळूहळू कमी होत जाऊन शून्य होते व भांड्याच्या कडेचा उलट्या दिशेने प्रवास सुरु होतो. गती कशी बदलत जाते ते आकृती २ मध्ये दाखविले आहे. लंबकाच्या

घड्याळातील लंबक हालताना तुम्ही पाहिला असेल. ही गती काहीशी लंबकाच्या गतीसारखीच असते. फरक असा की भांड्याची कड खूपच वेगाने मागेपुढे होत असते.

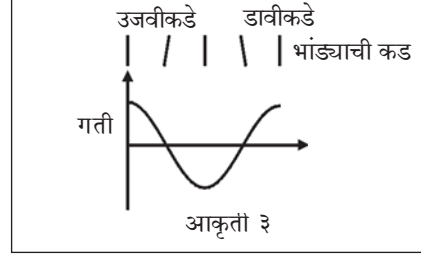


आकृती २

हवेत असलेल्या भांड्यांची हालणारी कड तिच्या संपर्कात असलेल्या हवेच्या रेणुंना धडका मारू लागते आणि तेही हालू लागतात.

ज्याप्रमाणे भांड्यांची कड लंबका सारखी हालत असते त्याच प्रमाणे हवेचे रेणूही कंप पावू लागतात. यातून हवेत लहरी किंवा तरंग कसे तयार होतात ते आता आपण समजावून घेण्याचा प्रयत्न करू.

भांड्याची कड मागेपुढे हालत असते म्हणजेच आंदोलने करत असते. ही हालचाल लंबकासारखी असते हे आपण पाहिलेच आहे. ध्वनीशास्त्राच्या भाषेत एक संपूर्ण आंदोलन म्हणजे काय? आकृती ३ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे कड तिच्या मध्य स्थितीपासून उजवीकडे जाऊ लागते. उजवीकडे जाताना तिची गती कमी कमी होत जाते. गती शून्य झाल्यावर कड डावीकडे येऊ लागते. मध्य स्थितीला पोहोचते तिची गती कमी कमी होत जाते. गती शून्य झाल्यावर कड डावीकडे येऊ लागते. मध्य स्थितीला पोहोचते तिची गती वाढत जाते. मध्य स्थितीपासून कडेला जाताना



तिची गती परत कमी कमी होत जाते. गती शून्य झाल्यावर कड परत उजवीकडे यायला लागते. जेव्हा कड मध्य स्थितीला पोहोचते तेव्हा एक आंदोलन पूर्ण झाले असे आपण म्हणतो. आता आपण काही व्याख्या पाहू.

आंदोलन काल: एका संपूर्ण आंदोलनाला लागलेला वेळ हा त्या कंपनांचा आंदोलन काल होय.

कंपनसंख्या : एका सेकंदात किती आंदोलने पूर्ण होतात ती संख्या म्हणजेच कंपनांची कंपनसंख्या होय.

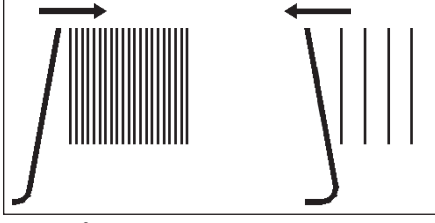
आंदोलन, आंदोलन काल आणि कंपनसंख्या या गोष्टी समजल्यानंतर हवेत ध्वनीतरंग निर्माण होतात आणि ते पुढे पुढे कसे सरकतात हे आता समजावून घेऊ.

समजण्याच्या दृष्टीने सायीचे पडावे म्हणून अशी कल्पना करा की भांड्याभोवती हवेचे थर आहेत. आकृती ४ मध्ये हे थर दाखविले आहेत.

जेव्हा भांड्याची कड कंप पावू लागते



आकृती ४



आकृती ५-१ आकृती ५-२

तेव्हा हवेचे हे थर ढकलले जाऊ लागतात. कड उजवीकडे सरकू लागल्यावर हे थर दाबले जाऊन आकृती ५-१ मध्ये दाखविल्या प्रमाणे एकमेकांच्या जास्त जवळ येतात. हवा दाबली गेल्यामुळे या भागातील हवेचा दाब वाढतो. कड उजवीकडे सरकत असल्यामुळे जास्त दाबाची ही हवा उजवीकडे सरकू लागते. कड जेव्हा डावीकडे सरकू लागते तेव्हा हवेचे थर एकमेकांपासून

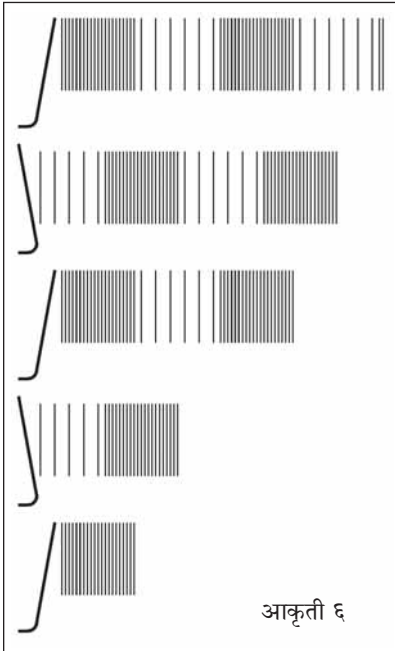
दूर जातात आणि थरातील अंतर वाढते. हवेचे थर दूर गेल्यामुळे या भागातील हवेचा दाब कमी होतो. आकृती ५-२ मध्ये दाखविले आहे.

कड परत उजवीकडे सरकू लागल्यावर कमी दाबाची हवा उजवीकडे ढकलले जाऊन पुढे सरकते आणि त्या जागी आजूबाजूची सामान्य दाबाची हवा येते.

भांड्याच्या कडेचे एक आंदोलन पूर्ण झाल्यावर जास्त आणि कमी दाबाच्या हवेची एक श्रृंखला तयार होऊन ती भांड्याच्या कडेपासून दूर जायला लागते. भांड्याच्या कडेच्या प्रत्येक आंदोलनात ही क्रिया परत होऊन आजूबाजूच्या हवेत बदलणाऱ्या दाबाच्या हवेचे विभाग तयार होतात. आकृती ६ मध्ये हे विभाग कसे तयार होतात ते दर्शविले आहे.

बदलत जाणाऱ्या दाबाची ही हवा जेव्हा कानाच्या पडद्यावर पडते तेव्हा कानाचा पडदाही त्यानुसार हालू लागतो आणि आपल्याला ध्वनीची संवेदना होते.

यापुढील भागात आपण ध्वनीतरंगांचे गुणधर्म काय आहेत ते पाहणार आहोत.



आकृती ६

लेखक : अतुल फडके, भौतिकशास्त्राचे निवृत्त प्राध्यापक. संगीतातील आणि बासरीतील विज्ञान या विषयी संशोधन करत आहेत.

E-mail : atulbphadke@gmail.com

चित्रकलेचा जादुगार राजा रविवर्मा

लेखक : राम थत्ते

भारतीय चित्रकलेच्या इतिहासात सर्वाधिक लोकप्रिय असणारे चित्रकार राजा रवि वर्मा - केरळच्या या चित्रकाराची कर्मभूमी महाराष्ट्र पण भारतभर घराघरात त्यांची चित्रं पोचली आणि आजही सगळीकडे दिसत आहेत. अशा थोर कलाकाराबद्दल...

राजा रविवर्मा यांचा जन्म २९ एप्रिल १८४८ मध्ये कोट्टायम (केरळ) जवळ असलेल्या किलीमन्नुर येथे झाला. त्रावणकोरच्या राजघराण्याशी त्यांचा संबंध होता. रविवर्मांचे चुलते राजवर्मा हे एक चांगले चित्रकार होते. त्यांच्या घरापासच्या देवळाला नवीन रंग दिल्यानंतर रविवर्माने त्या देवळाच्या रंग दिलेल्या भिंतींवर पशुपक्षी विशेषतः घोड्यांची चित्रे काढली. त्यावेळी त्यांचे वय केवळ पाच ते सहा वर्षांचे होते. मंदिराच्या नोकराला आता आपले धनी राजवर्मा आपणास रागावतील अशी भीती वाटली म्हणून त्याने रविवर्माने केलेल्या कृत्याबद्दल त्यांच्याकडे जाऊन सांगितले. राजवर्माने प्रत्यक्ष जाऊन बघितल्यावर रागावणे तर सोडाच पण त्यांना छोट्या मुलाने काढलेली घोड्यांची चित्रे खूप आवडली कारण असली पशुपक्ष्यांची चित्रे रेखाटणे काही सोपे काम नव्हते. त्यांनी त्याच वेळी

रविवर्मांच्या अंगी उत्तम चित्रकाराचे गुण आहेत हे जाणून त्याला चित्रकलेचे प्राथमिक धडे दिले. हे करीत असताना त्यांनी निखून सांगितले की तू मोठा चित्रकार होशील परंतु तुला वेदपठण, स्नानसंध्या, व्यायाम, नृत्य शिकावेच लागेल. हे सर्व केल्यानंतर चित्रकला!



तंजावरचे मराठा राज्य त्रावणकोरमध्ये विलीन झाले. तंजावरचे चित्रकार कॅनव्हास वापरत. हे केरळला सर्वस्वी नवीन होते. कॅनव्हासमुळे चित्रकलेसाठी त्यांना एक नवीन मजबूत अशी पार्श्वभूमी मिळाली. अलगिरी नायडू म्हणून एका चित्रकाराची राजवाड्यामध्ये नेमणूक झाली. त्यांच्याकडे अधूनमधून रविवर्मा जात असे. तेथे चित्रकलेची मूलतत्वे त्याला समजून आली. त्यानंतर मदुराई येथील रामस्वामी नायकर ह्यांची पोर्ट्रेट पेंटर म्हणून नेमणूक झाली. त्यांची शैली युरोपियन पद्धतीची होती. त्यांनी

त्यांच्याबरोबर नवीन तऱ्हेचे रंग-कुंचले आणले होते परंतु त्यांनी त्यासंबंधी गुप्तता बाळगली होती. ते तैलरंग वापरत. त्रावणकारच्या महाराजांनी १८६८ मध्ये थिओडॉर जेन्सन नावाच्या इंग्लिश चित्रकाराला काही काळ ठेवून घेतले होते. नायडू व जेन्सन ह्यांच्या मार्गदर्शनाखाली रविवर्माने चित्रकलेचा अभ्यास केला. विशेषतः जेन्सन वापरीत असत त्या तैलरंगांनी राजा रविवर्मा खूपच प्रभावित झाला.

लॉर्ड नेपिअरने मद्रासमध्ये वार्षिक कलाप्रदर्शने भरविण्याची प्रथा सुरू केली. इ.स. १८७४ ते ७८ च्या प्रदर्शनांमध्ये रवि वर्माला दोन वेळेस बक्षिसे मिळाली. प्रथम सौंदर्यप्रसाधन करणारी नायर स्त्री व दुसरे शकुंतला पत्रलेखन (चित्र कव्हर ३ वर). ह्या चित्रांना गव्हर्नरचे सुवर्णपदक मिळाले. हा एक बहुमान होता. इ.स. १८७८ मध्ये त्याला मद्रासच्या गव्हर्नरचे ड्यूक ऑफ बकिंगहॅमचे पूर्णाकृती चित्र (लाईफ साईझ पोर्ट्रेट) करण्याचे काम मिळाले. मोठ्या कॅनव्हासवर तैलरंगामध्ये केलेले हे चित्र खूपच सुंदर झाले होते. ह्या पूर्वी गव्हर्नरांनी युरोपीय चित्रकारांना जवळपास १८ एक सिटींगज दिली होती पण त्यातले एकही चित्र रविवर्माच्या चित्राच्या



जवळपासही नव्हते.

तेथून परतताना कावेरीच्या काठावरील तिरुचिरापल्ली येथे सर शेषय्या शास्त्री (त्रावणकोरचे पूर्वीचे दिवाण) ह्यांनी रवि वर्माला मुद्दाम बोलावून ४ महिने मुद्दाम ठेवून घेतले व त्याच्याकडून राजकुटुंबातील व्यक्तींची चित्रे बनवून घेतली. त्याचा मोबदलासुध्दा भरपूर दिला.

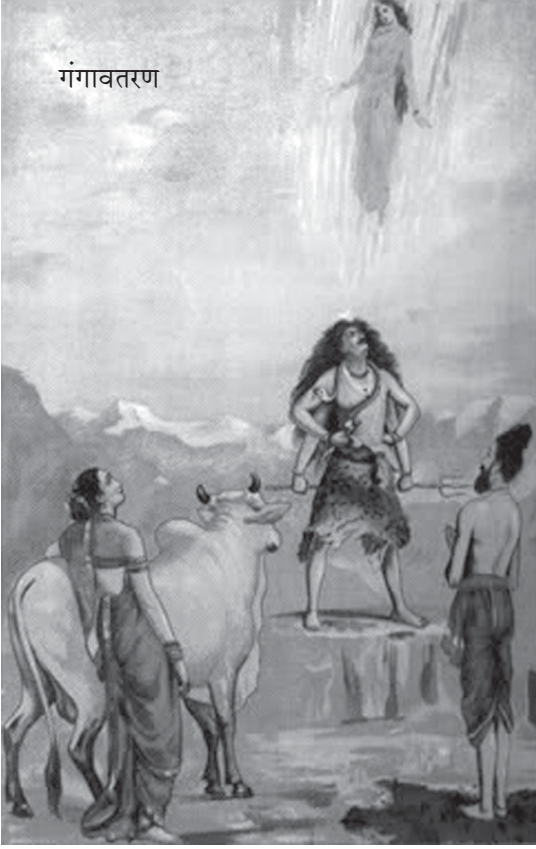
बडोदा संस्थानाचे रीजंट सर टी. माधवराव ह्यांनी बडोद्याच्या सयाजीरावांना रविवर्माचे 'सीतेचे भूगर्भ प्रवेशाचे चित्र' बक्षीस म्हणून दिले. ते बडोदा येथील लोकांसाठी खूपच नवीन पद्धतीचे, वास्तववादी चित्र होते. तशी भारतीय वस्त्रभूषेने सजवलेली चित्रे त्यांनी कधीही पाहिली नव्हती.



लिथोप्रेसमध्ये तयार केलेला चित्राचा दगड .
एकेका दगडावरून चित्रातील एकेक रंग छापला जाई.



महाराज सयाजीराव गायकवाड १८८१ साली बडोद्याच्या राजगादीवर विराजमान झाल्यानंतर त्यांनी आवर्जून रविवर्माना बडोदा येथे बोलावून घेतले. राज्यारोहण समारंभासाठी पाहुणे म्हणून रविवर्मा तेथे गेले. तेथे त्यांच्यासाठी एका महालात सोय केली होती व जाण्यायेण्यासाठी घोड्यांची बग्गी दिमतीला होती. तेथे रविवर्मा चार महिने राहिले व तेवढ्या वेळांत त्यांनी आठ मोठी पेंटिंग्ज काढली. लक्ष्मी, सरस्वती, नलदयमंति, सैरंध्री, सीतासिद्धी वगैरे. ती मोठी पेंटिंग्ज आपण आजही फत्तेसिंगराव गायकवाड म्युझियममध्ये पाहू शकतो. भारतीय वस्त्रभूषा, भारतीय दागदागिने, केसांची भारतीय पद्धतीची रचना अशी वास्तववादी चित्रे रविवर्माना खूपच प्रसिद्धी



देऊन गेली. तेथून भावनगर येथे संस्थानिकांच्या निमंत्रणानुसार जाऊन दोन महिने राहून भावनगर संस्थानिकांच्या कुटुंबातील लोकांची व्यक्तिचित्रे काढली. तद्नंतर वाचनामुळे त्यांना आपल्या भारतीय पौराणिक विषयांवरील चित्रे नव्या वास्तववादी पद्धतीने काढण्याची आवड निर्माण झाली. त्यांची तशी चित्रे खूपच लोकप्रिय झाली. ती त्रिवेंद्रम, म्हैसूर, बडोदा, उदेपूर, हैद्राबाद, अौंध, नवी दिल्ली इत्यादी ठिकाणच्या

प्रासादांमधून व म्युझियममध्ये पहावयास मिळतात. त्या चित्रामध्ये लक्ष्मी, सरस्वती, सागराचे गर्वहरण, सैरंध्री, गंगावतरण, कृष्णशिष्टाई, शकुंतला पत्रलेखन, शरपंजरी भीष्म, राम दरबार वगैरे आहेत. ही सर्व तैलरंगाच्या माध्यमात काढलेली आहेत.

१८९४ साली मळवली (लोणावळा) येथे रविवर्मानि लिथो प्रिंटींग प्रेस सुरू केला. त्या प्रेसच्या कामासाठी जर्मन तंत्रज्ञ होते. त्यामध्ये स्कलेझर (shleizer) म्हणून एक होते. ह्या गृहस्थांना संस्कृत भाषेचे आणि वाङ्मयाचे जुजबी ज्ञान होते.

त्यांना मदतनीस म्हणून सर्वश्री धुरंधर, एम.ए. जोशी

आणि त्यांचा स्वतःचा भाऊ राजा राजवर्मा होते. लिथो प्रेसमध्ये तयार झालेले पहिले चित्र म्हणजे 'शकुंतलेचा जन्म'. जणू काही ते चित्र म्हणजे प्रेसच्या जन्माचीच कथा होती. १८९८ मध्ये महाराष्ट्रात प्लेगने थैमान घातले तेव्हा बाळ गंगाधर टिळक यांच्या सांगण्यानुसार काही महिने प्रेस बंद ठेवावा लागला. १९०१ पर्यंत प्लेग आटोक्यात न आल्यामुळे जर्मन तंत्रज्ञ स्कलेझर ह्यांना तेथील प्रेस घरादारासकट रुपये २५,०००/- ला

विकून टाकावा लागला.

ह्या लिथो प्रेसमध्ये छापलेली सर्व चित्रे लहानमोठ्या आकारात छापली गेली त्यामुळे सर्वसामान्य लोकांना परवडणाऱ्या किंमतीत उपलब्ध झाली. सन १९०० ते १९३० पर्यंतच्या काळात ती सर्व चित्रे जनमानसात खूप उतरली व आपल्याच वेषभूषेमध्ये असलेली सीता, पार्वती, यशोदा आणि वसुदेव, विश्वामित्र, राम, कृष्ण वगैरे बघताना लोकांना ते अप्रूप वाटले.

मी स्वतः जे. जे. स्कूल ऑफ आर्टमध्ये लिथोग्राफी शिकलो. तेव्हा प्राध्यापक हुदळीकर आम्हाला शिकवायचे. ते सांगावयाचे की राजा रविवर्मांच्या लिथोप्रेस मध्ये एकेका चित्रासाठी पंचवीस-पंचवीस दगड लागत. प्रत्येक दगडावरून एकेका रंगाची छपाई करावी लागे.त्या सर्वांचे रजिस्ट्रेशन करून त्यात मुळीच चूक न ठेवता ती चित्रे अत्यंत नेमकेपणाने काढली म्हणून ती उत्कृष्ट छापली जात. काही चित्रांमध्ये नायिकेच्या कपाळावरील कुंकवाशिवाय कुठेही ऑरेंज कलर नसताना तो कुंकवाचा ठिपका एकाच दगडावर असावयाचा, इतका काटेकोरपणा त्या चित्रांमध्ये होता.



ह्या सर्व पौराणिक चित्रांमध्ये शिवाजी महाराज व मावळे आणि बाळ गंगाधर टिळक ही चित्रे त्या काळच्या स्वातंत्र्यप्रिय लोकांना खूपच आवडली.

ही सर्व चित्रे खेडोपाडी घराघरात पोहोचली. असा हा अलौकिक जनमानसावर प्रभुत्व गाजवणारा महान चित्रकार २ ऑक्टोबर १९०६ साठी देवाघरी निघून गेला, आपल्यासाठी अजोड कलाकृती मागे ठेवून.



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

गरमागरम आणि गारेगार!

लेखक : सुशील जोशी • अनुवाद : वैशाली डोंगरे

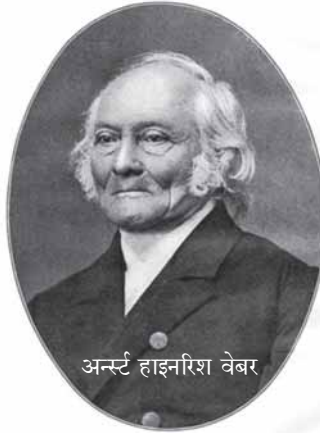
गरम गरम भजी, वड्याबरोबर मिळणारी मिरची पाहून तोंडाला कसं मस्त पाणी सुटतं, पण हीच मिरची तोंडात घातल्यावर मात्र तोंडाची नुसती आग आग होते, ह्याच्याच अगदी उलट म्हणजे पेपरमिंटची गोळी तोंडात ठेवल्यावर मात्र आपल्याला गारेगार वाटतं. काय असतील बरं ह्याची कारणं?

खरं म्हणजे गरम आणि गार या जाणीवा आपल्याला तापमानाच्या संदर्भात होत असतात. मग त्याचा चवीशी काय संबंध? तापमानाचे सुध्दा खूप वेगळे वेगळे अनुभव आपल्याला येतात. काही वेळेला जास्त गरम पाण्यात हात घातला तरी सुरवातीला क्षणभर थंडाव्याची जाणीव होते आणि नंतर उष्णता जाणवते. तर काही वेळेला फार गरम पाण्यात हात घातल्यावर गरम लागण्याऐवजी वेदना होऊ लागतात, भाजतंच! थंडगार वस्तू खूप वेळ हातात धरली तर हात बधिर होतो, असा अनुभव आपल्यापैकी प्रत्येकाला कधी ना कधी येतो. बर्फाच्या तुकड्यावर पाय पडल्यावर भाजल्यासारखे वाटते हे तुम्हाला आठवेल. या संदर्भात आणखी एक अतिशय मजेशीर निरीक्षण आहे. एखादी वस्तू आपण

उचलली तर तिचे जे वजन आपल्याला जाणवते, तेही तापमानानुसार बदलते. गार असलेली वस्तू जरा जड वाटते.

१८४० मध्ये अर्नस्ट हाइनरिश वेबर ह्या शास्त्रज्ञानं अशा अनुभवांचं विश्लेषण करण्याचा प्रयत्न केला. त्याला त्यांनी सिल्वर थेलर भ्रम किंवा 'वेबर विरोधाभास' असं नाव दिलं. आपल्या गरम गारच्या जाणीवेमध्ये दुसराही एक प्रकार आहे. एक प्रयोग करून पहा. गार पाणी, गरम पाणी

आणि कोमट पाणी घेऊन ३ ग्लास भरले. एका हाताची बोटे गरम पाणी असलेल्या ग्लासमध्ये तर दुसऱ्या हाताची बोटे गार पाण्यात बुडवून ठेवली. थोड्या वेळाने दोन्ही हात काढून एकाच वेळी कोमट पाण्यात बोटे बुडवली तर त्या



अर्नस्ट हाइनरिश वेबर



ग्लासमधलं पाणी एका हाताला थंड लागतं तर दुसऱ्या हाताला गरम !

उष्णता, तापमान ह्या संदर्भात अनेक जणांनी वेगवेगळी निरीक्षणं नोंदवून ठेवली होती, परंतु एखादी वस्तू गरम होते म्हणजे नक्की काय होतं ह्याची शास्त्रीय व्याख्या करता येत नव्हती. गरम आणि थंड असे दोन वेगळे पदार्थ असतात, असाही एक मतप्रवाह प्रचलित होता. ह्या मतप्रवाहानुसार गरम पदार्थांना कॅलॉरिक तर थंड पदार्थांना फ्रिगॉरिक असं म्हटलं गेलं. हा मतप्रवाह फार काळ टिकला नाही. नंतरच्या काळात जास्त उष्मांक घनता असलेल्या वस्तू जास्त गरम असतात असंही म्हटलं गेलं. नंतर हळूहळू उष्ण व थंड ह्या वेगवेगळ्या संकल्पना नसून एकाच नाण्याच्या दोन बाजू आहेत हे स्पष्ट होत गेलं.

आजच्या भौतिकशास्त्रानुसार, ज्या पदार्थांमधल्या कणांची सरासरी गतिज ऊर्जा अधिक असते, असे पदार्थ अधिक गरम किंवा उष्ण असतात असं मानलं जातं.

म्हणजेच उष्ण किंवा थंड ह्यात गुणात्मक फरक नसतो, तर त्या पदार्थांच्या गतिज ऊर्जेमध्ये फरक असतो.

जीवशास्त्रानुसार मात्र उष्ण किंवा थंड पणाच्या संवेदना मेंदूपर्यंत पोचवणाऱ्या चेतापेशी वेगवेगळ्या असतात. म्हणजे विज्ञानाच्या एका शाखेनुसार उष्ण व थंड गुणधर्म ह्या एकाच मोजपट्टीवर वरखाली असतात तर दुसऱ्या शाखेनुसार त्याची मेंदूला होणारी जाणीव मोजण्यासाठी मात्र वेगवेगळ्या संवेदनाग्राही चेतापेशी वापरल्या जातात.

हा विरोधाभास समजून घेण्यासाठी आपण तापमान संवेदी चेतापेशींचे गुणधर्म समजावून घेऊ. उष्ण व थंड संवेदनाग्राही चेतापेशी आपल्या त्वचेवर व शरीराच्या



बर्फात ठेवून थंड केलेलं नाणं कपाळावर ठेवलं तर जड वाटतं. साध्या तापमानाला ते हलकं वाटतं.

आत दोन्ही ठिकाणी असतात. इथे आपण त्वचेवरील संवेदनाग्राहीबद्दलच जाणून घेऊ. त्वचेवर असणाऱ्या उष्ण व थंड संवेदनाग्राही चेतापेशी विशिष्ट बिंदूंच्या स्वरूपात असतात. त्वचेवर उष्णताग्राही चेतापेशींपेक्षा थंडावाग्राही चेतापेशी जवळजवळ चौपट संख्येने जास्त असतात. उष्णताग्राही चेतापेशी शरीरावर सर्वत्र एक समान प्रमाणात आढळतात. परंतु थंडावाग्राही चेतापेशींची घनता (एक एकक क्षेत्रफळात असलेली संख्या) कान, नाक, ओठ डोळे, हातापायांची बोटे इ. ठिकाणी जास्त असते. म्हणूनच कान, नाकाला आपल्याला जास्त थंडी जाणवते.

गार की गरम ? कळतं कसं ?

ह्या दोन्ही प्रकारच्या पेशी आपल्याला उष्ण किंवा थंड पदार्थांची जाणीव कशी करून देतात ते पाहू. तापमान स्थिर असताना दोन्ही प्रकारच्या पेशी मेंदूला स्थिर गतीने संदेश देत असतात. याला स्थिर प्रतिक्रिया म्हणतात. त्वचेचं तापमान 40° सेल्सियस पेक्षा जास्त असतं तेव्हा थंडावाग्राही पेशी निष्क्रिय असतात. परंतु त्वचेचे तापमान कमी व्हायला लागलं की त्या आपलं कार्य सुरू करतात. म्हणजे त्या एक एकक काळात आधीपेक्षा जास्त संदेश देतात. (म्हणजेच त्यांची मेंदूला संदेश पाठवण्याची वारंवारता वाढते.) ही वारंवारता 35 ते 18° सेल्सियस तापमाना दरम्यान सर्वांत जास्त असते.

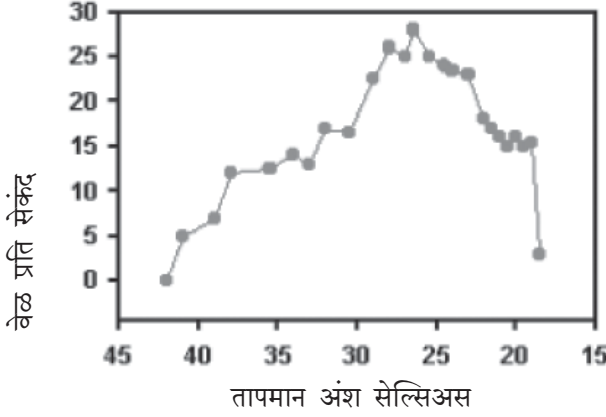
पुढील आलेखाचं निरीक्षण केल्यास

लक्षात येईल की तापमान 35° सेल्सियस पेक्षा कमी व्हायला लागलं की वारंवारता वेगाने वाढायला लागते. 27° से. तापमानाला ती सर्वांत जास्त असते. परंतु तापमान आणखी कमी झालं की वारंवारता कमी व्हायला लागते. 18° से. तापमानाला चेतापेशी मेंदूला संदेश देणं थांबवतात.

आता आपण उष्णताग्राही चेतापेशी कसं काम करतात, ते पाहू. शरीराचं तापमान जेव्हा 30° से. असतं तेव्हा ह्या पेशी सक्रिय होतात. जसजसं तापमान वाढायला लागतं तसतशी त्या चेतापेशींचा मेंदूकडे संदेश पाठवण्याची वारंवारता वाढत जाते. 46° से. पेक्षा जास्त वाढतं तेव्हा ह्या पेशीं मेंदूकडे संदेश पाठवणं थांबवतात. परंतु त्या तापमानाला वेदनेच्या (भाजण्याच्या) संवेदनाग्राही पेशी त्यांचं काम सुरू करतात. म्हणूनच आपण जेव्हा खूप जास्त गरम पाण्यात हात घालतो तेव्हा पाणी गरम लागण्याऐवजी हाताला वेदनेची म्हणजेच भाजण्याची जाणीव होते. वेगवेगळ्या प्रयोगांमधून शास्त्रज्ञांना असं दिसून आलं की वेगवेगळ्या संवेदनांची जाणीव मेंदूपर्यंत पोचवण्यासाठी एकापेक्षा जास्त प्रकारच्या संवेदनाग्राही चेतापेशी असतात. काही प्रकारच्या चेतापेशी तर फक्त तापमानातल्या बदलामुळेच नाही तर स्पर्श, चव, वेदना यासारख्या उद्दीपनांमुळेही उद्दीपित होतात.

आपण बघितलं की $30-35^{\circ}$ से. तापमाना दरम्यान थंडावा व उष्णताग्राही

तापमान आणि थंडावाग्राही पेशींनी प्रति सेकंद प्रमाणात पाठवले गेलेले संदेश यांचा आलेख



दोन्ही प्रकारच्या पेशी सक्रीय असतात व मेंदूला संदेश पाठवण्याचं आपलं काम करत असतात. ह्या दोन्ही प्रकारच्या पेशींकडून येणाऱ्या संदेशांचं एकत्रीकरण करूनच आपल्याला काही धोका नाही ना हे मेंदू ठरवतो. १८ ते ४५° से. च्या दरम्यान तापमान असेल, तर काही पेशी स्थिर गतीने संदेश पाठवतात. तापमान बदलायला लागलं तर संदेशांची वारंवारता बदलते. हा बदल सुरुवातीचं तापमान काय असतं आणि ते कितीने बदलतंय यावर अवलंबून असतो. तापमान कमी होत असताना ते ०.१५ डिग्री कमी झाले तरी तो फरक पेशींना जाणवतो पण तापमान वाढ मात्र १ डिग्री वाढल्यानंतरच कळते.

उष्णताग्राही चेतापेशींचा एक वेगळाच गुणधर्म आपण आता पाहू. हा मानवी दुनियेत विशेष महत्त्वाचा आहे. माणसांच्या संदर्भात कोणत्याही संवेदनाग्राही पेशींचं वर्गीकरण दोन प्रकारे करतात. एक म्हणजे त्यांच्यामुळे

आपल्याला कोणता अनुभव येतो आणि दुसरं म्हणजे जैव रासायनिक दृष्टीने त्या कोणती संवेदना ग्रहण करतात. पेपरमिट किंवा मेंथॉल आणि मिरचीत असणाऱ्या कॅप्सिसिन ह्या रसायनांच्या मदतीने आपण ही संकल्पना समजून घेऊ.

त्वचेवर जेव्हा पेपरमिट (मेंथॉल) चा स्पर्श होतो तेव्हा थंडावाग्राही चेतापेशी उद्दीपित होतात. अनुभवाच्या दृष्टीनं विचार केला तर ह्या तापमान संवेदनाग्राही चेतापेशी असतात. परंतु जैव रासायनिक प्रक्रियेनुसार त्या रसायनांमुळे उद्दीपित होणाऱ्या पेशी असतात. मिरचीमधल्या कॅप्सिसिन ह्या रसायनामुळे असंच काहीसं घडतं. कॅप्सिसिनमुळे उष्णताग्राही पेशी उद्दीपित होतात आणि त्वचेची आग/दाह झाल्याचा अनुभव आपल्याला येतो. मेंथॉलमुळे थंडावाग्राही पेशी सक्रीय होऊन थोड्याशा जास्त तापमानाला संदेश देणं सुरू करतात.

उष्ण व थंड संवेदनाग्राही चेतापेशी अनेक

प्रकारच्या असतात. आणि त्या वेगवेगळ्या तापमानाला सक्रिय होतात हे तर आपण पाहिलं. पण काही थंड संवेदनाग्राही पेशींचं वर्तन थोडंसं विचित्र असतं. ह्या पेशी तापमान कमी झाल्यावर तर संदेश पाठवतातच शिवाय जास्त तापमानाला (४५°Cच्या वर) सुद्धा संदेश पाठवायला लागतात. थंडावाग्राही पेशींची संदेश पाठवण्याची गती उष्णताग्राही पेशींपेक्षा जास्त असते. त्यामुळे जास्त गरम पाण्यात हात घातल्यावर सुरुवातीला क्षणभर गार वाटतं आणि काही वेळाने पाणी गरम लागतं. कडकडीत पाण्याने अंधोळ करताना पहिला तांब्या अंगावर घेतल्या घेतल्या आधी जोरदार थंडी वाजल्याचे तुम्हाला आठवेल.

गंमतीची गोष्ट अशी की संवेदनाग्राही पेशी वेगवेगळ्या उद्दीपनांमुळे सक्रिय होऊ शकतात. मिरची आणि मेंथॉलच्या उदाहरणावरून आपण बघितलं की तापमान संवेदनाग्राही पेशी रसायनांमुळेही उद्दीपित होतात. काही अपवाद वगळता, जवळजवळ सर्व ग्राही चेतापेशी एकापेक्षा जास्त उद्दीपनांमुळे सक्रिय होतात. त्यांना पॉलीमॉडेल (बहुप्रतिरूपी) ग्राही पेशी म्हणतात.

स्पर्श व दबावाच्या काही ग्राही पेशी यांत्रिक उद्दीपनांमुळे (उदा. दाबणे, चिमटा काढणे, पिरगळणे) आणि थंडाव्याच्या संवेदनेमुळेही उद्दीपित होतात. याच कारणामुळे थंड वस्तू थोडीशी जड लागते.



कारण थंडावाग्राही पेशींबरोबरच तिथे या बहुप्रतिरूपी ग्राही पेशीदेखील संदेश पाठवायला लागतात.

मिरची खाल्ल्यावर तोंडाची आग होते तेव्हा आपल्याला वाटतं की ही आग मिरचीच्या स्वादामुळे होते. परंतु मिरचीमधलं कॅप्सिसिन हे अत्यंत उष्णतेमुळे उद्दीपित होणाऱ्या ग्राही पेशींना सक्रिय करतं. मेंथॉलमुळे थंडाव्याचा आणि मिरचीमुळे आगीचा अनुभव येणं हीच खरं तर शरीरक्रियेतील गफलत असते. जी धोक्याची घंटा असते तिला, आपण मात्र आपल्या जिभेची चटक बनवली आहे.



लेखक: **सुशील जोशी**, एकलव्य द्वारा संचालित स्रोत सेवा फीचर मध्ये कार्यरत विज्ञान शिक्षण व लेखनात रुची.

अनुवाद : **वैशाली डोंगरे**, प्रयास आरोग्य गटात सहभागी.

पैशाची पलटण

लेखक : कालुराम शर्मा • अनुवाद : ज्योती देशपांडे

पावसाळा आपल्याबरोबर कितीतरी सुंदर गोष्टी घेऊन येतो. निसर्गामध्ये कित्येक बदल घडवून आणतो. उन्हाळ्यातल्या उष्णतेपासून वाचण्यासाठी जे जीव जमिनीमध्ये बीळ करून लपतात, ते जीव पावसाबरोबर तिथून बाहेर यायला लागतात. आपल्याला आसपास वेगवेगळे किडेमकोडे दिसायला लागतात. यातलाच एक आहे, लांबडा, बहुपाद पैसा. यालाच मंडाळी असे म्हणतात. खरं म्हणजे हा किडाही नाही आणि मकोडाही नाही. किड्यांना सहा पाय असतात. पण मंडाळीला तर खूप जास्त पाय असतात.

शेतात, बागेमध्ये, मैदानावर कुठेही हा प्राणी हळूहळू पुढे सरपटताना दिसतो आणि त्याला जरा जरी स्पर्श केला तर लगेच शरीराची गुंडाळी करून घेतो. लहान मुलं

या प्राण्याशी खेळताना आपण नेहमीच पाहतो. काही मुलं तर त्याला चक्रे खिशात ठेवूनच फिरत असतात. कारण हा प्राणी निरुपद्रवी आहे. हा चावत नाही आणि भयानक दिसला तरी घाबरवतही नाही. मंडाळीला कधी स्पर्श करून पाहिलात का? ती गुळगुळीत पण कोरडी असते.

पावसाळा सुरू झाला की हा प्राणी दिसू लागतो आणि पावसाळा संपायच्या आधीच जमिनीत शिरून बसण्यासाठी बीळ तयार करायला लागतो. जसजसा गवताचा रंग बदलायला लागतो तसतशी मंडाळी आपली जागा बदलण्यास सुरू करते.

मंडाळीला अनेक नावे आहेत. मध्यप्रदेशातील मलावा-निमाड येथे ती तेलन या नावाने ओळखले जाते तर बुंदेलखण्डात



तिला गिंजाई असे म्हणतात. इंग्रजीत तिला मिलीपीड म्हणतात. मंडाळीचं शरीर गोल गोल अशा अनेक भागांनी बनलेले असते. तुकड्या तुकड्यांनी जोडलेला प्राणी बघायचा असेल तर मंडाळी हे एक चांगलं उदाहरण आहे.

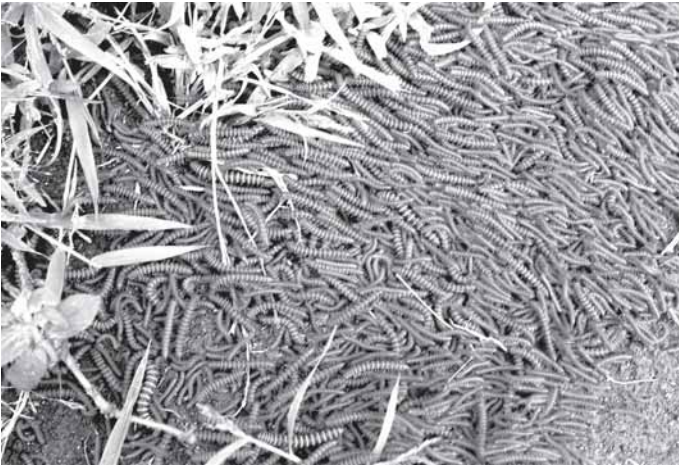
गडद मातकट रंगाची मंडाळी उन्हात छान चमकताना दिसते. काही मंडाळी लाल रंगाच्या असतात. मंडाळीच्या जवळजवळ ८००० प्रजाती आहेत, त्या जगभर पसरलेल्या आहेत. मंडाळीची लांबी दोन मि.मी. पासून २८ सें.मी. पर्यंत असू शकते. शरीरामधील गोल भागांच्या (खंडांच्या) संख्येतही फरक असतो. हे खंड लांबीप्रमाणे कमी जास्त असू शकतात. कमीतकमी अकरापासून शंभरपर्यंत कितीही खंड असू शकतात.

प्राणिसृष्टीमध्ये मंडाळी बहुपाद प्राणी म्हणूनच प्रसिद्ध आहे. मंडाळीकडे लक्षपूर्वक बघितलं तर कळेल की सुरुवातीच्या खंडामधे

एक जोडी पाय असतात; पण त्या मागील खंडामधे प्रत्येकी दोन जोड्या पाय असतात. शेवटच्या २/३ खंडामधे पाय नसतात, मागचा तो भाग थोडा शेपटीसारखा असतो.

मंडाळीचं चालणं फार मजेशीर आहे. ती स्वतः खूप हळूहळू सरकताना दिसते. पण तिच्या पायाची हालचाल भराभर होत असते. इतक्या सगळ्या पायांमुळेच तिची गती कमी होत असावी.

मंडाळी राहण्यासाठी ओलसर अशी जागा शोधते. जिथे पालापाचोळा कुजत असेल अशा ठिकाणी राहणं तिला आवडतं. तिच्या त्वचेवर तेलकटपणा नसतो. त्यामुळे शरीरात पाण्याच्या कमतरतेची भीती कायम असते. म्हणून शक्यतो ती ओलसर जागेतच राहते. बहुतेक मंडाळी शाकाहारी असतात. मऊसर पानं किंवा कुजत असलेली पानं, फळं, फुलं यावर त्या आपला उदरनिर्वाह करतात.





काही मंडाळी एकावर एक अशासुद्धा प्रवास करतात. पावसाळ्यामध्ये मंडाळींच्या झुंडी इकडेतिकडे फिरताना दिसतात. मंडाळींचे हे पुंजके एकाच दिशेने सरकत असतात.

मंडाळीची मादी ओलसर कुजलेल्या पानांमध्ये अंडी घालते, एकावेळी शंभरपर्यंत. काही मंडाळी जमिनीच्या आतदेखील अंडी घालतात. कुजलेल्या पानांच्या उबेमध्ये ती अंडी उबतात. आणि पिल्लं बाहेर येतात; पण अंडी उबण्यासाठी मध्ये काही आठवडे जावे लागतात.

समोर काही धोका वाटला तर मंडाळी

आपल्या शरीराचे वेटोळे गुंडाळून घेते आणि आपले पाय आत सुरक्षित ठेवते. मंडाळीची चालण्याची गती फारच हळू असते. काही धोका समोर दिसला तरी ती डंख मारणे, चावणे असा प्रतिकारही करू शकत नाही. मात्र अशावेळी त्यांच्या शरीरातून एक स्राव पाझरतो. त्यामुळे काही किडे मरतात. त्या स्रावामध्ये आयोडीन, आम्ल आणि क्विनाईन असते.

होशंगाबाद विज्ञान या पाठ्यपुस्तकात 'जंतुओंकी दुनिया' नावाचा धडा आहे. त्याखाली गृहपाठ आहे- निरीक्षण करून मंडाळीच्या पायांची संख्या मोजा. हा गृहपाठ करायला मुलांना धमाल येते.



हिंदी संदर्भ अंक ७९ मधून साभार

लेखक : कालुराम शर्मा, अझीम प्रेमजी फाऊंडेशन, उत्तराखंड येथे कार्यरत. विज्ञान आणि फोटोग्राफीमध्ये रुची.

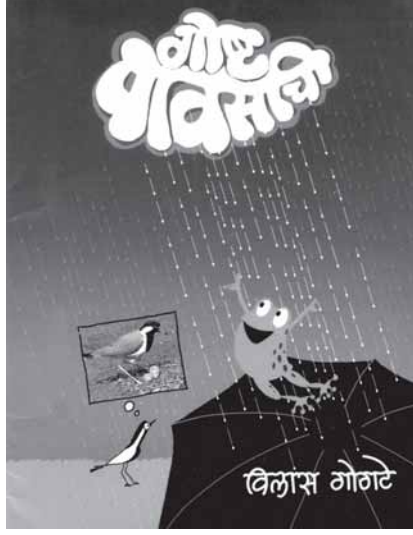
अनुवाद : ज्योती देशपांडे

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

हिंदी संदर्भची वार्षिक वर्गणी
रुपये १५०/- आहे.

पत्ता : एकलव्य, ई-१०, बीडीए कॉलनी,
शंकर नगर, शिवाजी नगर,
भोपाळ ४६२०१६ (म.प्र.)



पुस्तक परिचय : यशश्री पुणेकर

सुडूीत गावी गेल्यावर तिथे डोंगरदऱ्यातून, शेतातून फिरताना मुलांनी छोट्या छोट्या गोष्टीतून, निरीक्षणातून अनेक महत्वाच्या बाबी कळाव्या, निसर्गाच्या निरीक्षणाची, निसर्ग वाचनाची गोडी त्यांना लागावी या हेतून विलास गोगटे यांनी 'गोष्ट पावसाची' हे पुस्तक गोष्टीरूपात लिहिले आहे. पावसाचे आगमन कधी होईल, त्याचे प्रमाण किती असेल याचे अंदाज निसर्ग निरीक्षणातून करता येतात. त्याचप्रमाणे बीज प्रसारणासाठी झाडांमध्ये असलेली वैशिष्ट्ये, अनुकूलन तसच निसर्ग संतुलनामध्ये कार्यरत असलेल्या किडे पाखरांची माहितीही यात रंजकतने दिली आहे. नैऋत्य मौसमी अर्थात मान्सून बदल एक स्वतंत्र छोटा लेख आहे. लेखक

भारतीय प्राणी सर्वेक्षण संस्थेमध्ये ज्येष्ठ शास्त्रज्ञ म्हणून काम करत. भारतातील अनेक निसर्ग परिचय संग्रहालय उभारण्यात त्यांचा महत्वाचा सहभाग होता. यमुना बायोडायवर्सिटी आणि अरवली बायोडायवर्सिटी पार्कचे ते प्रमुख सूत्रधार होते. आजही ते निसर्ग अभ्यास आणि पर्यावरण संरक्षणाच्या क्षेत्रात कार्यरत आहेत. अगदी साध्या निरीक्षणातून पर्यावरणाची माहिती मिळवण्यासाठी हे छोटंसं पुस्तक आवर्जून वाचावं. पुस्तक वाचता वाचता विचार करावा असे काही प्रश्न पुस्तकात चौकटीत दिले आहेत. सहज बोलताना विचारलेले ते प्रश्न अधिक माहिती मिळवायला उद्युक्त करतात.

लेखक : विलास गोगटे • प्रकाशक : ऊर्जा प्रकाशन • किंमत : ३५ रुपये

गोष्ठ पावसाची

(पुस्तक अंश)

डोंगरावर एका मध्यम आकाराच्या बोरीच्या झुडपावर मी प्लॉस्टिक कापड पसरलं. ते उडून जाऊ नये म्हणून काट्यात अडकवलं. जवळच उघड्या जमिनीवर तीन-चार इंच उंचीच्या दोन काड्या रोवल्या व त्यावर प्लॉस्टिकच्या पिशवीचं कापड तंबूसारखं पसरलं. ते उडून जाऊ नये, म्हणून चारी बाजूला दगड लावले. ह्या कामात मुलांची मदत झाली, पण हे सगळं का करतोय हे मी सांगितलं नाही.

सकाळपर्यंत मुलांची उत्सुकता शिगेला पोहोचली होती. मुलं लवकर उठून तयार होती. तिथे गेल्यावर पाहिलं तर, तंबूसारख्या कापडाच्या आत पाण्याचे थेंब दिसत होते, तसेच बोरीवर पसरलेल्या कापडावर पण. रुचिरला त्याचा अर्थ कळला होता, म्हणून तोच दोघांना म्हणाला, “अरे, जमिनीवरच्या कापडाखाली साचलेले पाण्याचे थेंब जमिनीत असलेल्या पाण्याच्या बाष्पीभवनामुळे, तर बोरीवर पसरलेल्या कापडाखाली एकत्रित पाण्याचे थेंब झाडांच्या पानांनी सोडलेल्या पाण्याची वाफ झाल्यामुळे. पानांमधून सोडलं जाणारं बाष्प व जमिनीत असलेले पाणी सूर्याच्या उन्हात बाष्प बनते व हे सर्व रात्रीच्या थंड हवेत गोठतं व त्याचं दंव बनतं.”

आज जिथे पिण्यासाठी पाणी मिळत नाही, तिथं ह्या नैसर्गिक तत्वाचा उपयोग करून पाणी एकत्रित केलं जातं. त्यावर गुजराथ व राजस्थानसारख्या वाळवंटी प्रदेशात बरेच प्रयोग झालेले आहेत. ही माहिती मुलांना मजेशीर वाटली. म्हणून मी त्यांना रात्री छोटी चित्रफीत दाखवण्याचं कबूल केले. कारण आज पिण्याच्या पाण्याचा फार मोठा प्रश्न उभा आहे. वाळवंटी भाग व समुद्र किनाऱ्यावर, गोडं पाणी मिळणं अशक्य आहे अशा ठिकाणी दंवसंचयाचे प्रयोग होत आहेत.

परत येताना वाऱ्याचा जोर वाढला होता व त्या वाऱ्यावर भिरभिरणारा म्हातारीचा कापूस पाहून अरूला गंमत वाटत होती. ती त्यांना पकडण्याचा प्रयत्न करत होती. जवळच्या बोरीच्या झुडपांत अडकलेला



पुंजका मला दिसला. तो अलगद काढून मी मुलांना जवळ बोलावलं. त्या पुंजक्यात चारपाच चॉकलेटी रंगाच्या बिया व प्रत्येक बीच्या डोक्यावर अनेक रेशमी धाग्यांचा तुरा होता. बी अलगद धरून मी जोरात फुंकर मारली. हेलकावे खात बी उडाली व थोड्या अंतरावर जाऊन पडली. मुलांना एक नवा खेळ मिळाला, पण 'हे असं का?' हा प्रश्न आला नाही. खेळण्याच्या नादात असल्यामुळे असेल, पण ते त्यांना समजवावं असं मला वाटलं.

मी म्हटलं, "चला, हा म्हातारीचा कापूस आला तरी कुठून? आपण शोधू या." थोड्याच वेळात संचित म्हणाला, "आबा, हा कापूस बहुतेक समोरच्या भल्या मोठ्या झाडावरचा असावा." खरंच तो सावरीचा वृक्ष होता व

त्यावर असलेल्या

बोंडामधून कापूस बाहेर पडत होता. आता मात्र त्यांचं कुतूहल वाढलं होतं व 'हे असं का?' हा प्रश्न त्यांनी विचारला.

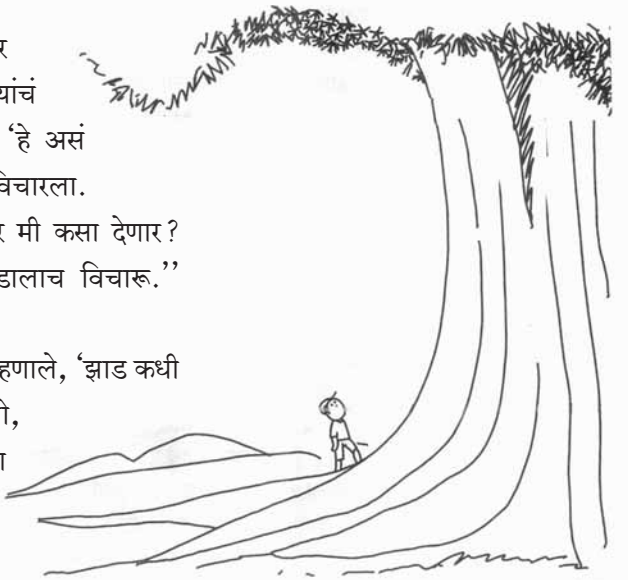
"ह्या प्रश्नाचं उत्तर मी कसा देणार? चला, आपण त्या झाडालाच विचारू." मी म्हणालो.

तिघेही एका सुरात म्हणाले, 'झाड कधी बोलतं का?' मी म्हणालो, "चला, जाऊन बघू या तर खरं." सावरीचा वृक्ष फारच मोठा होता.

त्याच्या बुंध्याचा घेर तीन-चार फुटांपेक्षा अधिकच व उंची साठसत्तर फुटांपेक्षा जास्त होती. मी विचारलं की, "एवढा मोठा वृक्ष म्हणजे त्याची मुळं दूरवर गेली असणार; अन् त्याला आवश्यक असं अन्न-पाणी पण मोठ्या प्रमाणात लागत असणार. हो ना?"

रुचिर पटकन म्हणाला, "आबा, मला कळलंय तुम्ही काय सांगताय. ह्या झाडाला त्याच्याजवळ त्याच्यासारखी दुसरी झाडं नको आहेत, नाही तर त्यांना सर्वानाच त्रास होणार." त्याचं म्हणणं अगदी बरोबर होतं व ही गोष्ट झाडाला जवळून पाहिल्यावरच समजली.

प्राणी इतरत्र फिरू शकतात व त्यांना आवश्यक अशा अन्न-पाण्याच्या शोधात दूरवर सहजपणे जाऊ शकतात. पण वनस्पती



एका ठिकाणीच उभ्या असतात. अशा परिस्थितीतून मार्ग काढण्यासाठी वनस्पती वेगवेगळे उपाय योजतात. मोठ्या वृक्षाच्या बिया त्याच्याच जवळ पडून रुजल्या, तर त्या वाढू शकणार नाहीत. त्यांना पुरेसं अन्न-पाणी मिळणार नाही. म्हणूनच आपल्या बिया दूरवर पोहोचवण्याचे वेगवेगळे उपाय वनस्पती शोधत असतात. म्हातारीचा कापूस हा पण त्यातलाच एक प्रकार.

मुलांना हा प्रकार अधिक सहजपणे समजावा म्हणून मी त्यांना एक प्रश्न विचारला, “आपण आंबा खातो नी कोय फेकून देतो. पाऊस पडला की, ह्या कोयी रुजतात व आंब्याच्या रोपांना जन्म देतात. सुरुवातीला नवजात रोपाला मदत म्हणून कोयीच्या रूपात आईनं दिलेली शिदोरी असतेच. मग आंब्याच्या फळात एवढा गोड रस भरण्याचं कारण काय? अन् आंबा पावसाळ्याच्या सुमारासच का येतो?”

मुलांना मुद्दा लक्षात आला होता. संचित म्हणाला, “आबा, आंब्याचं झाड फार हुशार म्हणायचं. कारण आपल्याला गोड रसाचं आमिष दाखवून ते स्वतःच्या बिया दूरवर पोहोचतील याची खात्री करून घेतं. त्यांना वाढायची संधी मिळावी म्हणून फळं पावसाच्या आधी तयार करतं.” म्हणूनच बहुतेक झाडांना या सुमारालाच फळं येतात.

आंबे तयार करण्यासाठी खूप ऊर्जा लागते, त्यामुळे झाड जास्त प्रमाणात आंबे बनवत नाही, पण त्यातल्या बिया दूरवर

पोहोचतील व नव्या रोपांना जन्म देतील ह्याची खात्री बाळगून असते.

पण त्याच्याविरुद्ध सावर. सावरीच्या एका फळात शेकडो लहान लहान बिया असतात. त्यांना दूरवर पोहोचवण्यासाठी सावर एक वेगळाच उपाय करते. बियांना चिकटलेले रेशमी तंतू त्यांना हवेबरोबर तरंगायला मदत करतात. बऱ्याचशा बिया योग्य जागा न मिळाल्याने वाया जातात, पण काही नशीबवान बिया नव्या रोपांना जन्म देतात व त्याद्वारे नवी पिढी तयार होते.

त्या दिवशी रात्री मुलांनी वेगवेगळ्या वनस्पती व प्राण्यांचे फोटो पाहात अनेक प्रश्न विचारले. त्यांच्या मनात निसर्गाबद्दल निर्माण झालेली आस्था पाहून बरं वाटलं.

मुलांनी कोणते प्रश्न विचारले असतील? आपल्या बिया रुजाव्यात, रोपं तयार व्हावीत याच्यासाठी झाड वापरते, त्यातले दोन मार्ग इथं सांगितलेत. आणखी कोणत्या युक्त्या तुला ठाऊक आहेत? तू झाड असतास, तर काय केलं असतंस?

घराजवळच्या माळावर पळस, जांभूळ, बाभूळ, सावर अशी बरीच झाडं आहेत. बोरीची झुडपं अन् निवडुंगाचं एक बेट देखील आहे. ते पाहून “निवडुंगाला पानं कमी का व काटे जास्त का?” हा अरुबाईचा प्रश्न आलाच.

आज सर्व मोठ्या शहरांत पाण्याची कमतरता आहे व म्हणून बऱ्याच ठिकाणी

नळाला पाणी थोडा वेळच असतं. मुलांना ह्याची पूर्ण कल्पना होती. रुचिर म्हणाला, “कधी कधी आम्ही भांडी पाण्यानं भरून ठेवतो आणि पाणी जपून वापरतो.”

मी त्याला म्हटलं की, “निवडुंग पण असंच करतो. तो कोरड्या हवामानात, खडकाळ जमिनीत येतो. तिथं पाणी खूप कमी असतं, म्हणून तो पाणी काळजीपूर्वक वापरतो. जेवढी पानं जास्त, तेवढं बाष्पीभवन होण्याची शक्यता जास्त. म्हणून निवडुंगाच्या पानांनी काट्याचं रूप धारण केलं. एवढंच नाही, तर त्याच्या खोडावर असलेला मेणाचा थर आतलं पाणी साठवून ठेवायला मदत करतो. या थरामुळेच निवडुंग तुकतुकीत दिसतो. त्याच्या काट्यांमुळं प्राणीसुद्धा त्याला खात नाहीत.”

पावसाचे भाकित

जवळच पळसाच्या झाडाच्या चहूबाजूला त्यांच्या शेंगांचा सडा पडला होता. साधारण वीतभर लांबीच्या शेंगा

वाऱ्याबरोबर उडत होत्या, पण जास्त लांब जात नव्हत्या. पळस फेब्रुवारी-मार्च महिन्यात फुलतो व त्याच्या शेंगा पावसाच्या सुमाराला वाळून तयार होतात. मी मुलांना थोड्या शेंगा गोळा करायला सांगितल्या. कारण या शेंगांचं निरीक्षण करून आपण पुढे येणाऱ्या पावसाचा अंदाज बांधू शकतो.

पळसाच्या प्रत्येक शेंगेत एकच बी असते. पण बीच्या आकारावरून आणि शेंगेत ती कोणत्या जागी आहे यावरून होणाऱ्या पावसाबद्दल बरंच काही सांगता येतं. सुटूढ देठ व देठाच्या जवळच्या भागात असलेली मोठी बी हे लवकर सुरू होणाऱ्या अन् चांगल्या पावसाची ग्वाही देतं. आम्ही गोळा केलेल्या प्रत्येक शेंगेत बिया टपोऱ्या आणि देठाजवळ होत्या. ही लवकर येणाऱ्या पावसाची नांदीच होती.

जर बी शेंगेच्या मध्यावर असेल, पण तर पाऊस थोडा उशीरा येतो. तर तीच एकदम टोकाला असली, तर पाऊस उशिरा येण्याची शक्यता दर्शवते. लवकर पाऊस येणार म्हटल्यावर सगळी बालचमू खूश झाला.

गावच्या रस्त्याजवळ बहाव्याची काही झाडे आहेत. बहाव्याला बहर आला की संपूर्ण जाड पिवळ्या फुलांनी भरून जातं. बहर साधारणपणे मार्च-एप्रिल महिन्यात



असतो. बहाव्याचा बहर अन् पुढे येणाऱ्या पावसाचं एक गणित आहे. बहावा पूर्ण बहरल्यापासून ४५ दिवसांनंतर पावसाळ्याची सुरुवात होते. ह्या वर्षी बहाव्याचा बहर जरा लवकर म्हणजे २० एप्रिलला आला. म्हणजे बहाव्याच्या हिशोबानं ४-५ जूनला पावसाळा सुरू व्हायला हवा. पळसाचं पण तेच मत दिसत होतं.

सकाळी फिरतांना पळसाची पानं तोडून आणणे हा आमचा नियमित कार्यक्रम असायचा. घरी आल्यावर त्या पानांच्या पत्रावळी व द्रोण बनवायला मुलांना आवडायचं. पाहुणे आले की पत्रावळी उपयोगी पडतात. वापरलेल्या पत्रावळी खड्ड्यात टाकल्या, तर काही काळात त्यांचं खत बनतं. शिवाय भांडी घासायला लागणारं पाणी व साबण वाचतो, तो वेगळाच. पण पत्रावळी बनवून घेण्यामागचं खरं कारण म्हणजे मुलांना निसर्गानुरूप जीवनशैलीची ओळख व्हावी हे होतं.

आता त्यांना निसर्गवाचनाची आवड लागली होती व त्यामुळे त्यांचे प्रश्न पण वाढले होते. जवळपास वेगवेगळे पक्षी दिसत व त्यांची माहिती सांगणे माझ्या पण आवडीचा भाग आहे. आता त्यांना बरेच पक्षी ओळखता यायला लागले होते व त्याचबरोबर त्यांचे आवाजसुद्धा. एक दुर्बीण व तीन मुले म्हणजे वाद आलाच! नवा आवाज ऐकल्यावर



तर प्रत्येकाला दुर्बीण हवी असायची. त्या दिवशी त्यांनी वेगळा आवाज ऐकला, पण पक्षी कोणता हे न कळल्याने ते माझ्याकडे आले. मी त्यांना म्हटलं, “न भांडता लक्षपूर्वक आवाज ऐकायचा प्रयत्न करा. बघा तो पक्षी काय म्हणतोय? ‘पेरते व्हा’ ‘पेरते व्हा!’ म्हणजे हा पक्षी शेतकऱ्यांना सांगतोय की, आता लवकरच पाऊस येणार



म्हणून शेतात कामाला लागा.”

मी त्यांना पुस्तकातलं त्या पक्ष्याचं चित्र दाखवलं. काळ्यापांढऱ्या रंगाचा तो पक्षी कोकिळेएवढाच पण डोक्यावर काळा तुरा असलेला, ब्लॅक क्रेस्टेड कूक्कू होता. पक्षी लांब शेपटीचा म्हणजे त्याला पाहायला दुर्बीणीची गरज नव्हती. थोड्याच वेळात घरामागच्या चिंचेवर तो सापडला.

एक नवा पक्षी पाहिल्याचा आनंद त्यांना झाला होता, पण त्यांना त्याच्याबद्दल जास्त माहिती सांगावी असंही मला वाटलं. आपल्याकडे शेतकरी त्याला फार महत्व देतात, कारण ह्या पक्ष्याचा संबंध पावसाशी आहे. हा स्थलांतरीत पक्षी आफ्रिकेतून पावसाळी वाऱ्यांच्याबरोबर आपल्याकडे येतो. म्हणजेच त्याचं दर्शन हे येणाऱ्या पावसाची नांदीच नाही का?...

डोंगरउतारावर धावता धावता अरुबाई दगडावरून घसरून पडली. मला वाटलं की, ती आता भोकाड पसरणार. पण तसं न होता ती जमिनीकडेच पाहात होती. मी

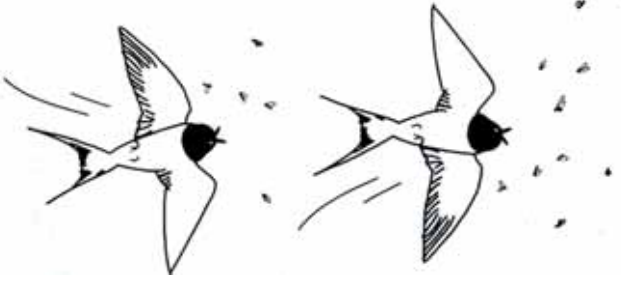
जवळ गेल्यावर दिसलं की, दगडाजवळ निपचित पडलेला एक बेडूक होता व तिरं सर्व लक्ष त्या बेडकाकडंच होतं. मी तिला विचारलं की, तुला लागलं तर नाही?

तेव्हा ती म्हणाली, “आबा मला लागलं नाही, पण माझ्यामुळे दगडाखालचा हा बेडूक मेला. आता मला देवबाप्पा शिक्षा करेल.”

मी त्या बेडकाला जवळून पाहिले व तिला म्हटलं, “तुझ्या पाण्याच्या बाटलीतलं थोडं पाणी ह्याच्या अंगावर टाक.” अंगावर पाणी पडताच त्या बेडकाची हालचाल सुरू झाली. खरं तर तो बेडूक चिरडला गेला नव्हता. बेडूक पाण्याशिवाय किंवा ओलाव्याशिवाय राहू शकत नाहीत. उन्हाळ्यात पाण्याची डबकी आटली की, हे बेडूक एखाद्या ओलाव्याच्या जागी जवळजवळ तीन-चार महिने लपून बसतात. तसं म्हटलं, तर ती कुंभकर्णाची झोपच! ह्या काळांत फक्त श्वास घेण्यापलीकडे ते काहीच करत नाहीत. आधी साठवलेली अंगातील चरबी त्यांना जीवनावश्यक ऊर्जा देते व पाऊस येईपर्यंत झोपणं शक्य होते. हा बेडूक त्यापैकीच एक होता हे ऐकून अरुताई खूष झाल्या.

दुपारनंतर पोरं घरामागच्या ओढ्याकाठी भटकत होती. त्यांना काही पक्षी आपल्या चोचीत माती घेताना दिसले. ती धावतच





असतं. तोंड उघडलं तर तोंडात डास जाण्याची शक्यता असते, पण पाकोळ्या मात्र उलट चोच उघडी ठेवून उडतात. ते का?” हा प्रश्न ऐकून रुचीर म्हणाला, “आबा, हे पक्षी उडता उडता डास

माझ्याकडे आली. संचीत म्हणाला, “आबा, तू संगितलंस की पाकोळ्या हवेत उडणारे डास व इतर कीटक खातात, पण तिकडे ओढ्याकाठी तर त्या चक्र माती खातायत!”

दुर्बीण घेऊन मी त्यांच्यासोबत गेलो. खरचं, दहा-बारा पाकोळ्या आपल्या लहानग्या चोचीत ओली माती घेऊन जात होत्या. त्या ओढ्यावरच्या पुलाखाली जाताना दिसत होत्या, म्हणून आम्ही त्या पुलाखाली पाहण्याचं ठरवलं.

चोचीत आणलेली माती ते पक्षी पुलाखालच्या भागाला कुशल गवंड्यासारखी थापत होते. गोल वाटीसारखी दहा-बारा घरटी दिसत होती. मी मुलांना थोडं लांबून त्यांचं निरीक्षण करायला सांगितलं. लहान लहान गवताची पाती व माती वापरून बनवलेली घरटी अगदी एकसारखी दिसत होती. नरमादी दोघे मिळून घरटं बनवत होते. पुढचे दोन-तीन दिवस पोराना निरीक्षणाला एक नवा विषय मिळाला.

संध्याकाळच्या सुमारास ओढ्याजवळच्या तारेवर त्यांचं रांगेत बसणं व मधूनच ओढ्याच्याकाठी डासांचं राज्य

खात असावेत.”

पाकोळ्या हवेत उडणारे डासांसारखे किडे कातात. पावसाळ्यानंतर अनेक ठिकाणी पाणी साठतं व डास वाढतात. म्हणून त्यांच्यावर जगणाऱ्या पाकोळ्या पावसाच्या सुमारास घरटी करतात. म्हणजे होणाऱ्या पिल्लांना अन्न मुबलक असावं. पावसाचा व पिल्लांचा संबंध असल्याकारणाने त्यांची संख्या पावसावर अवलंबून असते. पाकोळ्या साधारणपणे ३ ते ७ अंडी देतात. जेव्हा पाऊस कमी पडण्याची शक्यता असते, तेव्हा प्रत्येक घरट्यात फक्त ३ अंडी असतात. पावसाचं प्रमाण साधारण असेल तर संख्या ५ असते व अधिक असल्यास ७ अंडी असतात. पाकोळ्या आपली घरटी पावसाच्या थोडे दिवस आधी बांधतात, म्हणजे पाकोळ्यांच्या माध्यमातून निसर्ग पुढे होणाऱ्या पावसाचा अंदाज सांगत असतो.

हा पाकोळ्या व डासांचा संबंध, तसेच पाकोळ्यांतर्फे निसर्गाकडून पावसाबद्दल दिला जाणारा संदेश मुलांना समजला, याचा आनंद झाला.



नैऋत्य मोसमी अर्थात मान्सून !

लेखक : विलास गोगट

आपली सगळ्यांची लाडकी उन्हाळ्याची सुट्टी! पाहुणे, सहली-ट्रीपा, आंबे, आईस्क्रिम आणि शाळा नाही! ती संपत आली की मे महिन्याच्या शेवटी शाळेचे वेध लागतात, परत शाळा आवडायला लागते. नवी वहद्या-पुस्तकं, सॅक-दप्तरं... त्याबरोबर दुसऱ्या एका गोष्टीची आपण वाट बघायला लागतो, ती म्हणजे पावसाळ्याची.

पण हा जून महिन्यात (बहुतेकदा) सुरू होणारा पाऊस हे आपल्या भारतीय उपखंडाचं वैशिष्ट्य आहे, हे तुम्हाला ठाऊक आहे का? कारण जगात काहीकाही ठिकाणी दररोज पाऊस पडतो, तर काही भागात दोन-तीन वर्षांत एकदा. जून ते ऑक्टोबर असा नियमित पाऊस आपल्या इथंच पडतो. आपल्या भारतात आजही ६०% माणसं थेटपणे शेतीवर अवलंबून आहेत; आणि ही शेती योग्य वेळी पुरेसा पाऊस पडण्यावर. म्हणूनच या पावसाला आपल्या देशात फार महत्त्व आहे. आपले सण-वार, खाणं-पिणं सगळं या ऋतूशी जोडलेलं आहे.

म्हणूनच हा पाऊस कधी सुरू होईल, तो किती पडेल, पुरेसा होईल की नाही याची काळजी सगळ्यांना असते. तो पुरेसा झाला नाही तर अन्नधान्याचे भाव वाढतात. ग्रामीण भागातल्या माणसांना शहरात वाईट परिस्थितीत राहून जमेल तसं पोट भरायला लागतं. पुरेसा पाऊस झाला, तरी आजही

अनेक ठिकाणी जानेवारीपासून खेडेगावांमध्ये पाण्याचं पाणीसुद्धा खूप लांबून आणायला लागतं. शहरांमध्ये पाणी टंचाई, वीज कपात सुरू होते हे तुम्हाला ठाऊक असेल.

साधारण पाचव्या शतकापासून यावर विचार-संशोधन सुरू झाले. वराह मिहीर हे त्या काळातील मोठे खगोलशास्त्रज्ञ मानले जातात. ग्रह-तारे, त्यांची भ्रमणे यांची त्यांनी खूप अचूक निरीक्षणे घेतली.

पावसाळ्यापूर्वी साधारण सहा महिने आधी निसर्गात त्याची तयारी होऊ लागते. त्या काळातील हवामान, वाऱ्याचे प्रमाण, वाऱ्याचे प्रवाह व त्यांची गती आणि या सगळ्यांचे एकमेकांशी असणारे संबंध यावरून या विषयाचे शास्त्र वहार मिहीरांनी बनवले. आपल्या देशात नंतरही त्या विषयाचा अभ्यास केला. ग्रंथ लिहिले गेले. संशोधक आजही या ग्रंथांचा अभ्यास करत आहेत.

ही निरीक्षणे घेणे, त्याचे गणित मांडणे खूप अवघड होते. पण सगळ्यांना याविषयी माहिती मिळावी, यासाठी त्या काळी पंचांग वापरले जायचे. त गुजरात राज्यात या जुन्या पद्धतीवर सध्या संशोधन चालले आहे.

पण अर्थातच त्या वेळी ही निरीक्षणे स्थानिक पातळीवरच घेता यायची. माहितीची देवाणघेवाण करणेही सोपे नव्हते. शास्त्रीय तंत्रे, उपकरणे विकसीत झाली

नव्हती. त्यामुळे या अंदाजाना बऱ्याच मर्यादा होत्या.

आता हे तंत्रज्ञान खूप प्रगत झाले आहे. पृथ्वीभोवती मानवनिर्मित हजारो उपग्रह फिरत आहेत. त्यातल्या अनेकांचे काम अशी निरीक्षणे घेणे, बदलांची नोंद करणे हेच आहे. या नोंदी, निरीक्षणे जगभरातल्या हजारो प्रयोगशाळा, निरीक्षण गृहांना (Observatory) सतत पाठवल्या जात असतात. त्यावरून आता हे अंदाज पूर्वीपेक्षा बरेच अचूक सांगता येतात. पण आजही १००% अचूक अंदाज येऊ शकत नाहीत. कारण निसर्गातील सगळी कोडी आपल्याला उलगडलेली नाहीत.

आपला देश कृषिप्रधान व बहुतांश शेती पावसावर अवलंबून आहे. पावसावर ७०% लोकांचे जीवन अवलंबून आहे. पाऊस वेळेवर न पडल्यास त्याचा विपरीत परिणाम त्यांना भोगावा लागतो. पावसाला बोलावण्यासाठी अनेक ठिकाणी अंधविश्वासापोटी करण्यात येणारे वेगवेगळे प्रयोग गमतीदार आहेत.

मध्यभारतात अमरावती-अकोला भागात कोरकू जमात वास्तव्यास आहे. चांगला पाऊस पडावा म्हणून येथे पावसाळ्याच्या आधी, पाणवठ्याकाठी असलेले बेडूक शोधतात. डोक्यावर टोपली व त्यात पाला-पाचोळ्यात बेडून घेऊन मुले घरोघरी त्याच्यासाठी पाणी मागत फिरतात. प्रत्येक घरातल्या स्त्रिया प्रेमाने टोपलीवर पाणी ओततात व त्यात मुले पण

भिजतात. बेडकांचे स्वागत मुलांना गोडधोड खाऊन देऊन केले जाते. त्यानंतर मुले बेडूक नृत्य करतात व त्याबरोबर म्हटल्या जाणाऱ्या गाण्यात देवाकडे याचना केली जाते, की आम्हाला लवकर पाऊस दे.

गंगा-यमुना नद्यांच्या खोऱ्यात तसेच दक्षिणेकडे पाऊस यावा म्हणून गाढवांचं लग्न लावण्याची प्रथा आहे. हा सोहळा पण ढोलकं-वाजंत्रीच्या आवाजात थाटामाटाने साजरा केला जातो.

वैज्ञानिक दृष्ट्या या गोष्टींना कुठलाही आधार नाही, परंतु वेळेवर पाऊस न आल्यास मानवी जीवनात होणारी घालमेल आपल्याला त्यातून दिसून येते.

उन्हाळा, पावसाळा व हिवाळा असे स्पष्टपणे जाणवणारे तीन ऋतू एकेकाळी आपल्या देशात प्रकर्षाने दिसत. पण हल्ली त्यात फार मोठा बदल झालेला दिसतो. अवेळी होणारे हवामानातील बदल फार हानिकारक ठरतात. शेकडो वर्षांपासून चालत आलेली शेती परंपरा विस्कळीत होत आहे. वनस्पतींना नियमित काळात येणारी फुलं, फळं व त्यावर अवलंबून असणारं माणसांचं तसेच इतर प्राणिमात्रांचे जीवनचक्र आज संकटात सापडले आहे.

याचं एक मुख्य कारण म्हणजे मानवाच्या जीवन पद्धतीत झालेला बदल - त्यामुळे होणारे वाढते प्रदूषण व जंगलांचा न्हास. म्हणूनच प्रदूषण कमी कसे होईल. जंगले कसे टिकतील यासाठी प्रयत्न करणं ही आपल्यातल्या प्रत्येकाची हे जबाबदारी आहे.



गोष्ट पावसाची मधून साभार

पत्ते खेळताना

उन्हाळ्याच्या सुट्टीतली
एक निवांत दुपार.



पत्ते खेळत असताना...

हे काय? तुलाच कसा
गोटू येतो वर वेळी?



पण राहुल, मी पत्ते पिसले
होते. तू पाहिलंस ना?

तू त्याला पिसणं म्हणतोस?
फक्त पत्ते खालीवर केलेस...



तुला पटत
नाहीना. आपण
रोहित दादाला विचारू.



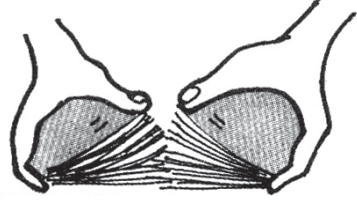
तो ब्रिज खेळण्यात पटाईत
आहे. त्याला माहिती असेल.

दादा, या साक्षीला
सांग ना. चीटींग करतेय.

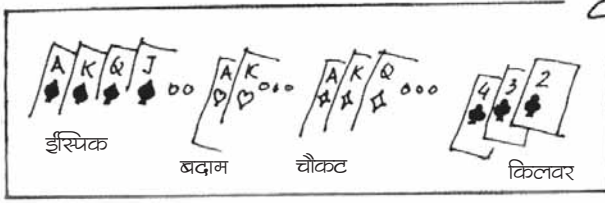


नाही रे,
मी दर वेळी पत्ते
चांगले पिसत
होते.

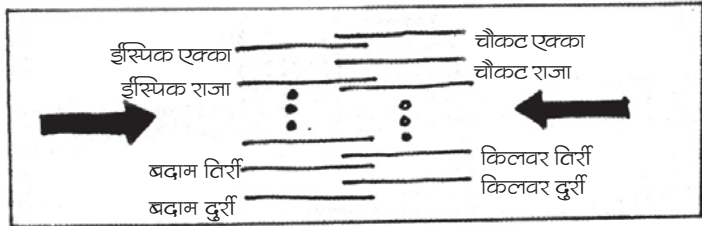
खरं म्हणजे गणितज्ञांच्या मते पत्ते चांगले
पिसले जाण्याकरता त्यांची कमीत कमी
सात वेळा कात्री करायला पाहिजे म्हणजे
ते चांगले मिसळले जातात.



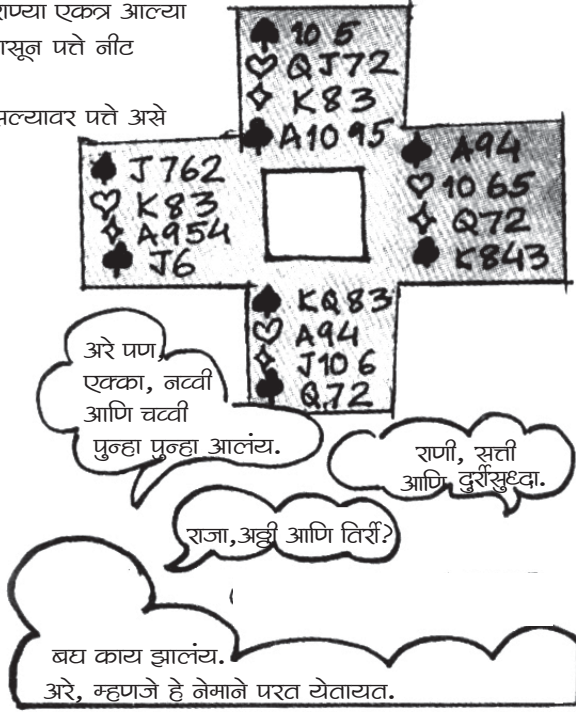
कात्री कशी करतात माहितेय ना? पत्त्यांचे दोन सारखे गळे दोन्ही हातात धरून भरकन
पानं सोडायची. चला नवा पत्त्यांचा कॅट घेऊन पाहू.



आता हे पत्ते दोन गळ्यांमध्ये मांडू. नंतर प्रत्येक गळ्यातून एक आड एक पत्ते काढून
घेऊ. आता तुमच्याकडे ईस्पिक आणि चौकटचे पत्ते एकत्र झालेत. आता पुन्हा किलवर,
बदामचे गळे घेऊन असंच करा. काय होतंय?



एकके, राजे आणि राण्या एकत्र आल्या का? तिस-यावेळेपासून पते नीट मिसळले जातात. सात वेळा असं पिसल्यावर पते असे दिसतील-



प्रण मला नीट कात्रीच करता येत नाहीये.



तुला नाहीच येणार. तुझ्याकडे पुरेशी बेशिस्त (रॅडमनेस) नाहीये. हे बघ, मी कॉम्प्युटरवर एक प्रोग्रॅम तयार केलाय. पते कसे पिसायचे ते कळेल यावरून.



तुम्ही ५२ वेळा अशा तऱ्हेने पिसलेत तर तुम्हाला परत तुमचा सुरुवातीचा पॅटर्न मिळेल.





पण मघाशी तर वू
म्हणालास की सात
वेळा पिसणं पुरेसं
आहे.



खरं तर प्रत्येक वेळेला पिसताना
एकाला एक पत्ता असं करता येत
नाही म्हणून वेगळाच नमुना
मिळतो. एक पत्ता जर नमुन्यात
मिसळला गेला, तर तो नमुना
बदलतो.

गणितज्ञ यासाठी संभाव्यतेचा सिध्दांत वापरतात. त्यांच्या
मते सात वेळा पिसलं तरी पुरेसं आहे, असे वेगवेगळे नमुने
बदलायला. निसर्गात खूप ठिकाणी असा रँडमनेस वापरला
जातो आणि त्यामुळे विविध नवनवीन गोष्टी बघायला
मिळतात. नाहीतर सगळ्या गोष्टी एकसारख्याच दिसल्या
असत्या. सगळी झाडं सारखी, सगळे प्राणी सारखे, मग
काय मजा?



हो ना. मीपण या राहुलसारखी
दिसले असते. मला नसतं
आवडलं.



जंतर मंतर जाने. फेब्रु. २०१२ मधून साभार

७१ ते ७६ या अंकातील लेखांची सूची (लेखाच्या पुढे अंक आणि पान क्र. दिले आहेत)

भौतिकशास्त्र		आपल्याला दिसतं तरी कसं-२	७३.३०
सांग दर्पणा	७१.१०	जीवनासाठी मृत्यू आवश्यक	७४.३
साबण म्हणजे काय?	७१.३७	जैव विकासाचे कोडे उलगडणारे - वाईजमन	७४.३१
लाटा मोजा रे सागरी	७२.११	मुंग्यांचे अद्भुत विश्व	७५.१०
उष्ण कटिबंधातील आवर्त	७२.१७	नकलाकार	७५.१४
शिष्ट्या का मोजायच्या?	७२.३७	दही, ताक आणि सूक्ष्मजीव	७६.२६
फुग्याला हवी साबणाची साथ	७२.४६	लाइम बटरफ्लाय	७६.७७
पहाडावरची थंडी	७२.७५	आरोग्य	
साबणाच्या करामती	७३.५	आहार कोणता आणि कशासाठी?	७१.१५
फॅरन हार्डट एक अजब तापमान श्रेणी	७३.९	किशोरवय आणि संतुलित आहार	७६.३
आण्विक घड्याळ	७३.२५	वनस्पतीशास्त्र	
अदाकारी साबणाच्या फिल्मची	७४.९	बीजांकुरण	६९.३
अग्निशमन साधने	७४.४५	रोपवाटिका	
वाहते पाणी मोजताना	७५.४४	व्यवसायासाठी नवीन तंत्रे	७०.६३
रसायनशास्त्र		खगोलशास्त्र	
स्फटिकशर्करा की साखरेचा पाक	७१.६	हिऱ्याचा ग्रह	७३.४३
बहुवारिकांची अद्भुत प्रक्रिया	७४.३८	शुक्राचे अधिक्रमण आणि विज्ञान शिक्षण	७४.६६
आम्लवर्षा	७६.७	सूर्यमाला शाळेमध्ये!	७५.३६
जीवशास्त्र		शुक्राचे अधिक्रमण आणि विज्ञान शिक्षण	७५.५८
प्रवाळांची अनोखी दुनिया	७१.२२	पर्यावरण	
डार्विन नसते तर काय झाले असते?	७१.५२	शाश्वत विकासाची बेटे	७२.५९
ईलची अद्भुत सफर	७२.३	ऊर्जा समस्येवर तोडगा :	
उत्क्रांतीवादाला वैज्ञानिक पाया आहे का?	७२.४१	जैव इंधनवायू	७३.१७
आपल्याला दिसतं तरी कसं?	७२.७१	शाश्वत विकासासाठी सहस्रकाची उद्दिष्टे	७३.३७
गाठीचा मासा	७२.११३		

पेट्रोलियम ऐवजी काय?	७४.१४
आपली समाज व्यवस्था कोसणार आहे का?	७४.२१

गणित

धाकटा अनंत-मधला अनंत	
- मोठा अनंत	७१.२९
पाय म्हणजे काय?	७२.२९
वर्ग पदावलीचे आलेख	७३.५४
नवे गणित कशासाठी?	७३.६७
उत्तरातून प्रश्ननिर्मिती	७४.१७
विविध संख्या लेखनपद्धती-१	७४.५२
यासोरीनाका?	७५.३
विविध संख्या लेखनपद्धती-२	७५.२०
गणिती प्रयोग आणि खेळ	७६.२१

कला आणि इतिहास

मोगल आणि राजपूत कला	७२.८१
भारतीय कलेचा इतिहास	७३.५४
भारतीय कलेचे पुनरुज्जीवन	७४.२७
युरोपीय नवकलेचा भारतात प्रवेश	७६.३३
मीठ आणि महात्मा	७६.४२
कला माझी सुंदर दुनिया	७५.२६

कथा

खरं काय? खोटं काय?	७१.६७
अनारको स्वप्नांच्या इस्पितळात	७३.७३
तिकिट-संग्रह आणि मी	७४.६९
पीटर	७५.७३
एक अनुल्लेखित नाव	७६.६७

भूगोल

कोळसा आणि पेट्रोलियम	
येतात कुठून?	७४.५९

पुस्तक परिचय

ईव्हच्या सात लेकी	७३.५८
सॉल्ट अ वर्ल्ड हिस्टरी	७६.४०

अध्ययन-अध्यापन

खेळ : भाषेच्या तासाला	७१.३
एक जत्रा वेगळ्या प्रकारची	७१.६०
आमची शाळा	७२.८९
मुलांशी मैत्रीचे नाते	७२.१०५
चुकीच्या उत्तराला शाबासकी	७५.६
वर्षाचक्र	७५.६८
हायड्रिलाचा प्रयोग	७६.१३
विज्ञान वर्गात मुलांना	
समजून घेताना	७६.२९

सामाजिक

आबादी आबाद मोजताना	६६.४९
कंबोडियातील कांताबोफा रुग्णालय	६७.६५
साथी-आरोग्य व आरोग्य सेवांच्या	
मानवी हक्कासाठी	६८.१९
खरंच बदललंय हे गाव	६८.५२

चरित्र

कवीन ऑफ ग्रीन	७१.४३
वायुळ प्रेम, डोनाचं आणि	
घायपातीचं	७२.६५
होमी व्यारावाला	७५.४८

इतर

मराठी विज्ञान अधिवेशन	७१.७९
आयुकाचे विज्ञान प्रसार कार्यक्रम	७२.९९
विज्ञान रंजन स्पर्धा - प्रश्नावली	७४.७९
विज्ञान रंजन स्पर्धा - उत्तरे	७६.५४





राजा रविवर्मा
यांची चित्रे.
लेख पान ५२ वर.

शैक्षणिक संदर्भ : ऑगस्ट - सप्टेंबर २०१२ RNI Regn. No. : MAHMAR/1999/3913

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

