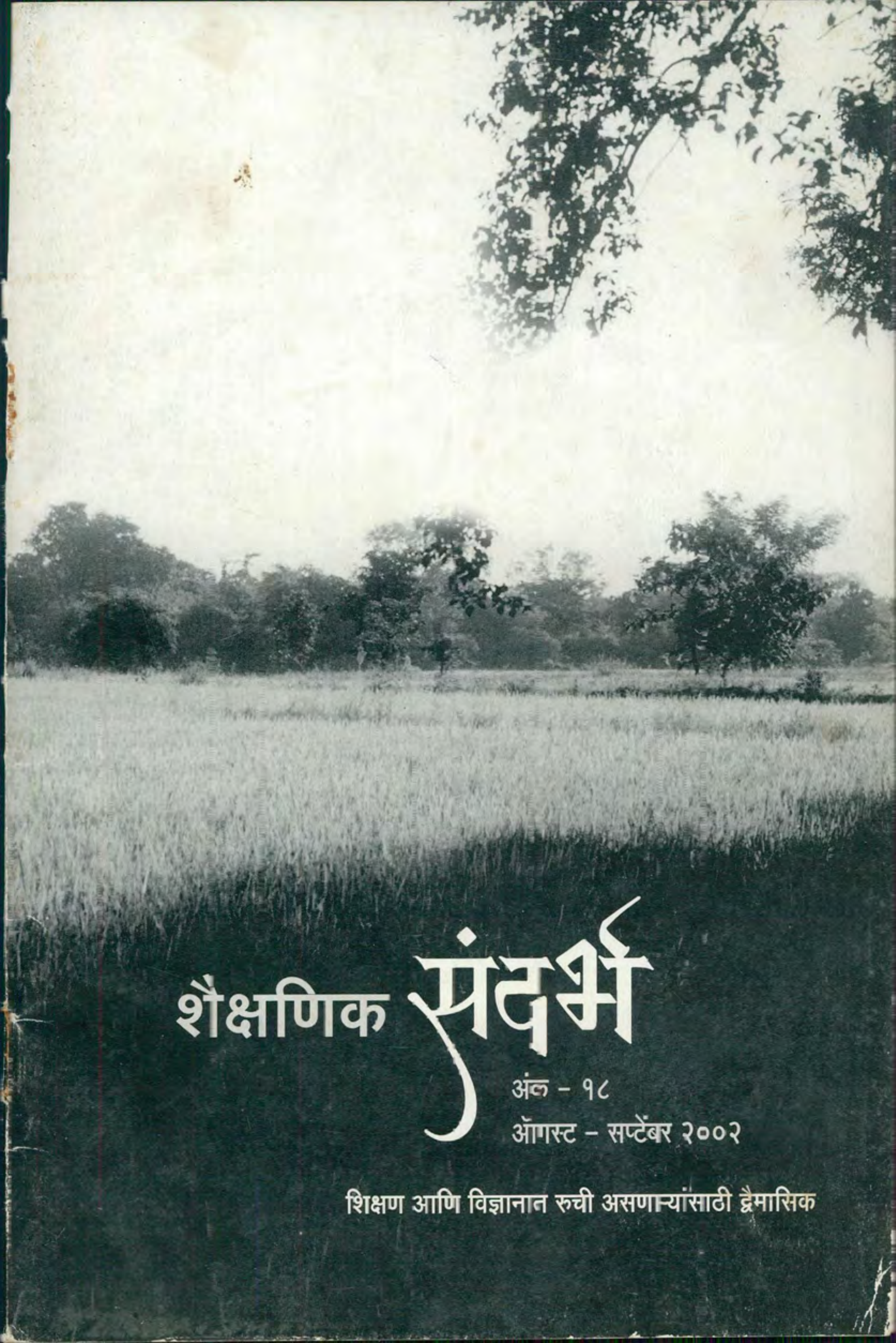


शैक्षणिक संदर्भ

अंक - १८
ऑगस्ट - सप्टेंबर २००२

शिक्षण आणि विज्ञानात रुची असणाऱ्यांसाठी द्वैमासिक

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

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

सहाय्य :
रमाकांत धनोकर, र.कृ. आंबेगांवकर,
ज्योती देशपांडे, यशश्री पुणेकर

अक्षरजुळणी :
न्यू वे टाईपसेटर्स अँड प्रोसेसर्स

मुखपृष्ठ :
छायाचित्र : माधव सहस्रबुद्धे
छपाई : पूनम प्रिटींग प्रेस

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

शैक्षणिक

संदर्भ

अंक १८
ऑगस्ट-सप्टेंबर २००२

पालकनीती परिवारसाठी
निर्मिती आणि वितरण : संदर्भ

पत्ता - १ : संदर्भ, द्वारा पालकनीती परिवार
अमृता क्लिनिक, संभाजी पूल कोपरा,
कर्वे रोड, पुणे - ४. दूरध्वनी : ५४४१२३०
पत्ता - २ : संदर्भ, फ्लॅट नं. ९, वंदना अपार्टमेंट्स,
आयडियल कॉलनी, कोथरूड, पुणे ३८.
दूरध्वनी : ५४६१२६५
ई-मेल : pryd@indiatimes.com

पोस्टेजसहित
वार्षिक वर्गणी रु. १२५/-

अंकाची किंमत : रुपये २०/-

सहजीवन आणि जीवन हे एकमेकांवर किती अवलंबून असते, याची भरपूर उदाहरणे आपल्याला जवळपास आढळतील. त्यातलं एक उदाहरण आपल्याला मुखपृष्ठावर पहायला मिळते. भात खाचरांमधे जोमाने वाढलेल्या पिकाखाली प्रकाश फारसा पोचत नाही. त्यामुळे उघड्या डबक्यांमधे वाढणारं शेवाळ इथे वाढू शकत नाही. पण वेगळ्या जातीचं नीलहरित शैवाल मात्र इथल्या कठीण परिस्थितीतही चांगले वाढते. कशामुळे ते पहा - वनस्पतींचं सहजीवन - या लेखात.

वनस्पती आणि कीटक यांच्या सहजीवनातील परस्पर सहकार्याचे उदाहरण तुम्हाला - नैसर्गिक हवाईतळ - या लेखात पहाता येईल.

प्रिय वाचक,

शैक्षणिक संदर्भ द्वैमासिकाचे चौथे वर्ष या अंकापासून चालू होत आहे. 'संदर्भ' आवडतो, शिकता शिकवताना त्याचा वापर उपयुक्त ठरतो, असे अनेकजण वेळोवेळी कळवतात, त्यामुळे आमचा उत्साह वाढतो. आता आम्ही तुमच्याकडून त्याहून जास्त मदतीची अपेक्षा करतो आहोत.

कमीत कमी खर्चात हे द्वैमासिक आपल्यापर्यंत पोचावे म्हणून सर्व संपादक मंडळ, लेखक, अनुवादक, हे विनामूल्य काम करतात. तरीही जाहिरातीद्वारे किंवा पुस्तकविक्रेत्यांमार्फत नवीन वाचकांपर्यंत पोचण्यासाठी निधी उपलब्ध होत नाही. त्यामुळे संदर्भच्या नवीन वाचकापर्यंत पोचण्याच्या प्रयत्नात आपण सहभागी व्हावंत ही विनंती.

- आपल्या परिचयातील विद्यार्थी व शिक्षकांना वर्गणीदार होण्यासाठी सुचवावे.
- वाढदिवसाला किंवा बक्षिस म्हणून आपण 'संदर्भची वर्गणी' द्यावीत.

आपल्या मदतीच्या अपेक्षेत,

संपादक

अनुक्रमणिका

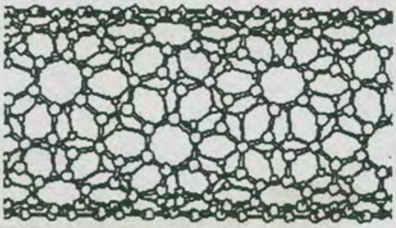
शैक्षणिक संदर्भ अंक - १८ ऑगस्ट-सप्टेंबर २००२

- नैसर्गिक हवाईतळ ५
- वनस्पतींचे सहजीवन ११
- वाहक बहुवारिके १६
- नाश नक्की कशाचा ? २१
- किती पाऊस झाला ? २५
- संरजामशाही युगात पाणचक्की २७
- आम्ल आणि क्षार ३६
- ग्लायकोजनची अभ्यासक 'गर्टी कॉरी' ३९
- भाषा नकाशाची ४५
- कृषिज्ञानकोश ५३
- अंतरंग राक्षस ५७
- काडीचा आधार ६१
- प्रकाशाचे विचलन ६५
- लोखंड आणि त्याचे विश्लेषण ६८
- विषयसूची ७४

हे लेख शालेय पाठ्यक्रमाला पूरक आहेत.

वनस्पतींचे सहजीवन........................११
फुलझाडं आणि भुंगे व मधमाशा, फळझाडं आणि पक्षी यांच्यामधे जे परस्परसहकार्याचं नातं असतं तशाच प्रकारचं नातं वनस्पती आणखीही कुणाकुणाशी जोडतात असं संशोधनात दिसलं आहे. कुणाशी अन् कसं.. ते जाणून घेऊ या.

वाहक बहुवारिके १६
बहुवारिके म्हणजे पॉलिमर्स. या पदार्थांचे रेणू महाकाय - साध्या रेणूंच्या तुलनेत राक्षसी ठरावेत एवढे मोठे असतात. साधा रेणू हा मणी असे मानले तर बहुवारिकाचा रेणू ही मण्यांची माळच असते. त्यांच्या रचनेवर बहुवारिकांचे गुणधर्म अवलंबून असतात आणि ते हवे तसे बदलताही येतात.



नाश नक्की कशाचा ? २१
कीटकनाशक हे कीटक मारण्यासाठी - तसेच कीड नाश, बुरशी नाश , तण नाश याचबरोबर पिकाची वाढ विशिष्ट पध्दतीने व्हावी, विशिष्ट वेळीच पूर्ण व्हावी यासाठीही रसायनांचा वापर होतो. आपल्याला हवे ते कीडनाशक परिणाम झाल्यानंतर त्या रसायनाचे काय होते, पुढे ते काय घडवते हे इथे पाहू या.

सरंजामशाही युगात पाणचक्की २७

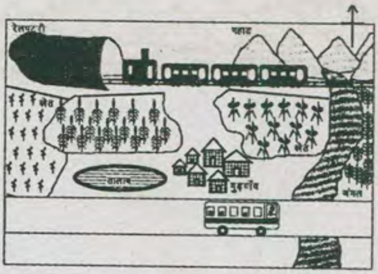
पाणचक्कीच्या शोधाचा आणि सरंजामशाहीचा एकमेकांशी काय संबंध ? खरं तर कुठलाही शोध, समाज आणि राज्यसत्ता यांचा एक विशिष्ट संबंध असतो. हा संबंध पाणचक्कीच्या इतिहासातून आपल्यापुढे स्पष्ट होतो.

ग्लायकोजेनची अभ्यासक - गर्टी कॉरी ..३९

ग्लायकोजेन - ही एक प्रकारची शर्करा. आपल्या स्नायू आणि यकृतात ती साठवली जाते. ग्लायकोजेनच्या चयापचय प्रक्रियांचे संशोधन केल्याबद्दल १९४७ सालचे वैद्यकशास्त्राचे नोबेल पारितोषिक गर्टी कॉरी यांनी मिळवले.

भाषा नकाशाची ४५

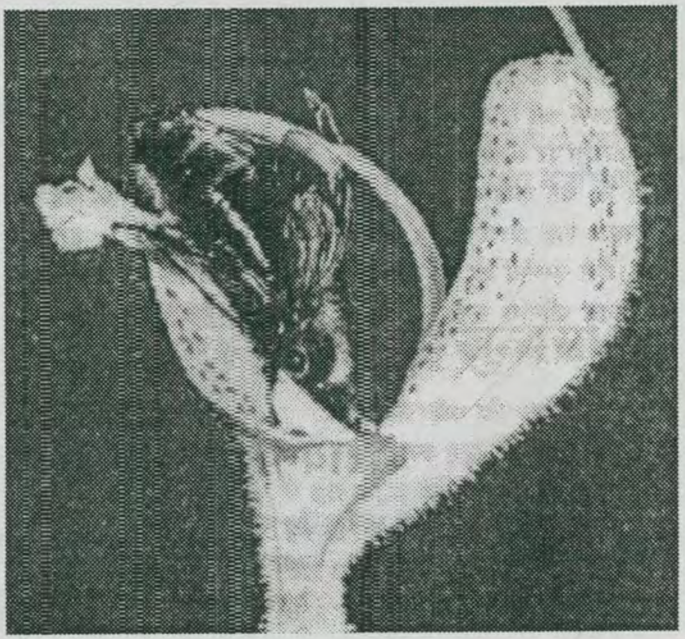
छोट्या गोष्टींच्या नकाशांपासून मोठमोठ्या नकाशांपर्यंत आणि डावी-उजवी, पुढे-मागे या दिशांपासून नकाशातल्या दिशांपर्यंतचा प्रवास या वेळच्या लेखात करू या.



लोखंड अन् त्याचे निष्कर्षण............६८

लोखंड हा आपल्याला अतिपरिचित धातू. स्वयंपाकघर, बैठकीची खोली इथपासून आपण लोखंड वापरतो ते रस्ते, पूल, कारखाने इथपर्यंत. या लोखंडाचे गुणधर्म, ते कसं तयार करावं लागतं याबद्दल माहिती करून घेऊ.

नैसर्गिक हवाईतळ



लेखक : किशोर पंवार ● अनुवाद : गो. ल. लोंढे

विमान आकाशात उडते, ते जमिनीवर उतरविण्यासाठी खास विमानतळ व धावपट्टी बनवलेली असते. काही सजीव तर अनेक वर्षांपासून हवेत संचार करीत आहेत. निसर्गाने पूर्वीपासूनच त्यांच्यासाठीसुद्धा नयनरम्य व रंगीबेरंगी असे खास तळ उभारले आहेत. हे तळ असतात फुलांच्या पाकळ्यांवर आणि या तळांवर मधमाशा, फुलपाखरे व भुंगे येत असतात.

ज्या फुलात परागीभवन क्रियेसाठी विशेषत: मधमाशा, पतंग, फुलपाखरे यांची मदत लागते, त्याच फुलांवर असे तळ असतात. फुलांच्या परागीभवनासाठी मधमाशाच जास्त उपयुक्त असतात कारण फुलातील मकरंद व पराग हेच त्यांचे खाद्य असते. नर व कामकरी या दोन्ही प्रकारच्या मधमाशा फुलांचा आश्रय घेतात. कामकरी मधमाशी मकरंद तर गोळा करतेच शिवाय

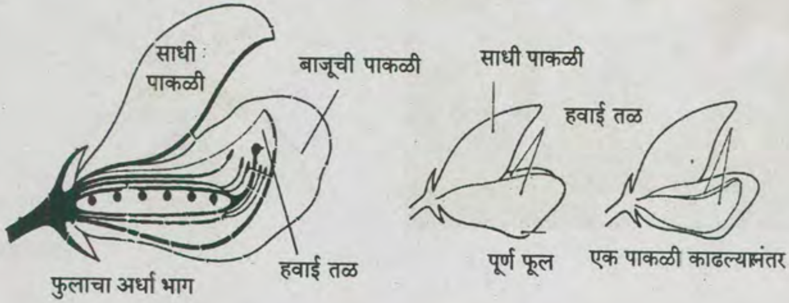
पराग एकत्र करून पिलांना भरवते. मधमाशा काही विशिष्ट फुलांवरच बसतात असे आढळले आहे. वारंवार एकाच प्रकारच्या फुलांवर बसल्यामुळे तिथून अन्न गोळा करण्याची त्याची क्षमता वाढते. एकाच प्रकारच्या फुलांवर रुंजी घालणाऱ्या मधमाशांच्या आकारात व शारीरिक रचनेत बदल होत जातो. फुलेही मधमाशीकडून परागीभवन करून घेण्यास स्वत:मध्ये अनुकूल बदल (अनुकूलन) करून घेतात. काही फुलांच्या बाबतीत असाच विकास घडलेला आहे. हे सहजीवनाचे उत्कृष्ट उदाहरण आहे. यां फुलांची माहिती घेण्याअगोदर मधमाशीची शरीररचना आपण समजून घेऊ.

निसर्गात मधमाशांच्या सुमारे २०,००० प्रजाती माहीत आहेत. या सर्व प्रकारच्या मधमाशा आपले अन्न फुलांकडूनच घेत असतात. सर्वसाधारण आकारमानाचे पोळे बनविणाऱ्या मधमाशा वर्षभरात सुमारे २५ किलोग्रॅम परागकण व ३५ किलोग्रॅम मकरंद गोळा करतात. हजारोंच्या संख्येने पोळ्यात रहाणाऱ्या त्या मधमाशांना त्यासाठी वारंवार फुलांकडे जावे लागते हे उघडच आहे. एका सर्वेक्षणात असे आढळून आले आहे की सर्वसाधारण आकाराचे मोठे पोळे बनविण्यासाठी मधमाशांना ४-४ किलोमीटरच्या ४३ लाख चकरा माराव्या लागतात.

हवाई तळ

त्या चकरा मधमाशांच्या दृष्टीनेही व्यर्थ होत नाहीत व फुलांच्या दृष्टीनेही व्यर्थ होत नाहीत. नवीन पोळे बांधायचे असेल किंवा निराळ्या प्रकारची फुलझाडे दिसली तर मधमाशांच्या चकरा चालूच रहातात. इतक्या मोठ्या प्रमाणात पराग आणि मकरंद गोळा करणे आणि तो आपल्या पोळ्यापर्यंत आणणे ही गोष्ट वाटते तितकी साधीसोपी नाही. ही दोन्ही कामे सुकर होण्यासाठी निसर्गाने त्यांच्या आकारात व शरीररचनेत अगदी हळूहळू पण योग्य बदल घडवून आणले आहेत. उदाहरणार्थ त्यांचे तोंड शरीराला जोडले गेले व तेथे सोंड तयार झाली. सोंडेतच त्यांची जीभ असते. त्यांच्या सर्व शरीरावर लव असते. त्यावर परागकण चिकटतात. परागकण घेण्यासाठी कामकरी मधमाशांचे पाय फार सोयीस्कर बनलेले असतात. पायांच्या तिन्ही जोड्यांच्या सुरवातीला दाट लव असते. पायांच्या पहिल्या व दुसऱ्या जोडीच्या सुरवातीला आपण परागब्रश असे म्हणू. मधमाशीच्या शरीरावर जमलेले परागकण निपटून काढण्याचे काम हे परागब्रश करतात. पायाच्या तिसऱ्या जोडीच्या वरच्या बाजूस दाट लवेचा, कंगव्यासारखा आकार बनलेला असतो. आणि पाठीवर एक सूक्ष्म खळगाही असतो. कंगव्यासारख्या आकाराच्या लवेमुळे मधमाशीच्या पंखावरील परागकण व परागब्रशांनी निपटून गोळा केलेले परागकण सूक्ष्म खळग्यांत जमा केले जातात. तो खळगा खास एवढ्यासाठीच असतो. परागकण गोळा केले जात असतानाच परागीभवनही घडून येत असते.

अनेक वर्षांपासून मधमाशा फुलातील मकरंद घेत आहेत. मकरंद घेता घेता मधमाशांची सोंड हळूहळू पहिल्यापेक्षा अधिक लांब होत गेली. त्यामुळे त्यांना दुसऱ्या प्रकारच्या फुलातूनही मकरंद घेता येऊ लागला. मधमाशीच्या शरीररचनेचा वर्षानुवर्षे अभ्यास केला असता असे आढळते की परागकण एकत्र करणाऱ्या व परागीभवन करणाऱ्या अवयवांचाही विकास



घडून आला आहे. ते जास्त विकसित आणि जास्त कार्यक्षम झाले आहेत. मधमाशीच्या शरीरातील मेणाच्या ग्रंथी व जबड्याच्या ग्रंथी पूर्वीपेक्षा जास्त कार्यक्षम झाल्या आहेत. सामान्य मधमाशीची सोंड इतर सर्व प्रकारच्या माशांच्या सोंडेपेक्षा लांब (७.२ मिलीमीटर) असते. म्हणून ती मधमाशी फुलात खोलवर असलेल्या साठ्यातून मकरंद घेऊ शकते.

फुले आणि मधमाशा यांचा अगदी निकटचा संबंध आहे. या काळात जर मधमाशीच्या शरीररचनेत अनुकूलन झाले तर फुलातही अनुकूलन झाल्याशिवाय कसे राहील ? फुले आणि मधमाशा यांच्या अनेक वर्षांच्या सहजीवनाचा परिणाम म्हणजेच Bee flower प्रकारच्या फुलांची निर्मिती होय. हे फूल असे असते की त्याचे परागीभवन फक्त मधमाशाच करू शकतात. या फुलांचा रंग निळा, फिकट पिवळा, किंवा बदामी असतो. या फुलांमध्ये अगदी तळात मकरंद ग्रंथी असतात. कोणत्याही कीटकाला तेथून मकरंद मिळवणे शक्य नसते. या फुलांवर अशा काही खुणा असतात की त्यावरून मकरंद कोठे आहे हे मधमाशांना समजू शकते.

मधमाशांना उतरण्यासाठी या फुलांवर विशिष्ट रचना तयार झालेली असते. जणू 'नैसर्गिक हवाईतळ'. फुलाच्याच एका पाकळीचा विकास होऊन त्या पाकळीचा नैसर्गिक हवाईतळ तयार झालेला असतो. त्या पाकळीवर अनेक रंगीबेरंगी ठिपके व अनेक रेषा असतात. मटारच्या कित्येक जातीच्या फुलांवर असे नैसर्गिक हवाई तळ असतात. पार्किनसोनिया व चिंच ही याचीच उदाहरणे आहेत. या फुलांच्या पाच पाकळ्यापैकी एक पाकळी नैसर्गिक हवाईतळाचे काम करते. इतर चार पाकळ्यांपेक्षा रंग, रूप, आकार, रचना

याबाबतीत वेगळी असते. कीटकांना नैसर्गिक हवाई तळावर उतरणे बिनधोक असावे यासाठी हे हवाईतळ मजबूत असणे व दुरूनही चटकन दिसणे जरुरीचे आहे. त्यामुळेच ती पाकळी छोटी, मजबूत, उठावदार आणि जास्त भडक असते.

अडुळसा व तुळशीच्या जातीच्या रोपाच्या फुलावरही नैसर्गिक हवाईतळ असतात. पाच पाकळ्यांची सुरुवात नलिकेसारखी असते. त्या नलिकेचे मोकळे टोक ओष्ठद्वयांसारखे दिसते. अडुळसा आणि साल्वियाच्या फुलांचा वरचा ओठ लहान व खालचा ओठ मोठा असतो. खालचा ओठ नैसर्गिक हवाई तळाचे काम करतो.

मटार, हरबरे यासारख्या वनस्पतींची फुले पाकोळीच्या आकारासारखी असतात. या फुलांची एक पाकळी सर्वात मोठी असते. तिला आपण 'पताका पाकळी' असे म्हणू. परागीभवन करणाऱ्या कीटकांना आकर्षून घेण्याचे काम ही पताका पाकळी करते. बाजूच्या दोन पाकळ्या पंखासारख्या दिसतात. त्यांना आपण 'पंखपाकळी' असे म्हणू. मधल्या दोन पाकळ्या नावेच्या आकाराच्या असतात. पाकळ्यांची अशी रचना परागीभवन करणाऱ्या कीटकांना सोयीची असते. पताका पाकळीच्या आकर्षणाने जो कीटक (मुख्यत: मधमाशी) फुलाकडे झेपावतो तो पंख पाकळीवर बसतो. त्याच्या दाबाने पुंकेसर बाहेरच्या बाजूने झुकतो. मधमाशी जेव्हा आपली सोंड फुलात खुपसते तेव्हा काही परागकण तिच्या डोक्याला चिकटतात.

वर वर्णन केलेल्या द्विबीजपत्री रोपांच्या फुलांमध्ये जसे नैसर्गिक हवाई तळ असतात तसेच ते एकबीजपत्री रोपांच्या फुलांमध्येही आढळतात. ऑर्किडच्या फुलांमध्ये पाच ऐवजी सहा पाकळ्या असतात. त्यापैकी तीन पाकळ्या आकाराने लहान असतात. लहानमोठ्या सर्वच पाकळ्या एकाच रंगाच्या असतात त्यापैकी एक पाकळी इतर पाकळ्यांपेक्षा आकाराने मोठी व सुंदर असते. ती नैसर्गिक हवाई तळाचे काम करते.

ज्या ऑर्किड रोपट्यांच्या फुलांचे परागीभवन मधमाशांमार्फत होते, त्या रोपांची फुले भडक रंगाची व उग्र दर्पाची असतात. ही फुले दिवसा उमलतात. फुलाकडे येणाऱ्या पाहुण्या कीटकाला नैसर्गिक हवाई तळावर बसायला जागा देतात. फुलात मकरंद कोठे आहे त्याचेही मार्गदर्शन करतात. जेव्हा तुम्ही फुलावर मधमाशी बसलेली पहाल तेव्हा निसर्ग निर्मित हवाई-तळही बघायला विसरू नका.

❖❖

स्रोत फीचर्स मे २००० मधून साभार.

लेखक : किशोर पंवार, इंदौरच्या होळकर सायन्स कॉलेजमध्ये वनस्पतीशास्त्र शिकवतात.

अनुवाद : गो. ल. लोंढे, निवृत्त प्राचार्य

अ‍ॅटमॉस क्लॉक

लेखक : वि. गो. काळे

महात्मा फुले वस्तू संग्रहालय - घोले रस्ता पुणे येथे 'किल्ली न देता सतत वर्षानुवर्षे चालू रहाणारे घड्याळ' आहे. ते कसे चालते हे आश्चर्यच आहे! जादूचेच आहे असे वाटेल. त्याला 'अ‍ॅटमॉस' नाव देण्याचे कारण म्हणजे अ‍ॅटमॉस फिअर - वातावरणात होणाऱ्या नित्याच्या बदलाचा त्यात उपयोग केलेला आहे.

वातावरणाचा दाब रोज दुपारी जेवढा असतो तेवढा तो मध्यरात्री नसतो. उन्हाळ्यात व हिवाळ्यात तो फारच कमी जास्त होतो. पाऊस पडताना देखील तो कमी असतो असे लक्षात येते.

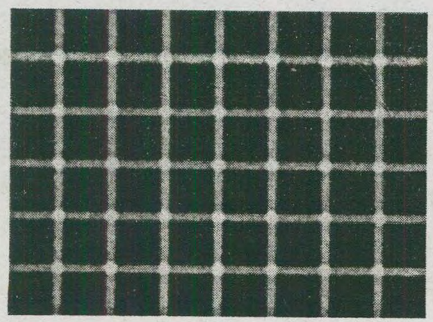
"हवेचा दाब समुद्रसपाटीपासूनच्या उंचीवरही अवलंबून असतो. उंच जावे तसा दाब कमी कमी होत जातो" या नियमाचा उपयोग करून उंचीदर्शक बनवलेले असते. गिर्यारोहक - वैमानिक ते वापरतात.

एका बंद डबीतील काही हवा काढून घेतात. या वरचा पृष्ठभाग पातळ पत्र्याचा असतो. दाब वाढला कि तो दबतो व कमी झाला की तो वर उचलला जातो. त्याला एक दर्शक जोडलेला असतो. त्याचे टोक दाबानुसार वर खाली हालते. ते उंचीदर्शक पट्टीवर फिरून उंची दर्शविते.

दर्शकाऐवजी तेथे पट्टी ठेवल्यास ती वरखाली सरकत राहाते. तिला घड्याळाची किल्ली जोडतात. पट्टीच्या हालचालीमुळे ती नियमितपणे दिली जाते, व त्यामुळे घड्याळ सतत चालू राहाते.

असे हे 'अ‍ॅटमॉस क्लॉक' काम करते.

❖❖



या चित्रातील
काळे ठिपके मोजा

वनस्पतींचे सहजीवन

लेखक : आ. दि. कर्वे

सहजीवन म्हटलं की आपल्या मनात मानवी समाजातलं सहजीवन येतं. फार फार तर प्राण्यांच्या सहजीवनाचा विचार आपण करू. मात्र वनस्पतींचं सहजीवनदेखील तितकंच इंटरेस्टिंग आहे.

निसर्गात आणि शेतातही वनस्पती जेव्हा परस्परांशेजारी वाढतात तेव्हा त्यातल्या काहींची परस्परांशी स्पर्धा चालते तर काही वनस्पती आपल्या शेजारी वाढणाऱ्या इतर वनस्पतींचा फायदा करून देतात. आपल्या सान्निध्यातल्या दुसऱ्या वनस्पतींचा फायदा करून देणाऱ्या वनस्पतींची अनेक उदाहरणं आहेत. वृक्षांच्या आधाराने वेली वाढतात, किंवा वृक्षांवर ऑर्किड वाढतात, ही याचीच उदाहरणे. यात आधार देणाऱ्या वृक्षाचा काहीही फायदा होत नाही, पण आधार घेणाऱ्या वनस्पतीचा मात्र फायदा होतो. अशाच प्रकारचं आणखी एक गंमतीदार उदाहरण म्हणजे दक्षिण आफ्रिकेत वाढणारा बाभळीच्या कुलातला अकेशिया एरिओलोबा हा वृक्ष आणि त्याच्या तळात वाढणारी निरनिराळ्या प्रकारची झुडपं. हा वृक्ष कमी पावसाच्या वाळवंटी प्रदेशात वाढतो, पण त्याचं सोटमूळ जमिनीखाली थेट भूजलापर्यंत पोचलेलं असतं. त्यामुळे पाऊस पडो अगर न पडो, या वृक्षाला पाण्याचा सतत पुरवठा होत असतो. हे वृक्ष २०० ते ३०० वर्षं जगतात. मोठा विस्तार आणि दाट पर्णसंभार असलेल्या या वृक्षाच्या सावलीत दुपारचे ऊन टाळण्यासाठी हरणं, काळवीट, झेब्रे आणि इतरही जनावरं बसतात. जनावरांच्या विष्ठेमुळे या वृक्षाखालची जमीन चांगल्याप्रकारे खतावली जाते. या वृक्षाच्या सोटमुळापासून निघालेली दुय्यम मुळं आडवी वाढून जमिनीच्या पृष्ठभागाखाली पसरतात. रात्री त्या वृक्षाच्या पानांमधून पडणाऱ्या दवबिंदूंनी या वृक्षाखालची जमीन भिजवली जाते आणि त्या पाण्यात ही खतं विरघळली, की ती जमिनीलगत आडव्या वाढणाऱ्या मुळांकडून शोषली जातात. परंतु या दववर्षावामुळे तृणभक्षक प्राण्यांच्या विष्ठेत असलेल्या इतरही अनेक प्रकारच्या वनस्पतींच्या बिया रुजून येतात, आणि त्यांनाही या शेणखताचा लाभ होतो. त्यामुळे या वृक्षांच्या खाली नेहमीच बरीचशी झुडपंही

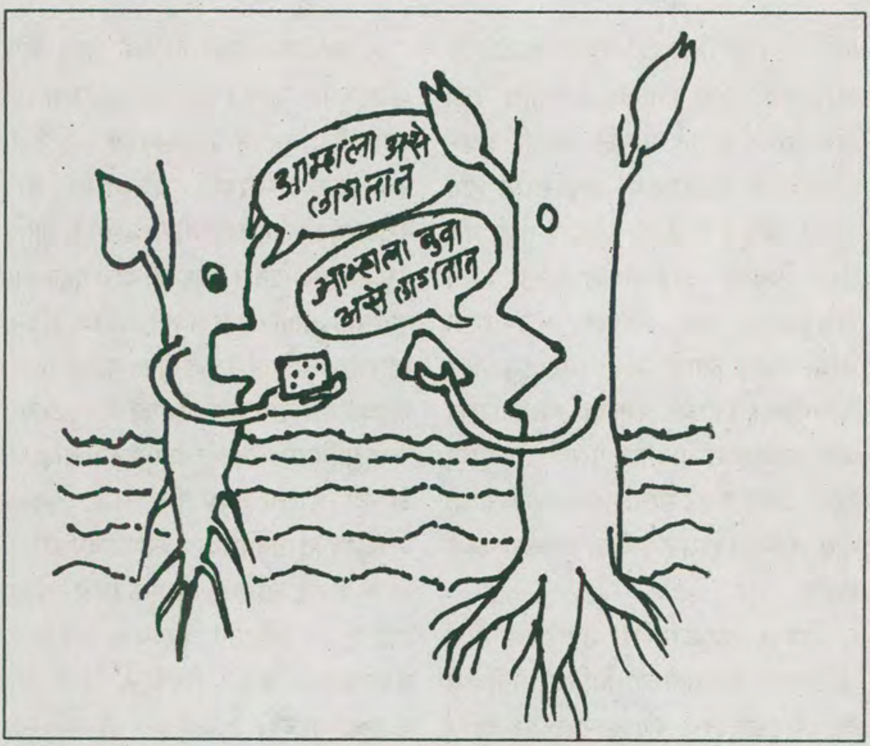
वाढलेली आढळतात. याच झुडपांचं बीज जर वाळवंटात इतर कुठं पडलं असतं, तर त्यांना शेणखताचा फायदा तर राहोच, पण ते उगवूनही आलं नसतं.

उच्च वनस्पतींच्या दोन जातींमधे परस्परांशी सहकार्य करून दोहोंचाही फायदा करून घेणं, अशा प्रकारच्या सहजीवनाची उदाहरणं क्वचितच आढळतात. याप्रकारच्या सहकार्याचं उदाहरण मिश्र पीकपद्धतीचं देता येईल. पुढारलेल्या देशांमध्ये यंत्राच्या सहाय्याने पीक कापणी होत असल्यामुळे तिथं आता कोणी मिश्रपीकपद्धतीचा वापर करीत नाही. पण विकसनशील देशांमधे, आणि तिथंही प्रामुख्यानं कोरडवाहू शेतीत मिश्र पीकपद्धती वापरली जाते. शेताचे दोन अर्धे अर्धे भाग करून प्रत्येकात एक एक पीक स्वतंत्रपणे घेण्याऐवजी संपूर्ण शेतात पिकांच्या दोन किंवा अधिक जाती एका आड एक ओळीत एकत्र लावल्या तर एकूण उत्पन्न वाढतं, हे आता प्रयोगाअंती सिद्ध झालेलं आहे, यामुळे मिश्र पीकपद्धतीत लावलेल्या दोन भिन्न जाती एकमेकांचा फायदा करून देतात असं वरवर पाहता दिसतं, पण यावर जरा सखोल विचार केल्यावर लक्षात येईल की हे खऱ्या अर्थानं सहकार्याचं उदाहरण नसून ते स्पर्धा टळल्यामुळे झालेल्या फायद्याचं आहे. शेतात फक्त एकाच वाणाच्या वनस्पती शेजारी शेजारी लावल्या, तर सर्व वनस्पतींच्या मुळ्या जमिनीतल्या एकाच थरातून आपलं अन्न-पाणी घेतात, एवढेच

नव्हे तर सर्वांची वाढही एकाच वेळी होत असल्याने त्यांना सगळ्यांना एकाच वेळी अन्न-पाणी लागते यामुळे त्यांची अन्न-पाण्यासाठी परस्परांमध्ये तीव्र स्पर्धा होते आणि त्यामुळे सर्वांचंच नुकसान होतं. पण मिश्र पिकात वाढणाऱ्या जाती भिन्न असल्यानं, त्या आपलं अन्न-पाणी जमिनीच्या वेगवेगळ्या थरातून अन् वेगवेगळ्या वेळी घेत असल्यानं त्यांची निदान अन्न-पाण्याच्या बाबतीत परस्परांशी स्पर्धा नसते. अशा तऱ्हेने स्पर्धा टळल्यामुळे त्यांची वाढ आणि विकास हे अधिक चांगल्या प्रकारे होतात.

परस्पर सहकार्याची उदाहरणं नीच कोटीतल्या वनस्पतींच्या विविध जातींमध्ये तर आढळतातच पण मानवाच्या दृष्टीनं महत्त्वाची उदाहरणं ही उच्च आणि नीच कोटींच्या जातींमधील परस्पर सहकार्यांची आहेत. कडधान्यांच्या मुळांवरच्या गाठीतले ऱ्हायझोबियम् जीवाणू हवेतल्या नैट्रोजन वायूपासून वनस्पतींना आवश्यक अशी नैट्रोजनयुक्त संयुगं बनवितात. या क्रियेला शास्त्रीय परिभाषेत नैट्रोजनचे स्थिरीकरण असं म्हणतात. या प्रक्रियेसाठी खूप मोठ्या प्रमाणात ऊर्जा खर्चावी लागते आणि ती या जीवाणूंना अन्नरूपानं कडधान्य वनस्पतीकडूनच मिळते. त्याच्या बदल्यात कडधान्य वनस्पतींना ऱ्हायझोबियम् जीवाणूंकडून नैट्रोजनयुक्त पदार्थ मिळतात.

हे सहजीवन किती यशस्वी झालं आहे याचा पुरावा म्हणजे लागवडीखालच्या सर्व वनस्पतींना आपण नैट्रोजनयुक्त खतं देतो, पण कडधान्याच्या प्रजातींना मात्र नैट्रोजनयुक्त खतं देण्याची गरज नसते. आणि नैट्रोजनयुक्त खते न मिळूनही याच गटातल्या वनस्पती आपल्याला सर्वात अधिक प्रथिनं, म्हणजेच पर्यायानं नैट्रोजनयुक्त पदार्थ देतात. कडधान्याशिवाय इतर वनस्पतींच्या मुळ्यांवर ऱ्हायझोबियम जीवाणूंच्या गुठळ्या वाढवता आल्या तर इतर वनस्पतींची सुद्धा लागवड नैट्रोजनयुक्त खतांशिवाय करणे शक्य होईल, आणि शेतकऱ्यांचाही त्यामुळे मोठा फायदा होईल, या उद्देशानं करण्यात आलेल्या संशोधनात असं आढळून आलं की कडधान्याच्या प्रत्येक जातीनुसार ऱ्हायझोबियम् जीवाणूंच्या जाती बदलतात. केवळ आपल्या उपयोगाच्या अशा ऱ्हायझोबियमच्या जातीला आकृष्ट करून त्या जीवाणूंना आपल्या मुळावर जखडून ठेवण्यासाठी या गटातल्या वनस्पतीच्या मुळांच्या पृष्ठभागावर लेक्टीन गटातली विशिष्ट रसायने असतात. ऱ्हायझोबियम जीवाणूंच्या पेशींच्या पृष्ठभागावर असणाऱ्या काही विशिष्ट रसायनांचा या लेक्टिनशी संयोग घडून येतो आणि हे जीवाणू मुळांना जखडले जातात. कडधान्य ही ज्या लेग्युमिनेसी कुळात मोडतात, त्या कुळातल्या सर्व वनस्पतींच्या मुळांमध्ये हा गुणधर्म



आढळतो. इतर वनस्पतींच्या मुळांमध्ये मात्र ऱ्हायझोबियम जीवाणूंना आकर्षित करण्याची आणि त्यांना जखडून ठेवणारी कोणतीच यंत्रणा आढळत नाही. त्यामुळे त्यांच्या मुळांकडे ऱ्हायझोबियम जीवाणू फिरकत नाहीत.

निसर्गात सर्वच जमिनींमध्ये फॉस्फेटची कमतरता आढळते. वनस्पतीच्या मुळांमध्ये आढळणारी मायकोऱ्हायझा नामक एक बुरशी यजमान वनस्पतीकडून अन्न घेऊन त्याच्या बदल्यात आपल्या यजमान वनस्पतीला फॉस्फेट उपलब्ध करून देते. कडधान्यात ज्या प्रमाणे विशिष्ट जातींच्या कडधान्यांना विशिष्ट जातीच्या ऱ्हायझोबियम्‌ची गरज असते, त्याचप्रमाणे वृक्षांच्याही प्रत्येक जातीला एका विशिष्ट जातीचेच मायकोऱ्हायझा लागतात, त्यामुळे वृक्षांची लागवड जर त्यांच्या प्रचलित स्थानापेक्षा दूरच्या प्रदेशात केली, आणि तिथं जर जमिनीत या विशिष्ट जातीचे मायकोऱ्हायझा उपलब्ध नसतील, तर त्या वृक्षांची वाढ नव्या लागवडीच्या जागी चांगली होत नाही.

सर्व जीवसृष्टीच ज्यांच्यावर अवलंबून

आहे, अशा हिरव्या वनस्पतींची उत्क्रांतीसुद्धा सहजीवनातूनच झाली. पानांमध्ये आढळणारे हरितकण हे मुळात प्रकाश संश्लेषण करू शकणारे, आणि स्वतंत्र अस्तित्व असलेले जीवाणू होते. मात्र ते ऱ्हायझोबियमप्रमाणे प्रत्येक पिढीत नव्याने आपल्या यजमान वनस्पतींच्या पेशींमध्ये प्रवेश न करता वनस्पतीचे एक इंद्रिय बनून कायमचेच वनस्पतींच्या पेशिकेत राहू लागले. हरितकण हे मुळात स्वतंत्र जीवाणू होते याचे अनेक पुरावे आहेत. हरितकणांची आपली स्वतंत्र जनुके असतात. नवे हरितकण हे केवळ आधी हजर असणाऱ्या हरितकणांच्या विभाजनातूनच उत्पन्न होऊ शकतात, हरितकणांच्या रंगसूत्रांची रचना उच्च वनस्पतींच्या रंगसूत्रांसारखी नसून ती जीवाणूंच्या रंगसूत्रासारखी असते, आणि जर वनस्पतीवर स्ट्रेप्टोमायूसीन या प्रतिजैवकाचा प्रयोग केला तर तिच्यातले हरितकण नष्ट होतात.

आपापले स्वतंत्र अस्तित्व कायम ठेवून परस्परांशी सहकार्य करणारी उच्च-नीच वनस्पतींची उदाहरणं फारच क्वचित् आढळतात, पण अशी एक जोडी म्हणजे भातपीक आणि त्याच्या खाचरात वाढणारी नीलहरित शैवालं. निसर्गात कुठंही पाणी साठून डबकं तयार झालं, की त्यात शेवाळं वाढतात. शेवाळांपैकी हरितशैवालं ही उत्क्रांतीच्या वरच्या श्रेणीवर असल्यानं ती अधिक आक्रमक असतात. त्यामुळे उघड्या डबक्यांमध्ये नीलहरितशैवालं ही हरितशैवालांच्या स्पर्धेत टिकत नाहीत. पण भातखाचरात मात्र नीलहरितशैवालं हरितशैवालांवर मात करू शकतात. याचं कारण असं की भातपिकाची जोमानं वाढ होईल अशी काही रसायनं नीलहरितशैवालांद्वारे भातखाचराच्या पाण्यात सोडली जातात. त्यांच्यामुळे भातपीक चांगलं वाढून त्याच्या पानांनी सर्व खाचर झाकून गेलं की हरितशैवालांना आपल्या प्रकाशसंश्लेषणासाठी पुरेसा प्रकाश मिळेनासा होतो आणि ती मरून जातात. पानांनी पूर्ण झाकलेल्या पिकात जसे तण वाढत नाहीत. तसाच काहीसा हाही प्रकार असतो. परंतु नीलहरितशैवालं मात्र आपल्या प्रकाशसंश्लेषणासाठी फायकोसायानीन् नामक रंगद्रव्याचा उपयोग करीत असल्यानं भातपिकाच्या पानांमधून गाळून खाली येणाऱ्या प्रकाशातसुद्धा ती प्रकाश संश्लेषण करू शकतात.

❖❖

लेखक : आ. दि. कर्वे, ॲप्रोप्रिएट रुरल टेक्नॉलजी इन्स्टिट्यूटचे अध्यक्ष. प्रसिध्द शेतीतज्ञ, विज्ञानलेखक.

शैवालाच्या आणखी काही जातींबद्दल माहिती कव्हर ३ वर पाहा.

वाहक बहुवारिके

लेखक : व्ही. एस. पाटील, संगीता काळे

भाग – १

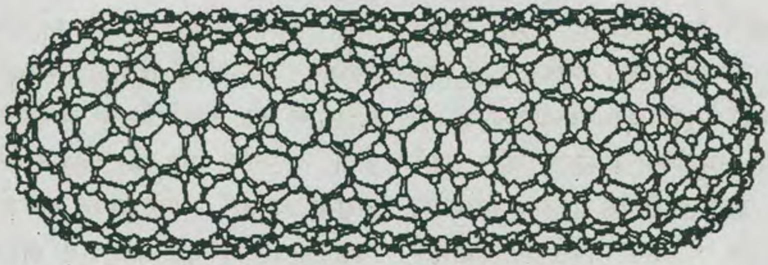
'बहुवारिके' म्हणजे 'पॉलिमर्स' हा शब्द आपण बऱ्याच वेळा वाचतो, ऐकतो, तथापि तसा हा शब्द अजूनही पूर्णत: रूढ झालेला दिसत नाही. मी जर असे विधान केले की आपण या पॉलिमर्स अथवा बहुवारिकांच्या गराड्यातच राहत आहोत तर तुम्हाला निश्चित आश्चर्य वाटेल. पण ही वस्तुस्थिती आहे. कारण आपण जे अन्न खातो त्यातील कार्बोहायड्रेट्स (कर्बोदके), प्रोटीन्स (प्रथिने) हे घटक, वस्त्रप्रावरणात असलेले सुती, रेशीम, लोकर, टेरिलीन, नॉयलॉन इ. विविध प्रकार, प्लॅस्टीक, रबर, पादत्राणातील घटक, विद्युत बटणे, रेडिओ, टेलिव्हिजन इ. ची आवरणे, यात बहुवारिकेच असतात.

या क्षेत्रात मोठीच प्रगती झालेली आहे. त्याचबरोबर या वस्तूंच्या अति वापरामुळे पर्यावरणाची मोठी समस्या निर्माण झाली आहे. कारण या वस्तूंचे विघटन सहजासहजी व कमी वेळात होत नाही. या वस्तू तशाच राहतात त्यामुळे या वस्तूंच्या वापरावर विविध प्रकारे बंदी घालण्याचा प्रयत्न सुरू आहे. पातळ प्लॅस्टीकच्या पिशव्यांवर अनेक शहरातून बंदी घातली जात आहे. या पिशव्या सांडपाण्याच्या व्यवस्थेत मोठ्याच समस्या निर्माण करतात. रानोमाळ विखुरलेल्या प्लॅस्टीकच्या पिशव्या वनस्पतीजीवन धोक्यात आणतात व निसर्ग सौंदर्याला हानी पोहचवतात. सागरी प्राणीजीवन तर या प्लॅस्टीकमुळे फारच धोक्यात आले आहे.

पॉलिमर्स अथवा बहुवारिकांचा उगम आणि विकास २० व्या शतकात प्रचंड व झपाट्याने होण्याचे कारण म्हणजे या पदार्थात हवा तो गुणधर्म आणता येतो. म्हणजे हे पदार्थ जादूचा दिवाच ठरतात. यातील बहुतेक सर्व पदार्थात एक सामान्य गुणधर्म आढळतो तो म्हणजे 'विद्युत अवाहकता'. यामुळेच विजेच्या तारांवरील आवरण, विविध केबल्स, रेडिओ, टी.व्ही. इलेक्ट्रॉनिक्स उपकरणे इ. ची बाह्य आवरणे, स्वयंपाकाच्या भांड्याचे दांडे, स्क्रूड्रायव्हर्सच्या मुठी इ. पॉलिमर्सचे बनविलेले असतात.

मात्र अवाहक बहुवारिकांचे क्षेत्र अलिकडे वाहक बहुवारिकांचे क्षेत्र बनेल की काय असे दिसते. २००० सालचे रसायनशास्त्राचे

कार्बन नॅनोनलिका (nanotubes)



- लांब, पातळ थराच्या पोकळ कार्बनच्या नलिका
- एस्. इजिमा यांनी १९९१ साली शोधल्या.
- १.४ नॅनोमीटर व्यासाच्या तारेच्या आकारातील लांब रेणू
- विद्युतवहन, प्रकाशवहनाचे गुणधर्म हे आकार, लांबी, व्यास व पडलेल्या पिळानुसार बदलतात.
- पिळांमुळे रेणूंमधील इलेक्ट्रॉन्सची संरचना बदलते व त्यांचे धातूपासून अर्धवाहकात रुपांतर होते.
- नेहमीच्या धातूंपेक्षा जास्त विद्युतप्रवाह वाहून नेऊ शकतात.
- लहान ट्रान्झिस्टरचे काम करू शकतात.

नोबेल पारितोषिक (मिलेनियम प्राईज) वाहक बहुवारिकांना म्हणजेच कंडक्टिंग पॉलिमर्सला मिळाले. यामुळे प्लॅस्टीक युगाला नवजीवन मिळेल असे वाटते. या नोबेल पारितोषिकाचे विजेते आहेत, हीगर व मॅक्डरमिट हे अमेरिकन संशोधक व शिरकावा हे जपानी संशोधक. यांच्या शोधामुळे द्रव्य विज्ञान (मटेरिअल सायन्स) या क्षेत्रात नवनवीन दालनं उघडली जातील अशी आशा वाटते.

कोणत्याही पदार्थाचे भौतिक व रासायनिक गुणधर्म त्याच्या आण्विक व रेण्वीय संरचनेवर अवलंबून असतात. हा पदार्थ कोणत्या अणूंचा बनला आहे, या अणूंची इलेक्ट्रॉन संरचना काय आहे, रेणू तयार होताना हे अणू कोणत्या प्रकारच्या बंधांनी एकमेकांशी बांधले गेले आहेत, हे रेणू एकमेकांशी कशा पद्धतीने बांधले गेले आहेत, ही संरचना शिस्तबद्ध आहे की नाही म्हणजेच हा पदार्थ स्फटिक आहे, की अस्फटिकी आहे, अशा अनेक बाबी एकत्रितपणे पदार्थाचे गुणधर्म ठरवत असतात. सामान्य पदार्थांचे रेणू आकाराने अगदीच नगण्य असतात. उदा. पाणी (H_2O)

अमोनिया (NH_3), ऑक्सीजन, (O_2), नायट्रोजन (N_2) इ. तथापि बहुवारिके अथवा पॉलिमर्सचे रेणू महाकाय अर्थात साध्या रेणूंच्या तुलनेत राक्षसी ठरावेत एवढे मोठे असतात. हे रेणू त्याच त्याच अणूंच्या अथवा अणूंच्या समूहांच्या मालिका बनून तयार होतात. उदाहरण द्यायचे झाले तर साधा रेणू म्हणजे एक मणी असे मानले तर बहुवारिक म्हणजे या मण्यांची माळच होय. मण्यांच्या प्रकारावर, त्यांच्या रचनेवर, त्यांच्या संख्येवर माळेचे गुणधर्म अवलंबून असतात. आणि ते आपल्याला हवे तसे बदलताही येतात. याच प्रकारे, बहुवारिकांच्या रेणूंच्या साखळी संरचनेत थोडासा फरक करून त्याच्या गुणधर्मात लक्षणीय फरक पाडता येतो. यामुळे अत्यंत मऊ पदार्थापासून ते अतिशय कठीण पदार्थापर्यंतचे, धातूसारख्या प्रचंड ताकदीच्या पदार्थापासून ते ठिसूळ खडूच्या कांडीसारख्या पदार्थापर्यंत, अत्यंत लवचिक पदार्थापासून ते अत्यंत कडक पदार्थापर्यंत, उष्णतेने मऊ पडणाऱ्या (पातळ होणाऱ्या) पदार्थापासून ते उष्णतेचा काहीही परिणाम न होणाऱ्या पदार्थापर्यंत, फुग्याच्या ताणणाऱ्या रबरापासून ते मोटर अथवा विमानाच्या कठीण रबरी धावापर्यंत विविध पदार्थ या बहुवारिकांचे बनविता येतात.

वाहक बहुवारिकांना 'कृत्रिम धातू' असेही म्हटले जाते, कारण या बहुवारिकांची वाहकता ही धातूंच्या वाहकतेप्रमाणेच मुक्त इलेक्ट्रॉन्समुळे (free elecrons) आहे. धातूंचे अणू जेव्हा एकत्र येतात, तेव्हा प्रत्येक अणूचे 'संयुजा इलेक्ट्रॉन' हे त्याचे एकट्याचे रहात नाहीत, तर सर्व अणूंचे बनून जातात. यामुळे धनभारित आयनांच्या शिस्तबद्ध संरचनेतून खेळणारा मुक्त इलेक्ट्रॉन्सचा सागर तयार होतो. त्यामुळेच धातू विद्युतक्षेत्रात ठेवला असता त्यातले सगळे मुक्त इलेक्ट्रॉन विद्युतक्षेत्राच्या धन बाजूकडे लीलया प्रवाहित होतात, म्हणजेच त्यातून विद्युतवहन होते. वाहक बहुवारिकांमध्येही नेमके हेच घडते. धातूप्रमाणेच वाहक पॉलिमर्समध्येही मुक्त आणि त्यामुळे प्रवाही इलेक्ट्रॉनचे प्रमाण जास्त असते. या बहुवारिकांचा उपयोग रिचार्जेबल बॅटरीमध्ये होण्याची शक्यता आहे. या बॅटरीज, वाहनात अथवा वाहतूक कराव्या लागणाऱ्या वस्तूत उपयोगात येतील. तांबे हा धातू उत्तम विद्युतवाहक आहे पण त्याची मजबुती कमी आहे तर 'स्टील' या धातूत मजबूती अधिक तर विद्युत वाहकता कमी असते. वाहक बहुवारिकात तांबे आणि स्टील या दोन्ही धातूंच्या गुणधर्मांचे मिश्रण असेल शिवाय वजन कमी असण्याचा फायदा मिळेल तो वेगळाच. ही बहुवारिके प्रकाश उत्सर्जित करणाऱ्या डायोड्स्मध्ये (विद्युत-उपकरणातील घटक). फोटो व्होल्टॅइक सेल (प्रकाशावर चालणारे विद्युत सेल) आणि भिन्न फिल्म ट्रान्झिस्टर्स, (इलेक्ट्रॉनिक उपकरणातील घटक) यामध्ये वापरली जातील.

भाग – २

मायक्रोइलेक्ट्रॉनिक्सच्या क्षेत्रात वाहक बहुवारिकांचे अनेकविध उपयोग होऊ शकतात. इलेक्ट्रॉनिक उपकरणांमध्ये वापरल्या जाणाऱ्या इंटिग्रेटेड सर्किट्च्या निर्मितीचे तंत्रज्ञान विकसित करण्यासाठी केले जाणारे संशोधन मायक्रोइलेक्ट्रॉनिक्सच्या क्षेत्रात येते. आज या क्षेत्रात सिलिकॉन व जर्मेनिअम या अर्धवाहकांची मक्तेदारी आहे. संगणक क्षेत्रातून कमीत कमी जागेत जास्तीत जास्त विद्युतमंडळे बसवण्याची वाढती मागणी आहे. सिलिकॉन व जर्मेनिअमच्या गुणधर्मांच्या काही मर्यादांमुळे ही मागणी पूर्ण करणे दिवसेंदिवस अधिकाधिक कठीण होत आहे. सध्या ३ मिमी x ३ मिमी क्षेत्रफळाच्या सिलिकॉन चिपवर ३ महापद्म (billion) विद्युतमंडळे बसवण्यापर्यंत आपण मजल मारली आहे, पण याच्या फार पुढे जाणे अशक्यप्राय आहे. या पार्श्वभूमीवर संशोधकांचे लक्ष वाहक बहुवारिकांकडे आकर्षित झाले आहे. हे रेणू तुलनेने लहान आकाराचे असून ते बनवणेही तुलनेने सोपे आणि स्वस्त आहे. शिवाय एक मोठा फायदा म्हणजे बहुवारिकाच्या रेण्वीय संरचनेत (molecular structure) थोडासा बदल करून हवे ते इलेक्ट्रॉनिक व प्रकाशीय गुणधर्म मिळवता येण्याची क्षमता. यामुळे इंटिग्रेटेड सर्किट बनवण्यापूर्वीच रेण्वीय पातळीवर पदार्थात हवे ते बदल करून घेऊन मग या पदार्थापासून हव्या त्या गुणधर्माची विद्युतमंडळे बनवता येतात. या तंत्राला रेण्वीय अभियांत्रिकी (molecular

वाहक बहुवारिकांपासून इलेक्ट्रॉनिक नाक

मसाले, सुगंधी द्रव्ये इ.च्या व्यवसायात उत्पादनाच्या दर्जावर नियंत्रण ठेवण्यासाठी वासाची तीव्र संवेदना असणाऱ्या लोकांना खूप मागणी असते. पण आता यासाठी एक इलेक्ट्रॉनिक उपकरण बनवण्यात आले आहे. या इलेक्ट्रॉनिक नाकामध्ये वाहक बहुवारिकांपासून बनवलेले १२ संवेदक (sensor) आहेत. वासाची संवेदना निर्माण करणारे वायुरूप रेणू या संवेदकांना चिकटतात. यामुळे संवेदकांची वाहकता बदलते. प्रत्येक वासासाठी संवेदकाच्या वाहकतेमध्ये वेगवेगळे बदल होतात व हे बदल मोजून प्रत्येक वासाची 'ओळख' पटवता येते. अशा रीतीने, आता वाहक बहुवारिकांमुळे या क्षेत्रातील माणसांची मक्तेदारी संपुष्टात आली आहे.

engineering) म्हणतात. यामुळे इंटिग्रेटेड सर्किट्स बनवणे अधिक सोपे होते. तसेच चिपवर विद्युतमंडळाची संख्या वाढवता येते आणि चिपचा वेग व त्यामुळे उपकरणाची कार्यक्षमता वाढते.

मायक्रोइलेक्ट्रॉनिक्सच्या दृष्टीने महत्त्वाचे असे एक वाहक बहुवारिक म्हणजे कार्बन नॅनोटच्यूब्स. कार्बन नॅनोटच्यूबची रचना आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे एखाद्या ताणलेल्या फुटबॉलसारखी असते. १९९१ साली एस. इजिमा या संशोधकाने कार्बनची ही रचना शोधून काढली.

कार्बनची ही दंडगोलाकार नळी साधारण १.४ नॅनोमीटर व्यासाची असते (१ नॅनोमीटर म्हणजे $१०^{-९}$ मी) ह्या नळीची लांबी, आकार, व्यास तसेच तिला पडलेले पीळ यावरून या रेणूचे गुणधर्म ठरतात. या भौतिक परिमाणांमध्ये थोडा फरक झाला, तरी नॅनोटच्यूब्सपासून अवाहक, धातूसारखेच वाहक, तसेच ट्रान्झिस्टरसारखी अर्धवाहक इलेक्ट्रॉनिक उपकरणेही बनवता येतात. ही सर्व प्रकारची उपकरणे केवळ काही नॅनोमीटर आकाराची असतात. आणि अशी उपकरणे एकत्र आणून आजच्या संगणकापेक्षा कितीतरी लहान असा नॅनो संगणक बनवता येईल.

❖❖

भाग १

लेखक - व्ही. एस. पाटील
संगमनेर कॉलेजमधे रसायनविभाग प्रमुख, विज्ञानलेखन करतात.

भाग २

लेखक : संगीता काळे, फर्गसन महाविद्यालय पुणे येथे इलेक्ट्रॉनिक्स शिकवतात.
अनुवाद : प्रियदर्शिनी कर्वे

पालकनीती
पालकत्वाला वाहिलेले मासिक

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

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

नाश नक्की कशाचा ?

लेखक : दीनबंधू बाग, अनुवाद : विनोद गुप्ता, विद्येश गोवंडे

पिकांवर येणारे विशिष्ट प्रकारचे जीव, बुरशी, कीड, कीटक, मारण्यासाठी आपण कीटकनाशके वापरतो. हे काम आपल्याला हवं तितकाच वेळ चालू राहील अशी आपली समजूत. प्रत्यक्षात हे काम थांबत नाही तर सतत चालूच राहते. आणि मग ही पिके खाणाऱ्यांवर त्याचे दुष्परिणाम दिसू लागतात.

तीन डिसेंबर १९८४ ची रात्र भोपाळ-वासियांसाठी एक काळी रात्र ठरली. युनियन कार्बाइड कंपनीतून मिथाइल आयसोसायनाइड (MIC) या विषारी वायूची गळती सुरू झाल्यामुळे अपरिमित जीवित हानी झाली. त्याचबरोबर बऱ्याच लोकांवर दीर्घकाळ त्रास देणारे परिणाम झाले. याच सुमारास अमेरिकेत व्हर्जिनिया येथे अशाच प्रकारची घटना घडली. या दोन घटनांमुळे तमाम जनतेचे लक्ष कीटकनाशकांच्या वापरामध्ये असणाऱ्या धोक्यांकडे केंद्रित झाले.

पिकांवर पडणारी कीड नष्ट करणे, पिकांची वाढ नियंत्रित करणे, पाने सडू नयेत, फळे अकाली सुकू नयेत आणि पिकांचं संरक्षण व्हावे या प्रमुख कारणांसाठी कीटकनाशकांचा वापर मोठ्या प्रमाणात होतो. या कीटकनाशकांचा वापर योग्य प्रमाणापेक्षा जास्त केल्यास त्याचा धोका माणसाला तर असतोच पण तो पर्यावरणाला देखील असतो. या रासायनिक पदार्थांच्या सान्निध्यात जास्त वेळ राहिल्यास हृदयरोग, दमा, त्वचेचे विकार, ॲलर्जी, फुफ्फुसाचे रोग, शुक्रजंतूंची संख्या घटणे हे परिणाम दिसून येतात. तसेच नवजात बालकांवर देखील यांचा वाईट परिणाम होतो. ज्याप्रमाणे माणसाच्या शरीरावर याचे परिणाम दिसून येतात त्याचप्रमाणे ते इतर वन्यजीव, पक्षी, पाळीव प्राणी, जलचर प्राणी आदीवरही आढळून येतात.

या परिणामांचा विचार करता कीटकनाशकांच्या वापरावर योग्य नियंत्रण असणे आवश्यक आहे, त्यासाठी योग्य कायदे असणे जरुरीचे आहे. भारतात पहिल्यांदा कीटकनाशकांचा उपयोग मलेरियाच्या डासांचा प्रादुर्भाव कमी करण्यासाठी डीडीटी च्या स्वरूपात केला गेला. त्यानंतर इतर देशात मलेरिया

मारणं कधी थांबवायचं हे कीटकनाशकाला कसं कळणार ?

नियंत्रणासाठी डीडीटीचा आणि कृषिक्षेत्रात बीएच्सीचा वापर सुरू झाला. गहू, तांदूळ, मका, तीळ, तंबाखू, कापूस या सारख्या कृषिउत्पादनांच्या संरक्षणासाठी वेगवेगळ्या क्लोरीन, फॉस्फरसयुक्त कीटकनाशकांचा वापर करण्यात येतो.

या रासायनिक पदार्थांचे त्यांच्या उपयोगानुसार कीटकनाशक, कीडनाशक, बुरशीनाशक, तणनाशक या प्रकारात वर्गीकरण करता येते. यापैकी भारतात सर्वात जास्त कीटकनाशकांचा वापर करण्यात येतो. पिकांवर कीड पडण्यापूर्वी किंवा कीड लागल्यामुळे पिकाचं उत्पादन कमी होऊ नये म्हणून अशा दोन्ही प्रकारे यांचा वापर केला जातो. यात क्लोरीनयुक्त हायड्रोकार्बन (DDT, BHC, Chlorodane), कार्बनिक फॉस्फरस युक्त संयुगे आणि कार्बामेट यांचा समावेश होतो. कीटकनाशकांच्या तुलनेत बुरशीनाशकांचा वापर कमी होतो. धातू, अधातूयुक्त रसायने, डायइथियोकार्बामेट यांचा वापर फळांची गुणवत्ता व आकार यावर होणारे परिणाम टाळण्यासाठी केला जातो. बरेचसे शेतकरी भाज्या व फळांचे पूर्णपणे संरक्षण करण्यासाठी या रासायनिक पदार्थांचा सर्वाधिक वापर करतात. पिकांबरोबर वाढणारं तण नष्ट करण्यासाठी 2-4 D, 2- 4-5 T युरिया यासारख्या तणनाशकांचा वापर केला जातो.

गेल्या काही वर्षात मातीतील कीड नष्ट व्हावी, धान्य चांगलं वाळवता यावं, पीक चांगलं वाढावं आणि उत्पादन जास्त यावं

कीटकनाशकांचा वाढता वापर

१९९४/९५ या एकाच वर्षात कीटकनाशकांचा वापर २४.३ हजार टनांवरून तो ९०,००० टनांपर्यंत वाढला. ७० ते ९४ दरम्यान कृषि क्षेत्र सव्वापट वाढले पण कीटकनाशकांचा वापर साडेतीनपट झाला. १९८५ साली तर भारत हा कीटकनाशकांचा जास्तीत जास्त वापर करणारा देश होता. आंध्रप्रदेश, उत्तरप्रदेश, तामिळनाडू, पंजाब, महाराष्ट्र या राज्यात कीटकनाशकांचा वापर मोठ्या प्रमाणात होतो. १९९३ मध्ये तामिळनाडू राज्यात १४६७, आंध्रप्रदेशात ११६२, पंजाबात ८२६ तर महाराष्ट्रात ३१३ ग्रॅम प्रति हेक्टर एवढे कीटकनाशक वापरले गेले. भारतात या कीटकनाशकांचा वापर लागवडीखालील क्षेत्र, बाजारपेठेतील स्थिती यावर अवलंबून आहे. यापैकी कीटकनाशकांच्या एकूण वापरापैकी ५०%पेक्षा जास्त उपयोग हा केवळ कापूस आणि तांदूळ या पिकांसाठी केला जातो.

यासाठी कीटकनाशकांचा वापर वाढला आहे.

परजीवी कीटक, किडे, अळ्या यांच्यामार्फत पसरणाऱ्या रोगांविरुद्ध देखील या कीटकनाशकांचा उपयोग होतो. दलदल, साचलेली डबकी, सांडपाणी, नाले अशा ठिकाणी डास व इतर कीटकांचा फैलाव होऊ नये म्हणून ही कीटकनाशके फवारली जातात.

१९९४-९५ या वर्षात घरे, हॉटेल, सार्वजनिक ठिकाणे इ. ठिकाणी एकूण कीटकनाशकांच्या वापरापैकी ५% भाग वापरला गेला. राष्ट्रीय मलेरिया निर्मूलन कार्यक्रमाअंतर्गत मलेरियाच्या डासांचा फैलाव थांबविण्यासाठी डीडीटी, बीएचसी, पॅरिमिफॉस मिथाइल आणि इतर काही पायरेथ्रॉइड्स फवारतात. परंतु नियमित फवारणी करून देखील कीटकांच्या या रासायनिक पदार्थाविरुद्धच्या प्रतिकार शक्तीमुळे मलेरिया रुग्णांची संख्या कमी होण्याऐवजी स्थिर राहिली आहे. कीटकनाशकांच्या अमर्याद वापरामुळे माणसांवर मात्र विपरीत परिणाम दिसून येत आहेत. कीटकनाशके तयार करणारे कारखानदार, व्यापारी या रसायनांच्या प्रत्यक्ष संपर्कात (पण कमी वेळ) असल्यामुळे त्यांच्यावर अल्पकालीन परिणाम दिसून येतात. पर्यावरणातल्या इतर जैविक घटकांसोबत ही रसायने जास्त काळ राहिल्यामुळे त्यांच्यावर दीर्घकालीन परिणाम

दिसून येतात.

अन्नधान्यावर, ऊस, फ्लॉवर, केळी यासारख्या अन्य पदार्थांवर केल्या जाणाऱ्या ऑरगॅनोक्लोराइड व फॉस्फेट सारख्या कीटकनाशकांच्या फवारणीमुळे आरोग्यावर परिणाम होतातच पण जेव्हा फवारणी केलेले अन्नपदार्थ वर्षानुवर्षे वापरले जातात तेव्हा त्यांची तीव्रता आणि परिणामांचे गांभीर्य वाढत जाते. ऑरगॅनोक्लोरीनयुक्त कीटकनाशके ऑरगॅनोफॉस्फरस कीटकनाशकांच्या तुलनेत जमिनीत जास्त दिवस रहात असल्यामुळे सुपीक जमिनीचा कस कमी होतो. तसेच भूजलातील पिकांच्या वाढीसाठी आवश्यक असणारे सूक्ष्मजीवदेखील नष्ट होतात. एकूणच या कीटकनाशकांचा प्रमाणाबाहेर वापर जमिनीच्या आणि पाण्याच्या प्रदूषणाला कारणीभूत ठरतो. यामुळे होणारे घातक परिणाम लक्षात घेता न्यायालयाने आणि सरकारने देखील डीडीटी, बीएच्सी, एल्डरीन सारख्या रसायनांच्या कृषिक्षेत्रातील वापरावर निर्बंध घातले आहेत. काही कीटकनाशकांच्या निर्मितीचे परवानेदेखील काढून घेण्यात आले आहेत. सरकारी नियमांप्रमाणे डीडीटी, बीएच्सीचा वापर कमी प्रमाणात, केवळ सार्वजनिक स्वास्थ्यासाठी करायला हवा.

कीटकनाशकांचे परिणाम लक्षात घेता त्यांच्या वापरावर निर्बंध घालणे आवश्यक आहे. तसेच त्यांचा वापर कसा करावा, त्यामुळे होणारे परिणाम, याबद्दल योग्य शास्त्रीय माहिती शेतकऱ्यांना असणे जरुरीचे आहे.

कीटकनाशके वापरायचीच नाहीत असे ठरवले तर शेतकऱ्यांचे फार नुकसान होईल. त्यामुळे रासायनिक कीटकनाशकांऐवजी जैविक कीटकनाशके वापरणे ह्याकडे लक्ष द्यायला हवे.

जेवढे जास्त उपाय शोधू तितक्या नवीन अडचणीही निर्माण होत रहातात. असे प्रश्न सोडविणे हे सततचे कामच ठरले आहे.

❖❖

स्रोत - जानेवारी २००१ मधून साभार

लेखक - दीनबंधु बाग

मूळ इंग्रजी लेख इकॉनॉमिक अॅन्ड पोलिटिकल विकली मधून विनोद गुप्ता यांनी हिंदीमधे अनुवादित केला.

मराठी अनुवाद विद्येश गोवंडे, नॅशनल केमिकल लॅबोरेटरी मध्ये कार्यरत.

पाठमोरा एस्किमो की रेड इंडियन ?

किती पाऊस झाला ?

खरं तर पावसाळा आता संपत आलाय. जून ते सप्टेंबर या काळात आपल्याकडे पाऊस पडतो. या सर्व काळात पावसाच्या बातम्या सतत ऐकू येतात. सांगलीला इतके सें.मी. पाऊस झाला तर महाबळेश्वरला अमूक सें.मी. पाऊस पडला. पण हा 'सें.मी.पाऊस' म्हणते काय ?

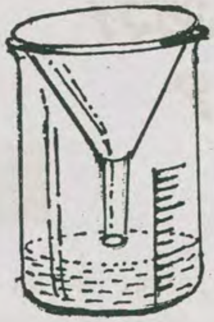
पाऊस दिवसभर पडला किंवा रात्रंदिवस किंवा कित्येक दिवस पडला हे कळतं. रिमझिम - धो धो - मुसळधार यावरूनही कमी-जास्त पडलेलं कळतं. पण सें.मी. मध्ये तो कसा मोजतात ?

आधी मला सांगा, पाऊस पडल्यावर त्या पाण्याचं काय होतं ? बरंचसं पाणी जमिनीत मुरतं. काही पाण्याची वाफ होते तर उरलेलं पाणी छोट्या छोट्या ओहोळांच्या रुपात उताराकडे वाहू लागतं. समजा या तीनही प्रकारांनी पाणी वाहून गेलं नाही तर काय होईल ? साहजिकच ते जमिनीवर साठून राहील. जितक्या उंचीपर्यंत ते साठून राहील तेच त्या जागेचं पावसाचं प्रमाण. ही उंची आपण पट्टीने मोजू शकलो तर पावसाचं प्रमाण सें.मी. मध्ये सांगता येईल. पण पावसाचं पाणी असं जमिनीवर साचून रहात नाही आणि त्यामुळे मोजता येत नाही. मग कसं मोजणार ?

एक मोठ्या तोंडाचं समान जाडीचं उभट भांडं घ्या (साधारणत: दंडगोलाकार). साधा उभट डबा चालेल. हे भांडं इमारती, झाडं किंवा कुठलाही अडथळा नसलेल्या ठिकाणी उघड्यावर ठेवून द्या. गच्चीवर ठेवलंत तरी चालेल. नाहीतर झाडं, इमारतींमुळे पडणाऱ्या सगळ्या पावसाचं पाणी नीट गोळा करता येणार नाही. आणखी एक महत्त्वाची गोष्ट म्हणजे पावसाचं पाणी प्रथम जमिनीवर आदळून उडून भांड्यात पडलं तर आपलं मोजमाप चुकेल. असं होऊ नये म्हणून आपलं भांडं जमिनीपासून थोड्या उंचीवर ठेवावं. झाला आपला पर्जन्यमापक तयार !

मोजलेल्या पावसाची नोंद पाण्याची पातळी (सें.मी.मध्ये)

दिनांक :	१	२	३	.	.	.	.	.	.	३०
जून										
जुलै										
ऑगस्ट										
सप्टेंबर										



असं गोळा केलेलं पाणी दररोज ठराविक वेळेलाच मोजलं पाहिजे. घरी मोजायचं असेल तर सकाळची आठची वेळ ठीक आहे किंवा शाळेत तुमच्या तासाप्रमाणे वेळ निश्चित करा. पण त्याच विशिष्ट वेळेला मोजमाप घ्यायची काळजी घ्या. आता हे गोळा केलेलं पाणी कसं मोजायचं ते पाहू.

गेल्या २४ तासातलं पाणी तुम्ही गोळा केलं आहे. आता त्यात एक पातळ लाकडाची पट्टी सरळ बुडवा. पट्टीवर टोक, शून्य लिहिलेली रेषा भांड्याच्या तळाशी टेकली पाहिजे. पट्टी कुठपर्यंत ओली झाली आहे हे पाहिलं की किती मि.मी. किंवा सें.मी. पाऊस झाला हे लगेच लक्षात येईल. हे झालं त्या २४ तासातलं पावसाचं प्रमाण. पण या पद्धतीत काही त्रुटी आहेत. तुम्ही सांगू शकाल कोणत्या ते?

एक म्हणजे या जमवलेल्या पाण्यातील काही पाण्याचे बाष्पीभवन होऊ शकते. त्यामुळे खऱ्या पडलेल्या पावसापेक्षा थोडं कमी माप येईल. हे बाष्पीभवन कसं टाळता येईल? चित्र पहा. त्या भांड्यावर त्याच्या तोंडाच्या मापाचं एक नरसाळं बसवा.

आपण जेव्हा पट्टी पाण्यात बुडवतो तेव्हा पट्टीमुळे पाण्याची पातळी किंचितशी वाढते. म्हणून डबा आणि पट्टी ऐवजी उंचीच्या खुणा असलेले काचेचे मोजपात्र वापरल्यास पावसाचे अचूक मोजमाप करता येईल.

प्रत्येक दिवशी पावसाचे पाणी मोजून झाले की ते झाडाला घाला आणि रिकामे भांडे पुन्हा पुढच्या दिवसासाठी पाणी गोळा करायला ठेवा. रोज ठराविक वेळेला केलेल्या नोंदीचा खालीलप्रमाणे तक्ता करा आणि तज्ज्ञांच्या पावसाच्या नोंदीशी पडताळून पहा.

❖❖

मूळ मल्याळी लेख युरेका या केरळ शास्त्र साहित्य परिषदेच्या मासिकातून

इंग्रजी अनुवाद - सरस्वती राजगोपाल
इनऑरगॅनिक केमिस्ट्री मध्ये एम्.एस्सी.

मराठी अनुवाद - यशश्री पुणेकर

पाणचक्कीचा शोध आणि प्रसार - भाग २

सरंजामशाही युगात पाणचक्की

लेखक : **मार्क ब्लॉक** • हिंदी अनुवाद : **सी. एन. सुब्रह्मण्यम** • मराठी अनुवाद : **मीना कर्वे**

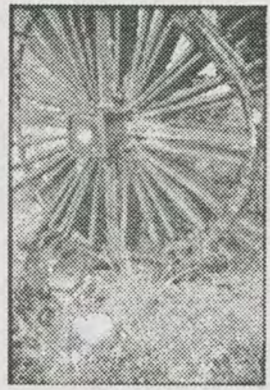
हा बहुचर्चित आणि प्रसिध्द लेख १९३५ मध्ये 'अनाल्स्' नावाच्या फ्रेंच मासिकात प्रकाशित झाला. कुठल्याही नवीन तंत्राचा प्रसार समाजात कशा प्रकारे होत जातो हे इथे दाखविलं आहे. समाजाच्या विविध थरांमधील बदलत्या संबंधांचा ह्या शोधाच्या प्रसारावर काय परिणाम झाला ह्या गोष्टींचा ह्या लेखात ऊहापोह केला आहे.

या लेखाचा पहिला भाग आपण मागच्या अंकात वाचलात. हा त्याचा पुढील भाग -

नव्या तंत्रज्ञानाचा प्रभाव काही एका झटक्यात पडला नाही. माणूस आणि जनावर यांच्या श्रमाने धान्य दळण्याची ही प्राचीन पद्धत युरोपातून नाहीशी होण्याचा इतिहास हा खूप लांबलचक आणि कटु सामाजिक संघर्षाच्या घटनांनी भरलेला आहे. दुर्दैवाने हा इतिहास फारच अंधुकही आहे. एका महत्त्वाच्या पण सर्वसामान्य अशा अडचणीमुळे पाणचक्कीचा वेग कमी होऊ लागला. जगात अशी काही ठिकाणं आहेत की तिथं नद्या-नाले अस्तित्वातच नाहीत. त्याकाळी दळणवळणाची साधनं अपुरी असल्याने धान्य दळून घेण्यासाठी काही ठिकाणीच असलेल्या पाणचक्क्यांवर लोकांना अवलंबून राहाता येण्यासारखे नव्हते. त्यामुळे पवन-चक्कीचा म्हणजेच आणखी एक नवा शोध लागेपर्यंत लोकांना जुन्या पद्धतींवरच काम चालवणं भाग पडलं. इथे असंही म्हणावं लागेल की सगळेच नदीनाले पाणचक्की चालवायला उपयोगी पडतच असं नव्हतं. जे सगळ्यात उपयुक्त होते ते सुध्दा काही काळ गोठत असत किंवा त्यांना पूर येत किंवा ते आटूनही जात.

सेंट अलबान इथल्या मठाधीशांनी तेराव्या शतकात आपल्या पाणचक्क्यांमध्ये सुधारणा करताना दूरदर्शीपणा दाखवला. एका पाणचक्कीची नदी आटल्यानंतर त्याच जागी घोड्यावर चालणारी चक्की त्यांनी उभी केली. १७४१ मध्ये पॅरिसच्या महापौरांनी आधीच्या वर्षीची थंडी आणि पूर ह्यांच्या अनुभवानंतर शहरात हाताने चालवण्याच्याही चक्क्या असाव्यात असा आग्रह धरला.

अशा तऱ्हेच्या उद्योगांना केवळ नैसर्गिक संकटांचीच भीती होती असं नाही. मध्यकाळात साधारणपणे प्रत्येक शहर शत्रूच्या हल्ल्यापासून सुरक्षित ठेवण्यासाठी व्यवस्था करावी लागत असे. मध्यकाळात असा एकही किल्ला नव्हता की जिथे जुन्या पद्धतीची चक्की नाही. इटलीमधील परमा शहराला सम्राट फ्रेडरिकने कित्येक महिने घेराव घातला होता. शिवाय शहराच्या दिशेने वाहणाऱ्या नदी-नाल्यांच्या प्रवाहाचे मार्गही त्याने बदलले होते. तेव्हा त्या शहरातल्या लोकांनी घोड्यांच्या सहाय्याने चालणाऱ्या चक्कीवरच आपलं काम भागवलं होतं आणि ते जिवंत राहू शकले होते. युद्धामुळे आर्थिक कामकाज तर ठप्प होतच असे पण त्याच बरोबर पुरातन आणि सरधोपट तंत्रांचा उपयोग करणं भाग पडत असे.



याशिवाय नेहमी प्रवास करणाऱ्यांना वजनाला हलक्या अशा उपकरणांची जरूरी भासत असे. कॅरोलिन्जियन सेनेच्या गाड्यांनी अशा चक्क्या ओढून नेल्या जात, कारण विशेषत: जर्मनीमध्ये असे काही लांबच लांब प्रदेश होते की जिथे पाणचक्कीची माहितीच नव्हती. तेराव्या शतकापर्यंत नॉर्मन व्यापारी आपल्या प्रवासात चक्क्या बरोबर घेत असत ही आश्चर्याचीच गोष्ट आहे. ह्यामागे फक्त तांत्रिक कारण नक्कीच नव्हते तर आर्थिकही कारण होते. कितीतरी ठिकाणी ब्रेड किंवा आटा दिवसाच्या काही विशिष्ट वेळीच मिळत असे. आपल्या बरोबरच स्वत:ची चक्की असल्याने प्रवाशांना दळणासाठी जमीनदारांना पैसे मोजावे लागत नसत. जमीनदारांचे हे हक्क लोकांना फारच जाचक ठरत. ह्याविषयी आपण पुढे बघूच.

ह्या झाल्या काही अपवादात्मक गोष्टी. पण खरी गोष्ट अशी आहे की जिथे युद्धे वगैरे होत नव्हती, शिवाय पाणीही पुरेसे उपलब्ध होते अशा ठिकाणीही बऱ्याच काळापर्यंत जुन्याच पद्धतीने काम चालवले जात होते. ह्या विरोधाभासाची कारणं बघताना आपल्याला काही गोष्टींचा विचार करावा लागेल. मध्यकाळाच्या सुरुवातीच्या शतकांमध्ये कुठलाही नवा विचार हा अगदी हळूहळूच प्रसारित झालेला दिसतो. कारण समाजातील उच्चभ्रू लोकांकडे कष्टाची कामं करायला गुलामांचा ताफा उपलब्ध असे.

जर्मनीमधील बड्या लोकांच्या घरात तर धान्य दळणाऱ्या दासी ह्या इतर कामे करणाऱ्या दासींच्या तुलनेने तुच्छ लेखल्या जायच्या. प्राण व अब्रू ह्या दोन्ही बाबतीत त्या जास्त असुरक्षित असायच्या. सहाव्या

शतकापर्यंत अशा दासींचा उल्लेख आढळतो. पण रोम आणि त्याला लागून असणाऱ्या जर्मनीच्या काही भागांमध्ये जिथे पाण्याची सोय होती अशा बड्या लोकांच्या घरांमधून मनुष्य आणि घोडे ह्यांच्या श्रमांवर चालणाऱ्या चक्क्या भराभर नाहीशा होऊ लागल्या. फ्रान्सच्या कॅरोलिन्जियन प्रवाहामधून किंवा इंग्लंडच्या प्रवाहांमधून पाणचक्क्यांचा आवाज नियमितपणे ऐकू येऊ लागला, पण तरीही शेतकऱ्यांच्या घरातून मात्र जुनाट जात्यांचीच घरघर ऐकू येत होती.

पाणचक्कीची स्थापना करण्यासाठी ज्या अटी होत्या त्यांच्यावर एक नजर टाकू या. सगळ्यात प्रथम चक्की बांधण्यासाठी ती बांधणाऱ्याला पाणी घेण्यासाठी कायदेशीर हक्क असावा लागे. चक्की बांधणे इतके महाग असे की त्यातून मोठ्या प्रमाणावर धान्य दळलं गेलं तरच ते परवडत असे. सगळ्यात जुन्या ज्या चक्क्यांचा उल्लेख आपल्याला आढळतो (रोममध्ये प्रत्येक शतकात आणि दिजान व जिनिव्हा इथे सहाव्या शतकापासून), त्या चक्क्यांचा उपयोग शहरातील सर्व नागरिकांसाठी होत होता.

सरंजामशाही अधिकार, पाणचक्की आणि शेतकऱ्यांचा संघर्ष

ज्या चक्क्यांचा इतिहास आपल्याला सापडतो त्या सर्व चक्क्या सरंजामशाही हक्कांच्या आधारावर बांधल्या गेल्या होत्या. ह्यापैकी काही मोठ्या मठांमध्ये बांधल्या गेल्या होत्या. ह्या मठांमध्ये मोठ्या प्रमाणावर लोकवस्ती होती. मठाच्या सदस्यांखेरीज त्यांचे कित्येक नोकर, उपसरंजामदार शिवाय यात्रेकरू अशा सगळ्यांच्याच भोजनाची सोय इथे केली जात असे. त्यासाठी मोठ्या प्रमाणावर आटा लागत असे. त्यामुळे श्रमांची बचत करण्यासाठी ह्या लोकांचा प्रयत्न असणार. मठाच्या नियमांनुसार तिथल्या सदस्यांना शारीरिक कष्टाची कामं स्वत: करणं अपेक्षित होतं. जर्मन डी ऑक्से सारखे काही संत स्वत: धान्य दळून आपल्या शरीराला कष्ट देत असत (ज्यामुळे पाप धुऊन जातं असं मानलं जाई). पण लोचे इथले समजूतदार मठाधीश पाणचक्कीचाच उपयोग करणे पसंत करत. त्यांचं म्हणणं असं होतं की, 'ह्या चक्कीच्या मदतीने एक गुरुबंधू कितीतरी जणांचं काम करू शकतो आणि त्यामुळे कितीतरी धर्मभीरू सज्जन माणसांना प्रार्थनेसाठी जास्तीत जास्त वेळ उपलब्ध होतो.'

ह्या मठांनी सरंजामदारांपुढे हे अनुकरणीय असं उदाहरणच उभं केलं ह्यांत शंका नाही. जमीनदारही आपल्या इस्टेटीवर अनेक सैनिक आणि शेतमजूर ठेवत असत. ह्या सगळ्यांना खाऊ घालण्यासाठी जमीनदारांची

खास जमीन राखून ठेवलेली असे व त्यावर तो स्वतःच्या खर्चाने धान्य पिकवत असे. त्याशिवाय शेतकऱ्यांकडून कृषि उत्पन्नाच्या रूपात सारा मिळत असे. धान्याची कापणी होताच दारी धान्याची रासच पडत असे. हे धान्य दळण्यासाठी उपलब्ध होत असे. कदाचित सरंजामदाराची प्रजा (प्रामुख्याने शेतकरी) आणि आसपासच्या गावातले शेतकरीही धान्य दळण्यासाठी ह्या चक्क्यांचा उपयोग करत असावेत. ह्या चक्कीपासून मिळणाऱ्या उत्पन्नाचा मोठा हिस्सा ह्या शेतकऱ्यांनी दिलेल्या मोबदल्यातून मिळत असावा. काही जमीनदार शेतकऱ्यांवर ह्या चक्कीवर धान्य दळण्याची सक्तीही करत असण्याची शक्यता आहे. पण तरीसुद्धा ही एक प्रस्थापित परंपरा तयार नाही झाली. त्यामुळेच कदाचित सेंट बर्टिन मठाशी संबंधित शेतकरी ९ व्या शतकात आणि सेंट डेनिस मठातील वेठबिगार शेतकरी १० व्या शतकात आणि शिवाय कुठेही उल्लेख नसलेले इतर कितीतरी शेतकरी आपल्या घरी हाताने फिरवायच्या जात्यावरच धान्य दळत होते.

१० व्या शतकापासून ग्रामीण जीवनाच्या आर्थिक तसेच कायदेशीर जडणीघडणीत महत्त्वपूर्ण बदल होऊ लागले. ह्या जमीनदारांना आपल्या क्षेत्रावर हुकूम चालवण्याचा अधिकार होता आणि तेच त्या क्षेत्राचा न्यायनिवाडाही करत. (त्या काळी राज्याची न्यायव्यवस्था विकसित झाली नव्हती.) ह्या अधिकारांचा उपयोग करून बड्या जमीनदारांनी आपल्या फायद्यासाठी कित्येक एकाधिकार निर्माण केले. त्यांच्या अधिकाराखाली असणाऱ्या क्षेत्रातील सर्व लोकांनी त्यांच्याच बेकरीत ब्रेड भाजून घेतले

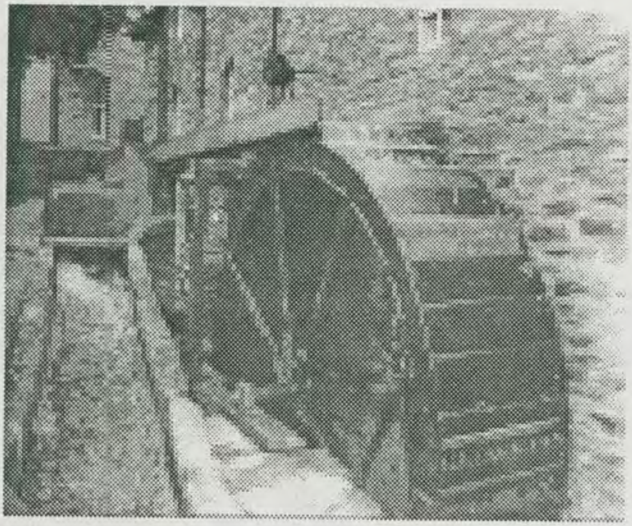
पाहिजेत अशी सक्ती होती. त्यांच्याच ब्रूअरीमध्यें लोकांनी आपल्या द्राक्षाचा रस काढून मद्य तयार केले पाहिजे, गाई आणि वराहपालनासाठी आपल्याच बैलांचा, वराहांचा प्रजननासाठी उपयोग केला पाहिजे, त्याच्याच घोड्यांकरवी आपले कामे केली पाहिजेत अशा प्रकारचे सक्तीचे नियम होते. ह्या सर्व कामामध्येच सगळ्यात महत्त्वाचा आणि प्राचीन एकाधिकार होता, पाणचक्कीच्या उपयोगाचा! ह्या सर्व कामांसाठी शेतकरी जमीनदारांना मोबदला देत असत.

मध्यकालीन समाजात न्यायपूर्ण बाब आणि परंपरागत बाब ह्या दोन्हींमध्ये खूपच फरक असे. जमीनदारांची नवी मागणी लवकरच परंपरागत होऊन बसली, एकाधिकार हा सरंजामदारीच्या हक्काचा एक अभिन्न अंगच होऊन बसला. १७८९ मधल्या फ्रेंच राज्यक्रांतीनंतरच हे एकाधिकार हक्क संपुष्टात आले.

हा एक एकाधिकार प्रस्थापित झाल्यामुळे जमीनदाराच्या प्रजेला त्याच्याच पाणचक्कीत धान्य दळून घ्यावं लागे. त्या नदीचा मालक असलेल्या जमीनदाराला त्यासाठी पैसे द्यावे लागत. ११व्या आणि १२ व्या शतकानंतर जेव्हा मोठमोठ्या जमीनमालकांच्या जमिनीचे तुकडे पडायला लागले आणि करांच्या रूपात धान्याऐवजी पैसे देण्याची पद्धत अस्तित्वात आली, तेव्हादेखील जमीनदारांच्या पाणचक्कीमध्ये धान्य दळणाऱ्याची संख्या काही कमी नव्हती. कारण हा जमीनदारांचा पारंपरिक हक्कच होऊन बसला होता.

अशा प्रकारचे बळजबरी करणारे अधिकार किती संघर्षानंतर प्रस्थापित झाले असले पाहिजेत ह्याची आपण कल्पना करू शकतो. संपूर्ण सरंजामशाही प्रदेशात दुसऱ्या प्रकारच्या चक्क्या उपयोगात आणण्यावर बंदी आणणे कठीण होते. थोडा फार समझोता करून हे होणं शक्य होतं, पण एकाधिकार स्थापन करण्यात एक मोठी अडचण उभी होती आणि ती म्हणजे प्रत्येक झोपडीत वर्षानुवर्ष घरघर फिरणारी धान्य दळणारी जाती. ह्याचा परिणाम असा झाला की सरंजामदारांनी ह्यांच्या विरुद्ध युद्ध पुकारायचं ठरवलं.

दुर्दैवाने बऱ्याच काळापर्यंत चाललेल्या ह्या द्वंद्वाची माहिती फ्रान्स आणि जर्मनीच्या संदर्भात कुठे उपलब्ध नाही. फ्रान्समध्ये हा संघर्ष १० व्या- ११ व्या शतकात झाला असावा, पण नेमकी ह्या काळातील माहितीच उपलब्ध नाही. १२०७ मध्ये 'यूमीजे' मठातील लोक विविल जमीनदारी प्रदेशातील उरली सुरली हाताने चालवायची जाती तोडून-फोडून टाकत असल्याचा उल्लेख मात्र सापडतो. यूमीजे मठाच्या अखत्यारीतली काही जमीन नक्कीच कधीतरी ह्या मठाधीशांच्या चाहत्यासाठी वेगळी करून



तिथे ही जमीनदारी उभी राहिली. आणि तिथे सरंजामशाहीचे सगळे हक्क लागू नसावेत. अशा प्रकारच्या घटना सुरुवातीच्या काळात खूपच घडल्या असाव्यात पण त्याचे उल्लेख मात्र इतिहासकारांना सापडत नाहीत.

पण जमीनदारांना संपूर्ण विजय सतत कधीच मिळालेला नाही आणि वेळोवेळी लहान गावातून व शहरातूनही हाताने चालवायच्या जात्यांचा उल्लेख सापडतोच. खेडेगावात सरंजामशाहीचा कारभार त्रासदायक तर होताच, पण आपल्या सगळ्या नियमांचं पालन करवून घेण्यासाठी लागणारी क्षमता त्यांच्याकडे नव्हती. त्यामुळेच त्या हक्कांचं सदासर्वदा पालन करवून घेणं हे अशक्य होतं. आपली अवज्ञा करणाऱ्या शेतकऱ्यांना आपल्या काबूत ठेवण्यासाठी कठोर कारवाई करणं जरूरीचं होतं. जर्मनीच्या राज्यकर्त्यांना असं दिसून आलं की पूर्व विभागातले शेतकरी आपल्या घरगुती चक्क्यांचा त्याग करायला तयार नव्हते. त्यामुळे त्यांना पश्चिमेकडे वसलेल्या शेतकऱ्यांवरच ही बंदी लादून समाधान मानावे लागले.

फ्रान्समध्ये १७ व्या शतकात सरंजामशाही आपले अधिकार पुन्हा मिळवण्याची धडपड करीत होती, तेव्हा पाणचक्क्यांच्या मुद्यावरून झालेल्या तंट्यांचे अनेक उल्लेख सापडतात. शेतकरी लपून छपून घरातच धान्य दळून घेत असल्यामुळे सरंजामशाही अधिकाराखाली चालणाऱ्या पाणचक्क्यांपासून पुरेसे उत्पन्न मिळत नसे. त्यामुळे त्यांनी घरगुती चक्क्यांवर बंदी आणण्याऐवजी त्यांच्यावरच कर लादण्यास सुरुवात केली. १७८९ च्या क्रांतीकाळात शेतकऱ्यांवर होणाऱ्या अनेक

जुलमांमध्ये हा सर्वात मोठा जुलूम होता.

मानवी श्रम विरूध्द पाणचक्की अथवा पवनचक्कीचा वापर यांचा हा लढा इंग्लंडमधील इतिहासात जास्त स्पष्टपणे कळतो.

इंग्लंडमध्ये सरंजामशाही ही १००० सालाच्या नंतर फ्रान्सहून आलेल्या नॉर्मन आक्रमकांद्वारे स्थापन केली गेली. इंग्लंडमध्ये फ्रान्सच्या तुलनेत सरंजाम एकाधिकारशाही कमी प्रमाणात होती. पण पाणचक्क्यांवर सरंजामी अधिकार लागू करण्याचा प्रयत्न सर्वसाधारणपणे झाला आणि त्याच्या विरोधात संघर्षही झाला. भूमध्यसागरीय प्रदेशांच्या प्रभावापासून इंग्लंड दूर असल्यामुळे इथला विरोध हा अधिक जोरदार होता. जर्मनी आणि स्कँडिनेव्हिया इथल्या संस्कृतीचा परिणाम इथे जास्त होता. इथे मोठ्या जमीनदाऱ्यांमध्ये ११ व्या शतकाच्या अंतापर्यंत पाणचक्की होती, आणि मध्यम वर्गात तिचा हळूहळू प्रसार होत होता. इंग्लिश शहरांमध्ये जमीनदार/राजे यांच्याकडून अधिकाराचे जे विभाग वाटून दिले जात त्यामध्ये बहुतेक वेळा जात्याचा उपयोग करण्याची परवानगी देण्यात आलेली असे. अशा प्रकारची परवानगी फ्रान्स किंवा जर्मनी इथल्या विभागात दिलेली दिसत नाही. ११२० ते ११५१ मध्ये इथल्या एका उच्चकुलीन महिलेने आपली पाणचक्की जेव्हा एका मठाला दान केली तेव्हा त्या दस्तावेजात तिने 'इथले लोक घरी जातं ठेवू शकणार नाहीत' अशा अटीचाही समावेश केला. सरंजामशहांचे अधिकारी नेहमी घरात घुसून अशा जात्यांचे तुकडे तुकडे करून टाकीत. याला गृहिणींनी केलेल्या विरोधाचाही उल्लेख आढळतो. न्यायालयात दीर्घकाळपर्यंत दिलेल्या लढ्यानंतरही पराधीन असलेल्या सामान्य लोकांचा पराभवच झाला, अशी वर्णनं आहेत. मठांच्या १३ व्या-१४ व्या शतकातल्या वृत्तांतात अशा प्रकारच्या भांडणांची वर्णनं असलेली कागदपत्रं खूपच सापडतात. सेंट अलबान्स मठात तर अशा संघर्षावरून एक महाकाव्यच तयार झालं!

इंग्लंडमधील हेबर्टफ्रॉडशायर जिल्ह्याच्या एका छोट्या विभागाला मठाधीशांनी (जे त्या शहराचे मालक होते) कोणत्याही प्रकारची सवलत देणं नाकारलं. तेव्हा तिथले रहिवासी आपल्या शेजारच्या शहरातील नागरिकांनी दिलेला लढा बघून ह्या जुलमाच्या विरोधात उभे राहिले. हे लोक शेतकरी नसून कारागीर होते. ते घरीच आपलं धान्य दळून पैसा वाचवू पहात होते. त्याच बरोबर कापड विणण्यासाठी सरंजामदाराच्या गिरण्यांचा वापर करण्याच्या सक्तीपासूनही बचाव करू पाहात होते. पहिला संघर्ष सन १२७४ मध्ये झाला. मठाधीशांनी त्यांची जाती आणि कापड जप्त केले. त्यांचे अधिकारी आणि लोक ह्यांच्यामध्ये मारामारी झाली.

नागरिकांनी आपली संघटना तयार केली आणि पैसा गोळा करून खटला भरला. मठाच्या लोकांनी राजाला प्रार्थनापूर्वक विनंती केली, सामान्य महिलांनी राणीला आपल्या बाजूला वळवण्याचे प्रयत्न केले. पण मठाधीशांनी राणीला गुप्त दरवाजाने मठामध्ये नेऊन ठेवले. शेवटी राजदरबारात बऱ्याच काळपर्यंत खटला चालला आणि नेहमीप्रमाणे नागरिक हरले. त्या बदल्यात त्यांना मठाधीशांना ५ मोठी पिंपे उंची मद्य द्यावे लागले.

सन १३१४ मध्ये पुन्हा एकदा एक संघर्ष झाला. १३२६ मध्ये नागरिकांनी आपल्या अधिकारांचा लेखी पुरावा मागितला (ह्यामध्ये घरी धान्य दळण्याचा अधिकारही समाविष्ट होता). ह्या बाबतीत उघडउघड लढा पुकारण्यात आला आणि मठाला दोन वेळा वेढा घालण्यात आला. शेवटी राजाने हस्तक्षेप करून समझोता घडवून आणला. तरीही मठाधीशांच्या एकाधिकाराचा प्रश्न सुटला नाही. ह्या स्थितीचा फायदा उठवून घराघरात जाती घरघरू लागली. पण १३३१ मध्ये एक नवा मठाधीश-भयानक कुष्ठरोगी रिचर्ड- आला. त्याने खटला जिंकून घेतला. संपूर्ण शहरातील जात्यांचे दगड मठात आणून त्याची फरशी करून जमिनीवर बसवण्यात आली - जणू युद्धात जिंकलेल्या ट्रॉफीसारखी! पण १३८१ मध्ये वेट टेलर आणि जॉन बॉल ह्यांच्या नेतृत्वाखाली इंग्लंडमध्ये सामान्य लोकांनी एक मोठा उठाव केला, ते बघून सेंट अल्बान्सचे लोकही प्रभावित झाले आणि त्यांनीही मठावर हल्ला चढवला. त्यांच्या पराजयाचं प्रतीक असलेली ती जात्यांची फरशी त्यांनी उखडून टाकली. ते दगड तर आता दळण्याच्या कामी येऊ शकत नव्हते, तरीही सगळ्या लोकांनी आपल्या विजयाचं आणि एकतेचं प्रतीक समजून ते तुकडे आपापल्या घरी नेले - 'श्रद्धाळू लोक रविवारच्या दिवशी पूज्य अशा ब्रेडचे तुकडे घरी नेतात त्याचप्रमाणे.' ह्या संघर्षानंतर मठाधीशांना जे स्वातंत्र्याचे अधिकारपत्र द्यावे लागले त्यामध्ये प्रत्येक घरी धान्य दळण्याच्या अधिकाराचाही समावेश होता. पण हा महान संघर्ष एखाद्या भुश्शाच्या ढिगाला लागलेल्या आगीसारखा ताबडतोब जळून खाक झाला. संपूर्ण इंग्लंडमधला हा संघर्ष समाप्त झाल्यानंतर एका शाही फर्मानाच्या द्वारे, लोकांनी आपलं बळ वापरून जे समझोते करून घेतले होते, ते सारे संपुष्टात आणले.

एका शतकापासून चाललेल्या ह्या लढ्यांचा हाच शेवट होता काय? बिलकुल

नाही, ह्या संघर्षाने इतिहासकार आपल्या कहाणीच्या शेवटी हे मान्य करतात की कमीत कमी घरगुती जाती निदान फिरून काम तरी करायला लागली आणि नंतर त्यांच्यावर पुन्हा निर्बंध घालण्यात आले.

हाताने फिरवायची जाती आपली विनम्र सेवा दीर्घ काळपर्यंत इंग्लंडमध्ये देत राहिली. वेळोवेळी त्यांच्या संदर्भात झालेल्या संघर्षांचे उल्लेख आपल्याला आढळतात.

थोडक्यात सांगायचं तर लोखंड आणि कोळसा ह्यांच्या उपयोगाचा काळ सुरू झाला तरीही प्राचीन अवजारांची जागा पाणी आणि हवा ह्यांच्या सहाय्याने चालणाऱ्या यंत्रांनी पूर्णपणे घेतली नव्हती. त्यामुळे १९ वे शतक तर सोडूनच द्या, पण आजही आयर्लंड, स्कॉटलंड, शेटलंड, नॉर्वे, पूर्व प्रशा, पूर्व युरोप या ठिकाणी जात्यांचा उपयोग होतो असं म्हटलं तर त्यात आश्चर्य वाटायला नको.

परंतु ह्या अपवादात्मक कारणामुळे गैरसमज करून घेता कामा नये. जेव्हा जातं आणि पाटावरवंटा ह्याचं पूर्णपणे उच्चाटन करण्यासाठी वाफेचं इंजिन आलं तोपर्यंत पश्चिमेकडे खाल्ला जाणारा आटा हा कित्येक शतकांपासूनच जास्त करून पाणचक्की आणि पवनचक्कीच्या साह्यानेच तयार केला जात होता. शेतकऱ्यांना जर आपण त्यांच्या मताप्रमाणे वागण्याची मुभा दिली तर ते आपल्या पारंपरिक साधनांचा त्याग नक्कीच करत नाहीत. सरंजामशहा - जे जमिनींचे मालक होते तेच पाणचक्क्यांचेही मालक होते. त्यांनी ह्या चक्क्यांवर दळणं इतकं महाग करून ठेवलं की त्यामुळे पारंपरिक जातं वापरण्याला उलट उत्तेजनच मिळालं. शेवटी त्यांनी सक्ती करून, बळजबरीने हीं रूढी-परंपरा तोडली. आजकालच्या बड्या व्यवसाय-उद्योगधंद्यांशी ह्या सरंजामी उपक्रमाचं कित्येक बाबतीत साम्य आहे. सुरुवातीच्या काळात श्रमशक्तीचा अभाव निर्माण झाल्यामुळे ते वैतागले आणि ह्या महत्त्वाच्या तांत्रिक सुधारणेला त्यांनी उत्तेजन दिले. नंतर कठोरपणे त्यांनी ही व्यवस्था नागरिकांवर लादली. अशा प्रकारे हा तंत्रज्ञानाचा विकास दोन अडथळ्यांमध्ये झुंजत राहिला. हे काही एकमेव उदाहरण मात्र म्हणता येणार नाही :

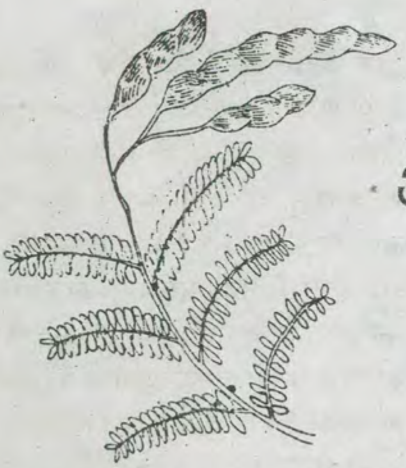
❖❖

शैक्षिक संदर्भ अंक ४० मधून साभार

लेखक : मार्क ब्लॉक
ज्या आधुनिक इतिहासलेखकांनी सामाजिक इतिहासाचा अभ्यास करतांना कोणत्या मुद्यांचा अभ्यास केला पाहिजे, तसंच त्या अभ्यासाचे बारकावे काय असावेत व त्यांना कुठले मापदंड लावले पाहिजेत अशासारख्या विषयांवर काम केलं त्यापैकी मार्क ब्लॉक हे एक लेखक होते.

हिंदी रुपांतर : सी. एन्. सुब्रह्मण्यम्, एकलव्यच्या सामाजिक अध्ययन कार्यक्रमात सहभागी.

मराठी अनुवाद : मीना कर्वे, समाजशास्त्राच्या पदवीधर, भाषांतरात रस.



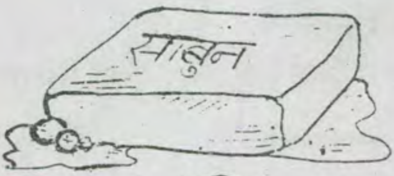
आम्ल आणि क्षार

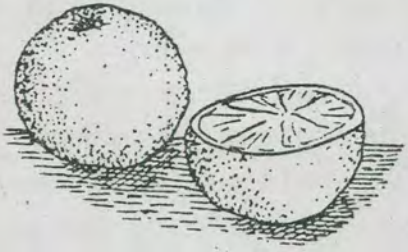
लेखक : यशश्री पुणेकर

परवा कधी नव्हे ते उत्साहाने मुलाचा अभ्यास घ्यायला बसले. तो म्हणाला, "माझा हा धडा तयार आहे. तू प्रश्न विचार." प्रश्न विचारताना लक्षात आलं की तोच प्रश्न जरा वेगळया तऱ्हेने विचारला की त्याचा गोंधळ उडतोय. पुस्तकातले प्रश्न, त्यांची उत्तरं अगदी तोंडपाठ आहेत पण हे असं का ? किंवा असं केलं तर काय होईल ? असे उलटे सुलटे प्रश्न विचारल्यावर मुलगा गांगरूनच गेला. त्याच आपलं एकच, "असं नाही गं विचारत. जसे प्रश्न पुस्तकात आहेत तसेच विचारतात परीक्षेत."

"अरे पण तुला विषय समजलाय हे नको का कळायला ? त्यासाठी असे प्रश्न हवेतच. बाई सांगताना तुझंच लक्ष नसेल" मी अगदी टिपीकल आईच्या भूमिकेतून त्यालाच दोष दिला. शेवटी तो रडवेला झाला आणि म्हणाला, "खरं सांगू का, मला हा धडा कळलाच नाहीए. पण उत्तरं पाठ केली की मार्क्स पडतात म्हणून मी पाठांतर करून टाकलं." त्या दिवशी अभ्यासाचा बोजवाराच उडाला पण माझ्या डोक्यात मात्र चक्र सुरू झालं. धडा अगदी साधा होता. आठवीच्या विज्ञानाच्या पुस्तकातला - आम्ल, अल्कली आणि क्षार. मी पुन्हा पुस्तक काढून वाचून पाहिला. मला वाटलं दिलंय की सगळं सरळ. अमुक मध्ये लिटमसचा रंग निळा होतो तर तमुक मध्ये लाल.

पण हळुहळू माझ्या लक्षात आलं - नुसत्या व्याख्या, वैशिष्ट्यं सांगितली तर त्यात शंका येणार नाहीत, तसंच त्याचा आपल्याशी काही संबंध आहे असंही वाटणार नाही. (म्हणजे परीक्षेसाठी पाठ करायचं एवढाच संबंध!) शिवाय ६०-७० मुलांच्या वर्गात शिक्षकांनी एकदा टेबलावर केलेला प्रयोग सुध्दा स्वतः करून बघायला मिळाला तरच त्यात रस वाटणार. घरी वापरण्याजोगी





रसायनं कुठे मिळतील ? माझ्या डोक्यातला विचारांचा गुंता वाढतच चालला.

आणि एक दिवस मध्य प्रदेशातल्या एकलव्य संस्थेने तयार केलेले इयत्ता ८वी चे पाठ्यपुस्तक 'बाल वैज्ञानिक' हाती लागले. अभ्यासक्रम सारखाच वाटला म्हणून वाचू लागले. विज्ञानाच्या पुस्तकात चक्क गोष्ट. सुरुवातच अशी होती : रामूच्या सदऱ्यावर जेवताना भाजीचा डाग पडला. साबण लावताच पिवळा डाग लाल झाला. त्याला फार नवल वाटले. त्याने आईला विचारले, ती म्हणाली, "अरे भाजीत हळद होती ना. साबणामुळे हळदीचा रंग बदलला." मग पुढे कशा कशामुळे हळदीचा रंग बदलतो हे पाहायचे रामूला वेडच लागले. त्याचे शिक्षक आणि इतर मित्रांनी मिळून अनेक वेगवेगळी मिश्रणे केली आणि वेगवेगळ्या मिश्रणांचा एकमेकांवर काय परिणाम होतो हे पाहता पाहता आम्ल, अल्क आणि क्षार हा पाठ शिकूनही झाला. त्याच्या शिक्षकांनी जवळजवळ १० वेगवेगळी मिश्रणे तयार केली. त्यातली बरीच रसायने प्रयोगशाळेतली होती. उदा. सोडियम हायड्रॉक्साइड, सल्फ्यूरिक ॲसिड. वर्गातल्या मुलांचे सहा-सात जणांचे गट करून त्यांनी प्रत्येक गटाला दोन वेगळी मिश्रणे आणायला सांगितली. ही सर्व मिश्रणे आपल्या घरात किंवा आजूबाजूला मिळणाऱ्या वस्तूंचीच होती. उदा. लिंबाचा रस, चिंचेचं पाणी, जास्वंद फुलांचा रस, बोगनवेलीच्या फुलांचा रस इ.

प्रत्येक मिश्रणात लिटमस कागदाचा वापर तर त्यांनी केलाच पण हळदीचा कागद बनवून त्याचाही वापर पदार्थाचा गुणधर्म ओळखण्याकरता केला. हळदीचा लेप एका कागदावर दोन्ही बाजूला लावून तो वाळवला की त्याच्या छोट्या छोट्या पट्ट्या कापायच्या. हा झाला हळदीचा सूचक

प्रयोगाच्या नोंदी

क्र.	पदार्थ	हळदीचा रंग	निळा लिटमस	लाल लिटमस
१.	खाण्याचा सोडा			
२.	लिंबाचा रस			
३.	खायचा चुना			
४.	चिंचेचं पाणी			
५.	धुण्याचा सोडा			

कागद. असाच जास्वंद रसाचा कागदही करता येतो. प्रत्येक मुलानी एक तक्ता करायचा आणि त्यात मिश्रणाचा लाल लिटमस, निळा लिटमस आणि हळदीच्या कागदावरचा प्रभाव लिहायचा.

असे छोटे छोटे उपक्रम आपल्याला वर्गात घेता येतील. रामूच्या शिक्षकांचा प्रयोग, तसेच आम्ल आणि अल्कली एकत्र केल्यावर क्षार आणि पाणी तयार होते हा उदासिनीकरणाचा प्रयोगही वेगवेगळी आम्ल व अल्कधर्मी मिश्रणे वापरून दाखवता येईल. उदा. मीठाचे पाणी आणि

क्र.	पदार्थ	हळदीचा रंग बदलला का ?
१.	खाण्याचा सोडा	
२.	धुण्याचा सोडा	
३.	दूध	
४.	साखरेचे पाणी	
५.	मीठाचे पाणी	

कॉस्टिक सोडा. मुलांनी असे प्रयोग स्वतः करून पाहिले तर त्यातूनच त्यांच्या आम्ल, अल्कली आणि क्षार याबद्दलच्या संकल्पना पक्क्या होतील. आपल्या दैनंदिन जीवनात पदोपदी उपयोगात येणाऱ्या वस्तूंशी त्याचा संबंध आहे हे समजले तर ते अधिक डोळसपणे वापरले जातील.

हा धडा मी मुलालाही वाचायला दिला. नंतर हळदीच्या कागदावर आम्ही साबणाचं पाणी, चुन्याची निवळी आणि लिंबाचा रस अशा घरातल्याच मिश्रणांचा प्रयोग करून पाहिला. मग तो खूषच झाला.

आणि आता इतर धड्यांमधलेही असे प्रयोग आणि उपक्रम शोधण्याचा त्याला आणि मलाही नाद लागलाय.

हे पुस्तक हिंदी भाषेत असूनही वाचताना फार काही वेगळा प्रयत्न करावा लागला नाही. आम्ही 'चुंबकत्व' या धड्याचाही अभ्यास केला पण त्याविषयी नंतर कधी तरी.

लेखक : यशश्री पुणेकर, संदर्भ गटात सहभागी.

'ग्लायकोजेन'ची अभ्यासक
गर्टी कॉरी

लेखक : अनिल लचके

नोबेल पारितोषिकांच्या गेल्या शंभर वर्षातील इतिहासात वैज्ञानिक क्षेत्रात मानकरी ठरलेल्या महिलांची संख्या कमी आहे. मेरी क्युरी आणि ईरेन क्युरी यांच्या नंतरची तिसरी महिला म्हणजे गर्टी कॉरी. १९०३ साली भौतिकशास्त्रामधील नोबेल पुरस्कार प्येअर क्युरी आणि मेरी क्युरींना मिळाला होता. त्यानंतर १९३५ साली झां फ्रेदरिक झॉल्यो आणि ईरेन झॉल्यो क्युरी या पति-पत्नीला रसायनशास्त्राचा नोबेल पुरस्कार मिळाला. पति समवेत पत्नीलाही नोबेल पारितोषिक मिळण्यचा तिसरा योग १९४७ साली आला. कार्ल फर्डिनंड कॉरी आणि गर्टी थेरेसा कॉरी या दांपत्याला वैद्यकशास्त्रातील पुरस्कार प्राप्त झाला. वैद्यकशास्त्रातील हा सर्वोच्च पुरस्कार मिळवणारी गर्टी कॉरी ही पहिली महिला ठरली.

त्यांनी उत्प्रेरणाने यकृतात ग्लायकोजेनचे स्थित्यंतर कसे होते त्यासंबंधी त्यांनी सखोल संशोधन केले होते. गर्टी कॉरी ही मूळची झेकोस्लोव्हाकिया या देशाची नागरिक होती. तिचा जन्म प्राग येथे १५ ऑगस्ट १८९६ रोजी झाला. नोबेल पुरस्कार मिळवणारे काम तिने वॉशिंग्टन युनिव्हर्सिटी ऑफ मेडिसिन येथे केले होते. त्यामुळे नोबेल पारितोषिक मिळवणारी ती पहिली अमेरिकन महिला ठरली.

गर्टी कॉरीच्या वडिलांचे नाव ओटो रॉडनित्झ होते. ते एका साखर कारखान्यामध्ये व्यवस्थापक म्हणून नोकरी करायचे. आईचे नाव मार्था होते. त्यांच्या तीन मुलींमधील गर्टी ही सर्वात थोरली होती.

त्या ज्यू-धर्मीय कुटुंबातील वातावरण सनातनी होते. त्यामुळे गर्टीचे शिक्षण खाजगी शिकवणी लावून पुरे झाले होते. त्यानंतर एका फक्त मुलींसाठी असलेल्या संस्थेत तिला १९०६ साली दाखल करण्यात आले. १९१२ साली तिचे शालेय शिक्षण पूर्ण झाले. तिला रसायनशास्त्राची खूप आवड होती. त्यासाठी तिने विद्यापीठामधील एका प्रवेश परिक्षेसाठी नाव नोंदवले. त्यावेळी प्रागमध्ये जर्मन युनिव्हर्सिटीची 'टेल्शेन

१९४७ साली वैद्यकशास्त्राचा नोबेल पुरस्कार

रियल-जिम्नॅशियम' नामक संस्था वैद्यक-शिक्षणशास्त्रासाठी प्रसिध्द होती. तिथे गर्टीला प्रवेश मिळाला. वैद्यकशास्त्रात गर्टीने संशोधन करावे, अशी तिच्या काकांची तीव्र इच्छा होती. तिचे काका युनिव्हर्सिटी ऑफ प्रागमध्ये प्रोफेसर म्हणून नोकरी करीत होते. बालरोगतज्ज्ञ म्हणून त्यांनी चांगले नाव कमावले होते. त्यांनी दिलेल्या उत्तेजनामुळे गर्टीने वैद्यकशास्त्राची पदवी (१९२० साली) मिळवली. एम.डी. होत असताना तिची कार्ल फर्डिनंड कॉरी यांच्याशी भेट झाली. दोघांच्याही आवडी-निवडी जुळत होत्या. त्या दोघांनाही वैद्यकशास्त्राचा पेशा पत्करण्यापेक्षा वैद्यकशास्त्रातील सखोल संशोधन करण्याची इच्छा होती.

कार्ल आणि गर्टी यांनी ५ ऑगस्ट १९२० रोजी विवाहबध्द होऊन युनिव्हर्सिटी ऑफ व्हिएन्ना येथे नोकरी करायला सुरूवात केली. व्हिएन्ना येथे 'कॅरोलिनेन चिल्ड्रेन्स हॉस्पिटल' होते. तिथे तिने थायरॉईड या संप्रेरकाशी संबंधित महत्त्वाचे संशोधन केले. १९२२ साली तिच्या पतीला बफेलो येथील 'न्यूयॉर्क इन्स्टिट्यूट ऑफ मॅलिग्नंट डिसीजेस' या संस्थेत संशोधन करण्याची संधी मिळाली. कार्ल आणि गर्टी यांनी १९२२ साली अमेरिकेला प्रयाण केले. कार्ल यांना

संसर्गरोग - संशोधक आणि गर्टीला जीवरसायनशास्त्र संशोधक म्हणून नोकरी मिळाली.

आपल्या शरीरातील आतड्यांमधून साखरेचे शोषण कसे होते, यासंबंधी त्यांनी संशोधन सुरू केले. प्राण्यांमध्ये कर्बोदकांचे चयापचय कसे होते यासंबंधी कॉरी पति-पत्नींना अतिशय कुतुहल होते. १९२३ साली या विषयावरील पहिला शोध-निबंध प्रकाशित केला. इन्शुलीन आणि इपिनेफ्राईन या दोन संप्रेरकांचा (हॉर्मोन्स) कर्बोदकांच्या शोषणावरती काय परिणाम होतो, यासंबंधी दोघांनीही दर्जेदार शोध निबंधाची मालिका लिहिली. यकृतातील ग्लायकोजेन पासून ग्लुकोजचे रेणू वेगाने मुक्त होण्यासाठी इपिनेफ्राईन कारणीभूत असते. त्यावेळी इन्शुलीनचे नियंत्रण महत्त्वपूर्ण ठरते, असे त्यांच्या लक्षात आले. काही वेळा स्नायूंमधील ग्लायकोजेनचा साठा कमी होऊन त्याचे लॅक्टेटमध्ये रुपांतर होते. त्यावेळी हेक्झोज मोनोफॉस्फेट (ग्लुकोज-१-फॉस्फेट) हे महत्त्वाचे रसायन तयार होत असते.

१९३१ साली कॉरी पति-पत्नींना मिसुरी राज्यातील वॉशिंग्टन युनिव्हर्सिटी स्कूल ऑफ मेडिसिन या ठिकाणी चांगली नोकरी आणि संशोधन करण्याची संधी मिळाली. कार्लला फॉरमॅकॉलॉजी विभागात मुख्य वैज्ञानिक पदाची कामगिरी सोपवली गेली. गर्टी त्यांची सहाय्यक बनली. या ठिकाणी त्यांनी ग्लुकोज आणि ए टी पी या रसायनापासून ग्लुकोज-६-फॉस्फेट आणि ग्लुकोज-१-फॉस्फेट यांचे एकमेकात कसे रुपांतर होते ते शोधून काढले. चयापचयामधील ही अत्यंत वेगाने होणारी प्रक्रिया खूपच महत्त्वपूर्ण मानली जाते. या प्रक्रियेमध्ये फॉस्फोरिलेज हे वितंचक

गर्टी कॉरी

१८९६	जन्म (प्राग येथे)
१९२०	वैद्यकशास्त्रातील एम.डी. पदवी (फर्डिनांद युनिव्हर्सिटी)
१९२०	कार्ल कॉरी यांच्याशी विवाहबध्द
१९२२	अमेरिकेला प्रयाण (न्यूयॉर्क स्टेट इन्स्टिट्यूट फॉर दि मॅलिग्नंट डिसिजेस इन बफेलो)
१९२८	अमेरिकेचे नागरिकत्व पत्करले
१९३१	वॉशिंग्टन युनिव्हर्सिटी स्कूल ऑफ मेडिसिन (सेंट लुईस, मिसुरी)
१९३६	पुत्रप्राप्ती (नाव कार्ल थॉमस)
१९४३	सशाच्या स्नायूंपासून फॉस्फोरिलेज एन्झाईमचे स्फटिकीकरण केले.
१९४७	नोबेल पुरस्कार, प्राध्यापकपदी निवड
१९५७	देहावसान

काही मान-सन्मान - (अमेरिकेच्या केमिकल सोसायटीकडून)

- मिडवेस्ट अवार्ड (१९४६),
- स्क्विब अवार्ड इन एन्डोक्रिनॉलॉजी (१९४७),
- गार्व्हन मेडल (१९४८),
- लुईस अवॉर्ड (१९४८),
- अमेरिकेचे राष्ट्रपती हॅरी ट्रुमन यांच्यातर्फे, 'नॅशनल सायन्स बोर्ड'वर निवड (१९५२) अनेक विद्यापीठांकडून डॉक्टरेट किंवा डी. लिट. पदवी प्रदान.

भाग घेते. या वितंचकाचे - म्हणजे एन्झाईमचे स्फटिक तयार करून त्याचा सखोल अभ्यास कॉरी यांनी केला.

गर्टी कॉरी ही अत्यंत हुशार आणि आपल्या कामात पूर्णतः गढून जाणारी महिला होती. साहजिकच तिची १९४७ साली प्राध्यापक पदावरती नेमणूक करण्यात आली. तिने काम केलेल्या एन्झाइमच्या प्रक्रिया नीट लक्षात घेतल्यामुळे ग्लायकोजेन या कर्बोदकाची रचना कळली. ग्लायकोजेनचे अस्तित्त्व क्लाऊड बर्नाड यांनी १८५० सालच्या सुमारास दाखवून दिले होते. तथापि त्याची रचना १०० वर्षांनंतर लक्षात आली होती.

लहान मुलांच्या यकृतात कधी ग्लायकोजेनचा साठा कमी किंवा जास्त

ग्लायकोजेन म्हणजे काय ?

ग्लायकोजेन हे एक पॉलिसॅकराइड वर्गातील कर्बोदक (शर्करा) आहे. यकृत आणि स्नायूंमध्ये ते साठवले जाते. बहुतेक सर्व प्राण्यांच्या कोशिकांमध्ये (पेशींमध्ये) ग्लायकोजेन असते. भातांच्या काही प्रकारात आणि यीस्ट मध्येही ते आढळते. ऑयस्टर, कालवं अशा मृदुकाय प्राण्यांमध्येही मोठ्या प्रमाणात ग्लायकोजेन आढळते. जीवरसायनशास्त्राच्या दृष्टीने हा फार महत्त्वपूर्ण पदार्थ आहे. त्याचे (आवश्यकतेनुसार) जसजसे विघटन होते तसतसे ग्लुकोज या शर्करेचे रेणू मुक्त होऊन त्यापासून शरीराला ऊर्जा मिळते. स्नायूंची हालचाल होत असते तेव्हा ग्लायकोजेनकडून ग्लुकोज रुपाने ऊर्जा प्राप्त होते. चयापचय म्हणजे सजीवातील रासायनिक आणि भौतिकी प्रक्रिया किंवा घडामोडी. यकृतातील चयापचयात्मक ग्लायकोजेनेच्या उत्पादनाला 'ग्लायकोजेनेसिस' म्हणतात. यकृत आपल्या वजनाच्या १० टक्के एवढे ग्लायकोजेन साठवू शकते. स्नायू आपल्या वजनाच्या २ टक्के एवढे ग्लायकोजेन साठवतात.

होतो. या व्याधीवरती इलाज करण्याचा मार्ग त्यामुळे सुचला होता. काही मुलांच्या यकृतातील ग्लायकोजेनची रचना अधिकच क्लिष्ट किंवा गुंतागुंतीची असल्याचे गर्टी कॉरीने निदर्शनास आणले. त्याच्या विघटनात भाग घेणाऱ्या आणखी वितंचकांचा मागोवा घेता आला. नोबेल पुरस्कार देणाऱ्या परीक्षकांना कॉरी दांपत्याच्या संशोधनाचे महत्त्व लक्षात आले. ग्लायकोजेनचे चयापचय होणाऱ्या प्रक्रियांचे सखोल संशोधन केल्याबद्दल १९४७ सालचे वैद्यकशास्त्राचे पारितोषिक त्यांनी कार्ल आणि गर्टी त्यांच्याचबरोबर तिसरे शास्त्रज्ञ बर्नार्डो अल्बर्टो हाऊत्से यांनाही विभागून दिले गेले. त्यांनी साखरेच्या चयापचयातील पोषग्रंथी संप्रेरकाचे कार्य अभ्यासलेले होते. पारितोषिकाची निम्मी रक्कम त्यांना आणि निम्मी रक्कम गर्टी आणि कार्ल यांनी विभागून दिली गेली. त्यानंतर बरेच इतरही मोठे सन्मान गर्टीकडे चालून आले.

दुर्दैवाने १९४७ साली गर्टीची तब्येत ढासळू लागली. तिला अत्यंत दुर्मिळ असा 'मायलोफायब्रोसिस' हा बोन मॅरोशी संबंधित असणारा रोग जडला. पुढील दहा वर्षे ती वेदना होत असूनही उत्साहाने प्रयोगशाळेत कार्य करीत राहिली.

जगप्रसिध्द नोबेल पारितोषिक विजेते ऑर्थर कॉर्नबर्ग आणि एडविन क्रेब यांना कॉरी

दांपत्याकडे जीवरसायनशास्त्रातील अनेक महत्त्वाचे प्रयोग करण्याचे सौभाग्य लाभलेले होते. विशेषतः फॉस्फोरिलेज आणि इतर एन्झाईम्सचा सखोल अभ्यास करण्याचे सुरूवातीचे प्रयोग त्यांनी कॉरींबरोबर केले होते.

गर्टी कॉरीने जे महत्त्वपूर्ण शोध लावले, त्यासंबंधीच्या प्रत्येक शोध-निबंधात तिचे पहिले नाव आहे. हे शोध-निबंध जर्नल ऑफ बायोलॉजिकल केमिस्ट्री या अव्वल दर्जाच्या नियतकालिकांमध्ये प्रसिध्द झाले.

गर्टी कॉरी यांचे २६ ऑक्टोबर १९५७ रोजी सेंट लुईस येथे देहावसान झाले. त्यांचे वैज्ञानिक कार्य आजही - 'कॉरी सायकल' - 'कॉरी एस्टर' - 'फोर्बेस डिसीज' - 'हेर्स डिसिज' - 'मॅक-अर्डलेज-डिसीज' या नावांनी ओळखले जात आहे.

❖❖

लेखक - अनिल लचके, राष्ट्रीय रासायनिक प्रयोगशाळा येथे शास्त्रज्ञ, वर्तमानपत्र, मासिकांत सातत्याने विज्ञान लेखन.

संदर्भ हिंदीमधून

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

हिंदी संदर्भची वार्षिक वर्गणी रुपये ७५ आहे.

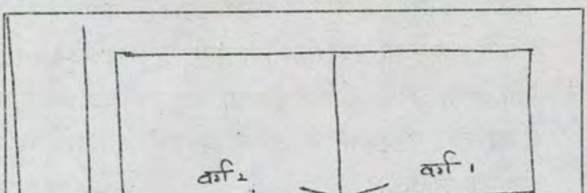
पत्ता : एकलव्य, कोठी बाजार, होशंगाबाद, मध्यप्रदेश ४६१ ००१.

लेखांक ५

भाषा नकाशाची

लेखक : शुभदा जोशी

नकाशाची भाषा शिकण्यासाठी आपण निरीक्षण, वस्तूचा नकाशा, वस्तूंच्या रचनांचे नकाशे, वर्गाचा - घरातील खोलीचा नकाशा, परिसरातल्या छोट्या नकाशांचे वाचन इ. गोष्टी मागील लेखांतून पाहिल्या. तिसरीच्या टप्प्यावर शाळेत मुलांची नकाशाची ओळख होणार आहे. तीही एकदम जिल्ह्याच्या नकाशाशी. हा पल्ला खूपच मोठा आहे. इथवर जाण्यासाठी एकावेळी एका नजरेत बघू शकणाऱ्या गोष्टींच्या नकाशांपासून - एका नजरेत मावणार नाही अशा, कल्पनेनं पहाव्या लागणाऱ्या मोठ्या भूप्रदेशाच्या नकाशापर्यंत पोचायचे आहे. त्याशिवाय नकाशातील गोष्टींचा परस्पर संबंध लावायचा तर दिशा समजणंही आवश्यक आहे. या लेखात या दोन्ही गोष्टींचा विचार करू.



शाळेचा नकाशा -
वर्गखोलीचा नकाशा आपण मागील लेखांकात काढला. शाळेचा नकाशा ही पुढची पायरी आहे. शाळेतील वर्ग, वाचनालय, व्हरांडा, ऑफीस यांचे बाह्यरेषांचे नकाशे गटांना काढायला देऊन, ते एकत्र मांडून, त्यांची रचना शाळा आहे त्याप्रमाणे करता येईल. तिसरीची मुलं भागाकारापर्यंत पोचलेली

नसल्यानं आपण त्यांना नकाशाचे प्रमाण शिकवू शकत नाही. त्यामुळे अंदाजानं एकाच प्रमाणाचे हे नकाशे काढायला शिक्षकांनी मदत करायला हवी. त्यानंतर शाळेच्या आसपासच्या गोष्टींची म्हणजे रस्ता, कंपाऊंड-गेट, बाग, पार्किंग इ. जोड देऊन नकाशा पूर्ण होईल.

मोठ्या जागेच्या नकाशात लहान होत जाणाऱ्या गोष्टी

वस्तूंच्या नकाशापासून सुरवात करून तालुक्याच्या नकाशापर्यंत पोचण्याचं आपल्यासमोरचं आव्हान अवघड खरंच. पण पाठ्यक्रमाशी जोडून घ्यायचं तर त्याला पर्यायही नाही. या संदर्भात एक ॲक्टीव्हिटी करून पहाता येईल.

१) प्रथम आपण वर्गातल्या टेबलाचा नकाशा काढू. इथे आपण फक्त टेबल पहातो म्हणून तो नकाशा मोठा येतो.

२) नंतर जेव्हा आपण वर्गाचा नकाशा काढू. तेव्हा त्या नकाशात ते टेबल लहान झालेलं आढळेल.

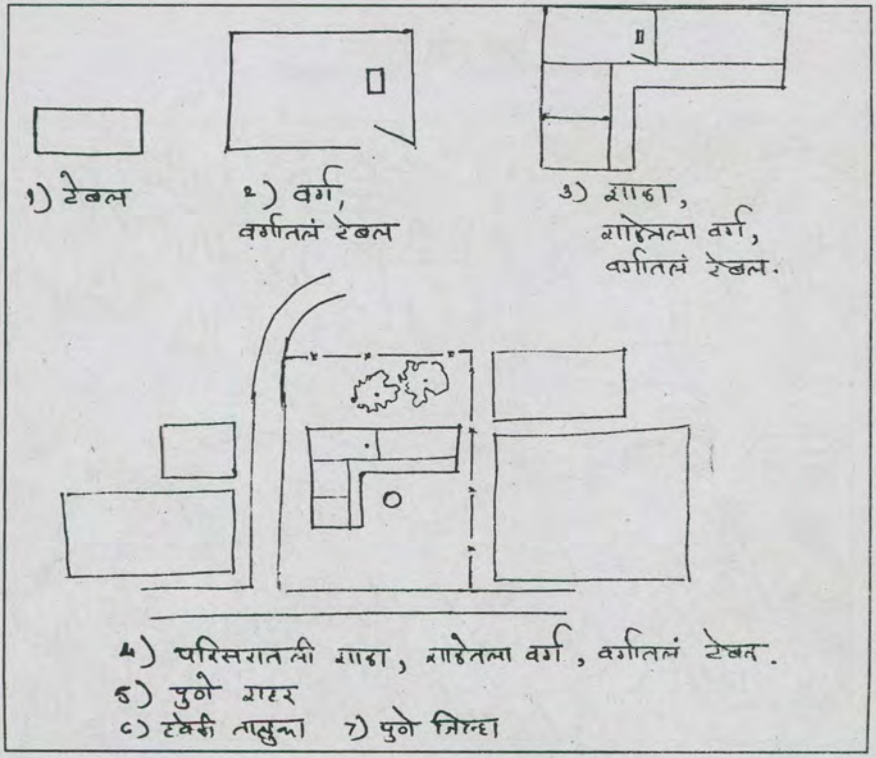
३) शाळेच्या नकाशात तर हेच टेबल आणखी लहान होईल.

४) शाळेच्या परिसराच्या नकाशात तर ते टेबल दिसणारच नाही. त्याचप्रमाणे संबंध शहराच्या नकाशात शाळाही दिसणार नाही.

अशी अनेक शहरं, गावं, नद्या, टेकड्या, रस्ते, शेतं मिळून तालुक्याचा नकाशा बनतो. ही नकाशा मालिका जर मुलांसमोर ठेवली तर मुलांचा वस्तूंच्या नकाशांपासून मोठ्या भूप्रदेशाच्या नकाशापर्यंतचा प्रवास सोपा होईल. आता आपण या लेखातल्या दुसऱ्या मुद्याकडे वळू.

दिशा का शिकायच्या ?

आपण नकाशा वाचतो किंवा समजून घेतो म्हणजे नकाशात दाखवलेल्या अनेक गोष्टींचा परस्पर संबंध समजावून घेतो. नकाशातल्या एखाद्या विशिष्ट गोष्टीसंबंधी आपल्याला बोलायचं असेल, तर त्या गोष्टीचं नकाशातलं स्थान शोधायला लागतं. त्यासाठी आपण अनेक दिशादर्शक शब्द वापरतो. वर, खाली, डावीकडे, उजवीकडे, शेजारी, पलीकडे, मधे, समोर इ. पण आपण नकाशा कसा धरतो आणि कुठून पहातो ह्यानुसार ह्या शब्दांचे अर्थ बदलतात. नकाशा हे एकाच प्रतलातलं चित्र, त्यामुळे कागदाच्या वर खाली की नकाशातल्या डोंगराच्या वर-खाली असाही संभ्रम होऊ शकतो. हे गोंधळ टाळण्यासाठी नकाशाच्या भाषेत दिशा आवश्यक झाल्या. पूर्व, पश्चिम, दक्षिण, उत्तर ह्या दिशा आणि वायव्य, ईशान्य, आग्नेय, नैऋत्य ह्या उपदिशा. नकाशा संदर्भातल्या इतर संकेताप्रमाणे ह्या दिशा आणि नकाशामधे 'वरची दिशा उत्तर' हे संकेतही जगभर रूढ आहेत. दिशांच्या मदतीने एखाद्या प्रदेशाची

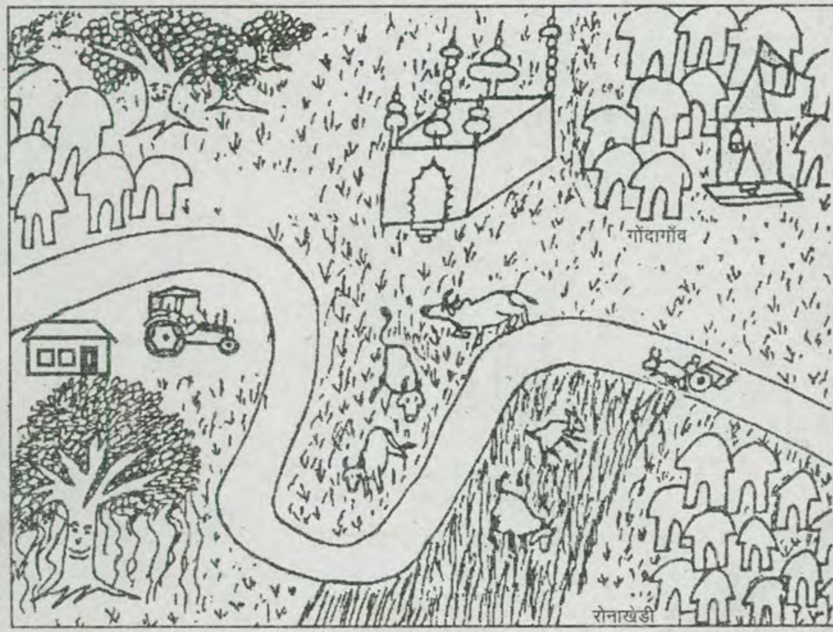


निश्चित जागा सांगणं सोपं झालं. जगाच्या नकाशावर एखाद्या देशाचा पत्ता शोधायचा तर दिशा आणि अक्षांश रेखांश यांच्या मदतीनं क्षणार्धात स्थान निश्चित करता येते.

दिशा शिकवणं -

दिशा का शिकायच्या ? हे आपण पाहिलं, पण तिसरीच्या मुलांसाठी दिशा शिकणं व त्याची गरज समजावून घेणं हे अवघडच आहे. मूर्त उदाहरणांवरून ते सांगणंही कठीण जातं. वास्तवात पत्ता शोधताना आपण दिशांचा वापर खूप कमी वेळा करतो. आपण पत्ता लक्षात ठेवतो किंवा सांगतो, शोधतो तो खुणांवरून उदा.- आंब्याच्या झाडाच्या शेजारी, मशिदीच्या मागच्या बाजूला वगैरे. मात्र जेव्हा मोठ्या भूप्रदेशाच्या संदर्भात बोलायचं असतं तेव्हा अशा प्रत्यक्ष डोळ्यांना दिसणाऱ्या खुणा अदृश्यच होतात. तेव्हा दिशांचाच आधार घ्यावा लागतो. उदा: भारताच्या दक्षिणेला हिंदी महासागर, पुण्याच्या पूर्वेला औरंगाबाद इ. मुलांशी बोलताना त्यांच्या व्यवहारातल्या डावीकडे, उजवीकडे ह्या शब्दांपासून सुरवात करू या. मात्र या शब्दांनी होणारे गोंधळही त्यांच्या

जग्गूची सफर



जग्गू डोंगरगावहून चिखलगावला बैलगाडीनं निघाला. वाटेत त्याला काही गोष्टी दिसल्या. काही त्याच्या डाव्या हाताला होत्या तर काही उजव्या. गावी परत आल्यानंतर त्याला त्याच्या मित्राला काय काय पाहिलं, ते सांगायचं होतं. सांगता सांगता त्याचा डाव्या आणि उजव्या बाजूंचा खूप गोंधळ व्हायला लागला. मग त्यानं सरळ कागदावर एक नकाशा काढला.

सांगा बरं –

जाताना – डोंगरगाव कुठल्या हाताला होतं? मशीद कुठल्या हाताला होती? प्राथमिक शाळा कुठल्या हाताला?

परतताना – जग्गूच्या डाव्या हाताला काय काय होतं? उजव्या हाताला काय काय होतं? गायी कुठल्या बाजूला चरत होत्या? आणि बकऱ्या?

नजरेस आणून द्यायचे आहेत. त्यासाठी 'जग्गूची सफर' उपयोगी पडेल. अशा एक दोन खेळांनंतर मुलांना सांगता येईल की - गोंधळ नको म्हणून नकाशाच्या बाबतीत सर्वांसाठी एक अशी एक भाषा ठरवली आहे. त्यात डावी, उजवीकडे असे सापेक्ष शब्द टाळून पूर्व, पश्चिम, दक्षिण, उत्तर अशी नावे ठरवली आहेत. त्याचबरोबर सर्वांनी नकाशा हातात धरताना सारखाच धरावा यासाठी नकाशात नेहमी उत्तर दिशा ही वरच्या बाजूला ठेवायची ठरवली आहे हेही मुलांना सांगायला हवे.

आता ह्या दिशा जगभरातल्या सर्व माणसांसाठी एकच असायला हव्यात. त्यामुळे या दिशा ओळखण्यासाठी अशा एखाद्या गोष्टीचा संदर्भ घ्यायला हवा की जी जगातल्या सर्व लोकांच्यासाठी एकाच दिशेला आहे. म्हणून दिशांसाठी संदर्भ बिंदू सूर्य हा ठरवला गेला असावा. (अगदी उत्तर किंवा दक्षिण ध्रुवांच्या जवळच्या प्रदेशातल्या लोकांसाठी सोडलं तर) बहुसंख्यांसाठी सूर्याची उगवती व मावळती दिशा एकच आहे.

गंमत म्हणजे सूर्य उगवतो ती पूर्व दिशा व मावळतो ती पश्चिम दिशा असं मुलांना सांगितल्यावरही पुरेशी स्पष्टता येत नाही. कारण ह्याच्याआधी त्यांनी आवर्जून सूर्याचं उगवणं, मावळणं पाहिलेलंच नसतं. खरं तर दिशा शिकवायच्या आधी वारंवार या निरीक्षणाच्या संधी मुलांना द्यायला हव्यात. त्यानंतर पूर्वेकडे तोंड केल्यावर मागची पश्चिम, उजव्या हाताची दक्षिण व त्यासमोरची उत्तर हे सांगणं आणि समजणंही सोपं आहे.

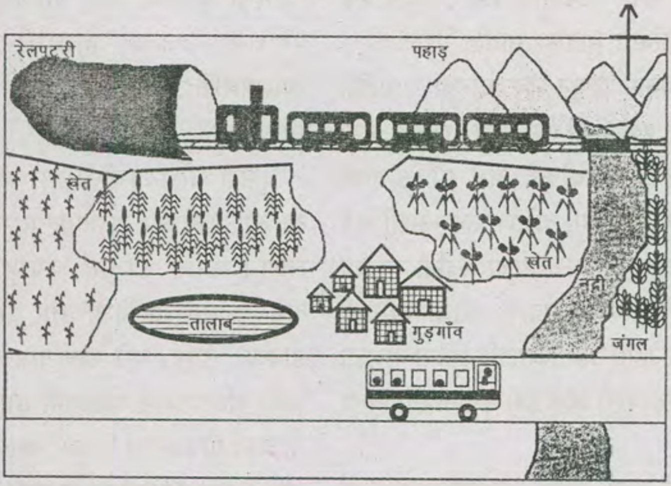
दुसरी गोंधळाची जागा म्हणजे मुलं त्यांच्या नजरेच्या टप्प्यातल्या गोष्टी, खुणा म्हणून मनात धरतात. त्यामुळे शाळेत दाराच्या बाजूची दिशा उत्तर असेल तर ते डोक्यात ठेवून, घरी मात्र दाराच्या बाजूची दिशा दक्षिण असं मोठ्यांनी सांगितल्यावर, 'हे काय गौडबंगाल!' असं वाटणं साहजिक आहे. त्यामुळे दिशांच्या संदर्भात ह्या बारीक सारीक खुणा लक्षात ठेवायच्या नाहीत तर फक्त सूर्याचीच खूण लक्षात घ्यायची, हे आवर्जून सांगायला हवे. हे स्पष्ट होण्यासाठी वर्गात किंवा घरीही खालील गोष्टी करता येतील

- शाळेतून सूर्य उगवतो ती दिशा शोधून त्यानुसार इतर दिशा ठरवाव्या. त्यानुसार प्रत्येक वर्गासाठी दिशा ठरवून त्याच्या पाट्या लावाव्या.

- गच्चीवर किंवा मोकळ्या जागेत जाऊन पूर्व दिशेला काय काय आहे याची यादी करावी.

- अशीच यादी इतर दिशांसाठीही करावी. त्यानुसार मुलांनी तयार केलेला नकाशा शाळेत लावून ठेवावा. अशीच यादी गृहपाठात घरासभोवतीच्या वस्तूंसाठी

दिशा ओळखा



१) रेल्वे कोणत्या दिशेला जातेय?
२) डोंगरातून वाटणारी नदी कोणत्या दिशेला वाहतेय?
३) गुडगांव जंगलाच्या कोणत्या दिशेला आहे?
४) बस कोणत्या दिशेकडून कोणत्या दिशेला चालली आहे?
५) तलावाच्या कोणत्या दिशेला शेत आहे?
६) गावाच्या कोणत्या दिशेला नदी आहे?
७) शेताच्या दक्षिणेला काय काय आहे?

करायला द्यावी. त्यानुसार घर व परिसराचा नकाशा प्रत्येक मूल काढून आणेल.

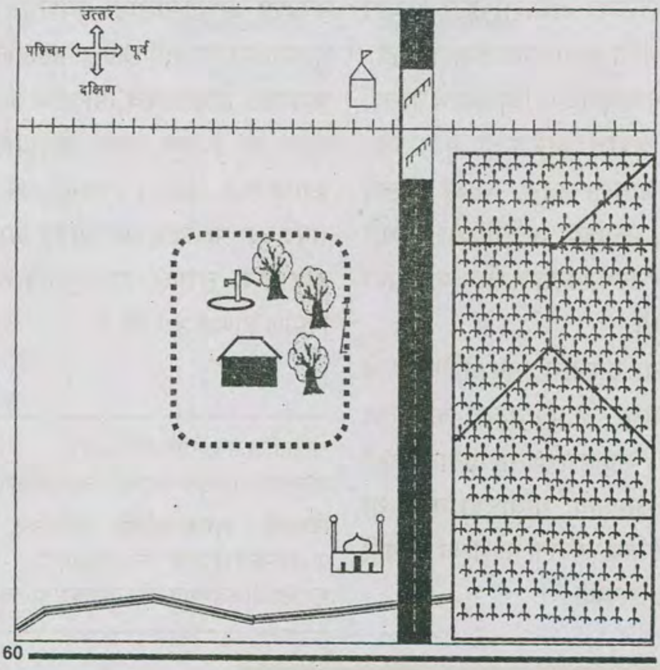
- आता गावाचा किंवा शहराचा नकाशा वर्गात लावून प्रत्येकाने शाळेची व आपापल्या घराची जागा त्या नकाशात शोधायची आहे. घर शहराच्या कोणत्या दिशेला आहे हे सांगून आपल्या घराच्या व शाळेच्या संदर्भात दिशा ओळखायच्या आहेत.

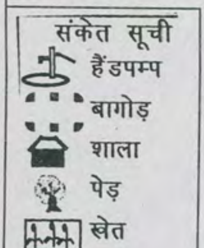
आता शाळेला संदर्भ बिंदू ठरवून गावाच्या नकाशात कुणाचे घर शाळेच्या कोणत्या दिशेला आहे असे प्रश्न विचारता येतील.

सरावासाठी चौकटीत दिल्याप्रमाणे आणखी काही खेळ देता येतील.

तिसरीसाठी उपदिशा शिकवणेही पाठ्यक्रमात अभिप्रेत आहे. पण माझ्यामते दिशा पक्क्या झाल्याखेरीज उपदिशा शिकवायची घाई करू नये.

आझादने तयार केलेला नकाशा





अ) १) हॅन्डपंप आझादच्या शाळेच्या कुठल्या दिशेला आहे?

२) रस्ता आझादच्या शाळेच्या कुठल्या दिशेला आहे?

३) रेल्वेलाईनच्या उत्तरेला काय आहे?

४) रस्त्याच्या पूर्वेला काय आहे?

ब) १) आझादच्या शाळेच्या दक्षिणेला कुंपणाच्या आत दोन झाडं दाखवा.

२) शाळेच्या उत्तरेला संतूचं घर दाखवा.

३) शाळेच्या दक्षिणेला पंचायत भवन दाखवा.

क) १) रेल्वे लाईनच्या दक्षिणेला काय काय आहे?

२) शेताच्या पश्चिमेला काय काय आहे?

३) आझादच्या शाळेच्या दक्षिणेला नदी आहे. पण शाळा नदीच्या कोणत्या दिशेला आहे?

दिशांची भाषा मुलांच्या तोंडात बसावी म्हणून भूगोलाच्या तासाला इतर सूचना देतानाही ही भाषा वापरायला हरकत नाही.

शहराचे, तालुक्याचे व जिल्ह्याचे नकाशे तिसरीच्या वर्षात अनेकदा मुलांच्या नजरेखालून जायला हवेत. त्यावर बोलणं व्हायला हवं, मुलांच्या माहितीच्या आधारे प्रश्न विचारून उत्तरं नकाशात शोधायची संधी मिळायला हवी.

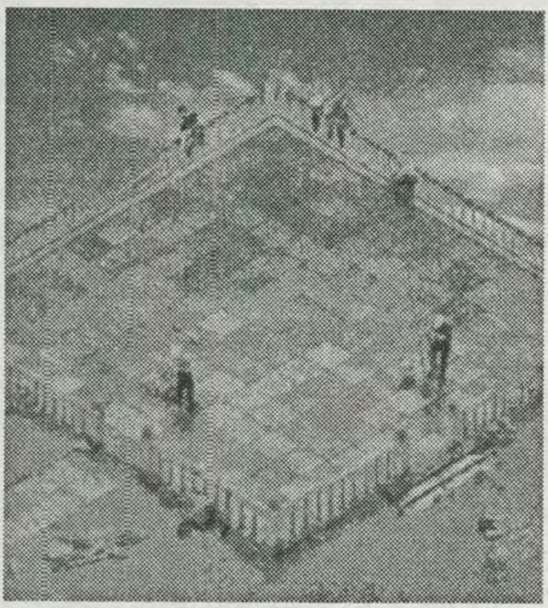
उदा. तुझ्या आजीचं गाव कोणतं ? ते नकाशात शोध, ते पुण्याच्या कोणत्या दिशेला आहे ? सुट्टीत कोणत्या गावाला गेली होतीस ? ते आपल्या गावाच्या कोणत्या दिशेनं आहे ? तिथे जायला कोणत्या रस्त्याने जावे लागेल. इत्यादी.

शाळेतल्या सहली, क्षेत्रअभ्यास तर नकाशा अभ्यासासाठी पर्वणीच ठरतील. मुलांना नवव्या वर्षी जिल्हा पातळीवर विचार करायला शिकवायचं आव्हान अवघड तर खरंच पण म्हणून प्रयत्न सोडायचे नाहीत. कारण ह्या पहिल्या टप्प्यावर जर या गोष्टी समजेच्या पलीकडच्या आहेत असं मुलांना वाटायला लागलं तर भूगोलाची नावड निर्माण होणार हे नक्की !

❖❖

लेखातील संकल्पना आणि चित्रं
एकलव्यच्या खुशी-खुशी पाठ्यपुस्तकातून साभार.

लेखक : शुभदा जोशी, आर्किटेक्ट,
पालकनीती संपादक गटात सहभागी.
भूगोल शिकवण्यात रस, खेळघर चालवतात.



आपण गॅलरीच्या
नक्की कोणत्या दिशेला
आहोत ?

पुस्तक परिचय

कृषिज्ञानकोश

शेती हा माणसाचा प्राचीन काळापासून चालत आलेला व्यवसाय आहे. किंबहुना मनुष्यप्राण्याचे तो 'शेती करतो' हेच व्यवच्छेदक लक्षण आहे. बी पडल्यावर ती वनस्पती उगवते हे माणसाने पाहिले आणि त्याची शेती सुरू झाली. जमीन नांगरून त्यात बी टाकून ते मातीने झाकून घेतले व त्याला पाणी दिले की ज्या वनस्पतीचे बी पेरले ती वनस्पती उगवते व नंतर ती पुन्हा बी निर्माण करते हा शोध जगातल्या महत्त्वाच्या शोधांपैकी एक आहे. यामुळे माणसाची जीवनपद्धतीच बदलून गेली.

'कृष्' म्हणजे नांगरणे. या धातूवरून कृषि हा शब्द आला. शेती हा शब्द 'सीता' या संस्कृत शब्दावरून आला आहे. सीता म्हणजे नांगरलेली जमीन. त्याचा शेती असाही अर्थ होतो. कौटिलीय अर्थशास्त्रात शेतीवरील अधिकाऱ्याचे पदनाम 'सीताध्यक्ष' असे दिले आहे. 'क्षेत्र' या संस्कृत शब्दापासून शेती हा मराठी व खेती हा हिंदी असे शब्द आले अशीही व्युत्पत्ती दिली जाते.

शेतीचा शोध लागल्यापासून आजतागायत जगात सगळीकडे शेती हा व्यवसाय प्रामुख्याने चालत आलेला आहे. कोणत्याही प्रगत किंवा अप्रगत राष्ट्राच्या जीवनात शेती या व्यवसायाला अनन्य साधारण महत्त्व आहे. राष्ट्र कितीही प्रगत व श्रीमंत असले तरी दुपारी बारा वाजता प्रत्येकाला तांदूळ आणि गहूच लागतो.

कृषिज्ञानकोश हा शेतीविषयक माहिती मराठीमध्ये देणारा एक ज्ञानकोश आहे. शेती हा विषय फक्त पिकांपुरता मर्यादित नाही. सर्व शास्त्रांशी या विषयाचा संबंध येतो. वनस्पतीशास्त्र, कीटकशास्त्र, जीवशास्त्र, मृदाशास्त्र, विज्ञान, रसायनशास्त्र, हवामानशास्त्र, अभियांत्रिकीच्या विविध शाखा, रोगविज्ञान (गुरांचे रोग, कोंबड्यांचे रोग, वनस्पतींचे रोग) इ. म्हणजे जवळ जवळ सर्व भौतिक शास्त्रांशी शेती या विषयाचा संबंध येतो.

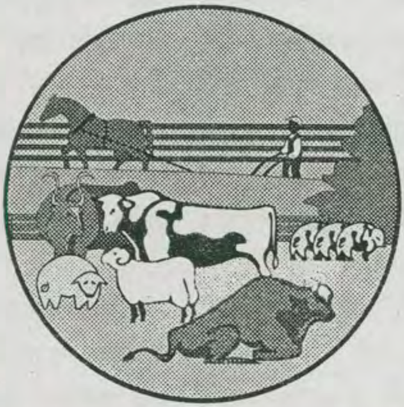
शेतकऱ्याला फक्त शेतीविषयक माहिती

संपूर्ण कोशाची किंमत रु. ५,०००/-

प्रकाशन : भारतीय संस्कृतीकोश मंडळ, ४१०, शनिवार पेठ, पुणे -३०

असून उपयोग नाही. तर आधुनिक शेतीमधे वापरण्याची उपकरणे, त्यांच्या वापराची पद्धत, दुरुस्ती, शेतीविषयक कायद्याचे ज्ञानही असणे आवश्यक आहे. ही सर्व माहिती एकत्रितपणे शेतकऱ्यांना कुठे उपलब्ध होईल?

फक्त शेतीची माहिती म्हटले तरी भारतात किती प्रकारांनी शेती होते, यात वापरण्यात येणाऱ्या साधनात किती वैविध्य आहे - नुसते खुरपे किंवा विळा घेतला तरी त्यात किती प्रकार आहेत, बैलगाडीचे किती प्रकार आहेत तसेच नांगर, कुळव, पाभर यांतही किती वैविध्य आहे. या सगळ्याची माहिती घेणे नुसते मनोरंजक नाही तर त्याचा उपयोग कुणाला कसा होईल हे देखील, ती माहिती सर्वांना उपलब्ध होण्यावरच अवलंबून आहे. या बाबतीत लोकही हर तऱ्हेचे प्रयोग करत असतात. त्यांच्या आसपास त्या प्रयोगांची माहिती होते परंतु ज्ञानकोशासारख्या ग्रंथातून ही माहिती ग्रथित झाली तर ती सर्वांना उपलब्ध होते.



वराहमिहिर, शाङ्‌र्गधर, कश्यप, पराशर, सूरपाल यांसारख्या प्राचीन ऋषींनी अशा नोंदी करून ठेवल्या आहेत. त्यांनी नोंदविलेली माहिती फार महत्त्वाची आहे. त्यांनी दिलेल्या बीजप्रक्रिया, औषधयोजना, रोगनियंत्रणासाठी त्या काळात करत असलेले साधे साधे उपाय, गुरांच्या रोगांवरील औषधे यांची माहिती संस्कृतमध्ये बंदिस्त आहे. या ज्ञानकोशामुळे या माहितीची कवाडे उघडली जातील.

पिकांपासून ते कीड, मुंगीपर्यंतची सर्व माहिती या कोशात दिली आहे. शेती हा विषय एखाद्या वटवृक्षासारखा आहे. याची प्रत्येक शाखा म्हणजे स्वतंत्र कोशाचा विषय आहे. परंतु त्यातील शेती या विषयाशी संबंधित माहिती या कोशात एकत्रित केली आहे.

आपल्याकडे जुन्या लोकांना ज्ञात असलेल्या कित्येक गोष्टी आता अज्ञातात गडप होत चालल्या आहेत. उदाहरणार्थ शेतीत होणारे दोरीचे उपयोग. एक मोट हा विषय घेतला तर दोराशिवाय मोट चालणे अशक्यच. मोटेसाठी दोर कसा वापरायचा हे एक तंत्र आहे. आता मोटा कालबाह्य झाल्या परंतु ही सर्व माहिती ग्रथित होणे फार महत्त्वाचे आहे. पाभरीचे चाडे एकही खिळा न ठोकता दोराच्या एका गाठीने कसे ताठ उभे रहाते व

पेरणीचे काम करते ही देखील एक विद्या आहे. या गाठीला चाडे गाठ म्हणतात. तसेच काम चालू असताना दोर तुटला तर त्याला चार घालून अगदी वेल्डिंग केल्यासारखा हा दोर पुन्हा कसा जोडून घ्यायचा, तसेच सरकफास, म्होरकीसाठी गाठी, तिवड्याची गाठ, औत जुंपण्यासाठी दोरीचा उपयोग कसा करायचा इ. गोष्टींची माहिती आता नव्या पिढीला नाही व त्यांना याची माहिती घेण्याची जरूरही वाटत नाही. आश्चर्याची गोष्ट म्हणजे या गाठींची लिखित स्वरूपात कुठेही माहिती नाही. अगदी कृषि-विद्यापीठातून देखील. परंतु या ज्ञानकोशात ही माहिती येईल.

प्रत्येक वनस्पतीला प्रत्येक भाषेत काहीतरी नाव असते. या कोशात त्या वनस्पतीची माहिती देताना त्याची सर्व भारतीय भाषातील नावे येतील. हा कोश सर्व भारतीय भाषांतून होणार आहे. म्हणजे सतरा भाषेतील नावे तर येतीलच शिवाय लॅटिन व इतर मिळतील तेवढ्या भाषांतील नावे या कोशात दिली जातील. शिवाय या कोशाचे वैशिष्ट्य म्हणजे या नावांपैकी कोणतेही नाव माहिती झाले तरी त्या वनस्पतीचे लॅटिन नाव कळावे यासाठी आम्ही स्वतंत्र परिचायक सूची (Identification Index) देत आहोत. जी गोष्ट वनस्पतींची तीच गोष्ट पक्षी, प्राणी, कीटक व रोग यांचीही. लॅटिन नाव कळले की त्या वनस्पतीची, प्राण्याची, कीटकाची किंवा पक्ष्याची नेमकी ओळख होऊ शकते व त्यामुळे मूळ संदर्भग्रंथातून त्याची माहिती घेता येते. 'अळू' या नावाखाली तुम्हाला मूळ संदर्भग्रंथात काहीही माहिती मिळणार नाही परंतु 'कोलोकेसिया एस्क्युलँटा' या नावाने अशा ग्रंथातून माहिती मिळू शकते. एका भाषेत देखील वनस्पतीला बरीच नावे असू शकतात. किंवा एकच नाव दोन वनस्पतींना असू शकते. उदा. अळू याच नावाचे एक फळझाडही आहे. त्याला लॅटिनमध्ये 'मैना लॅक्झिफ्लोरा' असे म्हणतात. अनंतमूळ हे नाव दोन वनस्पतींना आहे. दोन्ही औषधी वनस्पतीच आहेत. परंतु संपूर्ण वेगळ्या वनस्पती आहेत. त्यांची स्वतंत्र ओळख द्यायची असेल तर ती लॅटिन नावांनीच द्यावी लागते. म्हणजे 'हेमिडेस्मस इंडिकस' व दुसरी 'टायलोफोरा इंडिका.' अशी सूची सध्या कोणत्याही भाषेत नाही.

या कोशात औषधी वनस्पतींची माहिती आली आहे. त्यात त्यांचा कोणत्या रोगांवर उपयोग होतो ते सविस्तर दिले आहे. परंतु

एकाच रोगावर अनेक वनस्पतींचा उपयोग होऊ शकतो. हे समजण्यासाठी मानवी रोग व त्यावर उपयुक्त वनस्पती अशी स्वतंत्र सूची देत आहोत. उदा. दमा या रोगावर उपयुक्त वनस्पती - अनंतमूळ (टायलोफोरा इंडिका), अंजनवेल (पोथॉस कॅथकार्टी), अंजीर (फायकस कॅरिका), अडुळसा (अधातोडा वासिका), अफू (पॅपाव्होर सॉम्निफेरम), अश्वगंधा (विदॅनिया सॉम्निफेरा), अळीव (लेपिडियम सतीवम) इ.

परिचायक सूचीबरोबरच शब्दकोशाचाही अंतर्भाव या कोशात केलेला आहे. शब्दकोशात इंग्रजी-मराठी, मराठी-इंग्रजी, संस्कृत-मराठी तसेच मराठी-संस्कृत असे अर्थ दिले आहेत. महत्त्वाची गोष्ट म्हणजे परिचायक सूची व शब्दकोश हे दोनही देवनागरी लिपीत दिले आहेत. कारण देवनागरी लिपीमध्ये नेमके शब्दोच्चार लिहिता येतात. याचबरोबर कीड व रोग यांची सूची तसेच मानवी रोग व त्यांवर उपयुक्त औषधी वनस्पती यांचीही सूची देणार आहोत.

पिकांपैकी धान्ये, कडधान्ये, तेलबिया, फळझाडे, भाजीपाला, औषधी वनस्पती, सुगंधी वनस्पती, तंतूपिके तसेच शेतीशी संबंधित उद्योगांपैकी दुग्धव्यवसाय (गाय व म्हैस), शेळी व बकरी पालन, रेशीमउद्योग, कुक्कुटपालन, वराहपालन, मधमाशा पालन, ऊतिसंवर्धन (टिश्यू कल्चर), हरितगृह तंत्र, कलमे आणि रोपवाटिका उद्योग तसेच जमिनींचे प्रकार, जमिनीची बांध-बंदिस्ती, पाणलोट व्यवस्थापन, किडी व रोगांचे नियंत्रण, शेतीतील हत्यारे व साधने इ. विषयांवर आतापर्यंत उपलब्ध असलेली सर्व माहिती या ज्ञानकोशात येईल. आवश्यक तिथे चित्रे, छायाचित्रे व आकृत्या देण्यात येतील.

कोणत्याही भारतीय भाषेत असा प्रयत्न झालेला नाही. मराठीला कोशवाङ्मयाची परंपरा आहे. ज्ञानकोशकार कै. श्री. श्रीधर व्यंकटेश केतकर यांनी या परंपरेचा पाया घातला. अशा तऱ्हेची माहिती इंग्रजीमध्ये भरपूर आहे परंतु मराठीत किंवा कोणत्याही भारतीय भाषेत नाही. भारतात इंग्रजी जाणणारे लोक थोडे आहेत. महाराष्ट्रातही इंग्रजी जाणणारांची टक्केवारी फार कमी आहे, परंतु साक्षर झालेल्यांची संख्या बरीच आहे. अशा नवसाक्षर शेतकरी बांधवांसाठी माहितीचा हा खजिना मराठीतून किंवा त्यांच्या मातृभाषेतून उपलब्ध होणे महत्त्वाचे आहे. ही सर्व माहिती त्या त्या विषयातील तज्ज्ञांकडून तपासून घेऊन एकत्रित केली आहे.

या ज्ञानकोशाचा पहिला खंड ६ नोव्हेंबर २००० मध्ये डॉ. माशेलकरांच्या हस्ते प्रकाशित झाला. दुसऱ्या खंडाची छपाई सुरू झाली आहे.

❖❖

अंतरंग राक्षस

लेखक : **मनोज दास** • अनुवाद : **आरती शिराळकर**

आता ती अगदी शांत झोपली होती. आयुष्यात पहिल्यांदाच आपल्या आईला सोडून माझी बछडी माझ्याबरोबर माझ्या नोकरीच्या ठिकाणी यायला तयार झाली होती. पण त्यासाठी तिच्याशी खेळायला खरोखरीचं माकडाचं पिल्लू हवं होतं तिला. माझ्या बंगल्याच्या वॉचमनने तसंच एक माकड पाळलेलं मी पाहिलं होतं. अगदी शांत आणि समजूतदार होतं ते.

म्हणूनच मी तिचा हट्ट पुरवू शकेन असं वाटलं मला. तसं कबूल केल्यावरच हे माझं पिल्लू इतकं शांत झोपलं होतं. आईला सोडून एक आठवडा माझ्या जवळ राहण्याची जणू नुकसान भरपाईच मागितली होती तिने. फर्स्ट क्लासच्या रेल्वे डब्यातली ती शांतता, त्यातील दिव्यांचा तो मंद निळा प्रकाश आणि खिडकीतून मधूनच झिरपणारे चांदणे या वातावरणामुळे जणू माझ्या छकुलीभोवती परीराज्य अवतरलं होतं. मी एकदा तिच्याकडे पाही, एकदा खिडकीतून दिसणाऱ्या चंद्राकडे. स्वप्न पहायची गरजच नव्हती, कारण स्वप्नांनीच मला चहू बाजूंनी घेरलं होतं. खरं तर मी वरच्या बर्थवर जाऊन झोपायला काहीच हरकत नव्हती. पण माझ्या सोनुकलीकडे लक्ष देणं जास्त आवश्यक वाटलं मला. उगाच सीटवरून झोपेत पडलीबिडली तर? नकोच ते! मी आपला तिच्या जवळच बसलेला बरा.

एका मागून एक स्टेशनं मागं टाकीत गाडी चालली होती. मधेच एखाद्या गावच्या फलाटावरील गर्दीला आपल्यात सामावून घेत होती. मे महिन्यातील उकाड्याची ती रात्र हळूहळू संपत होती. तेवढ्यात आम्ही अशा एका स्टेशनवर येऊन थांबलो की त्याला 'स्टेशन' म्हणणंच मुष्कील होतं. स्टेशन मास्तरच्या केबिनला सुद्धा छत नव्हतं. वेटिंग रूम म्हणून एक पत्र्याची शेड होती. मात्र त्याच्या अवतीभोवती छान मोठमोठी झाडं होती. पण अशा ह्या स्टेशनवरून डोळ्याचं पातं लवत न लवतं तोच इतके लोक गाडीत चढले की बस्स रे बस्स! अख्खी गाडी हादरून टाकली त्यांनी. आमचा दरवाजाही ठोकत होती ते लोक. पण इतक्यात गाडी चालू झाली. अजूनही अर्धी गाडी भरेल

एवढी गर्दी फ्लॅटफॉर्मवर होती. आपल्याला घेऊन न जाणाऱ्या गाडीकडे अगदी रागाने पहात होती ती गर्दी.

गाडीने वेग घेताच मी माझ्या छकुलीच्या अंगावरचे पांघरूण नीट केले आणि झोपण्यासाठी वरच्या बर्थवर चढू लागलो. इतक्यात गाडीने वळण घेतले त्यामुळे खिडकीच्या काचेतून दाराशी लटकलेल्या त्या माणसाची सावली दिसली मला. नीट पाहिलं तर तो एक चांगला उंच, दाढीवाला माणूस जीव मुठीत घेऊन चूपचाप उभा होता. आमच्या डब्यात तो माणूस घुसेल या भीतीने मला त्याचा खूप राग आला. पण नंतर माझ्या लक्षात आलं की तो माणूस चक्क पेंगत होता. मनात विचार आला, चोरीच्या उद्देशाने हा डब्यात चढू पहात असेल तर तो असा पेंगणं शक्य नाही. आता त्याच्याबद्दलचा माझा राग जरा कमी झाला.

मी काचेची खिडकी उघडून त्याला हाक मारली. बाहेरच्या चंद्र प्रकाशात त्याचा चेहरा कृतज्ञतेने न्हाऊन निघालेला अगदी स्पष्ट दिसला मला. ''मी अगदी गरीब माणूस आहे साहेब.'' तो म्हणाला. त्यावर मी त्याला म्हटले, ''गरीब असलात तरी खरोखर फारच धीट आहात बुवा तुम्ही. एक तर इतक्या धोक्याच्या जागी गाडीला लटकताय आणि चक्क डुलक्या घेताय.'' दरवाजा उघडून मी त्याला आत घेतले.

आधी थोडासा संकोचला तो, पण नंतर आंत येऊन खाली बसला. त्याने सांगितलं की त्या गावच्या उत्सवासाठी आलेल्या लोकांची गर्दी होती ती. नदीपलिकडून उत्सवासाठी आलेल्या ह्या लोकांना नदीला पूर आल्यामुळे परत जायला नाव मिळाली नाही. म्हणून रेल्वेने परत जाणं भागच होतं त्यांना. सहानुभूतीने मी त्याला म्हटले, ''हा फर्स्ट क्लासचा डबा आहे. तुमच्याकडे थर्ड क्लासचे तिकिट असेल नां? पण काही हरकत नाही तुमचं स्टेशन येईपर्यंत इथे बसलात तरी चालेल.'' त्यावर त्याने

सांगितले की तो असाच एक भटक्या माणूस आहे. त्याचं जे काय थोडं सामान आहे ते फक्त त्याच्या जवळच्या त्या झोळीत. त्याच्या जवळ ना तिकिट आहे, ना जाण्याचं कोणतं निश्चित गाव. हे ऐकून बर्थवर जाऊन झोपायचा विचार मी सोडून दिला. पण बाहेरच्या नीरव शांततेतून येणारा गाडीचा तो एकसंध आवाज आणि वेगामुळे शरीराला डोलायला लावणारी ती लय ह्यामुळे मला कधी झोप लागली हे कळलंच नाही मला. इतक्यात एका आवाजाने मी दचकून जागा झालो. पाहतो तर तो दाढीवाला माणूस तल्लीन होऊन बासरी वाजवीत होता. सुदैवाने माझी सोनुली अजून जागी झाली नव्हती.

बासरी वाजवणं ही काही वाईट गोष्ट नव्हती पण का कोण जाणे मला त्याचा फार राग आला. त्या क्षणी तो माणूस मला अगदी दुष्ट आणि कृतघ्न वाटला. मला समजत होतं बासरीच्या आवाजाने मी एवढं चिडणं योग्य नाही. पण त्याला सांगून काय उपयोग किती प्रयत्नांनंतर माझी बछडी शांत झोपली ते! या विचाराने मी त्याच्यावर खेकसलोच. ‘‘बंद कर तुझी ती बासरी’’

एकदम गोंधळून त्याने माझ्याकडे पाहिले. पण एक शब्द न बोलता आपली बासरी त्या जीर्ण झोळीत टाकून तो उभा राहिला. योगायोगाने त्या वेळी गाडी एका स्टेशनवर थांबली. त्याने मला ओशाळून नमस्कार

केला आणि दार उघडून खाली उतरला. दार बंद करून मी माझ्या जागेवर येत होतो. तेवढ्यात माझ्या छकुलीची झोपमोड झाली. मला फार वाईट वाटले. मी डब्यातील दिवा लावला. "कां उठलीस ग राणी?" मी तिला जवळ घेऊन विचारले. आधी ती काहीच बोलेना. मग मी तिला उचलून मांडीवर घेतलं तेव्हा ती म्हणाली, "पप्पा मला किनई खूप छान स्वप्न पडलं."

"अरे व्वा! आम्हाला तरी सांग काय पाहिलंस स्वप्नांत?" मी म्हणालो.

रडवेला चेहरा करून ती म्हणाली, "मी नं, परीराणीच्या बागेत गेले होते. तिथे खूप फुलं नि पक्षी होते. त्या बागेत किनई बाबा, एक छान मुलगा होता. तो मला मस्त बासरी वाजवून दाखवत होता." एवढं बोलून ती घळघळा रडायला लागली. मी तिला जवळ घेतलं, डोळे पुसले अन् पुढे काय झालं म्हणून विचारलं. मग मुसमुसत ती सांगायला लागली. "इतक्यात कोणीतरी त्या बासरी वाजवणाऱ्या माझ्या दोस्तावर जोरात ओरडलं. एक अक्राळ-विक्राळ गलिच्छ राक्षस होता तो. घाबरून बासरी वाजवणं बंद केलं त्या छोट्या मुलाने. सगळीकडे काळोख दाटून आला आणि पुढे काय झालं मला काहीच माहीत नाही."

मला स्वत:चीच लाज वाटली. खिडकीतून बाहेर पाहिलं तर चांदण्यांत न्हाऊन निघालेली ती शेतं, झाडं, झुडपं शांत झोपली होती. पण मला मात्र त्या अक्राळ-विक्राळ दुष्ट राक्षसाचं अस्तित्व जाणवत होतं. खरं तर स्वत:मधेच मी त्याला शोधत होतो.

शैक्षिक संदर्भ अंक ४० मधून साभार.

❖❖

लेखक : मनोज दास, उडिया भाषेतील प्रसिध्द कथा लेखक, इंग्रजीतही लेखन करतात.
अनुवाद : आरती शिराळकर, साहित्यात रस

मूळ संख्यांना
काडीचा आधार

लेखक : मनोहर राईलकर

काही आगकाड्या घेऊन आपण एक आकृती तयार केली आहे. ह्या आकृतीत आगकाड्यांचे चौरस आहेत. आणि अशा चौरसांचा एक आयत केला आहे. आणि त्या आयतात दोन रांगा आणि तीन स्तंभ आहेत. ह्या आयताचं वर्णन आपण २ x ३ चा आयत असं करू. जर एकच रांग आणि एकच स्तंभ असेल तर त्या आयताचं वर्णन आपण १ x १ चा आयत असं करू. म्हणजे खरं तर एकच चौरस असेल. (आकृती पहा.) जर आपल्याजवळ १ किंवा २ किंवा ३ काड्या असतील तर आपण असा एकही आयत बनवू शकणार नाही हे उघड आहे. ५ किंवा ६ काड्या असल्या तरी आपण कोणताही आयत बनवू शकणार नाही. ७ काड्या असतील तर आपण १ x २ (किंवा २ x १) चा आयत बनवू शकू. ८ किंवा ९ काड्यांपासूनही आपण आयत बनवू शकणार नाही.

आता प्रश्न असा की समजा आपल्याला १०० काड्या

दिल्या असतील तर आपण असा एखादा आयत बनवू शकू का ? कदाचित प्रत्यक्षात १०० काड्या घेऊन प्रयत्न करून आपण याचं उत्तर शोधून काढूही. पण एक हजार काड्या दिल्या तर ? आणि एक लक्ष काड्या दिल्या तर ? शंभर कोटी दिल्या तर ? प्रत्यक्ष करून पहाणं शक्य आहे का ? म्हणजे प्रत्यक्ष कृती करून उत्तर काढण्याला व्यावहारिक मर्यादा आहेत. पुन्हा आपण काढलेलं उत्तर बरोबर आहे की नाही ही शंका उरतेच. शिवाय, ही काही गणिती पध्दत नव्हे. असले प्रकार गणिताला आवडत नाहीत. कारण पुढं. प्रश्न असा विचारला की N काड्या दिल्या तर ? मग तर आपले मार्गच खुंटतात. थोडक्यात गणिताला अशी एखादी रीत अपेक्षित असते की त्यामुळं उदाहरणं एकेक करून सोडवण्यापेक्षा असली कोणतीही किंवा अधिक अचूक बोलायचं तर एका जातीची सगळीच, उदाहरणं सोडवण्याचं एक सूत्र मिळावं, असं गणिताला वाटतं. वर्गसमीकरणांमध्ये तुम्ही हे अभ्यासलं आहेच.

ह्या प्रश्नाचं उत्तर आपण आज मिळवू. भूमितीत त्रिकोणाची एखादी रचना करताना आपण जो त्रिकोण काढला आहे असे समजतो. आणि त्यावरून तसा त्रिकोण प्रत्यक्षात काढण्याकरता आणखी सोयीस्कर असे कोणते गुणधर्म त्या आकृतीवरून मिळतात, त्याचा शोध घेण्याचा प्रयत्न करतो, तसाच प्रयत्न इथंही करू.

N काड्या दिल्यावर आपल्याला mxn चा आयत करता येतो. असं समजू. आता भूमितीच्या रचनेसारखाच उलट विचार करायचा, म्हणजे mxn च्या आयताला किती काड्या लागतील ते पहायची, निराळ्या शब्दात N आणि mxn यांच्यात आपल्याला उपयोगी पडेल असा जो संबंध असेल तो शोधून काढायचा, असं म्हणता येईल. त्याकरता आपण वरील पहिल्या आकृतीचं निरीक्षण करू. इथं mxn चा आयत केला आहे. म्हणजे m रांगा आणि n स्तंभ. त्याकरता आडव्या काड्या किती आणि उभ्या काड्या किती लागल्या, ते पाहू. वरच्या आकृतीत ३ स्तंभ आहेत. म्हणून प्रत्येक रांगेतील उभ्या काड्यांची संख्या ४ आहे. म्हणजे स्तंभांच्या संख्येहून १ जास्त. आणखी एक स्तंभ वाढवण्याकरता प्रत्येक रांगेत आणखी एकके उभी काडी लागेल, हे लक्षात घेतले की कळेल. हा मुद्दा ह्या उदाहरणात महत्वाचा आहे.

सर्वसाधारण नियम म्हणून सांगायचा

तर mxn च्या आयतात n स्तंभ असल्यामुळे प्रत्येक रांगेत n + 1 इतक्या उभ्या काड्या लागतील. आणि M रांगा असल्याने उभ्या काडचांची संख्या m(n+1) इतकी होईल. ह्याचा लक्षपूर्वक विचार करा. हा मुद्दा समजला असेल तर एक मुख्य काम संपलं आहे, असं समजायला हरकत नाही. ह्याच प्रकारानं आडव्या काड्यांची संख्या n (m + 1) इतकी येईल. यांची बेरीज N असल्यामुळे आपल्याला हवा असलेला संबंध समजला झाला. आता पुढील विवेचन समजणं अगदी सोपं आहे...

$$
\begin{aligned}
N &= m(n+1) + n(m+1) \\
&= 2mn + m + n \\
2N &= 4mn + 2m + 2n \\
2N + 1 &= 4mn + 2m + 2n + 1 \\
&= (2m+1)(2n+1)
\end{aligned}
$$

ह्या समीकरणावरून काय म्हणता येत ते पाहू. मुळात ज्यावेळी आपण mxn चा आयत करता येतो असं समजून सुरूवात केली, तेव्हा m आणि n धन पूर्णांक असावेत, असं जरी स्पष्ट म्हटलं नसलं तरी ते गृहीत होत, नाहीतर आयत होतो ह्या म्हणण्याला काहीच अर्थ राहिला नसता. म्हणजे N काड्यांपासून (एकतरी) आयत करता येण्याकरता 2N + 1 ह्या संख्येचे अवयव पाडता आले पाहिजेत, असा निष्कर्ष निघतो. किंवा निराळ्या शब्दांत 2N+1 ही संख्या संयुक्त असली पाहिजे. तेव्हा, वरील खटाटोपाचा अर्थ असा -

१) 2N+1 ही संख्या मूळ संख्या असेल तर N काड्यांच्या मदतीनं आपल्याला एकही आयत करता येणार नाही.

२) 2N+1 ही संख्या संयुक्त असेल तर N काड्यांपासून (एकतरी) आयत करता येतो.

हया समीकरणामुळं आणखी एक गोष्ट समजते. ज्यावेळी दिलेल्या काड्यांपासून आपल्याला आयत करता येईल अशी परिस्थिती असते तेव्हा समीकरणामधून प्रत्यक्ष त्या आयताच्या बाजूही आपल्याला समजतात.

३) 2N+1 ही संख्या संयुक्त असेल तर N काडचांपासून करता येणाऱ्या आयताच्या बाजू m आणि n वरील समीकरणाने मिळतात. आपण फक्त 2N+1 चे (2m+1) आणि (2n+1) असे दोन भाग करायचे. त्यांच्या किंमतीवरून m आणि n यांच्या प्रत्यक्ष किंमती मिळवायच्या.

2N+1 विषम असल्याने 2m+1 आणि 2n+1 हे तिचे भागही विषमच असणार, हे लक्षात आलंच असेल.

४) तुमच्या मनात काय शंका आली

असेल त्यांची मला कल्पना आहे. तिचाच आता विचार करू. आपण वर कंसात 'एकतरी' असं दोन वेळा म्हटलं आहे. अर्थात, ज्या वेळी 2N+1 चे भाग एकापेक्षा अधिक प्रकार करता येतात, त्यावेळी आयत करण्याचेही अधिक प्रकार मिळतात.

५) जर $2N+1 = (2m+1)^2$ पूर्ण वर्ग असेल तर N काड्यांपासून m बाजू असलेला चौरसही करता येईल.

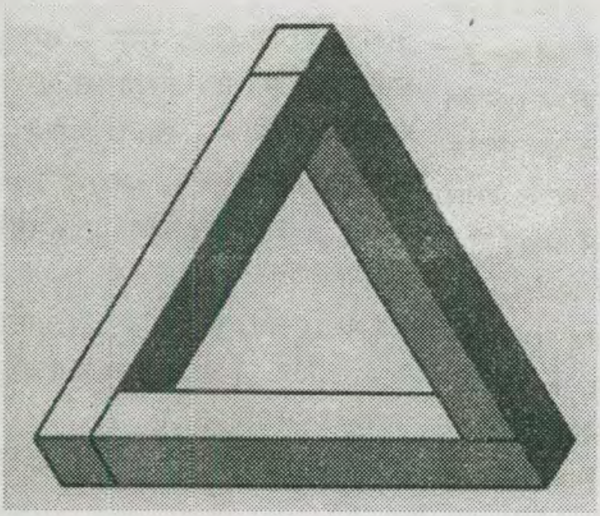
आरंभी विचारलेल्या प्रश्नांची उत्तरं आता आपण सहज देऊ शकतो.

उदाहरणार्थ, २ x १० + १ = २१ = ३ x ७ असल्यानं १० काड्यांपासून आयत करता येईल. आणि त्याच्या बाजू १, ३ अशा असतील. तुम्ही सुध्दा आता वेगवेगळया संख्या घेऊन तेवढ्या काड्यांपासून आयत करता येतो की नाही हे पडताळून पाहू शकाल.

आणि २०१ = ३ x ६७ असल्यानं १०० काड्यांपासूनही आयत करता येईल आणि त्याच्या बाजू १, ३३ अशा असतील. आणि ८ काड्यांपासून आयत का करता येत नाही तेही कळेल.

❖❖

लेखक : मनोहर राईलकर,
गणित विषयावरील अनेक पुस्तके प्रसिध्द.
अतिशय रसपूर्ण पध्दतीने गणित शिकवतात.



ही आकृती काढून बघा.

सोपी वाटते ना ?

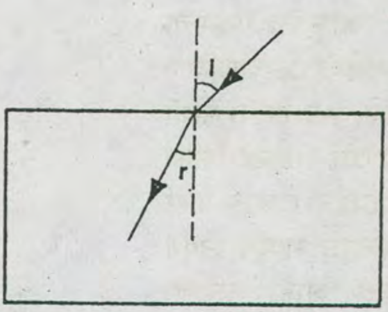
आता अशी वस्तू प्रत्यक्ष तयार करून बघा.

प्रकाशाचे विचलन

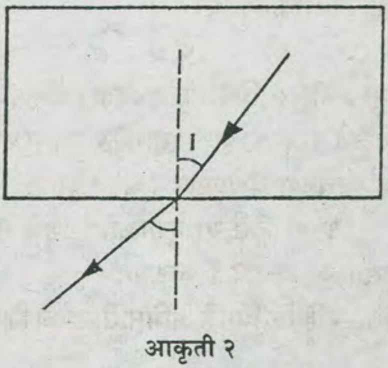
लेखक : नागेश मोने

बहिर्वक्र भिंगातून प्रकाशकिरण गेल्यावर एकत्र कसे येतात ?

एकाच माध्यमातून प्रवास करताना प्रकाश किरण सरळ मार्गाचा अवलंब करतात हे आपल्याला ठाऊक आहे. 'प्रकाशकिरण सरळ रेषेत प्रवास करतात' हे विधान आपण त्याच अर्थाने वापरतो. पण एका माध्यमातून दुसऱ्या माध्यमात जाताना मात्र ते आपला मार्ग बदलतात. त्यातही आणखी एक मुद्‌दा आहेच. एका माध्यमातून दुसऱ्या माध्यमात जाताना ते तिरकस असतील तरच आपला मार्ग बदलतात अन्यथा ते तसेच सरळ जातात. अर्थात इथे माध्यम पारदर्शक आहे हे गृहीत आहे. काचेच्या चिपेच्या साहाय्याने हे आपल्याला पाहता येते. इयत्ता १० वी मध्ये त्याचा प्रयोग व वर्णन आहेच. इथे थोडक्यात आकृतीच्या साहाय्याने स्पष्ट करू या. काचेची चीप हे स्थायूरूप तर हवा हे विरळ माध्यम आहे. विरळ माध्यमातून स्थायूरुप माध्यमात जाताना आपाती किरण स्तंभिकेकडे (टिंबाटिंबांची रेषा जी चीपेच्या कडेला लंब आहे) झुकलेला दिसतो. म्हणून कोन i हा कोन r पेक्षा मोठा. त्याचप्रमाणे



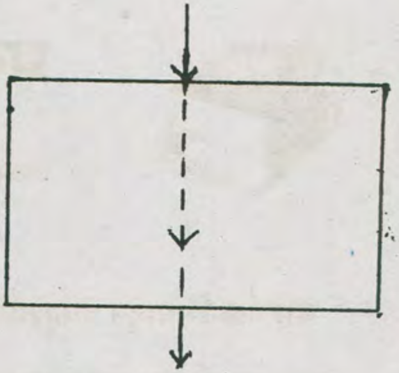
आकृती १



आकृती २

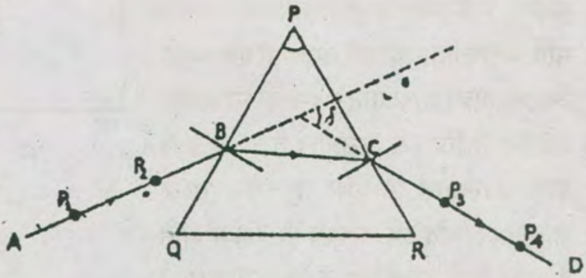
दुसऱ्या आकृतीत काचेच्या चीपेतून विरळ माध्यमात जाताना तो स्तंभिकेपासून दूर गेला आहे. इथे i हा कोन r पेक्षा लहान आहे.

समजा आपाती किरण जर चीपेला लंब असेल तर ? म्हणजे आपाती किरणच जणू स्तंभिका ! तर मात्र त्याचे अपवर्तन न होता तो सरळच जातो. (आकृती ३) या मुद्याबरोबरच प्रिझममधून प्रकाश किरण जातो कसा याचाही विचार करूया.



आकृती ३

आकृतीत प्रिझमचा उभा छेद PQR दाखविला आहे. AB हा B पाशी पडणारा आपाती किरण तर CD हा C पासून बाहेर पडलेला म्हणून निर्गत किरण आहे. आपाती किरण जणू काही ज्या ठिकाणी विचलीत झाला आहे त्या ठिकाणी δ (डेल्टा) कोन दाखविला आहे. प्रकाशाचा काचेच्या चीपेमधील मार्ग BC आहे. इथेही सुरुवातीस स्तंभिकेपाशी अथवा स्तंभिकेकडे वळणे व नंतर C पाशी स्तंभिकेपासून दूर जाणे हे काचेच्या चीपेप्रमाणेच घडते आहे.



आकृती ४

आता तिसऱ्या मुद्याकडे म्हणजे मूळ प्रश्नाच्या उत्तराकडे जाऊया.

बहिर्वक्र भिंग हे अभिसारी म्हणजे किरण एकत्र करणारे तर अंतर्वक्र भिंग हे अपसारी म्हणजे प्रकाशकिरणांना दूर सारणारे आहे. पण ही भिंग अशीच का वागतात ? आकृती ५ वरून त्याचा उलगडा होऊ शकेल. बहिर्वक्र भिंग हे जणू काही एक

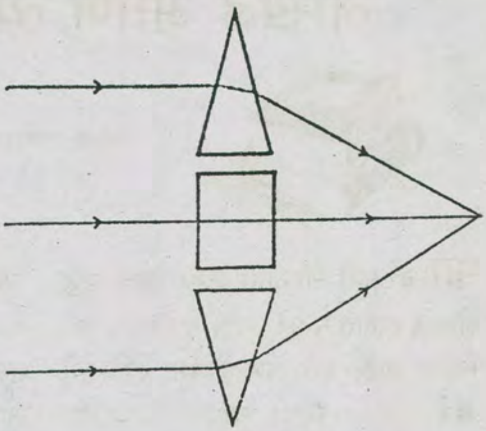
काचेची चीप व दोन प्रिझम्स्च्या साह्याने बनले आहे. काचेच्या चीपेतून चीपेला लंब जाणारा किरण विचलीत झालेला नाही तर प्रिझममधून विचलीत होऊन बाहेर पडला आहे. म्हणून बहिर्वक्र भिंग अभिसारी भिंग आहे. सृ म्हणजे जवळ येणे आणि अभि या उपसर्गामुळे (ज्याचा अर्थ काहीसा भोवती असा आहे) किरण एककेंद्राभिमुख करणारे असा 'अभिसारी' चा अर्थ होतो.

सहाव्या आकृतीत अंतर्वक्र भिंगाचे जणू विच्छेदनच करून दाखविले आहे. काचेची चीप मध्यभागी व प्रिझम दोन्ही बाजूस. मुख्य अक्षाला समांतर असणारे किरण दूर गेले आहेत तर चीपेतून लंब जाणारे किरण अपवर्तित झालेले नाहीत म्हणून अंतर्वक्र भिंग अपसारी. अप म्हणजे विरुद्ध किरण जणू काही F मधून गेल्याप्रमाणे वाटावेत.

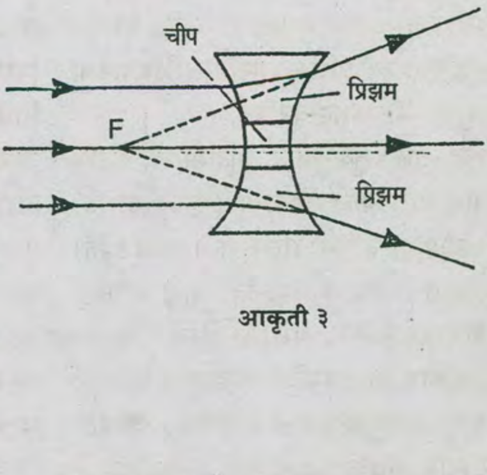
इथून पुढे मात्र बहिर्वक्र भिंगाच्या साह्याने काडेपेटीतील काडी, कापूस, कागद पेटविताना तुम्हाला या विवेचनाची आठवण व्हावी.

भिंगाच्या या वर्तनामुळे तर निरनिराळ्या प्रतिमांचा अभ्यास करणे सोयीचे जाते.

❖❖



आकृती ५



आकृती ३

लेखक : नागेश मोने, द्रविड हायस्कूल वाई येथे शिक्षक, विज्ञान वाचनालय चालवतात. गणित विषयातील पुस्तक प्रसिध्द.याशिवाय विज्ञानलेखन करतात.

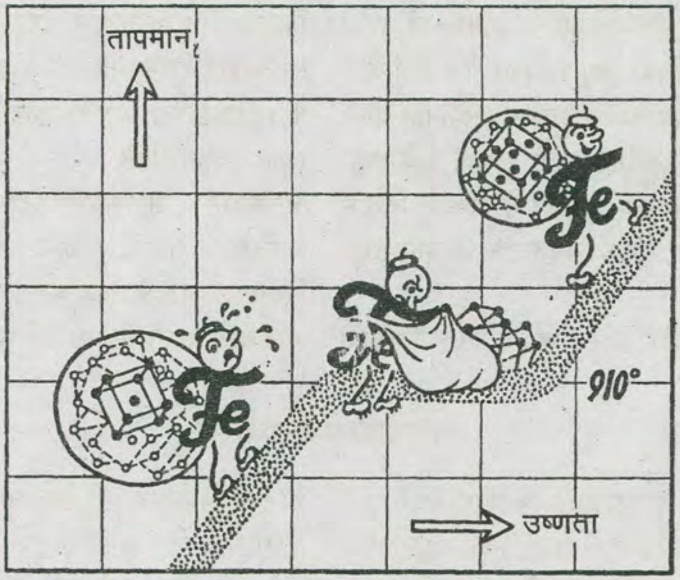
लोखंड आणि त्याचे निष्कर्षण

लेखक : नागेश मोने

फारच कमी लोकांनी शंभर टक्के शुद्ध लोखंड हातात घेतले आहे. हे विधान थोडे विचित्र वाटेल खरे, पण ते शंभर टक्के खरे आहे. आपण पाहतो, वापरतो ते ओतीव लोखंड तरी असते अथवा पोलाद तरी. पोलाद हे लोखंड आणि कार्बन यांचे संमिश्र आहे. शुद्ध लोखंड केवळ संशोधन प्रयोगशाळेतच सापडते. लोखंडाच्या शुद्धीकरणाची प्रक्रिया लोखंडाला सोन्यापेक्षा अधिक मौल्यवान बनविते.

शुद्ध लोखंड तुकतुकीत, चांदीसारखे, कठीण अन् तारा काढण्यायोग्य (तन्य) असते. 1539°C तापमानाला ते वितळते तर 3000°C ला ते उकळते. शुद्ध लोखंड कणखर नसते. घरगुती भांडी अथवा किरकोळ वस्तू बनविणे सोडल्यास मोठेमोठे पूल, गगनचुंबी इमारतींचे सांगाडे, जहाजांचे सांगाडे अथवा यंत्रांचे भाग बनविण्यास ते असमर्थ असते ! सुदैव असे की लोखंडाचे कणखर पोलादात रूपांतर करता येत असल्याने वरील अनेक बाबींसाठी ते उपयुक्त ठरले आहे. या लोखंडाबाबत एक मजेशीर गुणधर्म आहे.

विद्युतभट्टीत लोखंड जेव्हा तापविले जाते तेव्हा एक विशेष बाब दृष्टोत्पत्तीस येते. सुरुवातीला भट्टीतील तापमान वाढले की लोखंडाचेही तापमान वाढते पण थोड्या वेळाने उष्णता मिळूनही त्याचे तापमान न वाढल्याचे तापमान मोजण्याच्या यंत्रावरून जाणवते. उष्णता देणे चालूच ठेवल्यास थोड्या वेळाने तापमानात वाढ झाल्याचे निदर्शनाला येते पण पुन्हा एकदा तापमान तिथेच स्थिर राहते. धातू अधिकाधिक उष्णता शोषून सुद्धा तापमानात वाढ होत नाही. पुन्हा थोड्या वेळाने तापमान वाढते, पुन्हा विश्रांती अन् अंतिमत: धातू वितळतो. उष्णता दिल्यावर धातू जणू काही जिन्यांमध्ये जागा असणाऱ्या (landings-विश्रांती टप्पा) जिन्यावरून चढतो आहे काय असे वाटावे ! शिवाय तापमान वाढीतील विश्रांती ही विशिष्ट तापमानाशी संबंधित आहे. सुरुवातीस 768°C, दुसऱ्या वेळेस 910°C, तिसऱ्या वेळेस 1400°C अन् शेवटी चौथ्या वेळेस 1539°C ला वितळणे. लोखंड जेव्हा उलट क्रमाने थंड होत जाते तेव्हाही हे असेच घडते.



दिमित्री चेरनॉव्ह या रशियन धातूशास्त्रज्ञाच्या हे फार पूर्वी लक्षात आले होते पण आजच्या इतकी अतिसंवेदनशील, तापमान मोजण्याची, यंत्रे त्यावेळी उपलब्ध नव्हती. लोखंडाच्या या विश्रांती टप्प्याला शास्त्रज्ञ आता क्रांतिक बिंदू (critical point) असे म्हणतात. सीमांत बिंदू असेही म्हणता येईल याला.

सुरुवातीला 768°C या सीमांत बिंदूला लोखंडाचे चुंबकत्त्व हे उष्णतेने नष्ट होते. या बिंदूच्या खाली मात्र लोखंड चुंबकीय आहे. 768°C पेक्षा कमी तापमानापर्यंत ते थंड करीत नेल्यास पुन्हा चुंबकीय गुणधर्म युक्त होते. दुसऱ्या सीमांत बिंदूला म्हणजे 910°C ला त्या लोखंडाची संपूर्ण स्फटिक संरचना विस्कळीत होते, बदलते. या बिंदूच्या खालील तापमानास ते घनाकृती असते, त्याला अल्फा लोखंड म्हणतात. घनाच्या प्रत्येक शिरोबिंदूला एक अणू अन् घनाच्या मध्यभागी एक अणू अशी स्फटिक रचना असते. या क्रांतिक अथवा सीमांत बिंदूच्या वरील तापमानास त्याचे ज्या लोखंडात रुपांतर होते त्याला गॅमा लोखंड म्हणतात. गॅमा लोखंडात घनाच्या प्रत्येक शिरोबिंदूच्या ठिकाणी १ अणू आणि प्रत्येक पृष्ठाच्या मध्यभागी एक अणू अशी स्थिती असते. आकृतीवरून आपल्याला हे लगेच लक्षात येते की अल्फा लोखंडापेक्षा गॅमा लोखंडाच्या स्फटिकात ५ अणू अधिक आहेत. सुरुवातीस ९ अणू तर गॅमा लोखंडात

१४ अणू. त्यामुळे दुसऱ्या वेळेस कमी जागेत अधिकाधिक अणू एकत्रित येत असल्याने दुसऱ्या क्रांतिकबिंदूला आकारमानात बदल होतो व आणखी काही गुणधर्म बदलतात. म्हणजे उष्णता देऊनही तापमानात वाढ न होण्यास स्फटिक रचनेतील बदल कारणीभूत आहे.

आता 1400°C ला म्हणजे तिसऱ्या सीमांत बिंदूला गॅमा लोखंडाचे डेल्टा लोखंडात रुपांतर होते व घनाकृती स्फटिक तयार होतात व 1539°C ला धातू वितळेपर्यंत मात्र ही रचना अशीच राहते.

अल्कधर्मी व अल्कधर्मी मृदाधातू यांच्या व्यतिरिक्त अनेक धातूंबरोबर लोखंड निरनिराळी संमिश्रे तयार करते. पोलाद मात्र लोखंडाचे महत्त्वाचे असे संमिश्र आहे.

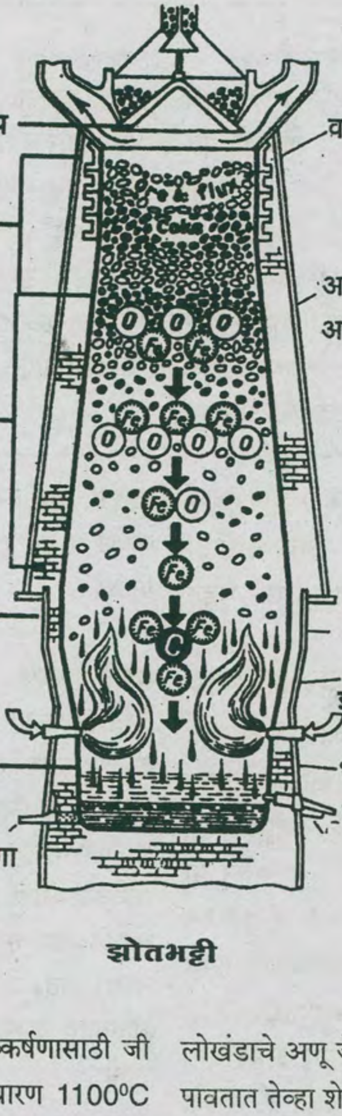
लोखंडाचे निष्कर्षण

प्राचीन काळातील अवशेषांमध्ये राजे रजवाड्यांच्या अंगावर लोखंडाचे दागिने सापडल्यामुळे शुद्ध लोखंडाचा हव्यासही प्राचीन आहे असे म्हणावे लागेल. लोखंडाच्या शुद्धीकरणाची, प्राथमिक स्वरुपाची का होईना, माहिती त्या काळातील लोकांना होती असे उत्खननातील पुराव्यांवरून दिसते. नवनवीन धातू आणि संमिश्रे मिळवूनही अद्याप लोखंडाचा वापर हा औद्योगिक क्षेत्राचा कणाच आहे.

आकाशातून होणाऱ्या उल्कावर्षावातील पृथ्वीवर पोहोचणाऱ्या पाषाणात लोह आढळते. सूर्यावरही बाष्पस्थितीतील लोह असल्याचे वर्ण पंक्तीद्वारे निश्चित झाले आहे. रक्तातील हिमोग्लोबीन असो वा वनस्पतींचे हरीत द्रव्य असो, लोहसंयुगांचा आढळ तिथेही आहेच. ज्यांत लोहाचा अंश आहे अशी माती वा दगडाचे नमुने यांचा रंग लाल, तपकिरी वा हिरवा आढळतो.

धातूंचे निष्कर्षण ही विज्ञानाने दिलेली देणगीच आहे. आर्थिक दृष्ट्या परवडेल असा धातू ज्या खनिजांपासून मिळतो ती खनिजे म्हणजे धातुके. हेमेटाईट (Fe_2O_3), मॅग्नेटाईट(Fe_3O_4), लिमोनाईट ($2Fe_2O_3.3H_2O$), सिडेराईट ($FeCO_3$) ही लोखंडाची धातूके आहेत. हेमेटाईट तपकिरी तांबूस तर मॅग्नेटाईट काळे, तुकतुकीत अन् चुंबकीय असते. लिमोनाईट तपकिरी पिवळसर असून फ्रान्स अन् जर्मनीत अधिक आढळते. या धातूकांच्या नावावरून त्यांचे रंग लक्षात ठेवणे सोपे आहे. हेमेटाईट अन् हिमोग्लोबीन या शब्दांत साधर्म्य असल्याने त्याचा तपकिरी लाल रंग लक्षात राहतो तर लिमोनाईटचे लेमन शब्दाशी साधर्म्य असल्याने पिवळसर रंग लक्षात ठेवणे सोयीचे आहे.

धातूकांपासून धातू मिळविण्यासाठी जी प्रक्रिया केली जाते ती प्रक्रिया म्हणजे



झोतभट्टी

निष्कर्षण. लोखंडाच्या निष्कर्षणासाठी जी भट्टी वापरतात त्यात साधारण 1100^0C तापमानाचे हवेचे झोत सोडले जात असल्याने त्याला झोतभट्टी म्हणतात. या झोतभट्टीची रचना पुस्तकात (इयत्ता १० वी, विज्ञान II) मध्ये दिलेली आहे.

लोखंडाचे अणू जेव्हा ऑक्सिजनशी संयोग पावतात तेव्हा शेवटच्या कक्षेतील इलेक्ट्रॉन गमावल्यामुळे Fe^{+++} असे आयन तयार होतात. लोखंडाचे अणू Fe^0 पुन्हा मिळविण्यासाठी हे गमावलेले इलेक्ट्रॉन त्यांना पुन्हा प्राप्त करून दिले पाहिजेत. उच्च

एक गंमतशीर घटना

मानवी रक्तात लोह असल्याचा शोध १९ व्या शतकात प्रथम मेरी या फ्रेंच शास्त्रज्ञाने लावला. या शोधाशी एक फार मजेदार कथा संबंधित आहे. रक्तात लोह असते हे समजल्यावर, प्रेमात पडलेल्या एका विद्यार्थ्याने ठरविले की स्वतःच्या रक्तातील लोहाची अंगठी आपल्या प्रेयसीला भेट म्हणून द्यावयाची. नियमितपणे तो शरीरातील रक्त घेऊन, त्यावर रासायनिक प्रक्रिया करून लोखंड मिळवू लागला. पण असे म्हणतात की पुरेसे लोखंड मिळविण्यापूर्वीच तो रक्तक्षयाच्या विकाराने मरण पावला. रक्तात जर तीनच ग्रॅम लोह असेल तर ते कसे पुरणार?

तापमानाला कार्बन क्षपणक म्हणून कार्य करतो व लोखंडाला अणू बनविण्यासाठी आवश्यक ते इलेक्ट्रॉन देतो. हे सारे घडते झोतभट्टीत.

झोतभट्टीत वरच्या बाजूकडून धातुक, कोक आणि चुनखडी सोडतात. कोक हा क्षपणक आहे तर चुनखडी, आम्लारीधर्मी असल्याने, वाळूसारखी आम्लधर्मी अशुद्धी दूर करण्यासाठी उपयोगात येते. उष्णतेने या चुनखडीचे विघटन होते व कॅल्शियम ऑक्साईड व कार्बन डायऑक्साईड तयार होतात. काहीवेळेस डोलोमाईट ($CaCO_3$, $MgCO_3$) याचाही उपयोग आम्लधर्मी अशुद्धी दूर करण्यासाठी करतात. समजा अशुद्धी आम्लारीधर्मी असती तर आम्लधर्मी पदार्थांचा वापर करावा लागला असता. अशा प्रकारच्या मिश्रकांनी व अशुद्धींनी मिळून मळी तयार होते. दोन टन धातुक, एक टन कोक, अर्धाटन चुनखडी आणि ५ टन हवा वापरून १ टन लोखंड मिळते.

घडते ते असे

झोतभट्टीच्या तळाकडून आलेल्या तप्त हवेच्या संपर्कात कोक आल्यास उष्णता व कार्बन डायऑक्साईड निर्माण होतात. तयार झालेला CO_2 जसजसा भट्टीच्या वरील बाजूकडे जातो तसतसे त्याचे क्षपण होऊन कार्बन मोनॉक्साईड वायूत रूपांतर (CO मध्ये) होते. या कार्बन मोनॉक्साईड कडून धातूकाचे क्षपण होते व पुन्हा CO_2 तयार होतो.

$$C + O_2 \rightarrow CO_2$$
$$CO_2 + C \rightarrow 2CO$$
$$2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$$

तप्त कोक आणि कार्बन मोनॉक्साईड हे दोन

क्षपणक आता आयर्न ऑक्साईड (Fe_2O_3) मधील लोखंडाला इलेक्ट्रॉन देण्यास अन् ऑक्सिजन काढून टाकण्याचे कार्य करतात. वितळलेले लोखंड ठिबकत ठिबकत वरून खाली पडून तळाशी साचते.

$$Fe_2O_3 + 3C \rightarrow 2Fe + 3CO$$

$$Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2$$

इतक्या उष्णतेत चुनखडीचे विघटन होते व आम्लधर्मी वाळू बरोबर त्याची अभिक्रिया होऊन कॅल्शियम सिलिकेट ची धातूमळी तयार होते.

$$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$$

$$CaO + SiO_2 \rightarrow CaSiO_3$$

द्रवरूप काचेसारखी दिसणारी ही धातूमळी वितळलेल्या लोखंडापेक्षा हलकी असल्याने लोखंडावर तरंगते अन् लोखंडाचे, झोतभट्टीतील हवेमुळे पुन्हा ऑक्सिडीकरण होण्यापासून संरक्षण करते. झोतभट्टीतील वायू, प्रामुख्याने कार्बन डायऑक्साईड, कार्बन मोनॉक्साईड व नायट्रोजन मोठ्या नळांमार्फत पुन्हा उष्ण हवेच्या झोतनिर्मितीसाठी वापरतात.

सामान्यतः दर चार तासांनी मळी तर सहा तासांनी वितळलेले, अत्यंत उष्ण व करड्या रंगाचे लोखंड बाहेर काढतात व पोलाद निर्मितीसाठी, अथवा आहे त्या अवस्थेतील उपयोगासाठी, निरनिराळ्या भट्ट्यामध्ये पाठवितात.

मळीच्या साहयाने विटा, आम्लरोधी स्लॅब्स्, बनवितात. आपल्या नेहमीच्या सिमेंटपेक्षा ही मळी सिमेंटचे कार्य अधिक उत्तम दर्जाचे करते. भट्टी थंड करण्यासाठी वापरलेल्या पाण्याच्या सहाय्याने घरे व हरितगृहे उबदार बनविली जातात. धुलाईकेंद्रामध्ये, बागांमध्ये हे पाणी वापरले जाते. वितळलेल्या गरम मळीतून नळ्यांच्या सहाय्याने हवा सोडून लांब धागे तयार करतात. हे धागे म्हणजे मळीपासून तयार केलेली लोकरच आहे. उष्णतारोधक म्हणून या लोकरीचा वापर करतात. 600°C तापमानालाही या लोकरीची अवस्था व गुणधर्म टिकून राहतात.

❖❖

आधार

धातूंच्या नवलकथा,
लेखक : विनेत्स्की, अनुवाद : वसंत सहस्रबुद्धे
Metallurgy - Edwin Gregory
Chemistry Made Easy - Louis Masson
Metal and Man- M. Vasilyev
Metallurgy - Edwin Gregory

लेखक : नागेश मोने, द्रविड हायस्कूल वाई येथे शिक्षक, विज्ञान वाचनालय चालवतात. गणित विषयातील पुस्तक प्रसिध्द.याशिवाय विज्ञानलेखन करतात.

विषयवार सूची

(शैक्षणिक संदर्भ : ऑगस्ट - सप्टेंबर ९९ ते जून-जुलै २००२ अंक १ ते १७
प्रत्येक विषयात लेखाचे नाव, अंक क्रमांक व पान क्रमांक दिले आहेत.)

भौतिकशास्त्र

१) कागदाचे विमान १.४३
२) मोजमापे - ॲम्पियर १.८०
३) श्रावण मासी हर्ष मानसी २.२९
४) मोजमापे - हर्टझ् २.८२
५) शीतलता देताघेता - ३.१५
६) हे शक्य आहे ३.४७
७) मोजमापे ३.७७
८) इलेक्ट्रॉनचा शोध ३.८१
९) अदृश्य देणगी ४.४७
१०) लेंझचा नियम ४.७३
११) मोजमाप - पास्कल ४.७९
१२) निसर्गाची लयबध्दता ५.३३
१३) प्रकाशाचे धृवीकरण ५.५९
१४) मोजमापे बेल ५.६९
१५) रंग मजेचे, तऱ्हेतऱ्हेचे ६.२१
१६) मोजमापे - क्युरी व बेकरेल ६.६१
१७) घन, द्रव, वायू आणि काच ७.२५
१८) किती वाजले ? ७.४३
१९) व्हर्निअरचा सिध्दांत ७.४७
२०) ध्वनी : आवाजाची ओळख ७.६८
२१) सरोवर का बर्फाचं मैदान ? ७.७१
२२) हवेचा दाब (भाग १) ८(१).३२
२३) ध्वनी : वेग ८(१).६९
२४) ध्वनी : अनुस्पंदन ८(२).४८
२५) ध्वनीच्या शोधात ८(२).६७
२६) हवेचा दाब (भाग २) ९.११
२७) प्रयोगातून सिध्दांताकडे ९.१९
२८) जुळ्या भावंडापैकी एक - चुंबकत्व १०.३९
२९) वाद्यांचे विज्ञान १०.९
३०) ध्वनी : दोन विशेष परिणाम १०.५३
३१) असे चालणे ११.३
३२) सर आयझॅक न्यूटन ११.४७
३३) पुनर्निर्माणक्षम ऊर्जास्त्रोत लेखमाला १२.४७, १३.५०, १४.९, १५.४४, १६.४४, १७.३०
३४) गुरूत्वमध्य १३.२५
३५) आपल्या सवयीची सापेक्षता १४.०५
३६) आकाशातील सापेक्षता १५.११
३७) अंडी उकडलेली व चंद्र १५.२९
३८) अणूंचा लेसर १६.११
३९) गती आणि गुरूत्वाकर्षण १७.२३

रसायनशास्त्र

१) हवेतून हिरे १.४१
२) रेणूभाराचा गुंता २.१९
३) ओळख आवर्तसारणीची ३.२५

४) माती रंगे खेळताना ३.५३
५) जड मूलद्रव्यांचे नामकरण ४.५३
६) बहुरूपी बहुगुणी कार्बन ५.११
७) सुरकुतलेल्या वाटाण्यांची गोष्ट ८ (१).३९
८) कठीण पाणी ८ (२).२५
९) काचेच्या बशीमध्ये आंदोलन ११.७
१०) अन्नाकडून ऊर्जेकडे ११.२०
११) नीरक्षीरविवेक १२.१९
१२) कीटकनाशके कृत्रिम आणि जैविक १३.११
१३) याला जीवन ऐसे नाव १३.६३
१४) संयुगे आणि मिश्रणे १४.२९
१५) डी.डी.टी. १७.१०

गणित

१) पायथागोरसचा विलक्षण सिध्दांत १.२५
२) कुठून कुठे आणि नकाशे २.४३
३) परीघाचे त्रिज्येशी नाते २.५७
४) शून्याच्या पाठीमागे ३.५७
५) अन्वस्त, वर्गसंख्या आणि आपण ६.१५
६) बहुफलक ६.३८
७) टोपोलॉजी आणि चतुरंग समस्या ८ (२).३१
८) गोष्ट अंकांच्या जन्माची १२.२४
९) पायाच बदलला तर १४.२०
१०) भोलानाथ उद्या आहे गणिताचा पेपर १७.५४

खगोलशास्त्र

१) चंद्र छाया २.८१
२) रंग माझा वेगळा ! ३.५
३) विश्वाच्या जन्मापासून ४.११
४) चंद्राची रूपे आणि गॅलिलिओ ४.७८
५) क्रॉसस्टाफ ५.४७
६) मॅगेलानची देणगी ६.५
७) चंद्र पडत का नाही ८ (२).५
८) नेपच्यूनचा शोध ९.२३
९) उल्कावर्षाव कशामुळे १०.२३
१०) अधिक महिना १३.१९
११) आकाशदर्शन अॅटलास १४.५८

तंत्रज्ञान

१) कंप सुटे पृथ्वीला २.८४
२) पापणी लवायच्या आत ५.६६
३) भूकंप लहरी ८ (१).५३
४) रेडिओ आणि दूरचित्रवाणी संदेशवहन ११.२७
५) ध्वनी साठवण ११.५४

जीवशास्त्र

१) डावं उजवं २.६६
२) थायमस पुराण ३.३५
३) गंधज्ञान ४.३९
४) प्राण्यांना चाके का नसतात ४.५१
५) दिसामाशी वाढताना ४.६३
६) बेटांवरील जीवसृष्टी ४.६९
७) जांभया का येतात? ५.५
८) पावलाची कमान ५.६४
९) पापणी लवायच्या आत ५.६६
१०) लस द्या बाळा ६.६९
११) भूलभुलैय्या ७.१७
१२) ध्वनी : ऐकू कसे येते ९.५९
१३) जुडवाँ ११.३७
१४) ब्रह्मराक्षस १२.०५
१५) मेस्मेरिझम १२.५४
१६) वेळरहित काळ १३.३७
१७) डोळ्यातून अश्रू का येतात १६.६०

प्राणीशास्त्र

१) प्राणवायूची देवाणघेवाण १.३३
२) सात आश्चर्ये २.११
३) शॅमेलिऑन २.७३
४) लांडगा आला रे आला ६.८५
५) काट्यांचे घरकुल ८ (१).५
६) मिळून सारेजण ८ (१).२१
७) असे नर, अशा माद्या ८ (२).५३
८) सर्पाचे अंतरंग १०.३
९) असं ही जीवनचक्र १३.१०
१०) सुदृढ मानवी शरीरावरील सामान्य सूक्ष्मजीव १४.४९
११) मधमाशीचं दिशाज्ञान १५.१७
१२) लाल डोंगळ्यांचं घर १५.३३
१३) हॉक पतंग आणि मधुमालती १७.०५

वनस्पतीशास्त्र

१) बटाटा प्रयोगशाळेत १.५
२) आनुवंशिकतेचे नियम शोधणारा धर्मगुरू - मेंडेल १.४३
३) छोट्या प्रयोगातून मोठ्या उपयोगाकडे १.६७
४) मॅनग्रोवनं शिकवला नवा धडा २.६९
५) बियांचे निश्वास ६.९
६) वनस्पतींचे अन्न, काही प्रयोग काही इतिहास८ (१).४७
७) कॉर्क ८ (२).६३
८) यांना तुम्ही बिया म्हणाल? ९.५
९) पिंपळ, श्रध्दा आणि ऑक्सीजन ९.३३
१०) वनस्पती विरूध्द वनस्पतीभक्षक १०.५९
११) पानाचं रंगरूप १६.०५

१२) रागाने लाल १७.२०

जैवतंत्रज्ञान

१) जैवतंत्र ९.५१
२) नायट्रोजनचे स्थिरीकरण ११.५८
३) किण्वनक्रिया १६.५४

पर्यावरण

१) वसुंधरा दिन ४.५
२) अक्षय विकास ११.७४
३) विज्ञान शिक्षण व शाश्वत विकास १५.६०

भूगोल

१) धरतीची फिरती १.११
२) समुद्रातील पाण्याचे प्रवाह ५.२१
३) गुहेत दडलेला खजिना ६.३३
४) भू-गोलातील नकाशे ६.४७
५) सावधान ! धरणी सरकते आहे ! ७.५३
६) उल्कापाताचे प्रताप ११.१८
७) नदीचे अपहरण १२.६६
८) नकाशे जुने आणि नवे १३.०५
९) भाषा नकाशाची १४.२४, १५,२१, १६.२३, १७.४५
१०) भरती ओहोटी १७.१३

इतिहास

१) खोदून काढले एक गाव १.४९
२) कथा कॅलेंडरची १.६१
३) त्या अनाम वीरांना २.५
४) गुरूनानकांचा दोहा औरंगजेबाच्या तोंडी ३.६६
५) थोडा भूगोल थोडा इतिहास आणि कालिदास ७.५
६) उकल एका प्राचीन लिपीची (भाग १) ७.९
७) उकल एका प्राचीन लिपीची (भाग २) ८ (१).९
८) चॉकलेटचा इतिहास ८ (२).११
९) पाणचक्कीचा शोध आणि प्रसार १७.५७

अध्ययन

१) जलपातळीचा मर्मभेद १.१९
२) सूक्ष्मजीवशास्त्र आणि पक्षी निरीक्षण ४.१५
३) निर्जंतुक ! ५.२७
४) फाइनमन ब्राझीलमध्ये ५.५१
५) मुलांनी काय शिकावं? ६.९
६) भौतिकशास्त्रातील सोपी प्रात्यक्षिके ७.३१
७) तुमच्या चहाच्या कपातील कोडी ८ (१).६४

८) खेलखेलमें ८ (२).४३
९) प्रकल्पातून विज्ञान ९.३९
१०) सीटी मारो ९.४५
११) शिकवण्याची ती पध्दत १०.१९
१२) 'विश्व' आपले कुटुंब ११.४२
१३) झाडाची पाने बोलकी किती ? १५.०४
१४) खरंच समजलं ? १६.३२

कथा

१) कुठे आहे माझ्या मित्राचं घर? १.७३
२) हे अमर महाकवी २.७७
३) कोणे एके काळी ३.७१
४) मॅगेलानची पृथ्वी प्रदक्षिणा ४.१९
४) चमत्कार करू शकणारा माणूस ५.७५
५) चमत्कार करू शकणारा माणूस ६.७७
६) अनाकलनीय नाते ७.६३
७) ऐंशी दिवसात जगाची सफर ८ (१).७५
८) अनोखे शिक्षण ८ (२).७१
९) फुग्याचा दिवस ९.६७
१०) विज्ञान म्हणजे काय? १०.३३
११) मूषकमर्दन १०.६६
११) अफलातून अल्मारी ११.६८
१२) स्वामी आणि गणित १२.४४
१३) चंद्र हवा १३.७०
१४) सहप्रवासी १४.६३
१५) कोंबडीची पिल्ले १५.७०, १६.६३
१६) का बरं, का बरं १७.७५

लेखमाला

१) मोजमापे अंक १ ते ६
२) आपला हात जगन्नाथ १ ते ६
३) ध्वनी ७ ते ११
४) पुस्तक परिचय ७ ते १७
५) पुनर्निर्माणक्षम ऊर्जास्त्रोत १२ ते १७
६) नकाशाची भाषा १४ पासून
७) नोबेल पारितोषिक मिळविणाऱ्या महिला शास्त्रज्ञ १४ पासून

उपक्रम

१) विमान बनवा विमान उडवा १२.३८
२) आकाशदीप १३.३४
३) अभिनव सूर्य चूल १४.३५
४) चंद्रकला दर्शन १५.३२
५) सुदर्शन चक्र १६.७१
६) पाऊस पडेल का ? १७.६५
७) आर्द्रतामापक १७

चरित्र

१) आईनस्टाईन प्रतिमा आणि वास्तव १२.०९

२) डोरोथी हॉजकिन १४.३८

३) ईरेन क्युरी १५.३६

४) बार्बरा मॅक्लिन्टॉक १६.३८

५) रिटा लेव्ही मोन्टाल्सिनी १७.३९

पुस्तक परिचय

१) मेणबत्तीचा रासायनिक इतिहास १२.६२

२) विज्ञान विशारदा १३.५८

३) आकाशदर्शन अॅटलास १४.५८

४) छाप की काटा १५.५७

५) द फाईनमन लेक्चर्स ऑन फिजिक्स १६.६२

६) लोकविज्ञान दिनदर्शिका १७.७०

इतर

१) पावसापासून बचाव कसा कराल

२) तुमचे प्रतिबिंब आणि तुम्ही १४.४६

३) संदर्भ - आजपर्यंत १७.३६

टीप : ८ (१) : ऑक्टो-नोव्हें. २००० अंक आणि ८ (२) : डिसें. २००० - जाने. २००१ अंक. RNI रजिस्ट्रेशनच्या तांत्रिक बाबींची पूर्तता करण्यासाठी डिसें. २००० - जाने. २००१ या अंकाला परत एकदा अंक ८ म्हणावे लागले होते.

शैक्षणिक संदर्भचे अंक खालील ठिकाणी मिळतील.

१) **संदर्भ** फ्लॅट नं. ९, वंदना अपार्टमेंटस्, आयडियल कॉलनी, कोथरूड, पुणे ३८.
दूरध्वनी : ५४६१२६५

२) श्रीयुत नागेश मोने ११२३ ब्राह्मणशाही, वाई, जि. सातारा, दूरध्वनी : २०७६६

'संदर्भ' मध्ये आलेल्या वरील साहित्याचा जरुर उपयोग करावा.
आधीचे बहुतेक अंक **'संदर्भ'**च्या ऑफिसमध्ये व वरील पत्त्यावर उपलब्ध आहेत.

शैक्षणिक
संदर्भ

सभासदत्वाचा नमुना फॉर्म

वार्षिक सहा अंक	किंमत	हवे असतील त्यापुढे ✔ खूण करा.
ऑगस्ट ९९ ते जुलै २००२ मधील १५ सुटे अंक	रु. २४०/-*	
वार्षिक वर्गणी ऑगस्ट २००२ ते जुलै २००३	रु. १२५/-	
एकूण		बँक ड्राफ्ट / चेक+/मनी ऑर्डर

*(पोस्टेजसाठी रु. ३५/- जादा पाठवावेत.)

शैक्षणिक संदर्भच्या वर्गणीसाठी रु. ....
बँक ड्रॉफ्ट/चेक/मनीऑर्डरने **संदर्भ** च्या नावे पाठविली आहेत.
+(गावाबाहेरच्या चेकसाठी वरील रकमेवर रु. १५/- अधिक पाठवावेत.)

नाव ______________________________

____

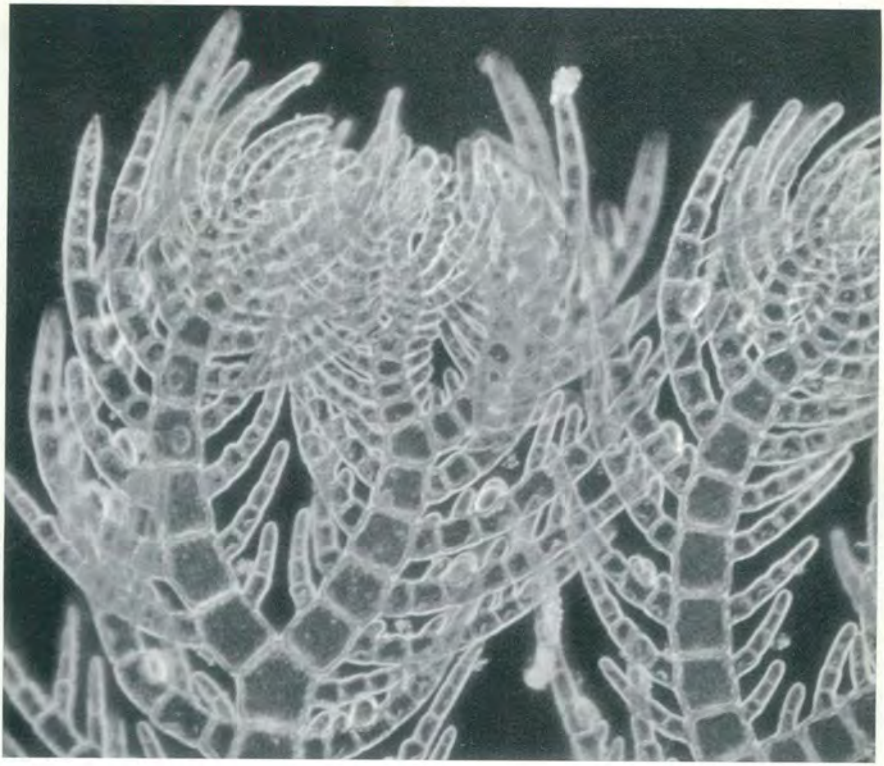
पत्ता ______________________________

____

____

सही **तारीख**

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

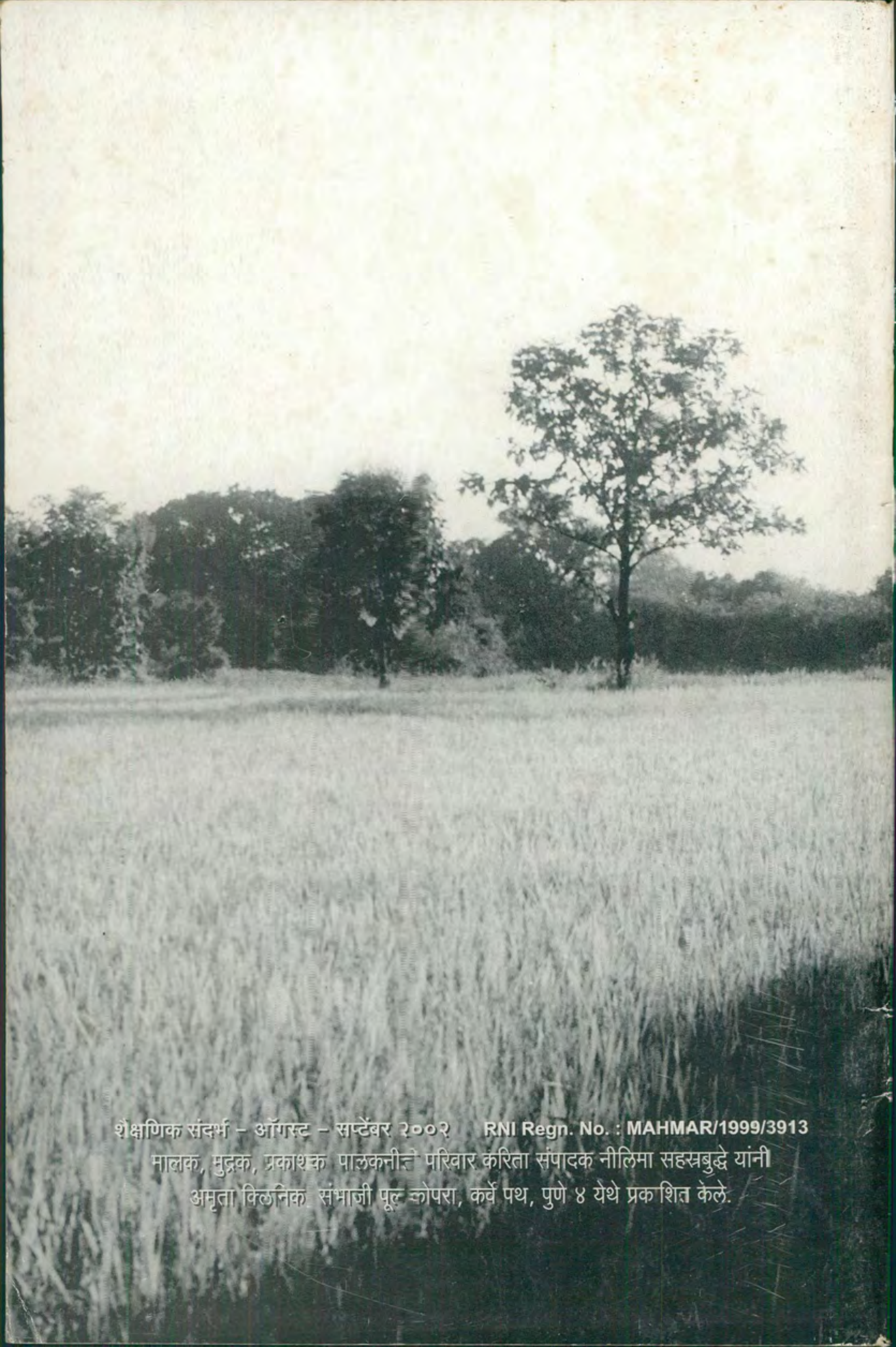


पृथ्वीवर जीवनाची सुरुवात एकपेशी जीवांपासून झाली. पुढे काही पेशी व पेशीसमूहांनी वनस्पतींसारखे गुणधर्म घेतले, तर काहींनी प्राण्यांसारखे.

हरितद्रव्य असलेल्या अगदी सुरुवातीच्या पेशी म्हणजे शैवालं. आता शैवालांच्या १८,००० जाती सापडतात - डबकी, तलाव, ओहोळ, हवेतून भुरभुरणारं हिम आणि जमिनीवर वर्षानुवर्ष साठलेलं बर्फ, उष्ण झरे, झाडांच्या खोडांवर आणि जमिनीखालीसुध्दा. शैवालाची सर्वात लहान पेशी (१ ÷ २५,०००) इंच इतक्याच व्यासाची, तर सर्वात मोठी पेशी असते देवमाशाएवढी.

वरच्या फोटोमधे इंग्लंडच्या किनाऱ्यावर सापडणारे एक रक्तवर्णी शैवाल ३०० पट मोठे करून दाखवले आहे. यामधे पेशींची जोडणी आज सापडणाऱ्या विकसित वनस्पतींसारखी झालेली दिसते. Antithamnion Plumula हे रक्तवर्णी शैवाल Seamoss म्हणून ओळखले जाते.

(Time Life Books मधून साभार.)



शैक्षणिक संदर्भ – ऑगस्ट – सप्टेंबर २००२ RNI Regn. No. : MAHMAR/1999/3913

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