

शैक्षणिक

प्रदर्श

अंक २६

डिसेंबर ०३-जानेवारी ०४



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, ज्योती देशपांडे,
यशश्री पुणेकर,

अक्षरजुळणी :

न्यू वे टाईपसेटर्स अँड प्रोसेसर्स

मुखपृष्ठ छायाचित्रे : परेड ऑफ लाईफ :

अॅनिमल्स मधून साभार.

(प्रेन्टीस हॉल सायन्स पब्लिकेशन)

मुखपृष्ठ मांडणी : रमाकांत धनोकर

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

शैक्षणिक

संदर्भ

अंक २६

डिसेंबर ०३ - जानेवारी ०४

पालकनीती परिवारसाठी

निर्मिती आणि वितरण : संदर्भ

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

दूरध्वनी : ५४६१२६५

ई-मेल : pryd@indiatimes.com

पोस्टेजसहित

वार्षिक वर्गणी रु. १२५/-

अंकाची किंमत : रुपये २०/-


माणसाच्या अवतीभवती कितीतरी प्राणी, पक्षी असतात. कुत्री, मांजरे, घोडे आणि चिमण्या, कावळे, पोपट हे तर झालेच. पण याशिवाय डास, माश्या, चिलटं, कोळी, गांडूळ, गोम, पैसा आणि विंचू, खेकडे हे देखील असतात. या प्राण्यांना काय म्हणायचं? त्यांचा एकमेकांशी काही संबंध आहे का ? हे कीटक का बरं नाहीत ? असे प्रश्न तुम्हालाही कधी पडले असतील. या वेळी हे सारं समजावून घेऊ या. प्राण्यांच्या वर्गीकरणबद्दलही जाणून घेऊ या, 'जाती, प्रजाती, कुल आणि वर्ग' या लेखातून.

या अंकाच्या कव्हरवरती पहा - हवाई बेटावरचा खेकडा, बोटींना चिकटून रहाणारे शंखासारखे प्राणी (गूजनेक बार्नॅकल), कोशातून बाहेर येणारा सिकाडा, गोम, बोगनवेलीवरचा कोळी, पैसा, विंचू आणि मुंगीखाऊ.

अनुक्रमणिका

शैक्षणिक संदर्भ अंक - २६

डिसेंबर २००३-जानेवारी २००४

- प्रतिसाद २
- निसर्ग आणि गणित ५
- उत्क्रांती : जैविक आणि सांस्कृतिक १३
- शोधन १९
-  π बदल थोडेसे २८
- तिठ्यावरील विज्ञान-शिक्षण ३१
- ग्रामीण उद्योजकांसाठी समुचित तंत्रे ४१
- जाती , प्रजाती, कुल आणि वर्ग ५३
- गोंधळ आणि कमी गोंधळ ६३
- न चलता सूर्याचे चालणे ६७
- फासातून सुटका ७४
- तास वाजे झणाणा ७६

I.T. हल्लीचा परवलीचा शब्द ! माहिती तंत्रज्ञानाला सर्वाधिक महत्त्व दिलं जातं. शेवटी एवढी महत्त्वाची का असते माहिती ? भारंभार माहिती वाचणं, लक्षात ठेवणं याचा उपयोग तरी काय ? ही सगळी माहिती असतेच की पुस्तकांमधून किंवा सी.डी. वर साठवलेली. खरंच आहे. जोपर्यंत त्या माहितीचा पद्धतशीर अभ्यास आपण करत नाही तोपर्यंत त्यात काहीच अर्थ नाही. पण या माहितीचं नीटपणे वर्गीकरण केलं, वेगवेगळ्या अनुभवांशी ती ताडून पाहिली, वेगवेगळ्या गरजांशी त्यांची सांगड घातली की त्यातला अर्थ आपल्या ध्यानी येऊ लागतो. त्यामधून नव्या दिशा सापडू लागतात. त्या माहितीचा उपयोग आपले प्रश्न सोडवण्याकडे होऊ शकतो. त्यातून उपयुक्त तंत्रे निर्माण होऊ शकतात.

यावेळच्या अंकामध्ये याचेच वेगवेगळे धागे आपल्याला उकलून पाहता येतील या लेखांमधून शोधन एखादा प्रश्न सोडवण्यासाठी विशिष्ट दिशेने प्रयत्न, प्रयोग कसे करायचे हे शिकण्यासाठी शालेय विद्यार्थ्यांनी केलेले संशोधन.

तिठ्यावरील विज्ञान शिक्षण -माहितीचे पाठांतर आणि त्याचीच परीक्षा यामध्येच संपून जाणारे आजचे शिक्षण नक्की कशासाठी याचा शोध इथे घेतला आहे.

समुचित तंत्रे सर्वसामान्य शेतकऱ्यांना वापरता येतील अशी सोपी, स्वस्त तंत्रे, या तंत्रांमुळे आपली जमीन, आपलं पाणी, परिसर यांचाही समग्र विकास होत राहील. त्यामधून ओरबाडून घेऊन आपण आपल्या प्रगतीचा आभास निर्माण करणार नाही याची खात्री करणंही तितकंच महत्वाचं आहे. तरच ती तंत्रे 'समुचित' ठरतील.

जाती, प्रजाती.. जगभरात आढळणाऱ्या, हवेत, पाण्यात, जमिनीवर संचार करणाऱ्या असंख्य प्राण्यांना त्या त्या भाषेत वेगवेगळी नावं आहेत. पण जगभरातले वैज्ञानिक मात्र त्यांना विशिष्ट नावानेच ओळखतात. कसे ते इथे पाहू या.

प्रतिसाद

शैक्षणिक संदर्भच्या ऑगस्ट-सप्टेंबर २००३ च्या अंकामध्ये काही नजरचुका दृष्टीस पडल्या, त्या सांगाव्याशा वाटतात. ... पृष्ठ क्र. २ आठ पायांचे उडणारे किडे ... हे म्हणणे शास्त्रीय दृष्ट्या बरोबर नाही. आज, आठ पायांचा उडणारा किडाच काय इतर कोणताही प्राणी अस्तित्वात नाही. पूर्वी होता की कसे ? असल्याची नोंद आढळली नाही.

कीटकाच्या दृक्पटलावर प्रतित होणारी प्रतिमा, आपल्याला दृक्-गोचर होते. इतकी स्पष्ट कधीच नसते. ती हलत्या-डुलत्या उजेड-सावल्याच्या खेळासारखी अस्थिर-अस्पष्ट आणि तुकडे जोड पद्धतीची (tile-like, mosaic) असते.

डॉ. आ. दि. कर्वे यांचा 'विज्ञान, सजीवांचे आणि निर्जीवांचे' हा लेख आवडला. त्यांतील तर्कशुद्धता आणि विवेकच चिकित्सापद्धती भावली. ती पद्धती वैज्ञानिक दृष्टीकोनातून प्रत्येक घटनेकडे कसे पाहाव. याचे आणि त्यातील विज्ञान जाणून घेण्याचा प्रयत्न कसा करावयाचा याचे नीटस मार्गदर्शन करते असे वाटले.

याच लेखामध्ये (पान ४९, स्तंभ १, ओळी २७-२८) "गांडुळाच्या क्रियेने हे शेण कुजते" असे म्हटले आहे. माझ्या मते, शेण कुजण्याची प्रक्रिया, शेण गांडुळाच्या संपर्कात

येण्याआधी त्यावर वाढणाऱ्या जीवाणूंमुळे आणि / अथवा कवकांमुळे सुरू होत असावी. गांडूळ, कुजण्याची प्रक्रिया सुरू झालेली विष्ठा किंवा इतर सेंद्रिय पदार्थ यावर उदरनिर्वाह करते. त्याच्या पचन संस्थेतील पाचक रस, विविध विकर व जीवाणू यामुळे कदाचित कुजण्याच्या प्रक्रियेची पूर्तता होते आणि शेषभागाचे खत बनते ! मत चुकीचे असल्यास कळवावे.

धन्यवाद.

डॉ. पुरुषोत्तम जोशी

शैक्षणिक संदर्भ मी नेहमी वाचतो. माझ्या काही प्रश्नांना संदर्भमधून उत्तर मिळेल का ? मी असं वाचलं आहे की अळ्या विशिष्ट पध्दतीचं अन्न खात असल्या तरी काही जातीची फुलपाखरं किंवा पतंग कोशातून बाहेर आल्यावर काहीही खात नाहीत. मग त्याला जगण्याचा काय उपयोग ? दुसरा मला पडणारा प्रश्न म्हणजे माणसाला किंवा प्राण्यांना हवी असलेली गोष्ट, खाणं इ. मिळालं की आनंद होतो. तसा आनंद कीटकांना होतो का ? ते कसं शोधून काढायचं ?

अभिराम

सप्रेम नमस्कार

शैक्षणिक संदर्भचा अंक २४ मिळाला. त्यातील माझा 'संगीतामागचे गणित' लेखांक ४ छापताना झालेल्या चुका दुरुस्त करायला हव्या आहेत. सर्व दुरुस्त्या लाल शाईने दाखवल्या आहेत. नेहमीच्या सवयीनुसार इतरत्रही खुणा केल्या आहेत. त्यांच्याकडे दुर्लक्ष करावे. मला त्या चुका खटकल्या. अलीकडे इंग्रजी व हिंदी भाषांचा प्रभाव मराठी लेखकांवर फार झाल्यामुळे भाषांच्या चुका झाल्याचे दिसून येते. "तो त्याच्या आईला म्हणाला," हे इंग्रजी वळण होय. तो आपल्या आईला म्हणाला. मराठीत direct/indirect रचना वेगळ्या नसतात. पण त्याचे भान कुणाला आहे ? लेखक म्हणाले की कादंबरीमुळे त्यांना नाव व पैसा मिळाला. ही इंग्रजी वळणाची (indirect) रचना. मराठीत : लेखक म्हणाले की मला

हे भान, इंग्रजाळल्यामुळे मराठीवर अत्याचार होण्यास कारण ठरते. असो. तरी माझ्या 'त्या' दुरुस्त्यांचा राग मानू नये.

प्रा. मनोहर राईलकर

अंक २४ मध्ये दुरुस्ती

‘संगीतामागचे गणित’ लेखांक ४ मध्ये कोमल स्वरांच्या खुणा अनेक ठिकाणी राहून गेल्या होत्या. त्या सर्व ओळी दुरुस्त करून पुढे देत आहोत. वाचकांनी अंक २४ मध्ये या दुरुस्त्या करून घ्याव्यात, ही विनंती.

दुरुस्त्या ठळक टाईपात दिल्या आहेत.

- पान १९, दुसऱ्या कॉलमच्या सुरुवातीला

सा	रे	रे	ग	ग	म	मा	प	ध	ध	नी	नी	सां
१	२	३	४	५	६	७	८	९	१०	११	१२	१

सा ला आपण पहिला स्वर म्हटलं तर, हे स्वर क्रमानं रे दुसरा, रे तिसरा ... नी अकरावा येतात, हे लक्षात घ्या. म्हणजेच आपण जर ‘ग’ हा पहिला स्वर म्हणजे सा म्हणून सुरुवात केली तर, रे च्या जागी म, रे जागी मा, ..., नी च्या जागी ग राहिल.

- पान २०, दुसरा कॉलम, ओळ सातवी

सा, रे, ग, म, प, ध, नी, सां. मुळात शुद्ध स्वरांच्याच पट्ट्या वाजवल्या होत्या.

- पान २१, पहिला कॉलम, ओळ दहावी

स्वर सा, ग, म, प, नी, सां असे मिळतील. ह्या रागाचं नाव धानी आहे.

- पान २२, पहिला कॉलम, ओळ अठरावी

स्वर सा, रे, म, प, नी, सां असून ते बैरागी रागाचे स्वर आहेत

- पान २२, पहिला कॉलम, ओळ पंचवीस

कलावतीचे स्वर सा, ग, प, ध, नी, सां. असे आहेत.

- पान २२, दुसरा कॉलम, ओळ पहिली

म्हणजे स्वर सा, रे, ग, म, ध, सां. आणि हा अभोगी राग आहे.

किरवाणी रागाचे स्वर सा, रे, ग, म, प, ध, नी, सां, त्याचे क्रमांक १ ३ ४ ६ ८ ९ १२ १. आधी ८ पासून हेच स्वर पुन्हा मांडू आणि मग, प च्या जागी षड्ज घेऊ. म्हणजे ८ च्या जागी १ इत्यादी. स्वरक्रमांक असे

८ ९ १२ १ ३ ४ ६ ८

१ २ ५ ६ ८ ९ ११ १

स्वर सा, रे, ग, म, प, ध, नी, सां. ह्या रागाला सिंध भैरवी म्हणतात.



निसर्ग आणि गणित

लेखक : किरण बर्वे

झुळझुळ झरे, रंगीबेरंगी फुलं वेली, त्यावर गुंजन करणाऱ्या मधमाश्या, हिरवळीवर बागडणारे ससे या साऱ्यामागे विज्ञान असतं हे कबूल आहे. पण यामागे गणितसुद्धा ?

निसर्ग आपल्याला तऱ्हेतऱ्हेची कोडी घालतो. त्यांची भूल पडलेला संशोधक प्रचंड आटापिटा करून काही शोधतो. अर्थातच हे शास्त्र वा माहिती निसर्गातून निर्माण झालेली असते. त्या विषयाला वास्तवाचा आधार असतो. उदा. सूर्य का प्रकाशतो? मुंग्याच्या वारूळाची माहिती, जीवशास्त्र, रसायनशास्त्र, भूगर्भशास्त्र, इ. ह्या शास्त्रांच्या अभ्यासाची मूळ प्रेरणा आजूबाजूला घडणाऱ्या गोष्टींत, निसर्गात असते. मात्र गणिताची गोष्टच वेगळी. त्यातल्या प्रश्नांची मुळे निसर्गात असायलाच पाहिजेत असे नाही तर प्रश्न व कूटे संपूर्णपणे गणितातल्याच संकल्पनांवर आधारित असतात. क्रोनेकर सारखा जगन्मान्य गणितज्ञ म्हणतो, "Zero and One are given by God, rest is a creation of man!" म्हणजेच फक्त ०, १

ह्या संख्या वा कल्पना मनुष्याला देवाकडून, निसर्गाकडून मिळाल्या. गणिताचा पुढील सर्व विकास माणसाने आपला आपण केलेला आहे. अगदी डोळे बंद ठेवले, कान मिटून घेतले, सर्व ज्ञानेंद्रिये बंद केली तरी गणितीचे काही अडत नाही. मनातल्या मनात कल्पना करत, विचार करत, कोडी रचत व सोडवत त्याचे काम पुढे जात राहते.

मात्र कधी कधी अजाणतेपणी खेळत असलेला गणिताचा खेळ निसर्गात आपले प्रतिबिंब घेऊन अवतरतो. अली अकबर खाँ आणि झाकीर हुसेन यांच्या जुगलबंदीप्रमाणे गणितातले निरीक्षण आणि निसर्गातील निरीक्षण अशी जुगलबंदीच रंगते. पाहूयात तर अशी एक गंमत! प्रथम संख्यांचा एक खेळ खेळूयात.

सुरवातीला दोन संख्या घेऊ (देवदत्त)

$$u_1 = 1, \quad u_2 = 1$$

$$u_3 = u_1 + u_2 = 1 + 1 = 2$$

$$u_4 = u_2 + u_3 = 1 + 2 = 3$$

$$u_5 = u_3 + u_4 = 2 + 3 = 5$$

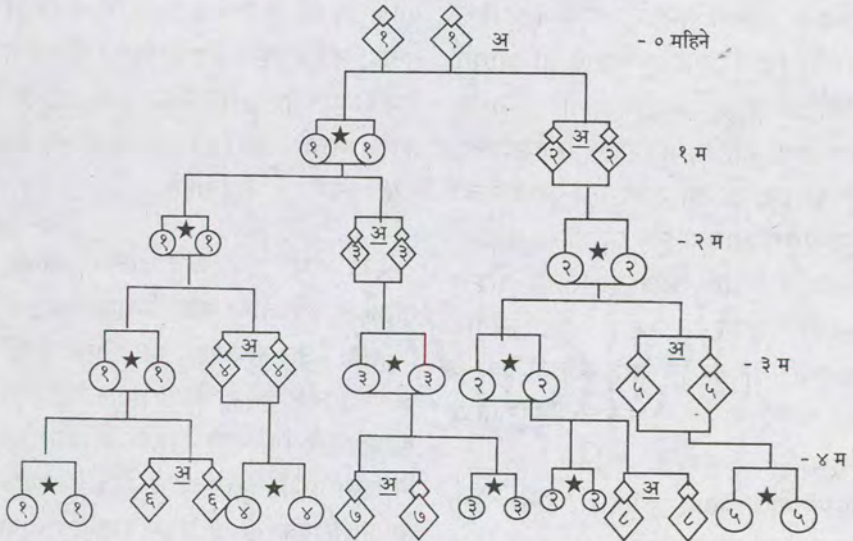
प्रत्येक नवीन संख्या ही मागील दोन संख्यांच्या बेरजेने मिळते. (त्या संख्येच्या अलिकडच्याच दोन. ५वी संख्या = ३री + ४थी, १८ वी संख्या १७वी+१६वी) = १, १, २, ३, ५, ८, १३, २१, ३४, ५५, ८९, १४४, ...

अशा रीतीने संख्या तयार होत राहतात. ह्या संख्यामालेचे (Series) विविध गुणधर्म

आहेत. ह्या संख्यांचा अभ्यास सर्वप्रथम फिबोनासी नावाच्या गणितज्ञाने केला आणि त्याने यांचा संबंध निसर्गाशी जोडण्याचा प्रयत्न केला.

फिबोनासीने इसवी सन १२०२ साली म्हणजेच ८०० वर्षांपूर्वी एक प्रश्न विचारला. कोडेच घातले म्हणाना !

नुकतीच जन्मलेली सशाची जोडी आहे. ही जोडी १ महिन्यांनंतर सशांच्या जोडीला (ससा आणि सशी) जन्म देते. महिन्यापेक्षा अधिक वय असलेली प्रत्येक जोडी दर महिन्याला नवीन जोडीला जन्म देते. सर्वजण अमर आहेत. कोणीही मरत नाही! फिबोनासीचा प्रश्न असा की वर्षअखेर किती जोड्या असतील?



(नवजात ससे \diamond असे दाखवलेत, \star म्हणजे १ महिन्यांनंतर वयात आलेली सशांची जोडी)

समजा 'अ' प्रकारच्या जोड्या म्हणजे अर्भक सशांच्या नव्याने जन्मलेल्या जोड्या आणि * म्हणजे वयात आलेली जोडी. आता प्रत्येक महिन्याला सशांची संख्या किती होईल ते पाहू.

असं समजा १ जानेवारीला मूळ जोडी होती. त्या वेळच्या जोड्यांची संख्या १. १ फेब्रुवारीला म्हणजे महिन्यांतर या जोडीने अजून एका जोडीला जन्म दिला आहे. १ फेब्रुवारीला असणाऱ्या जोड्या २. १ मार्च : मूळ जोडीने अजून एका जोडीला जन्म दिला आहे. फेब्रुवारीत जन्मलेली जोडी महिन्याची झाली आहे. पुढील महिन्यापासून त्यांचीही पिल्ले जन्मास येणार आहेत. सध्या १ मार्चला ३ जोड्या आहेत. मूळची जोडी (१) आणि फेब्रुवारीत जन्मलेली (२) व मार्च मध्ये जन्मलेली (३). त्यातील दोन जोड्या पिल्लांना जन्म देण्यायोग्य आहेत. त्यामुळे पुढील महिन्यात १ एप्रिलला मार्च मधल्या ३ जोड्या आणि नव्याने जन्मलेल्या २ जोड्या अशा ५ जोड्या असतील.

वरील आकृतीत १ महिना पूर्ण झालेल्या जोडीवर * खूण केली आहे. ह्या खुणा बरोबर मागील पायरीवर असलेल्या जोड्यांच्या संख्येइतक्या असतात. कारण पहिल्या महिन्यातील उत्पादक जोड्यांची संख्या '०' त्या महिन्यातील एकूण जोड्यांच्या संख्या एवढी. ३ च्या महिन्यातील उत्पादक जोड्यांची संख्या '३' = २-च्या महिन्यातील

एकूण जोड्यांची संख्या.

चौथ्या महिन्यातील उत्पादक जोड्यांची संख्या ५ = ३-च्या महिन्यातील एकूण जोड्यांची संख्या.

हे एकदा ध्यानात आले की कोड्याच्या उत्तराची गुरुकिल्लीच हातात आली. सहाव्या महिन्यात किती जोड्या असतील? कोणी मरत नसल्याने पाचव्या महिन्यातील सर्वच्या सर्व जोड्या असतीलच, त्याहूनही जास्त असतील त्या नव्याने जन्मलेल्या जोड्या. नव्याने जन्मलेल्या जोड्यांची संख्या = पाचव्या महिन्यात असणाऱ्या उत्पादक जोड्यांची संख्या!

६ व्या महिन्यातील जोड्यांची संख्या = ५ व्या महिन्यातील जोड्यांची संख्या + ५ व्या महिन्यात असणाऱ्या उत्पादक जोड्यांची संख्या.

= ५ व्या महिन्यातील जोड्या ज (५) + ४ थ्या महिन्यातील जोड्या ज (४). म्हणजेच ज(६) = ज (५)+ज(४).

मूळ प्रश्न होता की १२ व्या महिन्यातील जोड्यांची संख्या ज(१२) किती? उत्तर येईल - ज(१२) = ज (११) + ज(१०).

म्हणजेच ११ व्या महिन्यातील जोड्यांची संख्या + १० व्या महिन्यातील जोड्यांची संख्या. असंच हळूहळू मागे जात जात उत्तरे काढता येतील.

ज (११) = ज (१०) + ज (९)

ज (१०) = ज (९) + ज (८)

$$ज (९) = ज (८) + ज (७)$$

$$ज (८) = ज (७) + ज (६)$$

$$ज (७) = ज (६) + ज (५)$$

आपण सुरवातीला पाचवी आणि सहावी संख्या काढली आहे. पहिल्या दोन (देवदत्त) संख्या सोडून नंतर काढलेली पाचवी संख्या १३ व सहावी २१ होती. त्याप्रमाणे

$$ज (७) = २१ + १३ = ३४$$

$$ज (८) = ३४ + २१ = ५५$$

$$ज (९) = ५५ + ३४ = ८९$$

$$ज (१०) = ८९ + ५५ = १४४$$

$$ज (११) = ८९ + १४४ = २३३$$

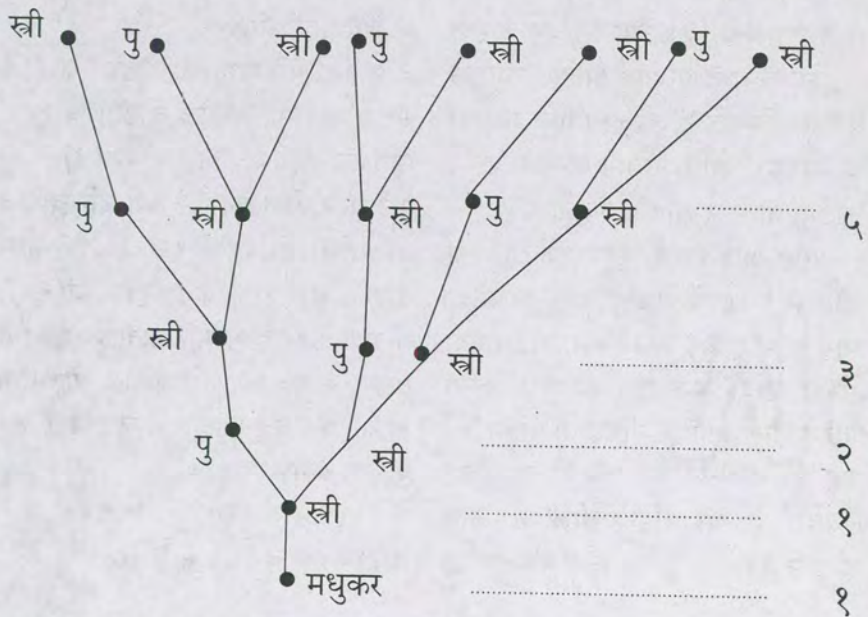
$$ज (१२) = २३३ + १४४ = ३७७$$

उत्तरादाखल आपल्याला क्रमाने फिबोनासी संख्याच मिळाल्या आहेत.

श्रीमान निसर्गप्रेमींनी १ वर्षानंतर रोज एका नव्या जोडीला भेटायचे ठरवले तर वर्षभर रोज नव्या नव्या जोड्यांना भेटता येईल आणि त्या वर्षभरात पुढील अनेक वर्षांच्या 'रोजी नव्या जोडीच्या' संकल्पाची सोय झालेली असेल. मात्र श्रीमान निसर्गप्रेमींना आपल्याजवळ पुरेसे गवत आहे का याचीच अधिक चिंता करावी लागेल.

लेखाच्या सुरवातीला आपण बघितलेल्या फिबोनासी संख्यांना एक नवीन अर्थ हे कोडे देते.

हे कोडे व गणित कदाचित ओढून ताणून तयार केलेले वाटू शकेल. पण हे गणित व ह्या संख्या अतिशय उपयोगी असून अनेक गोष्टींवर प्रकाश टाकतात. फिबोनासी



संख्यांवरील संशोधन आजतागायत, ८०० वर्षे अव्याहत चालूच आहे!

आता प्रत्यक्ष निसर्गातले एक उदाहरण पाहूया. मधमाश्यांच्या पोळ्यात अशा काही माशा असतात की ज्यांना दोन जन्मदाते नसतात. त्या माशा एकाच मधमाशीपासून जन्म घेतात. त्याचे असे आहे की मधमाश्यांच्या पोळ्यात एक विशेष स्त्री माशी असते. तिला राणी माशी म्हणतात. राणी माशी अंडी घालते. तिच्या व्यतिरिक्त काही स्त्री माश्या असतात, त्या कामकरी माश्या. पुरुष माशी ही आळशी असते (स्वाभाविकपणेच?) पुनरुत्पादनासाठीच फक्त त्यांचा उपयोग असतो. घर बांधणे (पोळे), मध गोळा करणे, साठवणे इ. कामकरी स्त्री माशा करतात. पुरुष माशी ही फलित न झालेल्या अंड्यापासून जन्मते. त्यामुळे मधमाशांतील पुरुषांना फक्त आईच असते. वडील नसतात (!) म्हणजेच पुरुष

माशीचे जन्मदाते, पालक संख्येने १ च असतात. मधमाशीतला नर वडिलांविना भिकारी!

नर मधमाशी आणि राणी माशी यांच्या मीलनातून स्त्री मधमाशांचा जन्म होतो. त्यांना आईवडील दोघेही असतात. स्त्री मधमाशांपैकी बहुसंख्य कामकरी मधमाशी बनतात. काही थोड्यांना 'राजस पायस' (रॉयल जेली) खायला मिळतो, त्या राणी माशी बनतात.

एवंच, स्त्री मधमाशीला दोन पालक असतात तर पुरुष माशी फक्त स्त्री माशीपासूनच जन्मलेली असते. आता आपण मधमाशीचा वंशवृक्ष काढू या. पालक मुलांच्यावर आहेत. तरूण तळात आहेत तर वृद्ध वरती आहेत.

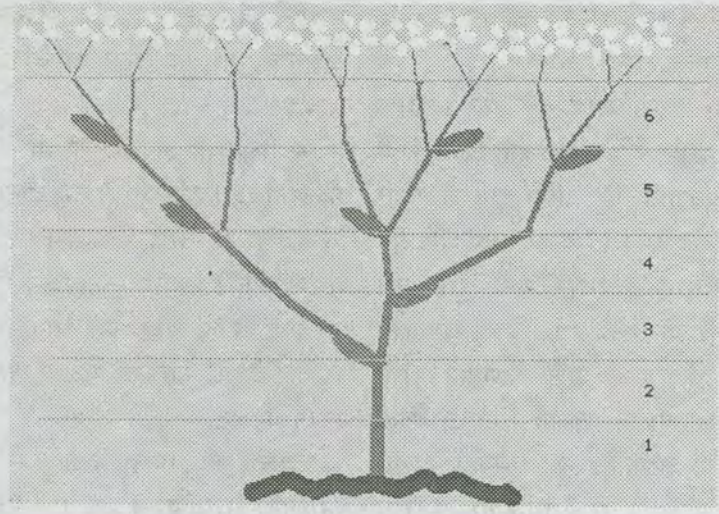
पुरुष माशीचा विचार केला तर त्याला १ पालक (स्त्री) आणि १ आजी व १ आजोबा. आजोबांना फक्त आई तर

मधुकरचे पूर्वज

स्त्री	१	१	२	३	५	८	१३	२१	३४
पु.	०	१	१	२	३	५	८	१३	२१
एकूण	१	२	३	५	८	१३	२१	३४	५५

मधुवंतीचे पूर्वज

स्त्री	१	२	३	५	८	१३	२१	३४	५५	८९
पु.	१	१	२	३	५	८	१३	२१	३४	५५
एकूण	२	३	५	८	१३	२१	३४	५५	८९	१४४



आजीला आई आणि बाबा. म्हणजेच त्या मधुकरला २ पणजी व १ पणजोबा, एकंदरीत ३ पूर्वज. त्यावर जायचे तर ५, ८ अशी पूर्वजांची संख्या येते.

तक्त्यामध्ये दर पिढीच्या पूर्वीची पूर्वजांची संख्या दिली आहे. मधुवंतीला आई व बाबा म्हणजे १ स्त्री १ पुरुष पूर्वज. त्यातील स्त्रीला परत १ पुरुष व १ स्त्री पूर्वज व पुरुषाला १ स्त्री पूर्वज म्हणजेच १ पुरुष व २ स्त्री पूर्वज. हेच रकान्यांत लिहिलेले आहे. प्रत्येक रांग फिबोनासी संख्यांनीच बनलेली आहे. निसर्गाचे गणितात हुबेहूब प्रत्यंतर!!

येता जाता निसर्गाकडे अधिक गणिती दृष्टिकोनातून बघणे सुरू झाले ते एका नियमबद्ध झाडामुळे. झाडाला नवी फूट येते ती कोंबामुळे. कोंबातून फांदी उगवते आणि

परत त्या फांदीला कोंब फुटतात. एका झाडात जेव्हा नवीन कोंब उमलतो तेव्हापासून त्या उगवलेल्या फांदीवर दोन महिन्यांनंतर पहिला कोंब फुटतो व नवीन फांदी येते त्यानंतर मात्र दर महिन्याला त्या फांदीला नवा कोंब फुटतो. म्हणजेच फांदीवर पहिला कोंब २ महिन्यांनंतर आणि त्या नंतरचे कोंब दर महिन्याला फुटतात. चित्रावरून ही गोष्ट अधिक स्पष्ट होईल.

६ व्या महिन्यांनंतरचे धुमारे १३

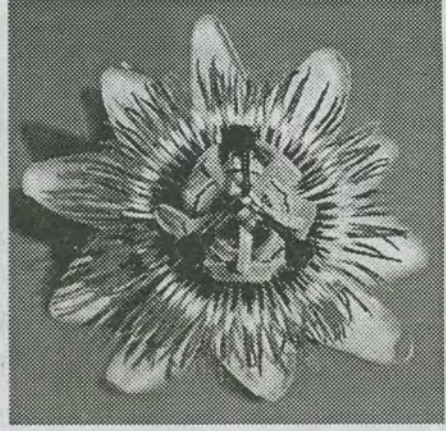
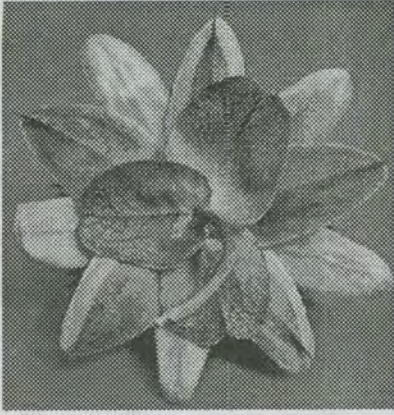
५ व्या महिन्यांनंतरचे धुमारे ८

४ थ्या महिन्यांनंतरचे धुमारे ५

३ व्या महिन्यांनंतरचे धुमारे ३

२ व्या महिन्यांनंतरचे धुमारे २

१ ल्या महिन्यांनंतरचे धुमारे १



आम्ही फिबोनासी संख्या

तंतोतंत ह्या प्रकारचे झाड म्हणजे
Sneezwort Achillea ptarmica

फुलांचे सौंदर्य पाकळी पाकळीने उमलते.
पाकळ्यांचे आकार, रचना रंग इ. वरून फूल
ओळखले जाते. पण एखाद्या नेहमीच्या
फुलाच्या पाकळ्या किती असतात? असे
विचारले तर कितीजण बरोबर सांगू
शकतील? फिबोनासी संख्या माहीत
असणाऱ्याला मात्र ही अडचण येऊ नये
कारण फुलाला किती पाकळ्या असाव्यात
हे जणू काही फिबोनासी संख्याच ठरवितात.

विविध प्रकारच्या डेलिसिस मधे ३४
पाकळ्या, ५५ पाकळ्या, ८५ पाकळ्या
अशाच संख्येने पाकळ्या आढळतात.

आता पॅशन च्या फुलाची गंमत पाहूया.

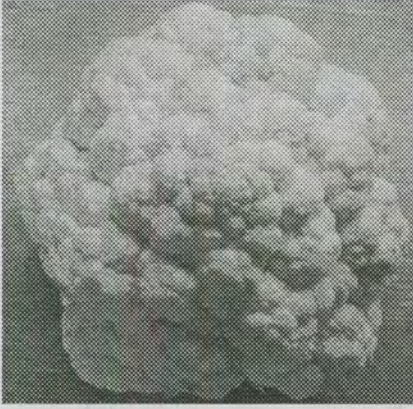
मागून बघितल्यास प्रथम ३ संदलांनी
कळीचे संरक्षण केलेले दिसते. त्यानंतर आत

फूल

पाकळ्यांची संख्या

लिली, इरीस	३
मोगरा, काही प्रकारचे गुलाब चाफा, सदाफुली, जास्वंद	५
सायली, बटरकप काही गुलाब डेल्फिनियम	८
गावरान झेंडू झेंडू, मॅरिगोल्ड, सूर्यफूल	१३
अॅस्टर	२१

५ हिरव्या पाकळ्या दिसतात. समोरून
पाहिल्यास त्यांत निळे पांढर तुरे व त्यांच्या
आत मध्यावर ५ हिरवट केसरदले आणि
त्याच्याही आत ३ चॉकलेटी किंजदले
असतात. ह्या झाडाचा डौल आणि रचनेच्या



सौंदर्याचा तोल ३ व ५ ह्या फिबोनासी संख्यांनी तोलून धरला आहे.

मंडईत भाजी आणायला गेलो असताना अचानक फुलकोबी वा फ्लॉवरशी गाठ पडली. पंचकोनी घट्ट फुलांनी एकत्र यायचे ते देखील त्रिमितीतील पंचकोनासारखे. हे आता फिबोनासी संख्यांची माहीत झाल्यावर, वेड लावणारेच ठरले. बघतच राहिलो आणि अनेक नवीनच गोष्टी जाणवायला लागल्या. तुम्ही पण जरूर फ्लॉवर निरखून पाहा बरं का?

अननसाची पाने, अननसावरचे मोठे डोळे / खवले, त्यांची रचना, त्यांची वक्राकार पट्टी यामधेही अनेकदा ८, १३, २१, अशा फिबोनासी संख्या दिसतात.

ह्या सर्व गोष्टी अगदी नियमानुसार तंतोतंत इकडचे तिकडे न होता निसर्गात सदैव असतात असे नाही. मात्र सर्वसाधारणपणे सुद्धा जाणवणारी नियमितता आणि त्याचे गणिताशी असलेले नाते नक्कीच चक्रावून

टाकणारे वाटते.

बोगनवेलीसारख्या खोडाभोवती पाने फिरवत वर वर सरकणाऱ्या वेली, काही प्रकारच्या गुलाबाच्या झाडांमधली पानांची रचना, असे बघतानाही फिबोनासी संख्यांची आठवण प्रकर्षाने येते.

फिबोनासी संख्या व निसर्गाचे साहचर्य
हे समजल्यानंतर झाडांकडे व फळांकडे अधिक काळजीपूर्वक बघायला शिकलो. जाता येता जे झाड दिसेल त्याची रचना व फुलांच्या पाकळ्यांची संख्या मोजायला लागलो. गंमत म्हणजे झाडे गणिताच्या ह्या कठिण परीक्षेत चांगल्या पद्धतीने उत्तीर्ण झाली!

तुम्हीपण आता हे सर्व अधिक जाणीवपूर्वक बघणार ना? झाडांच्या अधिक सहवासात आल्यावर आणि त्यांच्या बदल काही आडाखे बांधून त्यांच्याकडे गेल्यावर, नैसर्गिकरीत्या चित्तवृत्ती उल्हसित तर होतीलच पण त्यांच्या सुंदर सोबतीने गणितही अधिक जवळचे आणि हवेहवेसे वाटू लागेल. तुम्हालाही काही निरीक्षणे नोंदवावीशी वाटतील. इथे सांगितल्यापेक्षाही अधिक अर्थपूर्ण, गंमतीदार निरीक्षणे तुम्ही आम्हाला कळवाल असा विश्वास वाटतो.



लेखक : किरण बर्वे, एम.फिल. गणित.
गणित आणि शिक्षणात रस.

उत्क्रांती : जैविक आणि सांस्कृतिक

लेखक : पु. के. चितळे

स्वधर्म आणि स्वराष्ट्रासाठी ज्यांनी प्राण दिले अशा हुतात्म्यांबद्दल आपण आदर बाळगतो. इतर प्राणीजार्तींमधेही स्वजातीच्या भल्यासाठी हुतात्मा होण्याची प्रवृत्ती दिसते. ही प्रवृत्ती पुढच्या पिढ्यांमध्ये कशी उतरते ? त्याची काळजी मानवेतर प्राण्यांमध्ये निसर्गच घेतो. पण माणसाचं जगणं संस्कृतीशीही बांधलेलं असतं. ती बदलत गेली तर

कुठल्याही काळातील मानवी समाजात लोकांना देण्यात आलेल्या मानचिन्हांमध्ये सर्वात मोठा वाटा देश आणि समाज या साठी हौतात्म्य पत्करणाऱ्या वीरांचा आहे. अशा लोकांनी स्वतःच्या प्राणांची पर्वा न करता इतरांसाठी बलिदान केले. काहींनी युद्धामध्ये स्वतःची छाती पुढे करून इतरांना संरक्षण दिले. काहींनी धगधगत्या आगीत किंवा पाण्याच्या रौद्र प्रवाहात स्वतःला झोकून इतरांचे प्राण वाचविताना हौतात्म्य पत्करले, तर काहींनी स्वतः उपाशी राहून हालअपेष्टा सोसल्या आणि इतरांच्या पोटाचे खळगे भरले. त्यांचे जीवन सुसह्य केले. अशा प्रकारे स्वनिर्णयाने इतरांसाठी हौतात्म्य पत्करणाऱ्या महान व्यक्ती खरोखरच समाजातील सर्वोच्च मानाच्या हकदार असतात. दुसऱ्यांसाठी प्राणार्पणाचा टोकाचा निर्णय घेणाऱ्या लोकांव्यतिरिक्त असेही लोक आहेत जे इतरांसाठी विभिन्न प्रकारचे लहान मोठे त्याग करतात. अशा निस्वार्थी कृतींमुळेच

समाजजीवन एकसंध राहते. हौतात्म्य किंवा असा निःस्वार्थ त्याग मानवी जीवनाची सर्वोच्च पायरी समजली जाते. माणसात इतरांसाठी सर्वस्वार्पण करण्याची वृत्ती असल्यामुळेच त्याला इतर प्राण्यांपेक्षा भिन्न आणि श्रेष्ठ समजण्यात येते.

पण शास्त्र कुठल्याही नैसर्गिक नियमाला सीमा असल्याचे निमुटपणे मान्य करत नाहीत. ते ज्ञात असलेल्या सीमांपलीकडचाही वेध घेतच असतात. म्हणून गेल्या दोन दशकांपासून शास्त्रज्ञ या शोधात आहेत की हौतात्म्याचा मक्ता फक्त माणसाकडेच आहे की माणसाप्रमाणे इतर प्राण्यांमध्येही हौतात्म्य पत्करण्याची प्रवृत्ती आहे ? ज्या शास्त्राच्या शिस्तीत या प्रकारचे संशोधन केले जाते त्या शास्त्राला 'सामाजिक जैवविज्ञान' (Sociobiology) असे म्हणतात. या शास्त्राची व्याख्या अशी केली जाते. 'माणसांसकट सर्व सजीवांच्या सामाजिक जीवनाचा जैवशास्त्रीय आधार.' या

शास्त्राच्या अभ्यासासाठी जैवशास्त्र (Biology), मानसशास्त्र (Psychology) आणि मानववंशशास्त्र (Anthropology) यांचा आधार लागतो. यात नवीन असे काहीच नाही. पण मानस



एखाद्या प्राण्याला असे पारितोषिक देण्यास पात्र समजले गेले नसावे. पण त्याच निकषांवर ठरणारी निःस्वार्थी प्रवृत्ती कमी जास्त प्रमाणात अनेक प्राण्यांत दिसून येते. त्यांच्यातील ही

आणि आचार (Behavioural) शास्त्रातील पारंपरिक आधारभूत कल्पनांची आनुवंशिक आणि पर्यावरण शास्त्रांच्या तत्वांशी सांगड घालण्याचा प्रयत्न करणे, ही नक्कीच नवी कल्पना आहे. या कल्पनेतून प्राण्यांच्या सामूहिक म्हणजे सामाजिक प्रवृत्तीविषयी बरीच माहिती मिळू शकते. सामाजिक जैवविज्ञानात विभिन्न जातीच्या प्राण्यांच्या सामाजिक जीवनाचा, माणसाच्या सामाजिक जीवनाशी तुलनात्मक अभ्यास करण्यावर विशेष भर देण्यात येतो. या मागचा उद्देश त्यांच्यातील साम्य शोधण्याचा नसून त्यांच्या वागणुकीवर आनुवंशिक तत्वांचा प्रभाव आहे का हे शोधण्याचा असतो. आनुवंशिकतेची तत्त्वे ध्यानात ठेवून सामाजिक जैवविज्ञान तज्ज्ञ प्राण्यांच्या विभिन्न समूहात त्यांच्या परिसरात आढळून येणाऱ्या संधी आणि धोके यांच्याबद्दल समायोजन करण्यात येते का याचा शोध घेण्याचा प्रयत्न करतात.

हौतात्म्याविषयी मानव समाजात असलेल्या निकषांच्या आधारावर आजपर्यंत

प्रवृत्ती फक्त त्यांच्या अपत्यांपुरतीच मर्यादित असते असे नाही. पण त्यांच्या कळपातील इतर सदस्यांच्या बाबतीत ही अशी प्रवृत्ती असल्याचे आढळून येते. उदाहरणार्थ बुलबुल, सारिका यांच्यासारखे काही लहान पक्षी एखाद्या बहिरी ससाण्याची जवळपास चाहूल लागताच लपून बसतात आणि बारीक कर्कश शिट्टीसारखा आवाज काढतात. हा इतर पक्ष्यांसाठी सावधगिरीचा इशारा असतो. या शिट्टीचा आवाज लांबपर्यंत जातो. पण शिट्टी घालणारा पक्षी कुठे लपून बसला आहे याचा सुगावा सहसा लागत नाही. शिट्टीवजा सावधगिरीचा असा इशारा दिल्याने इतर पक्षी सावध होतात पण असा इशारा देणे स्वतः त्या पक्ष्यासाठी धोकादायक ठरू शकते. तो कुठे लपला आहे हे उघड होऊन तो पक्षी पकडला जाऊ शकतो. खरे पाहिले तर अशा वेळी बसल्या ठिकाणी निस्तब्ध राहणेच त्याच्या जीवितासाठी फायद्याचे असते. स्वतःचा जीव वाचविणे हे प्रमुख लक्ष्य असूनही दुसऱ्यांचा जीव वाचविण्यासाठी स्वतः धोका

पत्करण्याची ही निःस्वार्थी प्रवृत्ती एक प्रकारचे हौतात्म्यच नव्हे का ? जंगलामध्ये वाघासारखे एखादे श्वापद भक्ष्याच्या शोधात बाहेर पडले की मोर, माकड, काही जातीची हरणे मोठ्याने ओरडून इतर प्राण्यांना सावधगिरीचा इशारा देतात. पण त्याच बरोबर ते वाघाचे लक्ष स्वतःकडे ओढून घेतात आणि यामुळे त्यांचा जीव धोक्यात येऊ शकतो. हाही हौतात्म्याचाच एक प्रकार नव्हे का ?

डॉल्फिनच्या (लहान देवमाशाची एक जात) कळपातील एखादा डॉल्फिन मासा बाण (Harpoon) लागून किंवा इतर काही कारणामुळे जखमी झाला तर इतर डॉल्फिनची नैसर्गिक प्रतिक्रिया त्या जागेपासून शक्य तेवढ्या लांब जाण्याची असायला हवी. पण काही वेळेला कळपातील इतर डॉल्फिन घाबरून न जाता जखमी डॉल्फिनच्या भोवतीकडे करतात आणि त्याला पाण्यावर उचलून धरतात. यामुळे जखमी डॉल्फिन पाण्यात बुडत नाही. व त्याच्या श्वासोच्छ्वास बंद पडत नाही. माझ्या मते हौतात्म्याचा अर्थ दुसऱ्यासाठी प्राण अर्पण करणे एवढाच नाही. दुसऱ्यासाठी, समाजासाठी हाल अपेष्टा सोसून, स्वतःचे स्वार्थ बाजूला सारून प्रसंगी प्राणही अर्पण करण्याची तयारी ठेवणे हेही हौतात्म्यच समजायला हवे.

माणसानंतर चिंपांझी माकडात

हौतात्म्याची प्रवृत्ती सर्वात जास्त असल्याचे आढळून येते. त्यांच्या कळपावर इतर प्राण्यांचा हल्ला झाला तर कळपातील इतर चिंपांझी पळून न जाता आपला जीव संकटात घालून आक्रमकांशी जिकरीने लढतात. यात तरुण नर चिंपांझीचा पुढाकार असतो. कळपातील अनाथ झालेल्या पिलांचे संगोपन करण्याची जबाबदारी कळपातील इतर चिंपांझी पत्करतात व त्यांची स्वतःच्या पिलांप्रमाणे राखण करतात आणि काळजी घेतात. अशी जबाबदारी बहुधा पिलांचे जवळचे संबंधी भाऊ, बहीण, काका, मावशी वगैरे स्वीकारतात.

मांसभक्षी सस्तन प्राण्यांत आफ्रिकेतील जंगली कुत्र्यांच्या कळपात फार उच्च प्रतीची समाजनिष्ठा आढळते. त्यांच्या कळपात कामाच्या वाटणीचा एक अद्भुत प्रकार दिसून येतो. शिकारीसाठी बाहेर जाताना कळपातील सर्व पिलांना कळपाच्या गुहेतच राहण्यास भाग पाडण्यात येते. त्यांच्या रक्षणासाठी काही माद्यांना, विशेषकरून त्या पिलांच्या आयांना गुहेत ठेवण्यात येते आणि बाकीचे सदस्य कळपातील सर्वात सशक्त नराच्या नेतृत्वाखाली शिकारीसाठी गुहेच्या बाहेर पडतात. जेव्हा हे शिकारी गुहेत परततात तेव्हा प्रत्येक शिकारी त्यांनी खाल्लेल्या मासाचा काही भाग ओकतो. यातूनच गुहेत मागे राहलेल्या पिलांची व आयांची खाण्याची व्यवस्था होते. कळपातील निर्बल घटकांच्या



उदर निर्वाहाची सोयही यातूनच होते. हे सामाजिक जबाबदारीचे एक श्रेष्ठ उदाहरण असल्याचे म्हणता येईल.

सर्व प्राण्यांमध्ये अशा प्रकारच्या लहान मोठ्या स्वबलिदानाची अनेक उदाहरणे दिसून येतात. पण काही पृष्ठवंशी प्राणी आणि मुंग्या, मधमाशा, वाळवी यासारख्या सामाजिक स्वरूपात राहणाऱ्या कीटकांमध्ये असे बलिदान बघायला मिळते, ज्याची तुलना माणसात दिसून येणाऱ्या उत्कट बलिदानाशी करता येईल.

मुंग्या, मधमाशा, गांधीलमाशा या सारखे कळप करून राहणारे कीटक कुठल्याही आक्रमकाच्या हल्ल्यातून कळपाचे रक्षण करण्यासाठी सदैव सज्ज असतात. मधमाशांच्या कळपातील सैनिक सदस्यांच्या शरीरात स्वरक्षणासाठी डंख असतो. या डंखाला उलट्या दिशेला वळलेले सूक्ष्म काटे असतात. हे सैनिक शत्रूवर हल्ला करतात तेव्हा त्यांचा डंख शत्रूच्या शरीरात रुततो. डंखाच्या काट्यांमुळे तो शत्रूच्या शरीराबाहेर निघत नाही. डंख

काढण्याच्या प्रयत्नात डंखाबरोबर मधमाशांच्या आतडेही तिच्या शरीराच्या बाहेर ओढले जाते आणि त्यामुळे मधमाशाचा मृत्यू होतो. अशा प्रकारे सैनिक मधमाशा कळपाचे रक्षण

करताना स्वतःचे बलिदान करतात.

आफ्रिकेत एक विशेष प्रकारची वाळवी असते. या वाळवीचे सैनिक सदस्य म्हणजे चालते फिरते बाँब असतात. यांच्या शरीरात फार मोठ्या ग्रंथीची एक जोडी असते. या ग्रंथीची लांबी वाळवीच्या शरीराच्या लांबी एवढी असते. जेव्हा हे सैनिक शत्रूवर आक्रमण करतात तेव्हा त्यांच्या शरीरातील स्नायूंचे आकुंचन झाल्याने या ग्रंथीमधून वाळवीच्या तोंडावाटे पिवळ्या रंगाचा पदार्थ शत्रूवर फवारला जातो. हवेशी संबंध आल्याबरोबर हा पदार्थ गोठतो. त्यात अडकून शत्रू आणि वाळवी सैनिक या दोघांचाही मृत्यू होतो. काही वेळेला हे सैनिक इतके उत्तेजित होतात की स्नायूंच्या आकुंचनाने या ग्रंथीचा स्फोट होतो आणि त्यांच्यातील पिवळा पदार्थ लांबपर्यंत फवारला जातो. यात अडकून शत्रूपक्षाचे अनेक सदस्य मारले जातात पण यात तो सैनिकही मरतोच. आपल्या जमातीच्या संरक्षणासाठी आत्मबलिदान करणाऱ्या या सैनिकांनाही हुतात्माच म्हणायला हवे.

माणसाप्रमाणे हौतात्म्य अंगीकार करण्याची प्रवृत्ती इतर प्राणी आणि विशेषकरून कीटकातही असल्याचा हा अर्थ होत नाही की माणूस आणि कीटक यांच्या मेंदूची काम करण्याची पद्धत सारखीच असते. पण यातून असा निष्कर्ष नक्कीच काढता येईल की हौतात्म्य पत्करण्याच्या या उदात्त प्रवृत्तीमागे चटकन लक्षात न येणारे एखादे जैवशास्त्रीय कारण असावे.

जैवशास्त्रानुसार प्राण्यांच्या सर्व चांगल्या वाईट गुणांचे संक्रमण एका पिढीतून दुसऱ्या पिढीत त्यांच्या जनुक संचाच्या मार्फतच होते. कारण पुढच्या पिढीचा जनुक संच मागच्या पिढीच्या जनुक संचातूनच तयार होतो. पण प्रत्यक्षात असे दिसून येते की कुठल्याही प्राण्यात आणि माणसातही समाजासाठी बलिदान करण्याची प्रवृत्ती असलेल्या सदस्यांच्या जनुक संचाचे संक्रमण बहुधा होत नाही. कारण अशा सदस्यांना आपली वंशवृद्धी करण्याची संधी मिळण्याअगोदर त्यांचा मृत्यू झालेला असतो. उदाहरण म्हणून शहीद भगतसिंह, राजगुरु, सुखदेव, चंद्रशेखर आझाद, खुदीराम बोस यासारख्या असंख्य वीरांची नावे सांगता येतील. जर प्रत्यक्षात असे घडत असेल तर जैविक उत्क्रांती संबंधी चार्ल्स डार्विनच्या नैसर्गिक निवड (Natural Selection) या सिद्धांतानुसार प्राण्यांच्या वस्तीत अशा जनुकसंचांचे प्रमाण प्रत्येक पिढीत कमी-कमी होऊन स्वार्थी

प्रवृत्ती असलेल्या सदस्यांच्या जनुकसंचांचे प्रमाण वाढत गेले पाहिजे. म्हणजे डार्विनच्या सिद्धांतानुसार एक वेळ अशी यायला हवी की बलिदान करण्याची प्रवृत्ती असलेल्या सदस्यांच्या जनुकसंचांचा पूर्णपणे लोप होईल आणि बलिदान करण्याची प्रवृत्तीच समूळ नष्ट होईल. पण प्रत्यक्षात तसे घडत नाही. उलट असे आढळून येते की वर उल्लेख केलेल्या प्राण्यात आणि माणसातही समाजासाठी बलिदान करण्याची प्रवृत्ती पूर्णपणे कधीच लोप होत नाही. ही प्रवृत्ती कमी जास्त प्रमाणात नेहमी कायम राहते.

प्रश्न असा आहे की हे कसे घडून येते? या गोष्टीचा खुलासा करण्यासाठी डार्विनच्या सिद्धांताची व्याख्या थोडी व्यापक करावी लागेल आणि त्याला नातलग निवड (Kin Selection) या आणखी एका सिद्धांताची जोड द्यावी लागेल. हुतात्म्याच्या जवळच्या नातलगामुळे त्यांच्या जनुकसंचाचे संक्रमण होते. हुतात्म्याशी रक्ताचे नाते असलेल्या (kith & kin) सर्व व्यक्तीत उदा. भाऊ, बहीण, काका, आत्या, मामा, मावशी यांच्या जनुकसंचातही हौतात्म्य पत्करण्याच्या वृत्तीचे जनुक असण्याची शक्यता असते. यामुळे प्रत्यक्ष हुतात्मा झालेल्या व्यक्तीच्या जनुकसंचाचे पुढच्या पिढीत संक्रमण होत नसले तरी त्याच्याशी रक्ताचे नाते असलेल्या व्यक्तींच्या या जनुकांचे संक्रमण पुढच्या पिढीत होत असते. पण अजून या गोष्टीसाठी

हवा तसा पुरावा सापडलेला नाही.

माणूस आणि इतर प्राण्यांच्या समाज रचनेत वर वर थोडेसे साम्य दिसत असले तरी त्यांच्यात मूलभूत फरक आहे. माणसातील काही निसर्गदत्त गुणांमुळे काळाच्या प्रवाहात मानवी समाजरचनेत वेळोवेळी अनेक लहान मोठे बदल होत असतात. याला सामाजिक किंवा सांस्कृतिक उत्क्रांती असे म्हणता येईल. माणसाच्या समाजरचनेला सुरुवात झाल्या दिवसापासून ही उत्क्रांती सतत होत आहे. या उत्क्रांतीचा वेग जैविक उत्क्रांतीच्या तुलनेत फार जास्त असून तो सर्व काळात सारखा नसतो. ही उत्क्रांती सतत होत असली तरी काळाप्रमाणे हिचा वेग कमी किंवा जास्त असू शकतो. संस्कृती या शब्दाची अचूक व्याख्या करण्याचा प्रयत्न मी करणार नाही. कारण ते मला जमणार नाही. पण समाजातल्या चालीरीती, जीवनासंबंधीच्या कल्पना, कला, साहित्य, चांगल्या वाईट गोष्टींचे, प्रवृत्तींचे वर्गीकरण, यालाच ढोबळ मानाने समाजाची संस्कृती असे म्हणता येईल. वैज्ञानिकाचे असे मत आहे की सामाजिक उत्क्रांतीचा मुख्य आधार आनुवंशिकता नसून समाजात सांस्कृतिकदृष्ट्या प्रतिष्ठेच्या समजल्या जाणाऱ्या प्रवृत्तींचा असतो. समाजासाठी अधिकाधिक बलिदान करण्याच्या प्रवृत्तीला आतापर्यंत समाजाने सर्वात उत्कट प्रवृत्ती असे स्थान दिले आहे आणि पिढ्यानपिढ्या या प्रवृत्तीची समाजात

जोपासना केली गेली आहे. बहुतेक यामुळे ही श्रेष्ठ प्रवृत्ती समाजात कमी जास्त प्रमाणात नेहमी कायम असते, आनुवंशिक संक्रमणामुळे नव्हे.

आजच्या काळात माणसाच्या प्रवृत्तीत काही बदल होत असल्याची जाणीव नेहमीच होत असते. कधी कधी असे वाटते की समाजात चांगल्या प्रवृत्तीचा प्रभाव हळू हळू कमी होत असून स्वार्थी प्रवृत्तींचा प्रभाव वाढत आहे. आज वाईट समजल्या जाणाऱ्या अनेक प्रवृत्तींना समाजात हळू हळू प्रतिष्ठेचे स्थान प्राप्त होत असल्याचे दिसत आहे. या सर्व गोष्टींचा विचार केल्यावर काही वेळेला मनात शंकेची पाल चुकचुकते की उद्या जर समाजात सांस्कृतिकदृष्ट्या स्वार्थी प्रवृत्तीचा प्रभाव वाढला आणि ती प्रवृत्ती उत्कट समजण्यात येऊ लागली तर कदाचित स्वतःचे बलिदान करण्याच्या आणि अशा इतर अनेक उत्तम प्रवृत्तींचा न्हास होऊन समाजात सगळीकडे स्वार्थी प्रवृत्ती पसरण्याची शक्यता नाकारता येत नाही. आज समाजातील सर्व घटकांनी समाजाच्या भवितव्यासाठी या गोष्टीचा गंभीरपणे विचार करणे फार आवश्यक आहे असे मला वाटते.

❖❖

लेखक : पु. के. चितळे जीवशास्त्राचे निवृत्त प्राध्यापक. सातत्याने विज्ञानलेखन करतात. त्यांच्या 'हमारा शरीर-रचना और कार्य' या पुस्तकाला एप्रिल २००३ मध्ये पंतप्रधानांच्या हस्ते राष्ट्रीय पुरस्कार मिळाला आहे.

शोधन

‘प्रयास’ या आमच्या मित्रसंस्थेच्या विज्ञान प्रकल्पांतर्गत काही शालेय विद्यार्थ्यांनी मे महिन्यामध्ये संशोधन संस्थांमध्ये काम केले. संदर्भच्या विसाव्या आणि बावीसाव्या अंकात आपण यामागची भूमिका आणि त्या प्रकल्पातील एक दोन प्रयोगांबद्दल वाचलेले आपल्याला आठवत असेल. विद्यार्थ्यांच्या या कामावर आधारित ‘शोधन’ नावाची पुस्तिका प्रसिद्ध झाली आहे. या पुस्तिकेत मुलांनी केलेले प्रयोग आणि काढलेले निष्कर्ष दिले आहेत. त्यातले काही प्रयोग तुम्हालाही करायला आवडतील. शिक्षकांच्या मदतीने, चार-पाच जणांच्या गटाने मिळून हे प्रयोग करून पहा.

जिथे वैज्ञानिक संशोधन चालतं, ते प्रत्यक्ष वापरलं जातं अशा संस्थांमध्ये जाऊन मुलांना त्या कामात सहभागी होता यावं यासाठी पुण्याच्या आसपासच्या काही संस्थांनी या प्रकल्पात कार्य केलं होतं. त्यातलीच एक होती अॅग्रोबायोटेक. अॅग्रो बायो टेक ही खाजगी संशोधन संस्था १९९५ पासून प्रामुख्याने जैव-तंत्रज्ञान व शेतकी विषयक अत्याधुनिक संशोधन कार्य करित आहे. तंत्रज्ञान विकसित करण्यासाठी तीन शास्त्रीय निकष वापरावे लागतात. १) आधुनिक तंत्र

२) पर्यावरणाचा समतोल

३) आर्थिक विकास.

या संस्थेतील शास्त्रज्ञ वनस्पती, जीव-संवर्धन व तंत्रज्ञान तसेच, रेण्वीय (मॉलेक्युलर) जीवशास्त्र या विषयात

पारंगत असून त्यांनी वनस्पतींच्या वाढीसाठी लागणारी विकरे, संप्रेरके व जैविक खते विकसित केली आहेत. या व्यतिरिक्त जीवाणू मिसळलेले कीटकनाशक व त्याबाबतचे तंत्रज्ञान, शेतीकरिता लागणारे ‘बोर्डो मिश्रण’, संकरित जीवाणू व वनस्पती तयार करताना लागणारे इलेक्ट्रोपोरेटर मशीन इ. विकसित करून या उत्पादनांना बाजारपेठ मिळवून दिलेली आहे.

काम करण्यापूर्वी

अॅग्रोबायोटेक मध्ये मुलांसाठी जे प्रयोग ठरवले त्यामागे मुलांना जैविक विविधतेबद्दल माहिती व्हावी तसेच जैविक विविधतेचा अभ्यास हा जीवशास्त्र आणि उपयोजित शाखांसाठी कसा महत्त्वाचा असतो याचा अंदाज यावा अशी कल्पना होती.

एरवी पाठ्यक्रमात देतात तसे साहित्य, प्रयोगाची रीत, निरीक्षणे व निष्कर्ष आधीच देऊन टाकले नव्हते. आपल्याला आधीच माहीत असलेल्या संकल्पना फक्त शिकायच्या (म्हणजे पाठ, मुखोद्गत करायच्या) आहेत असं इथल्या प्रयोगांचं स्वरूप नव्हतं. एखादा प्रश्न घेऊन त्याचं उत्तर शोधण्यासाठी प्रयोग - निरीक्षण करायचं, गटामधे एकमेकांच्या निरीक्षणांची चर्चा करायची आणि त्यातलं उत्तर काय असू शकेल ते तर्कानं ठरवायचं.

यासाठी सूक्ष्मदर्शी, pH मीटर, वेगवेगळे पंप, वजनकाटा, कॉम्प्युटर ही उपकरणं हाताळायला मुलांना दिली होती.

प्रयोगामधे नोंदवलेली निरीक्षणे मांडताना आणि त्यावरून निष्कर्ष काढताना काय काय काळजी घ्यायला हवी ते इथे स्पष्ट झालं.

दोन प्रकारचे प्रयोग करायला दिले होते.

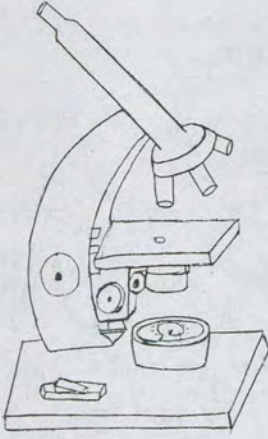
a. वनस्पतींच्या वाढीमध्ये मातीतील सूक्ष्मजीवांचा आणि (इतर) जैविक खतांचा परिणाम.

b. जीवसृष्टीची उत्क्रांती.

या प्रयोगांसाठी केलेली निरीक्षणं नीट मांडून त्यावर विचार केल्यावरच निष्कर्ष काढता येणार होते. मुक्त विचार करता येईल, प्रयोगात वेगवेगळे बदल करता येतील अशी जागा इथे होती.

जैविक शेती, वनस्पती उती संवर्धन, संप्रेरके व वनस्पतींची वाढ याबद्दल मुलांमध्ये जिज्ञासा विकसित व्हावी या उद्देशाने या संस्थेत प्रयोग करता येतील.

- जैविक खते व जैविक रसायने यांचा वनस्पतींच्या वाढीवर होणारा परिणाम तपासणे. विविध जीवाणूंचा, जीवाणूंनी उत्पादित केलेल्या संप्रेरकांचा व विविध जैविक खतांचा वनस्पतींच्या वाढीवर, त्यांच्या फलनक्रियेवर काय परिणाम होतो तसेच, जैविक खते वापरून अधिकाधिक उत्पन्न मिळू शकते का? किंवा जैविक आणि रासायनिक खते वापरून जमिनीचा पोत, कस व प्रति एकर उत्पादन किती प्रमाणात वाढू शकेल?
- मातीतील सूक्ष्म जीवांचा अभ्यास व त्यांच्यावर होणारा प्रकाशाचा परिणाम.
- सेंद्रिय पदार्थ वापरून 'माती-विना' वनस्पतींची लागवड.
- सूक्ष्मजीव वापरून घनकचऱ्याचे विघटन करण्याच्या प्रक्रियेचा अभ्यास.
- वनस्पती उती संवर्धनातील विविध प्रयोग.



उपकरण हाताळणी

सूक्ष्मदर्शक

वनस्पती व प्राण्यांचे विविध भाग, सूक्ष्मजीव, पाण्याचे विविध नमुने, फुलांचे परागकण या साऱ्यांचे निरीक्षण करताना मुलांना सूक्ष्मदर्शक कसा काम करतो, पारदर्शिका कशा तयार कराव्यात, छेद कसे घ्यावेत, त्यांना रंग का द्यावा लागतो, अशा अनेक गोष्टींचे बारकावे समजले.

pH मीटर

माहितीच्या नोंदी कशा घ्यायच्या,

- * उपकरणाची अचूकता किती असते? कशी मोजता येते?
- * उपकरणाच्या चुकीसाठी किती जागा ठेवायची?
- * pH कसा मोजता येतो?
- * माहित असलेल्या गोष्टींवरून नवीन कल्पना करणे.

* प्रयोगांच्या अचूकतेचा आणि पुनरावृत्तीचा संबंध.

* छोटे प्रयोग आणि व्यापक क्षेत्रात, मोठ्या काळात घडणाऱ्या गोष्टींचा संबंध लावता येणे.

माहिती सादर करताना

* मिळवलेली माहिती गणिती स्वरूपात कशी देता येईल?

* मिळवलेल्या माहितीचे विश्लेषण करणे, तुलना करणे आणि त्यावरून निष्कर्ष काढणे.

* प्रयोगातून ज्याचा पुरावा मिळालेला आहे असा निष्कर्ष मांडणे.

अनुमान

* काढलेले अनुमान तपासणे. त्याचा व्यत्यास खरा आहे का - तेही तपासणे.

* कार्यकारणभावाचा विचार.

* वेगळी काही अनुमानं निघू शकतील का, याचा विचार.

* तर्काने इतर परिणाम करू शकणाऱ्या घटकांचा विचार करणे.

* आपण मांडलेली अनुमाने/ विधाने सिद्ध करता येणे त्यासाठी प्रयोगांची आवश्यकता, अचूक प्रयोग करण्याची गरज आणि त्यांचा उपयोग.

मुलांबरोबर काम करताना

- १) मुलांशी बोलताना सुरवातीला अंदाज आला की मुलं हुशार होती. पटकन शिकत होती. पण प्रत्यक्ष प्रयोग करण्याचा त्यांना मुळीसुद्धा अनुभव नव्हता. शाळेतलं पुस्तकातलं ज्ञान हे प्रयोग करायला काही उपयोगी पडलं नाही. पहिले दोन-तीन दिवस उपकरणांचा वापर आणि प्रायोगिक काम करण्याची पद्धत शिकण्यासाठी लागले.
- २) प्रत्येक उपकरण वापरण्यापूर्वी ते कसं चालतं याबद्दल त्यांना समजावून दिलं. यामुळे उपकरणांची काळजीपूर्वक हाताळणी त्यांना करता आली.
- ३) अनेक प्रयोगांमधे मुलांना मिळालेली उत्तरे वेगवेगळी असत. हे प्रयोग करत गेल्यावर पुढे एखादा मुद्दा सिद्ध करण्यासाठी प्रयोग कसा ठरवावा व करावा ते त्यांना येऊ लागलं. मिळवलेली माहिती तक्त्याच्या स्वरूपात किंवा आलेखाच्या रूपात मांडण्याचं महत्त्वही त्यांच्या लक्षात आलं.
- ४) सगळे प्रयोग संपल्यानंतरही लक्षात घेण्यासारखा मुद्दा असा की संशोधन हे कधीही संपत नसते. एका प्रश्नाचे उत्तर शोधताना संशोधनामधून आपल्याला इतर दहा प्रश्न पडतात. त्यामुळे पुढच्या संशोधनाची दिशा मिळते, पण संशोधन संपून जात नाही.

डॉ. अभय शेंडे., अँग्रोबायोटेक

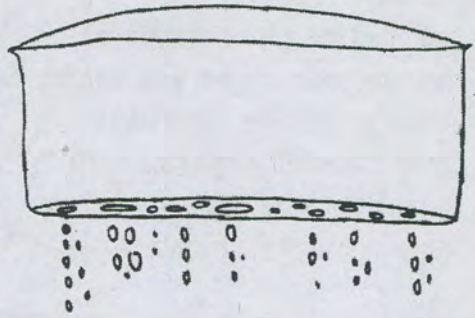
प्रत्यक्ष काम

मायक्रोस्कोपी, जीवाणूंची वाढ, अर्टेमियाचे जीवनचक्र अशी निरीक्षणे झाल्यानंतर प्राण्यांच्या वर्गीकरणाची संकल्पना समजेल असा एक प्रयोग झाला. पुढचा प्रयोग होता उत्क्रांतीची संकल्पना

उलगाडून दाखवणारा. अतिशय सोपा आणि इंटरेस्टिंग असा हा प्रयोग तुम्हालाही करावासा वाटेल. शोधन पुस्तिकेमध्ये या प्रयोगाची मुलांनी केलेली मांडणी पुढे देत आहोत.

‘उत्क्रांती म्हणजे काय?’

पृथ्वीवर पहिले शजीव शमुद्रात निर्माण झाले. हे शर्व शजीव एकपेशीय होते. नंतर हळूहळू हे शजीव बहुपेशीय बनले. शजीवांच्या क्रमवार आणि संधगतीनं होणाऱ्या बदलातून मोठ्या कालावधीत त्यांचा शर्वांगीण विकास झाला. ही प्रक्रिया होताना निश्चिंत अनेक बदल होत राहिले. यात जे प्राणी निश्चिंत तग धरू शकले ते आजवर जिवंत आहेत. उदा - काशव; हा प्राणी डायनॉसॉरच्या काळापासून जिवंत आहे. जे प्राणी टिकू शकले नाहीत ते मृत झाले. उदा. डायनॉसॉर.



पुढील प्रयोग उत्क्रांती का व कशी झाली याची माहिती मिळवण्याकरिता केला आहे.

शाहित्य : गहू, तांदूळ, चवळी, मूग, हरभरा, उवाटी, मका, शेंगदाणे, मटकी, मेथी. छिद्रे पाडलेले ३ उबे इ.

- कृती : १. प्रथम ३ उब्यापैकी १ उबा घेतला व त्यात प्रत्येक धान्याचे ५ दाणे घेतले.
२. नंतर तो उबा तीनदा हलवला.
३. नंतर खाली जेवढे दाणे पडतील ते मोजले व दाण्यांच्या एकूण संख्येतून वजा केले.
४. उब्यात उरलेल्या धान्याचे तेवढेच दाणे पुन्हा उब्यात टाकले. दुप्पट केले.
५. पुन्हा उबा तीनदा हलवला व हीच कृती १० वेळा केली आणि निरीक्षण केले.

निरीक्षण १

	हरभरा	मूग	चवळी	मटकी
०	१०-१	१०-१	१०-३	१०-७
	९	९	७	३
१	१८-४	१८-३	१४-८	६-३
	१४	१५	८	३
२	२८-९	३०-८	१६-७	६-५
	१९	२२	९	१
३	३८-९	४४-११	१८-११	२-०
	२९	३३	७	२

मिळालेली माहिती -

उत्क्रांती ही एक न थांबणारी घटना आहे. ती शतत चालू असते. अनुकूलन आणि उत्क्रांतीचा क्षतिशय जवळचा संबंध आहे. उत्क्रांती होताना प्राण्यांना निशर्माशी जुळवून घ्यावे लागते. हे जुळवून घेताना त्यांच्या अंतर्गत भागात व बाह्य वर्तणुकीत जे बदल होतात. त्यांना अनुकूलन

म्हणतात. निशर्मा शतत बदलत असतो व याच बदलामुळे उत्क्रांती घडून येते. उत्क्रांतीचा काळ लाखो वर्षांचा आहे. या प्रयोगामध्ये धान्य हे प्राणी आहेत. निशर्मा म्हणजे उबा. उबा हलवला म्हणजे निशर्मा बदलला. यात उयांना छिद्रांशी व उब्याशी जुळवता आले ते वश्य राहिले व जे पडले ते नष्ट झाले.

उत्क्रांतीच्या प्रयोगामध्ये modelling चे तंत्र मुलांना समजावे या दृष्टीने जीवसृष्टीमधील अनेकविध प्राणी, एकच अन्न खाणारे, एकच हवा-पाणी वापरणारे, एकाच जंगलात रहाणारे असतील तेव्हा परिस्थिती कशी असेल याचा विचार केला गेला.

यातील काही प्राणी वाढणार, मोठे होणार, पुनरुत्पादनाने त्यांची संख्या वाढणार, काही नैसर्गिक किंवा अन्य कारणाने मरण पावणार. थोडक्यात म्हणजे संख्या बदलत जाणार. या बदलत्या संख्येसाठी 'चाळणी'ची संकल्पना वापरली. या चाळणीची भोके वेगवेगळ्या आकाराची होती, जशी वेगवेगळ्या प्राण्यांना पोषक आणि मारक परिस्थिती वेगवेगळी असते त्याप्रमाणे. तीन वेळा चाळणे हे काही विशिष्ट काळ गेल्याची खूण. त्यानंतर जेव्हा राहिलेल्या दाण्यांची संख्या दुप्पट करतो तेव्हा पुनरुत्पादन झाले ते सर्व प्राण्यांचे सारख्याच काळात सारख्याच प्रमाणात झाले असे इथे गृहीत धरतो. प्रत्यक्षात इतकी सोपी सरळ परिस्थिती नसली तरी प्रयोगासाठी आपण तशी इथे गृहीत धरणार आहे हे मुलांना समजाते.

जेव्हा एखादी गोष्ट शोधून काढण्यासाठी प्रयोग केले जातात तेव्हा असंख्य गोष्टींतून काहीच गोष्टी निवडून त्याबद्दल प्रयोग करावा लागतो. त्यामुळे प्रयोगावरून काढल्या जाणाऱ्या निष्कर्षांना मर्यादा असते. अनेकदा निष्कर्ष काढताही येत नाहीत - या सगळ्या गुंतागुतींच्या संकल्पनांची ओळख मुलांना चांगल्या प्रकारे होऊ शकते.

शुनुमान :

पर्यावरणाच्या बदलामुळे काही जीव नामशेष होतात. तर काही जीवांची उद्वृत्ती होते. म्हणजेच आपण जेव्हा उभा ३ वेळा हालवतो, तेव्हा निशर्ग बदलला. त्यामुळे जे धान्य खाली पडले, ते प्राणी मरण पावले व जे उब्यात राहिले ते तग धरून राहिले. जेवढे धान्य उब्यात राहिले तेवढेच त्यामध्ये टाकले, म्हणजेच त्यांची संख्या पुनरुत्पादनामुळे वाढली. कोणते प्राणी टिकतील ते त्यांच्या आकारावर अवलंबून नसते. काही प्राणी शतत मरताना दिशले तरी त्यांची संख्या शेवटी कशी वाढते हेही लक्षात आले.

उद्वृत्तीच्या प्रयोगानंतर

मुलांनी दिलेली उत्तरे

१) उद्वृत्तीच्या प्रयोगात जर एकच धान्य वापरले तर काय होईल ?

उद्वृत्तीच्या प्रयोगात जर एकच धान्य वापरले तर त्या धान्याची संख्या वाढत जाईल. या प्रयोगात आपण धान्यांना प्राणी मानले आहे. जर पृथ्वीवर एकाच जातीचे प्राणी आहेत तर त्यांची वाढ शतत व क्रमर्यादित आहेत. त्यामुळे जर एकच धान्य वापरले तर ते धान्य पडण्याचे प्रमाण कमी व ते वाढण्याचे प्रमाण जास्त आहेत.

२) सर्व प्राणी आणि वनस्पतींचे पुनरुत्पादन वेगवेगळ्या वेळी होते. त्यांना पिले देखील कमी-जास्त होतात. हे प्रयोगातून कसे दाखवता येईल. त्याची निरीक्षणे आताच्या प्रयोगातून कशी वेगळी आहेत ?

हा प्रयोग करण्यासाठी २ उबे घ्यावे लागतील. त्यातील एका उब्याला कमी-जास्त आकाराची छिद्रे पाडावी. दुसरा उभा आकार ठेवावा. दुसऱ्या उब्यात काही धान्य घेऊन त्यांचे त्याच प्रकारचे प्रत्येकी २ गट पाडावे. (म्हणजे २ मूग, २ चवळी) दुसऱ्या उब्यात धान्यांचे मिश्रण करून ते हलवावे. म्हणजे जे दाणे खाली पडतील ती दुसऱ्या उब्यातील धान्यांची पिले आहेत. याप्रकारे त्यांच्या पिलांना पिले होतील व त्यांची संख्या वाढत जाईल.

या प्रयोगाची निरीक्षणे आताच्या प्रयोगातून वेगळी आहेत. या प्रयोगातच प्राणी किंवा वनस्पती मेले हे दाखवण्यासाठी ठराविक वेळाने एकेक जातीचे एक धान्याचा दाणा काढावा व तो त्यांच्या एकूण संख्येतून वजा करावा. म्हणजे त्या प्राण्यांना पिले न झाल्यास त्यांची संख्या कमी होईल. निरीक्षण लिहिताना किती प्राणी नवीन आले, त्यांना किती पिले झाली व किती मेले याची नोंद ठेवावी. या प्रयोगात निरीक्षणे वेगळी आहेत. यात प्राणी जन्म घेतील व नंतर मरतीलही तसेच त्यांची संख्या कमी वाढत जाते हे कळेल.

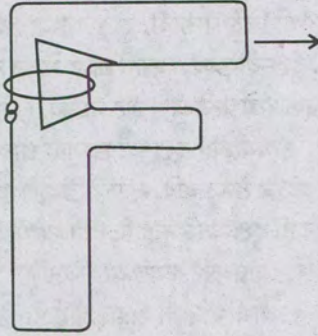
प्रयासने प्रकाशित केलेल्या शोधन या पुस्तकातून साभार.



कोडीच कोडी

डॉ. बी. आर. मराठे

मागच्या अंकातील कोडी तुम्ही सोडवलीत का ? तुमची उत्तरं या उत्तरांशी पडताळून पाहा. या आधीच्या संपूर्ण कोड्यांचा संच संदर्भच्या ऑफिसमध्ये उपलब्ध आहे. त्यासाठी जरूर संपर्क साधा.

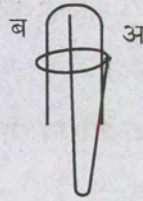
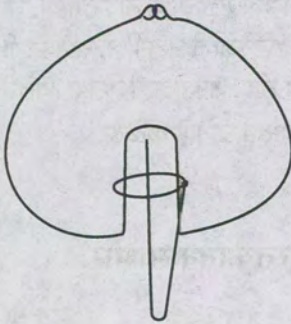
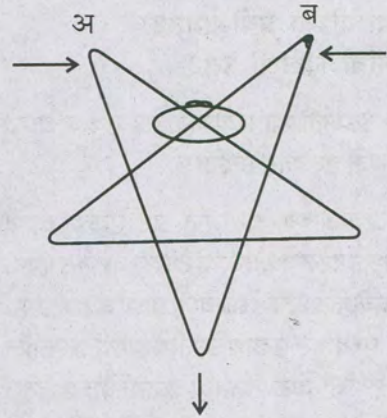


कोडे नं. ७

चित्रात दाखवल्याप्रमाणे करा म्हणजे रिंग बाहेर काढता येईल.

कोडे नं. ८

चित्रात दाखवल्याप्रमाणे अ आणि ब ही दोन टोके जवळ घ्या. रिंग खाली निघेल.



कोडे नं. ९

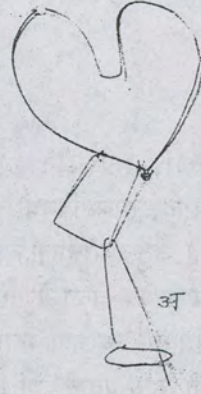
चित्रात दाखवल्याप्रमाणे करा आणि अ ही काडी ब च्या वर घ्या. कोडे सुटेल.

या पुढील कोडी इथे देत आहोत.

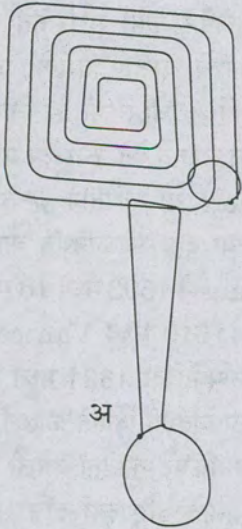
कोडे १०



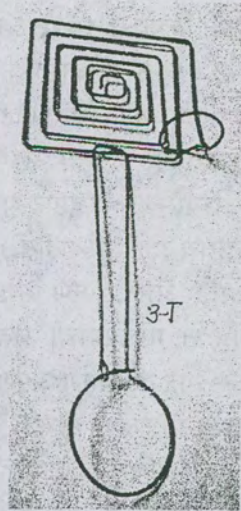
अ बाहेर काढा



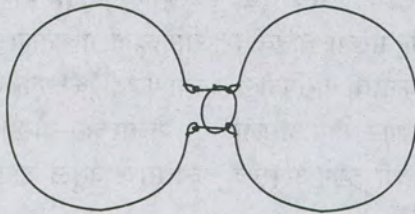
कोडे ११



अ बाहेर काढा



कोडे १२



रिंग बाहेर काढा

π बदल थोडेसे

लेखक : नागेश मोने

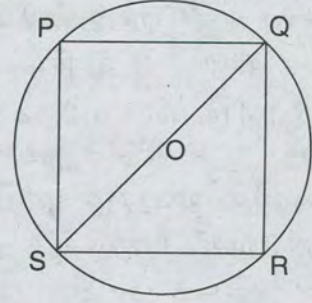
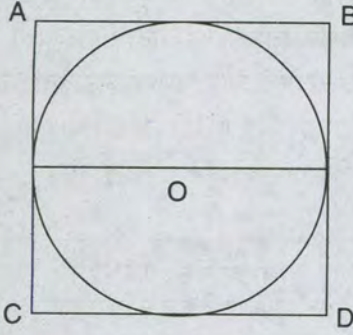
मानवाला, प्राचीन काळापासून आजतागायत, संख्यांविषयी कुतुहल वाटत आले आहे. वर्तुळपरीघाला त्याच्या व्यासाने भागले तर प्रत्येक वेळी येणारी संख्या तीच आहे याविषयी त्याच्या मनात आश्चर्य न उत्पन्न होते तरच नवल! या स्थिर संख्येला त्याने π (पाय) असे नाव दिले. पाय ची साधारणतः किंमत 3.1416 घ्यावी लागते. पण हे 3.1416 सहजासहजी मिळालेले नाहीत. अनेक शतकांचा इतिहास या मागे आहे. किंबहुना π चा अभ्यास म्हणजे गणित अभ्यासकांच्या दृष्टीने शुद्ध पाण्याचा वाहता झराच आहे. सुरुवातीस π ची किंमत 3 घेण्यात आली. पण संख्या दशांश अपूर्णाकात मांडण्याची रीत विकसित झाल्यावर मात्र ती दशांश अपूर्णाकात काही स्थळांपर्यंत मांडण्यात आली.

π ची अचूक किंमत काढण्यात प्राचीनांना आलेले अपयश हे संख्या-लेखन पद्धतीचे अपयश होते. त्यामुळे बहुभुजाकृतीच्या बाजूंची संख्या वाढवीत वाढवीत मिळणाऱ्या आकृतीची परिमिती व π चा विचार हा पद्धत म्हणून योग्य असला तरी किंमतीच्या अचूकतेच्या दृष्टीने अपुराच

होता. त्यामुळे इसवीसनाच्या दुसऱ्या शतकात π ची किंमत 3.1416 घेऊन टॉलेमीने एक व्यावहारिक तडजोड स्वीकारली खरी पण तरीही π ची किंमत निश्चित करण्याच्या प्रयत्नांना त्यामुळे खीळ बसली नाही. त्यानंतर काही शतकांनी ग्रीकांवरील रोमनांचे साम्राज्य लयाला गेले आणि तुलनेने कमी सुसंस्कृत लोकांचे, राज्यकर्त्यांचे बस्तान बसले. जवळपास 1400 वर्षे π ची किंमत हा विषय तसाच राहिल्याचे लक्षात येते. त्यानंतर मात्र 1579 मध्ये Viète या गणितीने π ची किंमत दशांशाच्या दहा स्थळांपर्यंत काढली तर Romanus ने 1593 मध्ये 16 स्थळांपर्यंत काढली. 1610 मध्ये Van ceulen ने 33 स्थळांपर्यंत तर 1621 मध्ये Snell ने 35 स्थळांपर्यंत ही किंमत काढली.

अचूक किंमत काढता आली नाही तरी π ची किंमत कोणत्या दोन संख्यांच्या दरम्यान आहे हे मात्र सुरुवातीच्या काळात सांगण्यात गणितींना यश प्राप्त झाले होते. त्या पद्धतीपैकी एक पद्धत आपण पाहू या.

शेजारच्या दोन्ही आकृतीत 1 एकक व्यासाचे वर्तुळ दाखवले आहे. पहिल्या



वर्तुळाच्या भोवती चौरस परिलिखित केला आहे तर दुसऱ्या आकृतीत चौरस हा वर्तुळात आंतरलिखित केला आहे. वर्तुळाचा केंद्रबिंदू O आहे. पहिल्या आकृतीत चौरसाची परिमिती ही वर्तुळ परीघापेक्षा जास्त तर दुसऱ्या आकृतीत चौरसाची परिमिती वर्तुळापरीघापेक्षा कमी आहे. म्हणजे चौरस PQRS आणि चौरस ABCD यांच्या परिमितींच्या दरम्यान वर्तुळाचा परीघ आहे. चौरसाच्या बाजू समान लांबीच्या असल्याने चौरस ABCD ची परिमिती = 4 AB तर चौरस PQRS ची परिमिती = 4 PQ इतकी आहे.

म्हणजे परिमितींचा विचार करून विधान असे लिहावे लागणार

चौरस PQRS ची परिमिती < परीघ < चौरस ABCD ची परिमिती; (परीघ = C)

$$\therefore 4PQ < C < 4AB \rightarrow (1)$$

वर्तुळाच्या व्यासाला D मानल्यास आणि D ने वरील असमीकरणास भागल्यास

$$\frac{4PQ}{D} < \frac{C}{D} < \frac{4AB}{D} \rightarrow (2)$$

परंतु AB = D आहे आणि PQ ची किंमत काढण्यासाठी पायथागोरसच्या प्रमेयानुसार $PQ^2 = QS^2 - PS^2$ याचा वापर करू या.

पण $PQ = PS$ आहे. त्यामुळे $2PQ^2 = QS^2$ पण $QS = 1$ एकक म्हणून $2PQ^2 = 1$

$$\therefore PQ^2 = \frac{1}{2} \therefore PQ = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$PQ = \frac{1}{\sqrt{2}}$ ही किंमत असमीकरण 2 मध्ये लिहू शिवाय D = 1 आहे.

$$\therefore \frac{4}{\sqrt{2}} < \frac{C}{D} < 4 \therefore \frac{4}{\sqrt{2}} < \pi < 4$$

पण

$$\therefore \frac{4}{\sqrt{2}} = \frac{2 \times 2}{\sqrt{2}} = \frac{2 \times \sqrt{2} \times \sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 2\sqrt{2}$$

आणि त्यामुळे $2\sqrt{2} = 2.82$

म्हणून $2.82 < \pi < 4$

म्हणजे π ची किंमत 2.82 ते 4 च्या दरम्यान असणार. $\sqrt{2}$ ची किंमत 1.41 ऐवजी 1.414 घेतल्यास 2.82 ऐवजी 2.828, $\sqrt{2}$ ची किंमत 1.41421356 घेतल्यास 2.82842712 अशी किंमत $2\sqrt{2}$ ची मिळेल. म्हणजे हळूहळू π च्या अचूक किंमतीकडे जाता येईल. प्रत्यक्षात π ची अचूक किंमत मिळत नाही. π ची

किंमत 20000 स्थळांपर्यंतच नव्हे 2 लाख स्थळांपर्यंत काढण्यासाठी संगणकाची मदत घेतली गेली आहे. पण या अनावर्ती, अखंड दशांश अपूर्णाकी संख्येचा अभ्यास संख्येसारखाच अखंड चालू आहे.



लेखक : नागेश मोने, वाई येथे
द्रविड हायस्कूलमध्ये विज्ञान शिकवतात.
विज्ञान वाचनालय चालवतात.

काँसमॉस ठेव योजना !
'सुरक्षित' आणि 'लाभदायी'



- मुदत ठेवींवर कमाल व्याजदर ७%*
- NRE-NRO ठेव योजना
- मासिक/ त्रैमासिक व्याज देणाऱ्या ठेव योजना
- आकर्षक कॅश सर्टिफिकेट ठेव योजना
- ज्येष्ठ नागरिक/सहकारी संस्था/शैक्षणिक संस्था/
ट्रस्ट यांना जादा व्याजदराचा * फायदा.

काँसमॉस बँक
तत्पर सेवा
संस्थित सेवा

स्थापना १९०६ (मल्टिस्टेट शेड्यूल्ड को-ऑप बँक)
नाविन्य व विश्वसनीयतेचा मापदंड
दि काँसमॉस को-ऑप बँक लि., पुणे.

काँसमॉस हार्डवेअर, २६९/२७०, शनिवार पेठ, पुणे- ३०. फोन : ४४६-१११४ ते १११८

Market Missionaries-03-196

तिठ्यावरील विज्ञान-शिक्षण

लेखक : प्रकाश बुरटे

आपल्याला शिक्षण नक्की कशासाठी हवं असतं ?

आणि कशापुरतं हवं असतं?

या प्रश्नांचा विचारवेध संमेलनाच्या निमित्ताने घेतलेला वेध.

ज्यांच्यापर्यंत शिक्षण पोहोचले नाही, त्यांच्या मनावर शिक्षणाचं महत्त्व ठसवण्याचे भरपूर प्रयत्न अनेक व्यक्तींनी केले आहेत. परंपरा मोडणाऱ्या या आदरणीय व्यक्तींच्या खांद्यावर आपण उभे आहोत. त्यामुळे आपली नजर थोडी जास्त व्यापक झाली आहे. आपले क्षितीज विस्तारले आहे.

तरीही, लहानपणी घर सोडून प्रथम शाळेत जाताना, शाळेत शिक्षकांची बोलणी खाताना आणि शिक्षा पचवताना शिकायचं कशासाठी, हा प्रश्न हटकून पडतो. याचं उत्तर मला कसं दिसतं, येथून सुरुवात करतो.

प्रत्येक माणसाला आपले जीवन अर्थपूर्ण व्हावे, असे वाटते. ते साहजिक आहे. त्यासाठी भोवतालच्या जगाचा अर्थ लागणे, त्यामुळे त्याच्याशी जुळवून घेणे आणि गरजेनुसार त्याचा उपयोग करून घेणे गरजेचे असते.

माणसाच्या भोवतालच्या जगात इतर माणसे असतात, तसे इतर सजीव-निर्जीवही

असतात. या दोन्ही अंगाने परिसराचा अर्थ कळून व्यक्तीला स्वतःचे सामाजिक जीवन अर्थपूर्ण करण्यासाठी शिकायचे असते. तोच शिक्षणाचा मूळ हेतू असला पाहिजे.

परिसरातून प्रथम वेगवेगळ्या रंगाची, वयांची, नाना भाषा बोलणारी, वेगळाल्या प्रदेशांत जगणारी, अनेक संस्कृतीची, माणसे आपल्याला सामोरी येतात. माणसांमाणसांतील व्यवहार, त्यासाठी वापरली जाणारी माध्यमे आणि त्यांतील नाते-संबंध कळले, तरच व्यक्तीला समाजात सहजतेने वावरता येते. या संबंधांना प्रेम, विरह, करुणा, सहवेदना, क्रौर्य अशा अगणित भाव-भावना आणि त्यातून निपजणाऱ्या सुख-दुःखांची किनार आहे. त्याचबरोबर त्यांना भूतकाळ, वर्तमानकाळ आणि भविष्यकाळ देखील असतो. कधी 'नरेची केला हीन किती नर' असा प्रत्यय येतो. अशा समाजात जागृती झाल्यास बदलाची आशा पालवते. त्यासाठी प्रयत्न

होतात. याउलट, काही माणसे स्वतःपलिकडे पाहू शकत नाहीत. त्यांचे जग तेवढेच असते. स्वयंकेंद्रित. हे सगळे सगळे मनात उतरायचे तर भाषा, साहित्य, कला, इतिहास, भूगोल, अर्थशास्त्र, ... अशा अनेक मानव्यशाखांचे ज्ञान आणि अनुभूती उपयोगी पडते.

पल्याडचे जग

माणसाच्या परिसरात जशी इतर माणसे असतात, तसे माणसांपलिकडेचे सजीव आणि निर्जीव वस्तुजात असते. जमीन आणि तिच्यावरचे सहज नजरेत येणारे आणि तिच्याखालचे जग, पाणी आणि त्यातील सजीव-निर्जीव जग, आकाश आणि त्यातून ठराविक काळात कोसळणारा पाऊस, आकाशात दिसणाऱ्या गमती-जमती, ... पहाल तेवढे हे जग पाहाणाऱ्यासाठी विस्तारत जाते. निर्जीव वस्तुजाताला तर पृथ्वीचीही मर्यादा नाही. रोज उगवणारे आणि मावळणारे सूर्य, चंद्र, अगणित तारे या पृथ्वीपलिकडेचेच आहेत. ते चित्ताकर्षक विश्व अमर्याद आहे. इतिहासातून मार्गक्रमणा करताना मानवाचे अनेक तंत्रे आत्मसात केली. त्यांचा विकास केला, काही नव्याने जाणीवपूर्वक आपलीशी केली. याही विश्वाला माणसांच्या जगाप्रमाणेच भूत-वर्तमान आणि भविष्य आहे. हे आहे निसर्गविज्ञान.

हा निसर्ग आणि हे मानवेतर विश्व माणसांसाठीच तयार झाले आहे, असेही कधी मानवाला वाटले आहे. आपणच त्यांचे केंद्र आहोत आणि जणू काही आपलीच शेवटची पिढी आहे, अशा आविर्भावात माणसे हा परिसर ओरबाडून घेताना दिसतात. कधी निसर्गावर मात करायच्या इषेंने दुरूस्त करता येणार नाहीत, असे बदल करतात. कधी स्वार्थापायी केलेल्या पर्यावरण हानीची किंमत दुसऱ्याच एखाद्या ठिकाणच्या मानवसमूहाला चुकती करायला भाग पाडतात. परिणामी माणसां-माणसांतील संबंधांप्रमाणे याही मानवेतर जगात मूल्यांचा विचार अटळ होतो.

सजीवांना आधार देणारा पृथ्वी हा आपल्या माहितीतला एकमेव ग्रह आहे. येथे कोणे एके काळी औषधालाही सजीवांचे अस्तित्व नव्हते. संपूर्ण ग्रहच चेतनाहीन निर्जीवांचा होता. बऱ्याच काळानंतर येथे मजल दरमजल करत सजीवांची उत्पत्ती आणि उत्क्रांती झाली. तिचाच एक भाग म्हणून पृथ्वीवर माणसेही अवतरली. सूर्यप्रकाश, पाणी आणि कार्बनडाया ऑक्साईड वायू वापरून स्वतःचे अन्न स्वतः बनविणाऱ्या वनस्पतींचे काही काळ या ग्रहावर अधिराज्य होते. या प्रकाश संश्लेषणाच्या क्रियेतून ऑक्सीजन हा आणखी एक वायू तयार होतो. वनस्पतींनी तयार केलेल अन्न, ऑक्सिजन हा आणखी

एक वायू तयार होतो.
वनस्पतींनी तयार
केलेले अन्न,
ऑक्जिसन आणि
पाणी यांच्या
आधारानेच बरेचसे
प्राणी जगतात,
वाढतात आणि
पुढील पिढ्यांना
जन्म देतात.
माणूसही याच
साखळीतील एक



परिसराचा इतिहास
साकारतो.

परिसराच्या
इतिहासातील काही
बदल नैसर्गिक आहेत,
तर काही बदल
मानवनिर्मित आहेत.
पृथ्वीवरील परिसरातील
नानाविध गोष्टींची
जमेल तेवढ्या अंगांनी
माणूस ओळख करून
घेत आला आहे.

प्राणी. इतर सजीवांप्रमाणे त्याचाही परिसर
म्हणजे या सर्व सजीव आणि निर्जीवांनी
बनलेला भोवताल.

पृथ्वीवरील परिसर एका अर्थाने स्वयंपूर्ण
आहे. बाहेरून केवळ सूर्याचा प्रकाश-
उष्णता, चंद्र-सूर्याचे गुरुत्वाकर्षण आणि
उल्कापात एवढीच आयात. पृथ्वीबाहेरील
विश्वाशी हाच काय तो नाममात्र संबंध.
त्यातही सूर्यापासून जेवढी उर्जा पृथ्वीवर येते,
जवळपास तेवढीच उर्जा बाहेर टाकली जाते.
तसे नसते, तर येथल्या तापमानात वेगाने बदल
झाले असते. हे मोजके अपवाद वगळता
पृथ्वीवरील परिसरात सारे काही येथलेच
आहे. परिसरात होणारे सर्व बदल ही तर
केवळ रूपांतरे! त्यामुळे एका अर्थाने या
परिसरात काही बाबतीत सातत्य देखील
आहे. हे बदल आणि सातत्य यातून

त्यातील वेगवेगळ्या घटकांचे आपापसातले
संबंध जोखत आला आहे. हा सारा माहोल
सजीव, निर्जीव आणि त्यातील नातेसंबंधांनी
घडलेला आहे.

डोक्याचा घेर वाढवू या

वरील दोन्ही विश्वे दोन डोळ्यांनी पाहताना
प्रश्न पडतो, हे जग आहे तरी केवढे ? इथे
'कूपमंडूक' हा शब्द आठवतोय का पाहा.
बेडकाचे जग तो राहात असलेल्या विहीरी
येवढेच असते, असे हा शब्द सांगतो. वरील
प्रश्नाचे जवळपास असेच उत्तर कवी
केशवसुतांनी दिले आहे. ते म्हणतात,
'जगाचा आकार केवढा ? ज्याच्या त्याच्या
डोक्याएवढा !' आपापल्या डोक्याचा आकार
थोडा मोठा करण्यासाठी शिकायचे असे
म्हणता येईल.

आपले बरेचसे शिक्षण आपोआप, कुठल्याही शाळा-कॉलेजात न जाता होत असते. तेथे शिकणारे, आणि शिकवणारे अशी विभागणी नसते उलट त्यांची अदलाबदल सहज होते. ते अनौपचारिक शिक्षण. हे शिक्षण खेळता-खेळता, जगता जगता, हाताने काम करता - करता ... होते.

परिसराच्या काही भागाचे शिक्षण मात्र पार इतिहासपूर्व काळापासून जाणीवपूर्वक दिले घेतले जाते. तेथे शिकणारे आणि शिकवणारे अशी विभागणी असते. त्यासाठी समाजातीलच पण वेगळाल्या जागा असतात. निश्चित असा पाठ्यक्रम, परीक्षा, गुणवत्तेची प्रमाणपत्रे हे सगळे असते. त्याआधारे पुढील संधीची कवाडे प्रत्येक व्यक्तीसाठी उघड-मिट करतात.

दोन्ही प्रकारच्या शिक्षणातून आधीची पिढी आतापर्यंतचे संचित पुढील पिढीपर्यंत पोहोचवत असते हे खरे असेल तरी त्यात महत्त्वाचा फरक देखील आहे. तो स्पष्ट करताना प्रा. यशपाल नेहमी मुलांमुलींच्या जिज्ञासेची विज्ञानातील उदाहरणं सांगतात. 'दुसऱ्याने गुदगुल्या केल्या की हसू येते. पण स्वतःच स्वतःला गुदगुल्या केल्या, तर हसू येत नाही; टेप केलेला आपला आवाज इतरांना योग्य वाटतो, पण स्वतःला आपला आवाज वेगळा वाटतो; .. हे असं कां?' मी पळत असताना चंद्र माझ्यासोबत पळतो, मी थांबलो की तो थांबतो; वाँश बेसिनमध्ये

साठलेले पाणी खाली जायला लागले की ते एका विशिष्ट दिशेने फिरत खाली जाते, सीताफळाच्या सालीला थोडा गोड गर चिकटून असतो, परंतु त्यावर माशा बसत नाहीत; जंगलातील वेली एकाच दिशेने झाडांवर चढताना आढळतात; .. असं का होतं? हे सुद्धा असेच मनातील प्रश्न.

परंतु मनातल्या प्रश्नांना पाठ्यपुस्तकांत, अध्यापनात, आई-वडिलांच्या अपेक्षात, औपचारिक शिक्षणात थोडी देखील जागा नसते. येथे जिज्ञासेचा 'फापट पसारा' टाळून परीक्षेत येऊ शकणारे प्रश्न महत्त्वाचे बनतात. या मागे काय कारण आहेत?

दाब बटण, कर चालू!

नवीन शतक आणि सहस्रक सुरू होऊनही आता तीन वर्षे झाली. शतक आणि सहस्रक बदलले. कॅलेंडरची पाने फडफडली. शिक्षणाच्या संदर्भात काही बदलले आहे का, ते पाहाणे जास्त महत्त्वाचे आहे. विसाव्या शतकांतील तांत्रिक प्रगतीमुळे भारतासारख्या विकसनशील समाजांचे डोळे दिपले. तंत्रज्ञानामागे विज्ञान असते, याचा बऱ्याच अंशी विसर पडला. दाब बटण, की कर काही तरी चालू, दिवा, टीव्ही, संगणक, फ्रीज, मोटार ... काहीही. बटण दाबता आले की खूप पावले, या वृत्तीमुळे जुजबी विज्ञान कळणे महत्त्वाचे, हा विचार मनात रुजला. इंग्रजी शब्द वापरायचे तर 'टर्न की प्रॉजेक्ट्स'

आणि 'टेक्निकल कोलॅबोरेशनस' ची चलती झाली. तंत्रज्ञान कॉपी करता येते, आयात करता येते, किंवा विज्ञानाचा वापर करून विकसितही करता येते. पहिले दोन सोपे पर्याय हाती असताना, तंत्रज्ञान निर्माण करण्याचा खटाटोप करण्याचे कारण उरले नाही. त्याचे ठळक प्रतिबिंब शिक्षणातून हटता हटत नाही.

प्रयोग, विज्ञानशिक्षणाचे माध्यम !

ब्रिटीश काळातील शिक्षण बाबू लोक तयार करणारं होतं, असं आपण म्हणत आलो. त्याच चालीवर सध्याच्या शिक्षणाचा हेतू केवळ तंत्रज्ञान कॉपी करू शकणारे आणि त्याचा वापर करू शकणारे तंत्रज्ञ तयार करणे, येवढाच आहे, असे म्हणता येईल.

माहितीचा विस्फोट होतोय, या सबबीखाली विद्यार्थ्यांच्या डोक्यात बदाबदा माहिती ओतणे म्हणजे 'शिकविणे', ती माहिती जशीच्या तशी परीक्षांमधे उतरविणे म्हणजे ज्ञानप्राप्ती, अशा व्याख्या व्यवहारात रुढ झाल्या आहेत. परिणामी, विज्ञान शिक्षणात अगणित विधाने, व्याख्या, नियम, ... घोकं पट्टीच्या रूपात आणि प्रयोग कर्मकांडांच्या रूपात रुजले.

उदाहरण म्हणून माध्यमिक शाळेतील कर्बद्धि-प्राणील वायू (CO₂) तयार करण्याचा प्रयोग पाहा. शहाबादी फरशीचे तुकडे घ्या, त्यामुळे हायड्रोक्लोरिक आम्ल घाला, फसफसून वायू बाहेर येतो. तो गोळा

करण्यासाठी दिलेली विशिष्ट व्यवस्था वापरा. जमा झालेल्या वायूचे (पुस्तकातील) गुणधर्म पाहा. त्यासाठी पाठ्यपुस्तकातील चाचण्या घ्या. येवढे केले की प्रयोग सुफल संपूर्ण झाला.

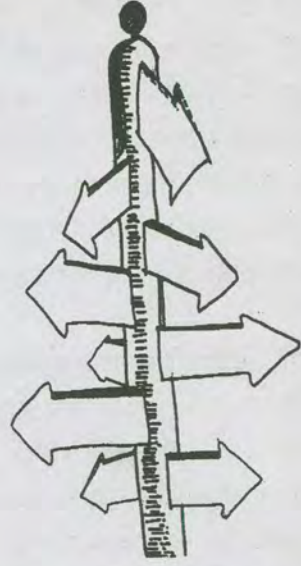
या सोपस्कारातून केवळ उपकरणांची तोंडओळख होते. विद्यार्थ्यांनी स्वतः कृती केली असेल, तरच उपकरणे हाताळण्याचे कौशल्य साध्य होते. परंतु त्याबाबत उदासीनताच दिसते. या सोपस्कारांतून विद्यार्थी नवीन काहीही शिकत नाही. त्याने केवळ तो 'प्रयोग' वाचला, तरी काम भागते. कशासाठी रसायनांची नासाडी करायची आणि सर्वांचा वेळ वाया घालवायचा? विद्यार्थी आणि अनेकदा शाळाही चलाख असतात. प्रयोग कॉपी केले जातात आणि निरीक्षणे पाठ केली जातात. मार्कापुरते विद्यार्थ्यांनी प्रयोगशाळेत धेडे डोकावयाचा पायंडा पडतो. बोर्डाच्या विद्यापीठांच्या परीक्षेत मदतीला प्रयोगशाळेतील शिपाई आणि डेमॉन्स्ट्रेटर असतातच. 'विज्ञान प्रयोग प्रामाण्य मानते' असा जप करताना पुस्तकांतील किंवा शाळेतील शिक्षणाने प्रयोगांना उपचारांपुरते महत्त्व देण्याचा परिपाठ रुजवला. प्रयोगांना विज्ञान-शिक्षणाचे माध्यम बनविण्याची गरजच वाटली नाही. परीक्षाकेंद्री शिक्षणात आरोग्य शिक्षणाचा हेतू देखील आरोग्य सुधारण्याऐवजी मार्क्स मिळविणे हाच असतो. असल्या

‘मार्क्सदावी’ शिक्षणातून मूल्य रुजण्याची सुतराम सोय नसते.

याउलट, विद्यार्थ्यांच्यापुढे त्यांच्या वयानुरूप आव्हान टाकले, एकाच निरीक्षणाची दोन किंवा अधिक स्पष्टीकरणे मांडली आणि गुंता सोडविण्यासाठी प्रयोगांचा वापर करण्याचे सुचविले, तर त्यातून होणाऱ्या शिक्षणाचा पोत जास्त मजबूत असेल. साहजिकच अशा वेळी शिक्षक आणि विद्यार्थी मिळून प्रयोगांची आखणी करतील, निरीक्षणांची खातरजमा करतील आणि एकत्र चर्चाही करतील. शोध घेत शिकतील, त्यासाठी प्रयोग अथवा उपक्रम हे शिक्षणाचे माध्यम बनवतील.

सगळे विज्ञान-शिक्षण विद्यार्थ्यांनी स्वतः उपक्रमशीलतेतून घ्यायचे म्हटले, तर त्यांची आयुष्ये पुरणार नाहीत. परंतु, शिक्षणाच्या सुरुवातीच्या काळात स्वतः उपक्रमशील राहून चुका करत, त्या दुरुस्त करत, शोधत शिक्षण होणे महत्वाचे असते. तो अनौपचारिक शिक्षणाशी जोडणारा मजबूत धागा असतो. ‘आपण जसे शोधत ज्ञान मिळवतो.’ तसेच ज्ञान इतरही मिळवतात यांचा प्रत्यय सोबती आणि शिक्षक यांच्यासोबत उपक्रम करताना शिक्षणाने पुढच्या पायऱ्यांवर दिला पाहिजे.

त्याही पुढची पायरी म्हणजे केवळ आपल्या नजीकच्या जगातच नव्हे, तर पूर्वीच्या काळात, कुठल्या कुठल्या देशांत,



वेगळाल्या भाषा बोलणारी मंडळीही अशाच पद्धतीने ज्ञान मिळवत होती, याचा प्रत्यय शिक्षणाने देणे महत्वाचे आहे. या अर्थाने विज्ञान-शिक्षण भाषा, धर्म, देश, स्त्री-पुरुष या भेदांच्या भिंती ओलांडण्याची गरज ठसवू शकते.

माहितीही महत्वाची असते. परंतु शिकताना माहितीची गरज निर्माण व्हावी, माहिती जमा आणि निर्माण करण्याच्या क्षमता विद्यार्थ्यांमध्ये तयार व्हाव्यात, माहितीचा वापर करण्याची, तिचा अर्थ लावण्याची सवय जडावी, आणि या प्रवासात विद्यार्थी माहितीगार किंवा बहुश्रुत व्हावा. थोडक्यात म्हणजे, विज्ञान-शिक्षणाने विद्यार्थ्यांना स्वतःच्या पायांवर उभे करावे, त्यांचे शिक्षकांवरचे अवलंबित्व नष्ट करावे.

येथे विंदा करंदीकरांची 'धृपद' संग्रहातली 'सद्गुरू वाचोनी सापडेल सोय' ही कविता आपल्याला वाट दाखवू शकेल. ती नव्या शिक्षणप्रणालीचा आत्मा म्हणता येईल.

सद्गुरूवाचोनी । सापडेल सोय - विंदा करंदीकर - 'धृपद' संग्रह

करितो आदरे । सद्गुरू स्तवन
ज्यांनी सत्यज्ञान । वाढविले ॥
धन्य पायथॅगोरस् । धन्य तो न्यूटन
धन्य आईन्स्टाईन । ब्रह्मवेत्ता ॥
धन्य पाश्चर । धन्य माझी क्युरी
थोर धन्वंतरी । मृत्युंजय ॥
धन्य फ्राईड आणि । धन्य तो डार्विन
ज्यांनी आत्मज्ञान । दिले आम्हां ॥
धन्य धन्य मार्क्स । दलितांचा त्राता
इतिहासाचा गुंता । सोडवि जो ॥
धन्य शेक्सपीअर । धन्य कालिदास
धन्य होमर, व्यास । भावद्रष्टे ॥
फॅरेडे मार्कोनी । वॅट, राईट धन्य
धन्य सारे अन्य । स्वयंसिद्ध ॥
धन्य धन्य सारे । धन्य धन्य मीही !
सामान्यांना काही । अर्थ आहे ! ॥
सद्गुरूंच्यापाशी । एक हे मागणे
भक्तिभाव नेणे । ऐसे होवो ॥
सद्गुरूंनी द्यावे । दासा एक दान
माझे दासपण । नष्ट होवो ॥
सद्गुरूवाचोनी । सापडेल सोय
तेव्हा जन्म होय । धन्य धन्य ॥

अर्थार्जनाच्या मोजक्या संधी

तांत्रिक प्रगतीने डोळे दिपणे, हे सध्याच्या उफराट्या विज्ञानशिक्षण पद्धतीमागील एक कारण आपण लक्षात घेतले आहेच. त्याशिवाय दोन प्रमुख कारणं मला दिसतात
१) सध्या डॉक्टर आणि इंजिनियर, त्यातही सॉफ्टवेअर इंजिनियर, नानाविध मॅनेजमेंटस अशा मोजक्या क्षेत्रातच चांगल्या अर्थार्जनाच्या संधी आहेत. त्यासाठी आवश्यक सुविधांना फाटा देऊन अनेक महाविद्यालये उभारली आहेत. तेथे प्रवेश मिळविण्याचे ध्येय अगदी लहानपणापासून मनावर कोरले जाते. सर्वांना हेच मोजके पर्याय हवे असतील आणि संधी कमी असतील, तर निवडीसाठी मार्क हा निकष स्वीकारणे मनाला बरे वाटते. वास्तविक मुला-मुलींच्या उंची - वजनापेक्षा घोकंपट्टी करून परीक्षेत मिळालेले मार्क हा चांगला निकष आहे, हे पटवून घेणे अवघड आहे.

२) चांगल्या पगाराची मुलग्यांना नोकरी लागल्यावर आणि मुलींच्या बाबतीत विवाह झाल्यावरच खऱ्या आयुष्याला सुरुवात होते, असे अनेक पालकांच्या मनाने घेतले आहे. त्यामुळे बालपणाचा काळ हा कष्ट काढण्याचा काळ मानला जाते. 'पोराला मारा रागावा, कायबी करा पन शिकवा, जी', असे उद्गार काही ग्रामीण पालकांच्या तोंडी उगाच येत नाहीत! शिक्षणाने आपल्या मुलांमुलींची जिज्ञासा वाढीला लागावी,

त्यांची कुतुहलं शमावीत, त्यांना शिकते करावे, असे सुशिक्षित शहरी पालकांना देखील वाटत नाही. तसे मनापासून वाटत असते, तर क्लासेसचे पेव फुटले नसते. दुसऱ्या शब्दात 'आनंददायी शिक्षण' ही या पालकांचीही उत्स्फूर्त मागणी नाही.

वान्यांनं दिशा बदललीय

आर्थिक चणचणीचे कारण पुढे करत हीच अवैज्ञानिक पंरपरा विकसनशील देशात बऱ्याच मोठ्या प्रमाणात चालू आहे. या देशांना युद्धे खेळायला, त्यासाठी अण्वस्त्रे आणि अग्निबाण तयार करायला, दंगली घडवायला, जाहिरातबाजीला, आणि अशा कैक गोष्टींसाठी आर्थिक चणचण जाणवत नाही. शिक्षणावर ग्रॉस डोमेस्टिक प्रॉडक्टच्या ६ टक्के खर्च करायचा विषय निघाला, की मात्र चणचण टळटळीतपणे पुढे येते. परंतु, इतर अनेक देशात वारे वेगळ्या दिशेने वाहताहेत. तेथे माहितीपेक्षा ती वापरण्याची कुवत अंगी बाणवण्याला महत्त्व मिळत आहे. शिक्षणाने जीवन समृद्ध होईल, या भविष्यातील आशेसाठी 'आता कष्ट उपसा' असे विद्यार्थ्यांना न सांगता, त्यांच्या आयुष्यातील शिक्षणाचा काळ देखील आनंदाचा घडवायचा आग्रह धरला जातोय. भारतात देखील असे प्रयोग होत आहेत. मध्यप्रदेशातील एकलव्य, मुंबईतील नवनिर्मिती, केरळातील साहित्य शास्त्र

परिषद, अशा काही संस्था आणि कोल्हापुरातील सृजनानंद, पुण्यातील अक्षरनंदन, फलटणमधील कमला निंबकर बालभवन अशा काही शाळा ही याची उदाहरणे आहेत. तेथे भाषा हे तर केवळ संवादाचे माध्यम उरते. प्रयोग आणि उपक्रम हे विज्ञानशिक्षणाचे माध्यम ठरते. त्यासाठी स्वस्त, टाकाऊतून टिकाऊ शैक्षणिक साधने आकाराला येत आहेत. प्रत्येक विद्यार्थ्यांचे शरीर, त्याचा भोवतालचा परिसर आणि मुख्यत्वे स्वयंपाकघरांतील नाना गोष्टी यांचा वापर करून बरेचसे शालेय विज्ञान-शिक्षण अर्थपूर्ण होऊ शकते.

याउलट, जर तंत्रज्ञानाची आयात आणि शिक्षित मनुष्यबळाची निर्यात करायची असेल, तर भविष्याकडे नजर ठेवण्याऐवजी भूतकाळाचे गोडवे गाऊन काम भागेल. परिणामी, 'लावा दुर्बीण आकाशी,

फोडा परमाणू राशी,

आम्ही आधाशी उपाशी,

आम्हा नेणे' अशीच अनेकांची अवस्था राहिल. शाळेत प्रश्न विचारायला बिचकणारी मुलं मोठी झाल्यावर देखील '(बाबा) बॉस वाक्यं प्रमाणं' असेच म्हणतील. विसाव्या शतकाच्या शेवटच्या दोन-तीन दशकांपासून माणूस स्वतःमधेच मग्न होतोय आणि त्याचवेळी जगभरचा संपर्क वाढल्यानं तो एकीकडे वैश्विक होतो आहे.

या सर्व बदलांचे भान ठेवून पुढच्या

पिढीसाठी आपणच अर्थपूर्ण विज्ञान-शिक्षण पद्धतीचा आग्रह कितपत धरणार, हा खरा प्रश्न आहे. भविष्यकाळ नेहमीच लहान मुलांचा असतो. आज शिकणारी मुले-मुली दहा पंधरा वर्षांनी मोठी होणार आहेत. ती जर स्वबळावर शिकली, तरच नजरेपलिकडील भावी प्रश्नांना समर्थपणे भिडू शकतील. त्यांच्याबाबत आपुलकी असेल, तर त्यांना शिकतं करणाऱ्या आणि त्यांची

जिज्ञासा चेतवणाऱ्या वेगळ्या (विज्ञान) शिक्षणाला पर्याय नाही. त्यातील टाळाटाळ अक्षम्य ठरेल. कारण आजचे वर्तमान तर उद्याचा नंतर न बदलता येणारा इतिहास ठरणार आहे.



लेखक : प्रकाश बुरटे, भाभा अॅटॉमिक रिसर्च सेंटर येथे काम करत असत. सध्या विज्ञान शिक्षणाबाबत संशोधन व लेखन करतात.

प्रिय वाचक,

विज्ञान आणि शिक्षण यामधील रुची वाढावी, शिक्षण रसपूर्ण व्हावे यासाठी शैक्षणिक संदर्भ ना-नफा तत्त्वावर काढले जाते. संपादक-लेखक यांसह अनेकजण विनामोबदला काम करतात. संदर्भचे अंक उत्तम रीतीने काढता यावेत यासाठी आपली साथ आम्हाला हवी आहे.

संदर्भ द्वैमासिकात आपण आपल्या व्यवसायाची जाहिरात जरूर द्यावीत. आपल्या मित्रमंडळींकडूनही संदर्भसाठी जाहिरात मिळवून द्यावीत. धन्यवाद.

संपादक

जाहिरातींचे दर असे आहेत.

	एका अंकात प्रसिध्दी	सहा अंकात प्रसिध्दी
पूर्ण पान	१,०००/-	५,०००/-
अर्धे पान	६००/-	३,०००/-
पाव पान	४००/-	२,०००/-

(पूर्ण पान छपाईचा आकार ७॥ इंच x ४ इंच)

शब्दकोडे

खालील प्रश्नांची उत्तरे दिलेल्या चौकोनात दडलेली आहेत.

ती शोधून काढता येतात का बघा.

- | | |
|--|--|
| १. पेनिसिलीन एक आहे. | ७. मेंदू आणि चेतासंस्था नाकाम |
| २. भूस्थिर उपग्रह (इंग्रजी) | करणाऱ्या सिफिलीस जंतूंचा शोध |
| ३. या शास्त्रज्ञाने आनुवांशिकतेच्या | लावणाऱ्या शास्त्रज्ञाचे नाव |
| सिद्धांताचा पाया घातला. | ८. डॉक्टरांचं अत्यावश्यक उपकरण |
| ४. कीटकभक्षक वनस्पती | ९. याने पाणबुडीचा शोध लावला |
| ५. बुद्धिमत्तेच्या सहाय्याने घडवलेल्या | १०. एक भारतीय गणितज्ञ |
| क्रांतीसाठी हा शब्द वापरला जातो. | ११. पृथ्वीचा सूर्याभोवती फिरण्याचा मार्ग |
| ६. हवामानशास्त्र (इंग्रजी) | १२. या प्राण्यांमध्ये पाठीचा कणा नसतो. |
| | १३. आंबवण्याची क्रिया |

ग्रे	गॉ	र	में	डे	ल	म	अ
री	जी	शी	ला	व्ही	रा	क्षा	पृ
व्हो	लॉ	ओ	र	ड	मा	क	ष्ठ
ल्यु	टॉ	डी	स्टे	बु	नु	ण	वं
श	मे	ही	थो	श	ज	म	शी
न	य	ची	स्को	ने	न	भ्र	य
ण्व	क्ला	गु	प	ल	स्प	री	व
कि	उ	नो	त्र	घ	ट	प	र्णी

लेखक : शुभदा मिराशी

ग्रामीण उद्योजकांसाठी समुचित तंत्रे

लेखक : आ. दि. कर्वे

भरपूर आणि चांगल्या दर्जाचे उत्पादन यांची ग्रामीण उद्योग व शेती यांच्या विकासासाठी गरज असते. पण एवढेच पुरेसे नाही. विकासाच्या प्रवासात जी तंत्रे वापरतो त्यामुळे आपण पर्यावरण ओरबाडून नष्ट करत नाही ना ? पुढच्या विकासाची वाट बंद करत नाही ना हे पाहणेही अत्यावश्यक असते. तरच ते तंत्र उचित ठरेल. अशा काही 'उचित' तंत्राबद्दल ठाणे येथील मराठी विज्ञान परिषदेच्या संमेलनात अध्यक्ष डॉ. आ. दि. कर्वे यांनी सांगितले.

व्यापार-उद्योगाच्या जागतिकीकरणाने आपल्या स्वदेशी उद्योगांना धोका निर्माण झाला आहे. अशी ओरड आपण आज सर्वत्र ऐकतो आहोत. या बाबतीत आपल्या उद्योजकांकडून नेहमी ऐकू येणारी एक मागणी अशी, की आम्हाला समपातळीतल्या क्रीडांगणावर खेळण्याची संधी द्या. याचा अर्थ असा, की परदेशी उद्योगांना ज्या सोयी-सवलती त्यांच्या देशात मिळतात त्या स्वदेशी उद्योगांनाही आपल्या देशात मिळाव्यात पण आज समपातळीच्या क्रीडांगणाची मागणी करणाऱ्या आपल्या स्वदेशी कारखानदारीने गेल्या ४०-५० वर्षांच्या काळात जेव्हा आपल्याच खेड्यातल्या बलुतेदार आणि ग्रामीण उद्योगधंद्यांचे बळी घेतले, त्यावेळी

कुणालाही समपातळीच्या क्रीडांगणाची आठवण झाली नव्हती. यंत्रशक्तीवर आधारित आधुनिक कारखानदारीबरोबर ग्रामीण कारागीर कधीच स्पर्धा करू शकत नाही, कारण यंत्रांद्वारे निर्माण होणारा माल ग्रामीण कारागिरांनी हाताने तयार केलेल्या मालापेक्षा स्वस्त असतो. हे सत्य अगदी जागतिक पातळीवर औद्योगिक क्रांतीच्या अगदी सुरुवातीच्या काळातच स्पष्टपणे दिसून आले होते. त्यावेळी गिरणीत तयार होणाऱ्या कापडाने हातमागाचा धंदा बंद पडला होता. ग्रामीण कारागिराची पीछेहाट होण्यास कारणीभूत ठरलेला आणखी एक घटक म्हणजे प्लास्टिक, अॅल्युमिनिअम, स्टेनलेस स्टील, चिनी माती, किंवा अॅस्बेस्टॉस-

सिमेंट, यांसारख्या नवीन प्रकारच्या पदार्थांपासून कारखान्यांमध्ये निर्माण केलेल्या वस्तू वापरण्यास अधिक सोयीच्या असल्याने ग्रामीण कारागिरांनी निर्माण केलेल्या पारंपरिक मालाची मागणी कमी होत गेली.

खादी आणि ग्रामोद्योग आयोगाने हस्तोद्योगांसाठी शहरात विक्रीची सोय करून काही कलात्मक वस्तूंच्या ग्रामीण निर्मात्यांना जिवंत ठेवण्यात यश मिळवले, पण दैनंदिन उपयोगाच्या वस्तू बनविणाऱ्या कारागिरांना मात्र हा आयोग वाचवू शकला नाही. अशा कारागिरांमध्ये पन्हाळी कौले बनविणारे कुंभार, बांबूंच्या वस्तू बनविणारे बुरुड आणि कैकाडी, बैलगाड्या निर्माण करणारे सुतार, वाखाचे दोर विणणारे मांग, तसेच ग्रामीण चांभार, लोहार, कासार, तांबट, कोष्टी, अशा विविध प्रकारच्या कारागिरांचा समावेश होता. उत्पन्नाचे अन्य कोणतेच साधन नसल्याने त्यांना आपल्या उपजिविकेसाठी शहरांचा आश्रय घ्यावा लागला. शहरात येणाऱ्या ग्रामीण बेकारांचा लोंढा ही आपल्या शहरांपुढे एक मोठी समस्या उभी ठाकली आहे. नव्याने शहरात येऊन झोपडपट्टीत किंवा फुटपाथवर संसार थाटणाऱ्या कुटुंबातल्या मुलांची केवळ शाळा सुटते एवढेच नव्हे, तर ते कोवळे जीव गुन्हेगारी आणि मादक पदार्थांच्या विळख्यात अडकण्याचाही संभव असतो. ग्रामीण कुटुंबातला पुरुष जर एकटाच शहरात रहात

असेल, तर तो एड्सूला बळी पडण्याचा संभवही फार मोठा असतो, आणि असे झालेच तर गावी राहणाऱ्या आपल्या बायकोचाही तो बळी घेतो.

ग्रामीण बेकारीची समस्या सोडविण्यासाठी कारखानदारी वाढविणे हा तोडगा नव्हे, कारण तसे केले तर शहराकडे येणाऱ्या ग्रामीण बेकारांची संख्या आणखी वाढेल. ग्रामीण रहिवाश्यांना ते जेथे राहतात तेथेच पुरेशी कमाई करण्याची संधी उपलब्ध करून दिली तर त्यांच्यावर निदान आर्थिक कारणाने स्थलांतर करण्याची पाळी येणार नाही.

काळाच्या गरजेप्रमाणे नवी तंत्रे विकसित करणे हे तत्त्व जे उद्योग पाळीत नाहीत, ते स्पष्ट टिकत नाहीत. नवी तंत्रे विकसित करणे, आणि ती वापरणे ही क्रिया मोठे कारखाने आणि संघटित उद्योग यांना सहज शक्य होते, पण पारंपरिक ग्रामीण व्यवसाय करणारे व्यावसायिक हे अल्पशिक्षित आणि आर्थिकदृष्ट्या कमकुवत असल्याने स्वबळावर नवी तंत्रे विकसित करणे आणि त्यांवर आधारित उद्योग यशस्वी करून दाखविणे, हे त्यांच्या कुवतीबाहेरचे काम असते. हे काम खरे तर आपल्या देशातल्या विद्यापीठांनी आणि राष्ट्रीय प्रयोगशाळांनी करावयास हवे, पण एक कृषिक्षेत्र सोडले तर आपल्या प्रस्थापित संशोधनसंस्थांनी ग्रामीण विकासाच्या दृष्टीने उपयोगाची ठरेल

अशी कोणतीच भरीव कामगिरी केली नाही, आणि कृषिक्षेत्रातही स्थलकालानुरूप योग्य असे समुचित तंत्र विकसित न करता, आपल्या कृषितंत्रज्ञांनी पाश्चात्य देशातल्या महागड्या व अनुचित तंत्राचीच नकल केली. हरितक्रांती या नावाने गौरविल्या गेलेल्या या नव्या कृषिपद्धतीमुळे शेतकऱ्यांचे उत्पन्न तात्पुरते वाढले, पण आता मात्र तिचे दुष्परिणाम दिसू लागले आहेत. पाण्याच्या व रासायनिक खतांच्या अतिरेकाने जमिनीची सुपीकता नष्ट झाली आहे आणि कीटकनाशकांच्या अनिर्बंध वापराने कीटकनाशकांना दाद न देणाऱ्या संहारक कीटकांची निर्मिती झाली आहे. थोडक्यात म्हणजे कृषि-आदाने निर्माण करणाऱ्या कारखानदारांचे उखळ पांढरे करणाऱ्या या हरितक्रांतीने आता शेतकऱ्यांवर डोळे पांढरे करण्याची वेळ आणली आहे.

ग्रामीण भागात उपयोगी पडतील अशी नवी तंत्रे विकसित करून त्यांच्यावर आधारित नवे ग्रामीण व्यवसाय सुरू करणे, ही आपल्या देशाची गरज आहे, पण आपल्या देशातल्या प्रस्थापित वैज्ञानिक संस्थांनी ग्रामीण भागाकडे पाठ फिरविल्यामुळे, ग्रामीण भागातील समस्यांवर उपाय शोधून काढण्याचे आव्हान बऱ्याचशा स्वयंसेवी अशासकीय संस्थांनी उचलले आहे. अशा संस्थांना आर्थिक मदत देण्याची एक योजना भारत सरकारच्या विज्ञान व

प्रायोगिकी मंत्रालयाने आखली. आम्ही सुमारे वीस शास्त्रज्ञ आणि तंत्रज्ञांनी एकत्र येऊन सन १९९६ साली अॅप्रोप्रिएट रूरल टेक्नॉलजी इन्स्टिट्यूट या नावे एक संस्था स्थापन केली आणि वरील योजनेखाली मिळणारी आर्थिक मदत घेऊन आपल्या कामाला सुरुवात केली. या कामात आम्हाला जे थोडेसे यश लाभले, त्याचे चित्र मी आज आपल्यासमोर उभे करणार आहे.

लघु आणि सूक्ष्म उद्योगांद्वारा बऱ्याच शक्यता प्रत्येक वस्तू मोठ्या कारखान्यांना स्वस्तात बनविता येतेच असा काही नियम नाही. ज्या वस्तूंच्या उत्पादनात मानवी श्रम अनिवार्य असतात, अशा बऱ्याच वस्तू मोठे उद्योग आजही लघु-उद्योगांद्वारेच करवून घेतात. ग्रामीण उद्योजकाचा व्यवसाय हा बहुशः त्या उद्योजकाच्या स्वतःच्या व त्याच्या कुटुंबियांच्या श्रमांवरच आधारित असतो. त्याला लागणारा कच्चा माल हा स्थानिक असतो व गिऱ्हाईकही स्थानिक असते.

ग्रामीण व्यावसायिकाला आपला माल खूप कमी किंमतीत विकणे शक्य असते. स्वयंचलित यंत्रांद्वारे निर्माण करता येत नसूनही ज्यांच्या निर्मितीत नव्या तंत्रांचा वापर करणे शक्य असते, अशा अनेक वस्तू आहेत. अशा प्रकारच्या अनेक उत्पादनांसाठी आम्ही आधुनिक तंत्रे शोधून काढली आहेत. आरतीने विकसित केलेल्या यादी तंत्राची माहिती संदर्भच्या १५ व्या

आणि १९ व्या अंकात आपण वाचलीच असेल.

आरतीने विकसित केलेली काही तंत्रे

- रोपवाटिका व्यवसाय
- वनस्पतींचे शाकीय गुणन
- उच्च आर्द्रता कक्ष
- पानांद्वारे शाकीय गुणन
- पाणी साठविण्याची टाकी
- पाचटापासून कोळसा
- त्याज्य पदार्थापासून इंधन

या खेरीज ऊतिसंवर्धनासारख्या आधुनिक तंत्राचा उपयोग करून ग्रामीण भागात उद्योग व्यवसाय सुरू करण्यासाठी तंत्रज्ञान विकसित केले. त्यातील काही तंत्रे पुढे देत आहोत.

नवी तंत्रे केवळ विकसित करून भागत नाहीत तर ती ग्रामीण रहिवाशांपर्यंत पोहोचविणे हेही आवश्यक असते. हे कार्य करण्यासाठी आम्ही सातारा जिल्ह्यातल्या फलटण या गावी एक प्रशिक्षण केंद्र सुरू केले आहे. येथे येऊन कोणालाही आम्ही विकसित केलेली तंत्रे शिकता येतील. ही तंत्रे वापरून खरोखरीच पैसे कमावता येतात हे दाखविण्यासाठी आम्ही फलटणातच एका सहकारी संस्थेची स्थापना केली आहे. फलटण गावाच्या आसपास जे कोणी व्यावसायिक आमचे तंत्रे वापरतात, त्यांच्या मालाची विक्री आम्ही या सहकारी संस्थेमार्फत करतो.

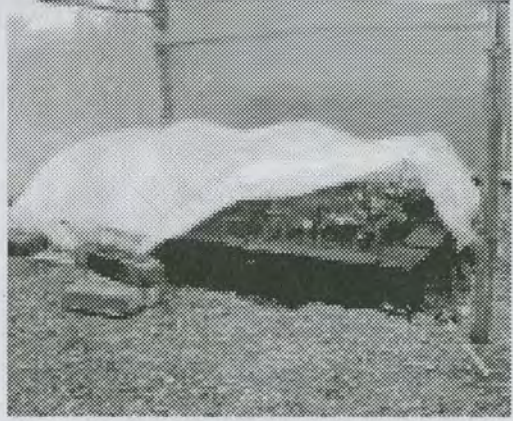
१) स्वस्त हरितगृह

वनस्पतीच्या प्रकाशसंश्लेषणासाठी आवश्यक असणारा आणखी एक महत्त्वाचा घटक म्हणजे कार्बनडायॉक्साइड वायू. प्रकाशसंश्लेषण क्रियेत प्रकाशाच्या सहाय्याने कार्बनडायॉक्साइड वायू व पाणी यांचा संयोग होऊन हायड्रोजनकार्बनच्या स्वरूपातील अन्नद्रव्ये तयार होतात. त्यामुळे नुसता भरपूर सूर्यप्रकाश आणि पुरेसे पाणी असून उपयोग नाही, तर हवेत कार्बनडायॉक्साइड वायूचे प्रमाण किती आहे, हा घटकही महत्त्वाचा ठरतो. आपल्या वातावरणात कार्बनडायॉक्साइड वायूचे प्रमाण एक लक्ष भागात ३८ इतकेच आहे.

त्यामुळे भारतासारख्या भरपूर सूर्यप्रकाश असणाऱ्या देशात वनस्पतींच्या वाढीवर मर्यादा पडते, ती कार्बनडायॉक्साइडची मात्रा कमी पडल्याने. पण वनस्पतींना वाढीसाठी भरपूर कार्बनडायॉक्साइड वायू मिळावा, म्हणून वातावरणाचे प्रदूषण वाढवण्याची गरज नाही, गरज आहे ती फक्त वनस्पतींच्या संपर्कातील वातावरणात कार्बनडायॉक्साइडचे प्रमाण वाढवण्याची व यासाठी वनस्पती स्वतःच रात्री श्वसनाद्वारे वातावरणात सोडत असलेल्या कार्बनडायॉक्साइडचा वापर आपण करू शकतो. कार्बन डायॉक्साइड वायू हवेपेक्षा

जड असतो, या तत्वाचा वापर करून आम्ही एक स्वस्त हरितगृह बनवले आहे.

बाह्य वातावरणापेक्षा हरितगृहात उत्पन्न जास्त येण्यामागचे सर्वात महत्त्वाचे कारण म्हणजे, आतल्या वनस्पतींनी श्वसनाद्वारे बाहेर सोडलेला कार्बनडायॉक्साइड वायू हरितगृहातच साठूत रहातो. यामुळे



हरितगृहातील वातावरणात कार्बन-डायॉक्साइडचे प्रमाण वाढते, व यामुळे प्रकाशसंश्लेषणाची कार्यक्षमताही वाढते. जास्त अन्न तयार करू शकल्यामुळे वनस्पतींची वाढही जास्त चांगली होते. आपण झाडे लावलेल्या कुंड्यांभोवती किंवा वाप्याभोवती चार कोपऱ्यात बांबू रोवून पारदर्शक प्लास्टिकच्या कापडाची दीड मीटर उंचीची कनात चारी बाजूंनी उभारली, की आमचे हरितगृह तयार होते. सर्व बाजूंनी बंदिस्त असणारी हरितगृहे आपण पुष्पशेती करणाऱ्या शेतकऱ्यांच्या शेतात पाहिली असतील. अशा हरितगृहाला दर हेक्टरी एक कोटी रुपये खर्च येतो. बंदिस्त स्वरूपाची ही हरितगृहे त्यांची ऊन पडले की इतकी तापतात की ती कृत्रिमरित्या थंड करावी लागतात. अशा प्रकारच्या यंत्रणांमुळे हरितगृहांचा भांडवली खर्च तर वाढतोच पण ती यंत्रणा चालविण्यासाठी ऊर्जाही खर्चाची लागते.

युरोपात प्रचंड थंडीत किंवा इस्रायलसारख्या वाळवंटी प्रदेशात प्रचंड उन्हाळ्यात शेती करायची असल्यास बंदिस्त व वानानुकूलित हरितगृहाला पर्याय नाही, पण आपल्या देशात, निदान सातपुड्याच्या दक्षिणेला, जिथे हवामान बाराही महिने शेतीला अनुकूल असते, अशा ठिकाणी पूर्णतः बंदिस्त हरितगृहाची गरजच नाही. आपल्या हवामानात हरितगृहाचा फक्त एकच उपयोग आहे, आणि तो म्हणजे कार्बनडायॉक्साइड साठवून ठेवणे. यासाठी आपण वाढवीत असलेल्या वनस्पतीच्या उंचीहून अधिक उंचीच्या प्लास्टिक भिंतींचा आडोसा पुरेसा आहे, कारण कार्बनडायॉक्साइड हवेपेक्षा जड असल्याने जमिनीलगतच गोळा होतो. या पद्धतीच्या स्वस्त हरितगृहाचा खर्च हेक्टरी फक्त १० लक्ष रुपये इतकाच येतो, पण उत्पन्नातील वाढ मात्र बंदिस्त हरितगृहाइतकीच असते.

२) ऊतिसंवर्धनावर आधारित ग्रामीण उद्योग

ज्या प्रजातींचे गुणन केवळ शाकीय पद्धतीनेच होते अशा वनस्पतींचे मोठ्या प्रमाणावर गुणन करावयाचे असेल, तर त्याला ऊतिसंवर्धनाशिवाय दुसरा पर्याय नाही. निव्वळ शाकीय गुणनाने वाढविल्या जाणाऱ्या व महाराष्ट्रात मोठ्या क्षेत्रात लागवड केल्या जाणाऱ्या चार प्रमुख पीकप्रजाती आहेत ऊस, केळी, हळद आणि आले. या चार प्रजातींचे मिळून महाराष्ट्रात दरवर्षी सुमारे ७०० कोटी रुपयांचे बेणे लागते, असा अंदाज आहे. परंतु यातले केळे सोडले तर बाकी कोणत्याही प्रजातीच्या ऊतिसंवर्धित रोपट्यांचा शेतकऱ्यांनी अजून स्वीकार केलेला नाही. याचे मुख्य कारण असे आहे, की ऊतिसंवर्धित रोपटी फार महाग असतात.

ऊतिसंवर्धन ही वनस्पती वाढविण्याची एक कृत्रिम व अनैसर्गिक पद्धती आहे. त्यात वापरली जाणारी सर्व आदाने, म्हणजे काचपात्रे, आगार-आगार सारखे आधारद्रव्य, ऊर्ध्वपातित पाणी, अतिशुद्ध रसायने, संप्रेरके, वीज, वातानुकूलित व निर्जंतुक वातावरण इ. अत्यंत महाग असतात. तसेच ऊतिसंवर्धनशालेतून बाहेर पडणारा माल हा जिवंत रोपट्यांच्या स्वरूपात असल्याने त्यांची हाताळणी व वाहतूक या दोन्ही बाबी तर खर्चाच्या असतातच, पण

ही रोपे नुसती संभाळून ठेवावयाची झाली तरी त्यांना रोज पाणी घालणे व दर ८-१५ दिवसांनी त्यांच्यावर पीकसंरक्षक औषधे फवारणे, असा खर्च चालूच राहतो.

या सर्व खर्चिक आदानांमुळे ऊतिसंवर्धनाने निर्माण केलेल्या रोपांची किंमत प्रतिरोप रु. १० एवढी पडते. शेतकऱ्याला उसाची प्रति हेक्टर दहा हजार तर आले व हळदीची प्रति हेक्टर १ लाख रोपे लागतात. त्यामुळे इतके महाग बेणे विकत घेणे त्याला कधीच परवडत नाही. याच एका कारणाने ऊतिसंवर्धनाने वाढविलेल्या रोपांचा शेतीउद्योगात आजवर वापर होऊ शकलेला नाही.

या परिस्थितीवर तोडगा म्हणून आम्ही विकसित केलेले तंत्र असे, की ऊतिसंवर्धनशालेत निर्माण केलेली रोपे शेतकऱ्यांना लागवडीसाठी न विकता ती आपल्याच शेतात किंवा रोपवाटिकेत वाढवून त्यांपासून निर्माण केलेली पुढच्या पिढीची रोपे शेतकऱ्यांना विकावयाची. यासाठी केवळ रोपवाटिकांतच वापरून मोठ्या प्रमाणावर शाकीय गुणन करण्याच्या अनेक पद्धती आम्ही विकसित केल्या आहेत. त्यांचा वापर करून उसाच्या एका रोपट्यापासून दरवर्षी २०० रोपटी निर्माण करता येतात. त्याचप्रमाणे केळ्याच्या एका

रोपापासून एका वर्षात ५० तर हळदीची ८० रोपे केवळ रोपवाटिकांतंत्राने निर्माण करता येतात. ऊतिसंवर्धनाच्या मानाने रोपवाटिकेतल्या गुणनाला खर्च खूपच कमी येत असल्याने रोपवाटिकेत गुणन केलेली प्लॅस्टिक पिशवीतली रोपे एका रुपयास एक, आणि गादीवाफ्यावर वाढविलेली रोपे प्रतिरोप सुमारे पैसे २५ इतक्या कमी किंमतीला विकणेही शक्य होते.

वर दिलेल्या पद्धतीने, म्हणजे पहिल्या पिढीचे गुणन ऊतिसंवर्धनाने आणि दुसऱ्या पिढीचे गुणन रोपवाटिकेत करण्याचे रोपट्यांची किंमत तर कमी होतेच पण शेतकऱ्यांना दिल्या जाणाऱ्या रोपांची आनुवंशिक शुद्धताही तपासली जाते. ऊतिसंवर्धन ही वनस्पतींच्या गुणनाची एक

अनैसर्गिक पद्धती आहे. तिच्यात वापरल्या जाणाऱ्या काही संप्रेरकांमुळे आणि रसायनांमधील सूक्ष्म अशुद्ध घटकांमुळे वनस्पतींच्या आनुवंशिक गुणधर्मांमध्ये बदल घडून येऊ शकतात. उदा. उसाची कांडी बारीक पडणे, किंवा ऊस शेतात उभा असतानाच त्याचे डोळे फुटू लागणे, किंवा केळ्याच्या फळांचा आकार लहान पडणे, इ. आपण जेव्हा ऊतिसंवर्धित रोपे शेतात लावून त्यांच्या पुढच्या पिढीची पैदास करतो, तेव्हा त्या रोपाची आपोआपच चाचणी होते. एखाद दुसऱ्या रोपात जर अशाप्रकारचे काही फरक निर्माण झालेले दिसले, तर अशी रोपटी लगेच उपटून काढून त्यांचा नाश करू शकतो. ह्या प्रक्रियेने आपण केवळ चांगल्या प्रतीचे बेणेच शेतकऱ्याला देऊ शकतो.

३) शाश्वत गादीवाफ्यांवर नगदी पिकांचे उत्पादन

हरितगृहामध्ये पिके घेण्यासाठी सर्वसाधारणतः शाश्वत गादीवाफा तंत्राचा वापर केला जातो. शाश्वत गादीवाफा बनविण्यासाठी जमिनीवर २०० गेज जाडीचे प्लास्टिकचे कापड अंधरावे व त्याच्या कडेने विटांचे दोन थर रचावे. अशा तऱ्हेने तयार झालेल्या वाफ्यांमध्ये बारीक चाळलेली वाळू भरावी. वालुकाकाणांचा व्यास ४ मि.मी. च्या आतला असावा. वाळू उपलब्ध नसेल तर दगडाची कच व दगडाची पूड यांचे मिश्रण

वापरावे. शाश्वत गादीवाफा तंत्रामुळे शेतजमिनीशी संबंधित अशा जवळ जवळ सर्व अडचणींवर आपण मात करू शकतो. उदा. जमिनीचा खारवटपणा, अयोग्य सामु, जमीन पाणथळ होणे, पाणी दिल्यावर माती घट्ट होणे किंवा मातीच्या पृष्ठभागावर कडक पापुद्रा निर्माण होणे, मुळांना हवेचा पुरेसा पुरवठा न होणे, जमिनीत तण वाढणे, मुळांना बुरशीजन्य रोग होणे, जमिनीत वाळवी व अन्य कीटकांची निर्मिती होणे, पिकांना

पोषकद्रव्यांची कमतरता भासणे, जमिनीचा पोत हलका किंवा भारी असणे, अशाप्रकारच्या अडचणी आपण ह्या तंत्राद्वारे टाळू शकतो. शाश्वत गादीवाफ्यांवर पिके जवळ जवळ आदर्श परिस्थितीत वाढत असल्याने शेतात पारंपारिक पद्धतीने वाढणाऱ्या पिकांच्या तुलनेत दुप्पट ते तिप्पट उत्पन्न सहज मिळू शकते. अतिशय मर्यादित जमीन व कमी पाण्याचा वापर करूनही भरघोस उत्पन्न मिळत असल्याने अल्पभूधारकांना तर हे तंत्र म्हणजे एक वरदानच ठरेल.



ह्या वाफ्यांवर पिके वाढविताना बियाण्याचे प्रमाण, रोपांच्या दोन ओळींमधील आणि दोन रोपांमधील अंतर, औषधाची फवारणी इ. क्रिया त्या त्या पिकाच्या प्रमाणित पद्धतीनुसारच कराव्यात. फरक फक्त पाणी आणि पोषक द्रव्ये कशी व केव्हा द्यावीत या बाबतीतच होतो. या वाफ्यांची पाणी धरून ठेवण्याची क्षमता कमी असल्याने त्यांना रोजच्या रोज पाणी द्यावे लागते. पाणी झारीने किंवा ठिंबक सिंचन पद्धतीने द्यावे. वाफ्यातून थोडे पाणी बाहेर पडू लागले की पाणी देणे बंद करावे.

हिवाळ्यात द्यावा लागणाऱ्या पाण्याचे प्रमाण दररोज, प्रति चौ.मि. ५ लिटर पडते तर उन्हाळ्यात ते ८ ते १० लिटरपर्यंत जाऊ शकते. पोषकद्रव्ये ही रासायनिक स्वरूपात देणे इष्ट, पण ती सेंद्रीय स्वरूपातही देता येतात.

शाश्वत गादीवाफ्यांची खुरपण, नांगरट, सरी काढणे, इ. मशागत करावयाची नसल्याने त्यात वाढणारे एक पीक काढले, की लगेच पुढचे पीक लावता येते. त्यामुळे या लागवडपद्धतीत दरवर्षी ३ ते ४ पिके काढणे सहज शक्य होते.

४) बांबू, शेतकऱ्याचा मित्र :

सारख्याच वजनाची व लांबीची बांबूची काठी व पोलादी नळी यांची तुलना केल्यास असे आढळून येईल, की बांबूची काठी पोलादी नळीच्या ६ पट वजन पेलू शकते. शिवाय जास्त वजन टांगल्याने बांबूची काठी जर वाकली, तर टांगलेले वजन कमी केल्यास बांबूची काठी पुन्हा सरळ होते. लोखंडी शींग किंवा सळई मात्र वाकलेलीच राहिल. इतके चांगले गुणधर्म असूनही बांबूची किंमत मात्र पोलादी नळीच्या फक्त पाच टक्केच असते. त्यामुळे पोलादी नळ्या, शिगा किंवा अँगल आयर्न यांना पर्याय म्हणून बांबूचा वापर केल्यास बांधकामाचा खर्च खूपच कमी होतो.

परंतु बाह्य रचनांमध्ये बांबूचा वापर करण्यात येणारी मुख्य अडचण अशी की वाळवी, भुंगे, बुरशी व जीवाणू यांच्या हल्ल्याला बांबू फार सहजगत्या बळी पडतात. त्यामुळे बांबूच्या रचनांचे आयुष्य बाह्य वातावरणात कमी राहते. या वैगुण्यावर मात करण्याचा एक उपाय म्हणजे बांबूवर जैव विघटनाला विरोध करणाऱ्या काही रसायनांची प्रक्रिया करणे. याप्रकारची प्रक्रिया करण्यासाठी ताजा तोडलेला बांबू वापरावा. ४०० ग्रॅम पोटॅशियम डाय क्रोमेट, ३०० ग्रॅम कॉपर सल्फेट व १५० ग्रॅम बोरिक ॲसिड यांचे १० लिटर पाण्यात द्रावण करावे

व उच्च दाबाने हे द्रावण बांबूच्या पेशींमध्ये भरावे. यासाठी कृषिरसायनांची फवारणी करण्याच्या पंपाचा उपयोग करता येतो. रासायनिक प्रक्रिया केलेला बांबूचा वासा बाह्य वातावरणात सुद्धा १५ ते २० वर्षे तग धरून राहतो. अशा प्रकारे प्रक्रिया केलेल्या बांबूपासून वेलींचे मांडव, हरितगृहाचा सांगाडा, नर्सरी व्यवसायाला लागणारे नेट्ट हाऊस, गुरांचे गोठे करता येतात.

ग्रामीण भागातली बांबूची उपयुक्तता लक्षात घेऊन सन २००३ पासून महाराष्ट्र शासनाने फळबाग योजनेत बांबूचा समावेश केला आहे. बांबू लागवडीसाठी पिशवीत वाढविलेली रोपे किंवा गादीवाफ्यावर वाढविलेले २ ते ३ वर्षे वयाचे कंद वापरावेत. शेतातील लागवडीसाठी मेश, मेसकट किंवा मानवेल ही जात सर्वांत चांगली. शोभेच्या पिवळ्या बांबूचीही लागवड केल्यास चालते, व त्याही बांबूचे उत्पन्न चांगले येते. चांगल्या जमिनीत व योग्य प्रकारे खतपाणी देऊन लागवड केल्यास दर वर्षी दर हेक्टरी सुमारे २०,००० ते २५,००० वासे मिळतात. त्यांना आकारमानाप्रमाणे प्रत्येक रु. १० पासून रु. ३० पर्यंत भाव मिळतो. बांबूचा कोळसाही चांगला होतो. चांगल्या वाढलेल्या पिकापासून दर हेक्टरी, दर वर्षी सुमारे २५ टन, म्हणजे सुमारे अडीच लाख

५) त्याज्य स्टार्च किंवा शर्करेपासून इंधनवायू :

जैव इंधनवायू अथवा गोबर गॅस हे इंधन खेड्यात उपलब्ध असणाऱ्या व फुकट मिळत असणाऱ्या पदार्थापासून मिळत असल्याने ते स्वस्त तर असतेच, पण धूर व काजळीपासून पूर्णपणे मुक्त, पेटविण्यास व विझविण्यास सोपे, आणि ज्योतीची तीव्रता कमी-अधिक करण्यासही सोयीचे असे असल्याने ते एल.पी.जी.च्या तोडीस तोड असे आहे. परंतु असे असूनही भारतात खेड्यात राहणाऱ्या सुमारे १५ कोटी कुटुंबांपैकी आजमितीस २५ लाख कुटुंबाकडेसुद्धा चालू स्थितीतले गोबरगॅस संयंत्र आढळणार नाही. गोबर गॅस संयंत्राचा सार्वत्रिक वापर न होण्याचे मुख्य कारण असे आहे की सध्या प्रचलित असलेले संयंत्र हे जनावरांच्या शेणावर चालते. त्यामुळे मुळातच हे संयंत्र घरी किमान ६ ते ८ गुरे असलेल्या कुटुंबांच्याच उपयोगाचे आहे, पण अशा कुटुंबांनीही या तंत्राचा पूर्णपणे अंगिकार केलेला नाही, कारण हे तंत्र घरगुती उपयोगाच्या दृष्टिकोनातून फारसे सोयीचे आहे. गुरांचे शेण हा केवळ जनावरांच्याच नव्हे तर गोबर गॅस निर्माण करणाऱ्या बॅक्टेरियाना सुद्धा न पचणारा व त्याज्य असा घटक आहे. एका कुटुंबाला एका दिवशीचा स्वयंपाक करण्यासाठी साधारणतः १

किलोग्रॅम बायोगॅस मिळतो. त्यामुळे या संयंत्राचा आकार सुमारे ४० दिवसांचा शेणाचा साठा मावेल इतका प्रचंड असावा लागतो. खेड्यात घरे इतक्या दाटीवाटीने वसलेली असतात, की २००० लिटर इतक्या प्रचंड आकारमानाचे बायोगॅस संयंत्र बसविण्यासाठी जागा घरात किंवा घराबाहेरही नसते. परंतु हा मुद्दा गौण आहे, मुख्य मुद्दा असा आहे, की गृहिणीची सोय व्हावी म्हणून विकसित केल्या गेलेल्या या तंत्राने तिचे कष्ट कमी होण्याऐवजी ते वाढतातच. ज्यांच्या घरात दुभती गुरे आहेत अशा घरातल्या कर्ता पुरुष हा घरातले कोणतेच काम करित नाही. दूध विक्रीचे निमित्त सांगून दुधाच्या चरव्या घेऊन तो सकाळी जो नजिकच्या गावात जातो, तो संध्याकाळीच परत येतो. त्यामुळे गुरांची उस्तवार तर घरच्या बाईस करावी लागतेच, पण रोज ४०-५० किलो शेण आणि ४०-५० लिटर पाणी मिसळून त्यांचा शेणकाला करणे, तो गोबर गॅस संयंत्रात भरणे आणि रोज संयंत्रातून बाहेर पडणाऱ्या सुमारे ८० ते १०० लिटर स्लरीची विल्हेवाट लावणे, हेही काम त्या गृहिणीच्याच गळ्यात पडते. त्यामुळे भीक नको पण कुत्रे आवर अशी तिची अवस्था होते. बऱ्याच ग्रामीण घरांत

दुधाचे पैसे घरात येतच नाहीत, कारण नवरा ते बाहेरच खर्च करून टाकतो. त्यामुळे घरखर्च भागविण्यासाठी जनावरांच्या शेणाच्या गोवऱ्या करून त्या विकून कुटुंबाचा चरितार्थ चालवावा लागतो. आणि हे कामही अर्थात् त्या गृहिणीलाच करावे लागते. परिणामी बायोगॅस संयंत्रात घालावयाला शेणच उरत नाही.

यावर उपाय म्हणजे आम्ही स्टार्च किंवा शर्करायुक्त पदार्थांपासून बायोगॅस निर्माण करणारे एक अत्यंत लहान आकाराचे व चालविण्यास सोपे असे बायोगॅस संयंत्र विकसित केले आहे. किडके किंवा पावसाने खराब झालेले धान्य, सुबाभूळ, चिंचोके, जांभूळ, कॅशिया, अकेशिया, शेवरी, इ. वनस्पतींच्या बिया, आंब्याच्या कोयीतला मगज, अखाद्य तेलबियांची पेंड, कर्दळी, केळी, लव्हाळा यांचे कंद, पानात टाकलेले किंवा वाया गेलेले अन्न, सडणारी फळे, सडणारे कंद, उंबराची व वडाची फळे, अशा विविध प्रकारच्या पदार्थांवर हे संयंत्र चालविता येते. वरील सर्व पदार्थ बॅक्टेरियांना पचविण्यास फार सोपे असल्याने त्यांच्या सुमारे १ किलोग्रॅम शुष्कभारापासून आपणांस सुमारे ४०० ग्रॅम इतका मिथेन वायू मिळतो, व तो निर्माण करण्यास या बॅक्टेरियांना केवळ ५-६ तासांचा अवधी पुरतो. हे पदार्थ कोरडे असल्यास त्यांचे पीठ करून ठेवावे व रोज सुमारे १ किलोग्रॅम पीठ ५ लीटर पाण्यात



मिसळून ते बायोगॅस संयंत्रात घालावे. संयंत्रात वापरण्याचे पदार्थ फळे किंवा अन्न या स्वरूपातले असतील, तर त्यांचा लगदा करून घालावा. सकाळचा स्वयंपाक सुरू केला की संध्याकाळसाठी लागणाऱ्या इंधन वायूच्या निर्मितीसाठी लागणारा कच्चा माल संयंत्रात घालावा, आणि संध्याकाळचा स्वयंपाक सुरू केला की दुसऱ्या दिवशीच्या गॅसनिर्मितीसाठी कच्चा माल संयंत्रात घालून ठेवावा. रोज सुमारे ५ लिटर माल संयंत्रात घातल्यास त्यातून बाहेर पडणारी स्लरीसुद्धा रोज ५ लिटरच राहिल हे उघडच आहे. ५ लिटर स्लरीची विल्हेवाट लावणे ही काही फारशी अवघड बाब नाही. ती कोणत्याही झाडाच्या बुंध्यात, भाजीच्या वाफ्यात किंवा

घराबाहेरील गटारीत सुद्धा टाकता येईल. या संयंत्राचे आकारमान तर लहान असतेच पण त्यातून निघणाऱ्या बायोगॅस कार्बन डायॉक्साइडचे प्रमाण अत्यल्प असते. शेणापासून मिळणाऱ्या बायोगॅसच्या मानाने या नव्या पद्धतीने मिळणाऱ्या बायोगॅसचा उष्मांक दुप्पट असल्याने तो कमी प्रमाणात लागतो व त्यामुळे समारे ४०० लिटर गॅस हा ५ व्यक्तीच्या स्वयंपाकास पुरेसा होतो. आमच्या या नव्या संयंत्राचे आकारमान फक्त ४०० लिटर असून त्याची किंमत फक्त रु. १५०० ते रु. २००० च्या आसपास असते.

वर उल्लेखलेले स्टार्च किंवा शर्करायुक्त त्याज्य पदार्थ हे खेड्यात सहजपणे उपलब्ध असतात. आपल्या परिसरात यांपैकी कोणते पदार्थ मिळतात याची माहिती काढून त्यांपासून बायोगॅस संयंत्रात घालण्याचा माल निर्माण करणे आणि तो गृहिर्निर्माणात विकणे, असा एक नवा व्यवसायही ग्रामीण भागात

उभा राहिल. सध्या जी कुटुंबे शेणावर आधारित बायोगॅस संयंत्र वापरतात. त्यांनाही त्यात शेण न वापरता स्टार्चयुक्त पदार्थ वापरून हे संयंत्र चालविता येईल. घरगुती बायोगॅस संयंत्राला रोज सुमारे ५० किलो शेण लागते. या शेणाच्या गोवऱ्या करून त्या विकल्या तर रोज सुमारे रु. २५ चे उत्पन्न मिळाले असते. म्हणजेच बायोगॅस संयंत्रात शेण घातल्याने त्या कुटुंबाचे रोज रु. २५ एवढे उत्पन्न बुडते. त्याऐवजी पिठाच्या गिरणीतून झाडून काढलेले सुमारे रु. २ किंमतीचे पीठ बायोगॅस संयंत्रात घातल्यास गोवऱ्यांचे उत्पन्न चालू राहिल आणि अत्यंत स्वस्त, उच्च उष्मांकयुक्त, निळ्या ज्योतीचा आणि कष्टविरहित असा इंधनवायू घरच्या वापरास मिळेल.



लेखक : आ. दि. कर्वे, वनस्पतीतज्ज्ञ
ॲग्रोप्रिण्ट रूल टेक्नॉलॉजी इन्स्टिट्यूटचे अध्यक्ष.

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.

जाती, प्रजाती, कुल आणि वर्ग

लेखक : पुरुषोत्तम जोशी

संदर्भच्या मागच्या अंकावर कीटकांच्या वेगवेगळ्या अवस्था आपण पाहिल्या. कीटक निरीक्षणासाठी परिपूर्ण माहितीही लेखात वाचली. त्यामध्ये प्रत्येक कीटकाचं शास्त्रीय नाव, गण, कुल हेही दिलं होतं. हे गण-कुल म्हणजे काय असा प्रश्न तुम्हाला नक्की पडला असेल. त्या प्रश्नाचं उत्तर या लेखामध्ये मिळेल. निसर्गातल्या अफाट जीवसृष्टीने निर्माण केलेलं कुतूहल शमवायचं तर पद्धतशीर अभ्यास करायला हवा. त्यासाठी तसंच वर्गीकरणही करायला हवं. ते कशा पद्धतीने केलं जातं ते इथे सांगितलं आहे.

प्राण्यांचे वर्गीकरण म्हणजे त्यांच्या सहजपणे दिसणाऱ्या वैशिष्ट्यांचे, प्राणीसमूहानुरूप एकत्रीकरण करून अभ्यासाच्या सोयीसाठी विशिष्ट पद्धतीने केलेली मांडणी होय. त्यामध्ये, वैशिष्ट्यांमधील विविधतेवर आधारलेली सृष्टी, उपसृष्टी, महासंघ, संघ, वर्ग, गण, कुल प्रजाती आणि जाती अशा अनेक संज्ञांची उतरंड असते.

सजीवांसाठी 'सृष्टीची' कल्पना केली गेली आहे. सजीवांमध्ये वनस्पतींचा आणि प्राण्यांचा समावेश आहे. परंतु वनस्पतींपासून प्राणी हे सर्वस्वी भिन्न असल्याने सजीवांचे वनस्पती सृष्टी आणि प्राणीसृष्टी असे वर्गीकरण केले आहे.

प्राणीसृष्टीमध्ये विविध वैशिष्ट्यांचे विविध

प्राणीसमूह आढळून येतात. विशिष्ट प्राणी समूहातील घटकांमध्ये जे अतिशय महत्त्वाचे वाटणारे वैशिष्ट्य समान असेल ते प्रमाण मानले जाते. तेच वैशिष्ट्य असलेल्या सर्व प्राण्यांचा विशिष्ट संज्ञेखाली समावेश केला जातो. प्राण्यांमध्ये एक समूह असा आढळतो की, त्याचे शरीर केवळ एका पेशीने बनलेले आहे. तर दुसरा समूह असा आहे की, त्यातील प्राण्यांची शरीरे बहु (अनेक) पेशींच्या समन्वयाने बनलेली आहेत. त्यामुळे, प्राणीसृष्टीचे एकपेशीय आणि बहुपेशीय अशा दोन उपसृष्टी मध्ये वर्गीकरण केले आहे. एकपेशीय प्राण्यांच्या उपसृष्टीमध्ये, अमिबा, पॅरमेशियम युग्लिना, ट्रिपॅनोसोमा, इत्यादी प्राण्यांचा समावेश आहे. बहुपेशीय प्राण्यांच्या उपसृष्टीमध्ये त्यांच्या 'बहुपेशीय'

वैशिष्ट्यानुसार सच्छिद्र प्राण्यापासून माणसांपर्यंत आणखी अनेकविध वैशिष्ट्ये असणाऱ्या प्राण्यांचा समावेश झाला आहे. त्यामुळे सोयीसाठी यांचे आणखी वर्गीकरण करावे लागते. त्यातील असंख्य प्राण्यांमध्ये शरीराला आधार देईल अशी व्यवस्था नाही. इतर काही प्राणीसमूहांमध्ये शरीराला आधार देईल अशी व्यवस्था आहे असे आढळते. ही व्यवस्था म्हणजे समपृष्ठरज्जू (Notochord). ज्या प्राण्यांच्या शरीरामध्ये समपृष्ठरज्जू नाहीच त्यांचा अ-समपृष्ठरज्जू महासंघ म्हटला गेला. ज्या प्राण्यांच्या शरीरामध्ये किंवा वाढीच्या अवस्थेमध्ये पिल्लू वा प्रौढ समपृष्ठरज्जूचे अस्तित्व आढळते, त्या सर्व प्राण्यांना समपृष्ठरज्जू महासंघाचे सदस्य बनविले.

अभ्यासकांनी अ-समपृष्ठरज्जू महासंघातील प्राण्यांमध्ये एकमेकापासून अगदी वेगवेगळी वैशिष्ट्ये असणाऱ्या प्राणीसमूहांचा (सच्छिद्र, आंतरगृही, वलयी, पट्टकृमी, दण्डगोल कृमी, संधीपाद, मृदुकाय आणि कंटक चर्मी) समावेश आहे असे दिसून आले. त्या समूहांना “संघ” म्हटले.

उदाहरण द्यावयाचे तर संधीपाद प्राणी संघाचे देता येईल. या संघामध्ये, कवचधारी, अयुतपाद, षटपाद (कीटक), अष्टपाद आणि एक कवची असे पाच वर्ग आहेत. त्यातील कीटक वर्गातील प्राण्यांमध्ये जी विविधता आढळते तशी विविधता दुसऱ्या कोणत्याही

‘वर्गामध्येच’ काय संघामध्येही आढळत नाही. या विविधतेला मान देण्यासाठी त्या वर्गाचे, त्यातील कीटकांच्या जीवनचक्रातील फरकांमुळे दोन उपवर्गामध्ये आणि त्या उपवर्गातील अनेक कीटकांच्या वेगवेगळ्या वैशिष्ट्यांमुळे गणांमध्ये वर्गीकरण करण्यात आले आहे. कीटक वर्गामध्ये साधारणपणे ३३ गणांचा समावेश आहे. प्रत्येक गणामध्ये असणाऱ्या कीटकांमध्येही काही खास वैशिष्ट्ये आढळतात. त्या वैशिष्ट्यानुसार गणांचे कुलामध्ये वर्गीकरण करण्यात आले. कीटक वर्गाच्या सरलपंखी अथवा ऋजूपंखी गणामध्येच, आखुडशिंंगी, लांबशिंंगी, खुरपी, रातकिडा अशा चार कुलांचा समावेश आहे. पुढे एकाच कुलातील वेगवेगळ्या कीटकांच्या ठेवणीमध्ये अथवा वागण्यामध्ये स्वतःचे वेगळेपण सिद्ध करणारी वैशिष्ट्ये दिसतात. त्या समान वैशिष्ट्ये दाखविणाऱ्या कीटकांना ‘प्रजाती’ मध्ये आणि त्यातही स्वतःचे असे वेगळे वैशिष्ट्य दाखविणाऱ्या कीटकांना ‘जाती’ मध्ये विभागले गेले. कीटकाचे (खरे तर प्रत्येक प्राण्याचे) प्रजाती आणि जातीनिविष्ट अशा दोन शब्दांनी साकारलेले एक शास्त्रीय नाव असते. ते मूळच्या लॅटीन अथवा ग्रीक भाषेतील असते. (उदा. पेरिप्लॅनेटा अमेरिकाना (झुरळ) अथवा हिरोग्लिफस बनियान (भातावरील नाकतोडा)). एकूणातच आपणा सर्वांना

माहिती असलेल्या भातावरील नाकतोड्याचे अथपासून इतिपर्यंतचे वर्गीकरण द्यावयाचे झाल्यास ते खालीलप्रमाणे देता येईल.

सृष्टी : प्राणी

उपसृष्टी : बहु-पेशीय जीव

महासंघ : अ-समपृष्ठरज्जू

संघ : संधीपाद

वर्ग : षटपाद अथवा कीटक

उपवर्ग : अर्ध रूपान्तरणीय

गण : सरळपंखी (ऋजू पंखी)

कुल : आखुड शिंगी

प्रजाती : हिरोग्लिफस

जाती : बनियान

हीच पद्धत वापरून महासंघ अ-समपृष्ठरज्जूतील इतर संघातील प्राण्यांचे वर्गीकरण केले जाते. महासंघ समपृष्ठरज्जूमध्ये, आदिसमपृष्ठ रज्जू आणि कशेरू स्तंभी (पाठीचा कणा) समपृष्ठ रज्जू असे दोन संघ असून त्यांचे वर्गीकरणही प्राण्यांच्या वैशिष्ट्यांच्या आधारावर, उल्लेख केलेला ढाचा कायम ठेवून केले जाते.

वर्गीकरणाच्या पद्धतीमध्ये जुनी पद्धत, नवी पद्धत असे भेद असणे शक्य आहे. त्यानुसार, वर्गीकरणाची पद्धत “सृष्टी” पासून करावयाची की, एकपेशीय प्राणी, बहुपेशीय प्राणी यापासून करावयाची. त्यानुसार महासंघ, संघ कोणत्या प्राणी समूहास म्हणावयाचे यांतही मत-मतांतरे आहेत. तरी

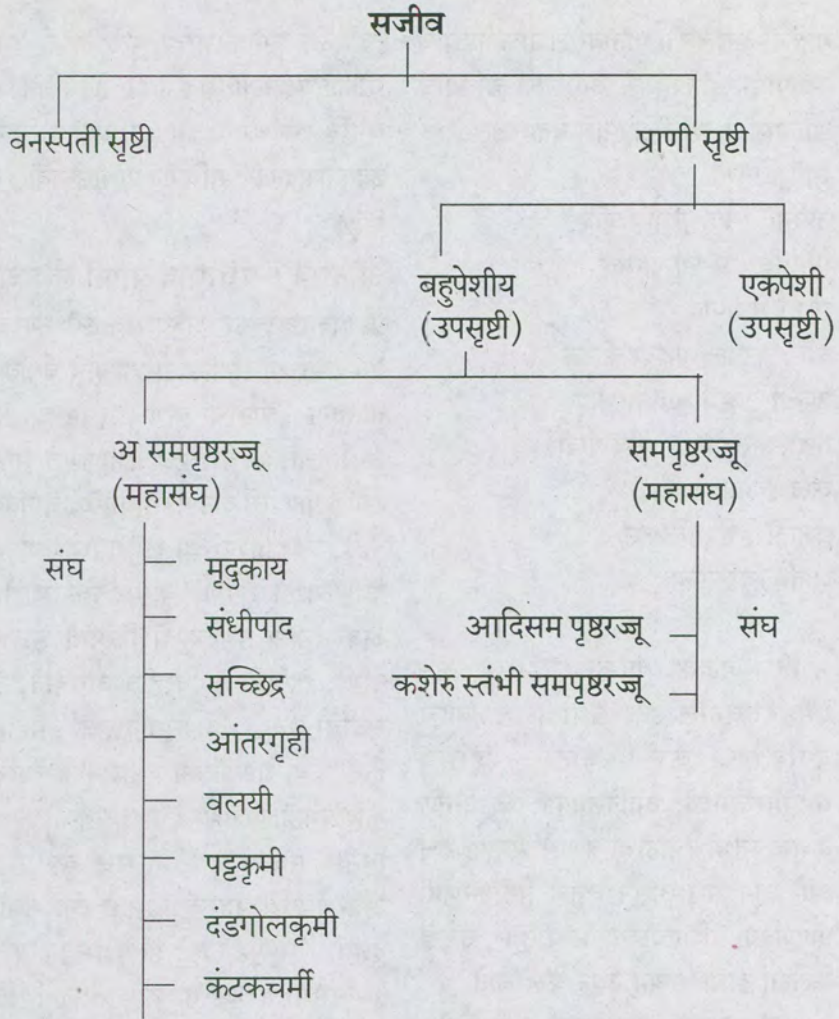
त्यामुळे, वर्गीकरणाची मूळ बैठक आणि चौकट बदलली जात नाही. हे निश्चित!

वर्गीकरणाची पद्धत आपण पाहिली. उदाहरणादाखल संधिपाद प्राणीसंघातील वर्ग पाहू.

ओळख : संधीपाद प्राणी संघाची !

प्राणीशास्त्राच्या अभ्यासकांनी त्यांच्या अभ्यासाच्या सोयीसाठी प्राण्यांचे वर्गीकरण करताना “पाठीचा कणा” (पृष्ठरज्जू-No-tochord) हे वैशिष्ट्य प्रभागभूत मानले आणि प्राण्यांचे दोन महासंघांमध्ये वर्गीकरण केले. ज्या प्राण्यांच्या शरीरामध्ये त्यांच्या, कोणत्याही (भ्रुण, कुमार किंवा प्रौढ) अवस्थेमध्ये पृष्ठरज्जूची निर्मिती झालेली नसते, ते पृष्ठरज्जू विरहित असतात, त्या सर्वांचा एक, “अ-समपृष्ठरज्जू” महासंघ होय. ज्या प्राण्यांच्या शरीरामध्ये त्यांच्या कोणत्याही एखाद्या (भ्रुण अथवा कुमार) किंवा सर्व (भ्रुण, कुमार वा प्रौढ) अवस्थामध्ये पृष्ठरज्जू असतो त्या सर्वांचा दुसरा, “समपृष्ठ रज्जू” हा महासंघ होय.

असमपृष्ठरज्जू महासंघातील विविध प्राण्यांचा जेव्हा अधिक अभ्यास केला तेव्हा या महासंघामध्ये विविध प्राणी समूह असून स्वतःची अशी अनेक समान वैशिष्ट्ये आहेत असे आढळले. प्राण्याचे स्थूल रूप, आकार, शरीराचे वेगवेगळे अवयव, अन्न ग्रहणासाठी आणि चलन-वलनासाठी वापरल्या जाणाऱ्या पायांची संख्या, लिंग भेद असणे-



नसणे इत्यादी त्या त्या समूहाचे 'संघ' ही संज्ञा देऊन वाढीव वर्गीकरण केले.

“संधीपाद” हा त्यातील एक प्राणी संघ. त्यामध्ये अन्न ग्रहणास आणि चलन-वलनास उपयोगी पडणाऱ्या पायांच्या वेगवेगळ्या भागांमध्ये (उदा. कक्षांग, मांडी,

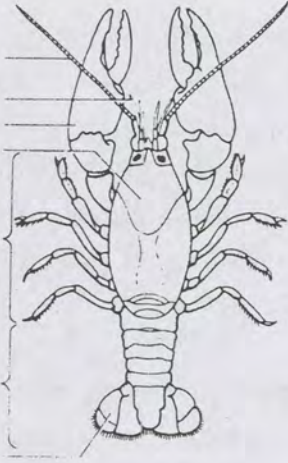
पोटरी, तळपाय) सांधे-जोड असणे हे वैशिष्ट्य प्रमाण मानण्यात आले आहे. त्यानुसार ज्या ज्या प्राण्यांच्या (झिंगा, गोम, मधमाशी, विंचू, गोचीड आणि अनेक) पायांमध्ये सांधे जोड आहे त्या, त्या प्राण्यांचा समावेश या प्राणी संघात केला आहे. सांधे

जोड असणे या वैशिष्ट्याबरोबरच या प्राण्यांमध्ये आणखी काही वैशिष्ट्ये समान असल्याचे आढळते. त्यांच्या त्वचेतील स्रावकपेशींनी तयार केलेले आवरण त्यांच्या शरीरावर पसरलेले असते. त्याला साधारणपणे बाह्यावरण अथवा 'बाह्य कंकाल' अशी संज्ञा आहे. शरीराच्या ज्या भागाचा चलन-वलनाशी संबंध नसतो, त्या भागावरील बाह्यावरण तुलनेने अधिक जाड आणि कठीण असते. शरीराच्या ज्या भागांचा पायांतील आणि विविध खंडभागाच्या सांधेजोडाशी संबंध असतो. तेथील बाह्यावरण पातळ, लवचिक आणि स्थितीस्थापक असते. साधारणपणे सर्व संधीपाद प्राण्याची श्वसनसंस्था श्वसन-नलिकांच्या जाळ्याने तयार झालेली असते. त्याचे हृदय, नलिका सदृश अथवा थैलीसारखे असून त्यास जागोजागी उघड-मीट करणाऱ्या झडपा असतात. हृदयाच्या भिंती स्पंदनशील असून, त्यांच्या द्वारा रक्तकोटरांतून (Sinuses) घेतलेले रक्त शरीरभर वितरीत केले जाते. चेतासंस्था, चेतापेशींचे समूह एकमेकांस जोडले गेल्याने शृंगलाबद्ध झालेली दिसते. संधीपाद प्राणी संघातील वर उल्लेख केलेल्या आणि त्यातील इतर उल्लेख न केलेल्या प्राण्यांचा अधिक खुलासेवार अभ्यास करताना त्या प्राण्यांमध्ये स्वतःची, स्वतंत्रपणे ओळख पटवणारी आणखी काही वैशिष्ट्ये आहेत. त्यानुसार

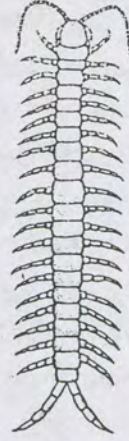
संधीपाद या प्राणी संघाचे कवची (कवच धारी-Crustacea), अयुतपाद (Myriapoda), षटपाद (Hexapoda) किंवा कीटक (Insecta), अष्टपाद (Arachnida), आणि एक कवची (Acarina) अशा पाच वर्गांमध्ये विभाजन केले. या वर्गांची वैशिष्ट्ये खालील प्रमाणे आहेत.

१. कवची (कवचधारी) वर्ग :

प्रमुख वैशिष्ट्ये : या वर्गातील प्राण्यांचे शरीर शिरोवक्ष (cephalothorax) आणि पोट (abdomen) या दोन भागांमध्ये विभागल्याचे आढळते. झिंग्यासारख्या प्राण्यामध्ये, स्पर्शद्रियांच्या दोन जोड्या असतात. स्पर्शद्रियांच्या आजू-बाजूला संयुक्त डोळ्यांची जोडी असते. प्रत्येक डोळा हा स्तंभासहीत (उदा. झिंगा, कोळंबी, खेकडा) किंवा स्तंभविरहीत (उदा. एपस, Daphnia) असू शकतो. साय्क्लोप्स् या गोड्या पाण्यातील कवचधारी प्राण्याला एकच डोळा असतो. या प्राण्याला एका जीवसृष्टी शब्दकोषामध्ये "एकाक्ष" हे नाव दिले आहे. शिरोवक्षाच्या खालच्या (अधो-ventral) बाजूला दातेरी आणि साह्यकारी दातेरी मुखावयव असतात. प्राण्याच्या आवश्यकतेनुसार त्यांच्या आकारात, रूपात विविधता आढळते. शिरोवक्षाच्या मागच्या भागामध्ये भक्ष्य पकडण्यास आणि ते खाळे जात असता योग्य रितीने धरले जाण्यास



शेवंड



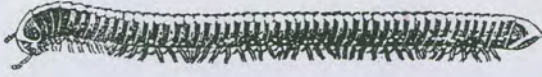
गोम - शतपाद

आणि चालण्यास वा पोहोण्यास उपयोगी पडतील अशा एकूण आठ पाय जोड्या असतात. त्यातील पुढील चार पाय जोड्या भक्ष्य पकडण्यास, खाण्यास वापरल्या जातात, तर मागील काहीशा लांबसडक असणाऱ्या पायजोड्या चालण्यासाठी अथवा पोहण्यासाठी उपयोगी पडतात. हे प्राणी मांसाहारी आहेत. झिंगा, शेवंड, कोळंबी, एपस, एकाक्ष, जलपिसू, काळपिसू, इत्यादी प्राण्यांचा या वर्गात समावेश होतो.

२. अयुतपाद वर्ग :

प्रमुख वैशिष्ट्ये - या वर्गातील काही प्राण्यांचे शरीर (उदा. पैसा/वाणी) दण्ड गोलात्मक तर काहींचे (उदा. गोम) चपट्या, खंड भागांनी बनलेले असते. डोके, स्पष्टपणे

ओळखता येते. त्याच्या पुढील भागावर स्पर्शाची एक आणि स्तंभविरहित संयुक्त डोळ्यांची एक जोडी असते. मुखावयव मुख्यतः दातेरी एक जोडी अधोमुख असते. गोमेच्या दातेरी मुखावयवाला विषग्रंथी असते. पैसा/वाणी याच्या शरीरात मात्र विषग्रंथी नसते. डोक्यामागील काही खंडभागांवर ढालीसारखे संरक्षक कठीणसर संयुक्त आवरण असते. त्या मागील खंडभागांवर मात्र प्रत्येकी अलग अलग आवरण असते. गोमेच्या खंडभागाच्या अधो बाजूस सांधे जोड पायांची प्रत्येकी एकच जोडी असते. त्यामुळे तिला शतपाद (प्रत्यक्षात १०० पाय नसले तरी) म्हणतात. पैसा/वाणी याच्या खंडभागाच्या अधोबाजूस सांधेजोड पायांच्या प्रत्येकी दोन जोड्या असतात. त्यामुळे त्याला सहस्रपाद



पैसा - सहस्रपाद

(प्रत्यक्षांत १००० पाय नसले तरी) म्हटले जाते.

गोमेची जननसंस्था शरीराच्या मागील भागातील शेवटच्या खंडभागामध्ये तर, पैसा/वाणी याची जनन संस्था डोक्याच्या मागे सातव्या (नर) अथवा तिसऱ्या (मादी) खंडभागामध्ये अधोबाजूस उघडते.

३. षट्पाद अथवा कीटक वर्ग

प्रमुख वैशिष्ट्ये : या वर्गातील प्राण्याचे शरीर डोके, छाती (वक्ष) आणि पोट अशा तीन भागांमध्ये सहज आणि स्पष्टपणे ओळखता येते. डोक्याच्या पृष्ठभागावर स्पर्शाची एक, स्तंभविरहीत संयुक्त डोळ्यांची एक जोडी व त्याशिवाय साधारणपणे तीन साधे डोळे असतात.

काहींच्या मध्ये साध्या डोळ्यांची संख्या तीनपेक्षा कमी असते. काहींच्या मध्ये ती केवळ शून्य असते. मुखावयव त्या प्राण्यांच्या खाद्य पदार्थानुसार अनुकूलित झालेले आढळतात. खाद्यपदार्थ जर घन असेल तर मुखावयव मुख्यतः दातेरी असतात. खाद्य पदार्थ जर द्रव अथवा अर्ध-द्रव असेल तर मुखावयव 'सोंडेरी' प्रकारचे असतात. छातीचे (वक्षाचे) तीन खंडभाग असतात.

प्रत्येक खंडभागाच्या अधोबाजूस सांधेजोड पायांची एक जोडी असते. दुसऱ्या आणि तिसऱ्या खंडभागाच्या वरच्या कडांना पंखांची प्रत्येकी एक जोडी असते. अशाप्रकारे पंखांच्या जोड्या दोन असतात.

काहींना पंखांची केवळ एकच जोडी असते (उदा. घरमाशी, डांस) तर काहींना पंखच नसतात. (उदा. ढेकूण, ऊ. पिसू) पोट दहा खंडभागांचे असून त्यास साधारणपणे कोणत्याही अंगिका नसतात. अशी विविध वैशिष्ट्ये असणाऱ्या संधीपाद प्राण्याला कीटक म्हटले जाते. झुरळ, रातकिडा, चतुर, वाळवी, गांधीलमाशी भुंगेरे पुस्तकी ऊ, खवले हे या वर्गातील प्राणी.

४. अष्टपाद वर्ग

प्रमुख वैशिष्ट्ये : या वर्गातील प्राण्यांच्या शरीराचा आकार आणि स्वरूप यामध्ये





विंचू



कोळी



गोचिड

खूपच विविधता आढळते. त्यांचे शरीर साधारणपणे अठरा लहान-मोठ्या खंडभागांनी बनलेले असते. ते शिरोवक्ष आणि पोट अशा दोन भागांमध्ये सहजपणे ओळखता येते. शिरोवक्षाच्या उर्ध्व भागाच्या कठीण वा कोमल बाह्यावरणावर मध्यभागी साध्या डोळ्यांची एक आणि बाह्यवरणाच्या डाव्या-उजव्या बाजूंच्या कडांवर (दोन्ही मिळून) साध्या डोळ्यांच्या दोन किंवा पाच जोड्या असतात. काहींना डोळे अजिबात नसतात. या वर्गातील प्राण्यांना स्पर्शा नसतात. शिरोवक्षाच्या अधोबाजूस पुढील बाजूस भक्ष्य पकडण्यास आणि ते खात असताना धरून ठेवण्यास उपयोगी पडतील अशा पायांच्या दोन जोड्या असतात. त्यापैकी एकीचे छोट्या “चिमट्यामध्ये” अनुकूलन झालेले असते. दुसऱ्या जोडीचे “आंकडीमध्ये” अनुकूलन झालेले असते. शिरोवक्षाच्या मागील अधोबाजूच्या कडांवर चलन-वलनास

उपयोगी पडतील अशा पायांच्या चार जोड्या असतात. पायांच्या चार जोड्या (एकूण ८ पाय) या वैशिष्ट्यामुळे त्या वर्गाला “अष्टपाद” ह्या नावाने ओळखतात. विंचू, कोळी, राज-खेकडा, (king-crab-Limulus) आभासी-विंचू (pseudoscorpion) इत्यादी प्राण्यांचा या वर्गात समावेश झाला आहे.

५. एक कवची वर्ग

प्रमुख वैशिष्ट्ये - या वर्गातील प्राण्यांचे पूर्ण शरीर केवळ एकाच चिवट, जाड किंवा मऊ, कवची बाह्यावरणाने झाकलेले असते. त्यामुळे शरीराचा (डोके, छाती, पोट) कोणताही भाग दुसऱ्या भागापासून स्पष्टपणे ओळखता येत नाही. मुखावयवाच्या दोन जोड्या शरीराच्या अधोबाजूस पुढील भागात असतात. त्यांच्या साह्याने हे प्राणी वनस्पतीतील पेशी रस किंवा प्राण्यांचे रक्त शोषून घेऊ शकतात. त्याचा आकार अतिशय लहान असल्यामुळे ते सहजपणे

ओळखता येत नाहीत. आश्रयदात्याच्या पेशीतील रस अथवा रक्त पिऊन शरीर टणटणीत फुगल्यावरच त्यांचे अस्तित्व जावते. चलन-वलनासाठी अथवा आश्रयदात्याची कातडी पकडण्यासाठी उपयोगी पडतील अशा पायांच्या चार जोड्या त्यांना असतात. विविध जातीचे पर्ण गोचीड आणि प्राणी गोचीड यांचा या वर्गामध्ये समावेश करण्यात आला आहे.

एकूण काय, संधीपाद प्राणी संघ हा तुलनात्मकदृष्ट्या अ-समपृष्ठरज्जू महासंघातील एक अतिशय मोठा आणि विविधतेने नटलेला दिमाखदार संघ आहे असे म्हटल्यास ते मुळीच वावगे ठरणार नाही.



लेखक : पुरुषोत्तम जोशी प्राणीशास्त्राचे निवृत्त प्राध्यापक, अनेक पुस्तके प्रसिद्ध, सातत्याने विज्ञानलेखन

भातावरील नाकतोड्याचे वर्गीकरण

महासंघ : असमपृष्ठरज्जू : या नाकतोड्याच्या शरीरामध्ये समपृष्ठरज्जू (Notochord) नसतो. येथे तो नसण्याचे वैशिष्ट्य विचारांत घेतले आहे.

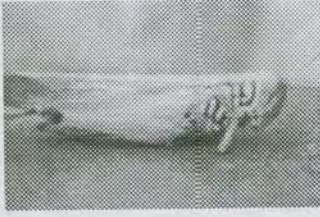
संघ : संधीपाद : या नाकतोड्याच्या पायांमध्ये सांधे जोड आहे तेव्हा हे वैशिष्ट्य येथे प्रमाण मानले आहे.

वर्ग : षटपाद : या नाकतोड्याच्या छातीच्या खंडभागांमध्ये एकूण “सहा” पाय आहेत. पायाची “सहा” ही संख्या लक्षात घेतली आहे.

गण : सरळपंखी : या नाकतोड्याचे पुढील पंख सरळ रेषेमध्ये पसरले जातात. पसरलेल्या पुढील पंखांचे वैशिष्ट्य येथे ध्यानात घेतले आहे. काही ठिकाणी या गणाला ‘ऋजूपंखी’ म्हटले जाते. ‘ऋजू’ आणि ‘सरळ’ हे शब्द समानार्थी आहेत.

कुल : आखुड शिंगी : स्पर्शांना इंग्रजी भाषेमध्ये हॉर्न (शिंग) म्हणतात. या नाकतोड्याच्या शिंगांची लांबी त्याच्या शरीरापेक्षा कमी आहे. त्यामुळे कुल : आखुड शिंगी.

प्रजाती : हिरोग्लिफस : या नाकतोड्याच्या प्रजातीला आणि जातीला फाब्रिसियस या अभ्यासकाने नाव दिले आहे. तो प्रथम दर्शनी कसा दिसला? प्रजाती एकच असली तरी त्यामध्ये एकापेक्षा अधिक जातीचे कीटक असू शकतात. उदा. हिरोग्लिफस मधल्या निग्रोग्लिफस ओरायझिन्होरस या नावातून हेच व्यक्त होते. हिरोग्लिफस हा ग्रीक भाषेतील शब्द असून इजिप्त या देशातील पिरॅमिड्सच्या दगडी भिंतीवर कोरलेल्या



अतीव सुबक आणि सुंदर रेखाचित्राला ते नाव वापरले जाते. निग्रोरिपेल्टस ओरायझिन्होरस 'प्रथम दर्शन' ही प्रजातीची कसोटी आहे. प्रजाती ठरविण्यासाठी अशा कसोट्याचे विविध प्रकार आहेत. कोणती लावायची ते अभ्यासक ठरवितो.

जाती : बनियान : मुळात हा शब्द 'बनिया' अथवा 'बनियन' असावा. इंग्रजीमध्ये त्याचे रूपांतर 'बनियान' या शब्दामध्ये झाले असावे. आपल्या खेडेगावांमध्ये पूर्वीच्या काळी वडाच्या झाडांच्या किंवा तशाच इतर डेरेदार वृक्षांच्या सावलीखाली आठवड्याचे बाजार भरत असत. इंग्रजी भाषेमध्ये वडाच्या झाडाला 'बनियन ट्री' म्हणतात यावरून हे नाव दिले असावे किंवा या झाडांच्या सावलीच्या खालील बाजार संपला की, व्यापारी (बनिया) व्यापारासाठी दुसऱ्या एखाद्या गावी जात असत. हा नाकतोडा या व्यापाऱ्यांसारखा फिरस्ता आहे. भाताची एक पात खाऊन संपली की, तो दुसऱ्या पातीवर जातो. त्याची ही वृत्ती लक्षात घेऊन फाब्रिसियस ने त्याच्या जातीला 'बनियान' नाव दिले असावे असे मानण्यात येते. कीटकाचा स्वभाव किंवा वागणे ही कसोटी फाब्रिसियसने येथे लावली असे आढळते. येथेही जाती ठरविण्यासाठी कसोट्या अनेक असतात. कोणती लावायची ते अभ्यासक निश्चित करतो. तेवढी लवचिकता असते.

सामान्यतः कोणत्याही कीटकाच्या अथवा प्राण्याच्या प्रजातीचे आणि जातीचे नाव लिहिताना ते एका शेजारी एक असे जोडून लिहिले जाते. ते छापताना तिरप्या ठळक अक्षरांत (ज्याला "इंटॅलक्स" संज्ञा आहे) छापले जाते. हाताने लिहिल्यास ते अधोरेखित 'हिरोग्लिफस बनियान' केले जाते. रोमन अथवा इंग्रजी लिपीत ते लिहीत असताना प्रजातीतील नावाचे पहिले अक्षर हे मोठे (Hieroglyphus) तर जातीच्या नावाचे पहिले अक्षर लहान (baniyan) काढले जाते. दोन्हीही नावे अधोरेखित केली जातात 'हिरोग्लिफस बनियान' या नावाला शास्त्रीय महत्त्व आहे. जगामधील कोणत्याही देशात ते वापरले गेले तरी ते नाव, भातावरील त्या विशिष्ट नाकतोड्याचेच आहे असे समजले जाते. दुसऱ्या कोणत्याही नाकतोड्याला या नावाने ओळखले जात नाही किंवा दुसऱ्या कोणत्याही नाकतोड्याला ते दिले जात नाही. प्राण्यांच्या शास्त्रीय नावाबाबत हा काटेकोरपणा जगात सगळीकडे प्रमाण मानण्यात येतो. त्यात ढिलाई होत नाही. विश्वास वाढतो तो यामुळेच.



गोंधळ आणि कमी गोंधळ

पुस्तक परिचय : प्रियदर्शिनी कर्वे

वैज्ञानिक संशोधनाची आणि वैज्ञानिक विचाराची दिशा बदलवून टाकणाऱ्या क्रांतीकारी घडामोडी विज्ञानाला नवीन नाहीत. बहुतेकदा अशा घडामोडी काही मूठभर प्रज्ञावान शास्त्रज्ञांच्या प्रतिभेच्या भराऱ्यांमधून जन्माला येतात. पण गेल्या शतकाच्या मध्यापासून भौतिक विज्ञानाच्या क्षेत्रात एक वेगळ्याच प्रकारची उलथापालथ होत आहे. या उलथापालथीचे जनक म्हणजे विज्ञानातील गहन समस्यांची उकल करू पहाणारे, आइनस्टाइन किंवा बोहरसारखे असामान्य बुद्धिमत्तेचे शास्त्रज्ञ नाहीत, तर छोटे छोटे प्रश्न सोडवू पहाणारे जिज्ञासू संशोधक, शिक्षक आणि विद्यार्थी आहेत. हे संशोधन आहे केऑस विषयीचे. या विषयाची मांडणी जरी अमूर्त सैद्धांतिक स्वरूपाची असली, तरी ती समजून घेण्यासाठी लागणाऱ्या गणिती संकल्पना

अगदी प्राथमिक स्वरूपाच्या आहेत. तसंच या विषयात प्रयोग करण्यासाठी कोणत्याही प्रकारच्या अद्ययावत प्रयोगशाळेची गरज नाही, कारण आपल्या आजूबाजूला घडणाऱ्या, दिसणाऱ्या अनेक घटनांमध्ये या संकल्पनांचे प्रतिबिंब पडलेले दिसते. केऑस या विषयाची अतिशय सोप्या भाषेत आणि रंजकतेने ओळख करून देणारे 'केऑस, फ्रॅक्टल्स अँड सेल्फ ऑर्गनायझेशन' हे पुस्तक होमी भाभा सेंटर फॉर सायन्स एज्युकेशनच्या श्री. अरविंद कुमार यांनी लिहिले आहे. विज्ञानाच्या प्रत्येक शिक्षकाने संग्रही ठेवावे, असे हे पुस्तक आहे. वैज्ञानिक संकल्पना क्लिष्टच असतात आणि त्यांचा आपल्या दैनंदिन आयुष्याशी कोणताही संबंध नसतो, हा संदेश देणाऱ्या विज्ञानाच्या क्रमिक पुस्तकांना आव्हान देण्यासाठी शिक्षकांना या पुस्तकाचा निश्चितच उपयोग होईल! या

● Chaos, Fractals and Self-Organisation किंमत रु. ५०/-

लेखक : अरविंदकुमार ● प्रकाशक : नॅशनल बुक ट्रस्ट, इंडिया.



पुस्तकाची झलक दाखवण्यासाठी त्यातील एका प्रकरणाचा हा संक्षेपित स्वैर अनुवाद.

“इंग्लंडच्या किनारपट्टीची लांबी किती?” मॅडेलब्रोट नावाच्या संशोधकानं हा वरवर साधा वाटणारा प्रश्न जगप्रसिद्ध बनवला. कोणत्याही किनारपट्टीची लांबी, ती मोजण्यासाठी वापरण्यात येणाऱ्या पट्टीच्या लांबीवर अवलंबून आहे. उदा. तुम्ही १०मी. लांबीची पट्टी वापरली, तर तुम्ही किनारपट्टीची अदमासे लांबी सांगू शकाल. पण ही मोजताना १० मी. पेक्षा कमी लांबीची वळणं आणि कंगोरे यांच्याकडे तुम्ही दुर्लक्ष केलेलं आहे. १ मी. लांबीची पट्टी वापरून तुम्हाला वाढीव अंदाज मिळेल. आणखी याच पद्धतीनं अधिकाधिक लहान पट्ट्या वापरल्या तर तुम्ही मोजत असलेल्या

किनारपट्टीच्या लांबीचा आकडा आणखी आणखी वाढत जाईल.

हेच आपल्याला एका वेगळ्या पद्धतीनं पहाता येईल. समजा, एका देशाच्या किनारपट्टीची विश्वकोशात दिलेली लांबी १०,००० कि.मी. आहे. आणि हा अंदाज १ कि.मी. लांबीची पट्टी वापरून काढला आहे. आता या किनारपट्टीच्या संरक्षणासाठी किती सैनिक लागतील? समजा दोन सैनिकांमध्ये १ कि.मी. अंतर ठेवायचे असेल, तर अर्थातच १०,००० सैनिक लागतील. पण समजा संपूर्ण किनारपट्टीवर मानवी साखळी करायची असेल तर? अशा स्थितीत, समजा दोन व्यक्तींमध्ये १ मी. अंतर आहे. म्हणजे आपल्याला १ कोटी माणसे लागणार का? नाही. हे उत्तर चुकीचे आहे.

आपण नेहमी सरळ रेषा किंवा वर्तुळासारख्या वक्र रेषांचाच विचार करतो. १ मी. लांबीची सरळ रेषा वळवायची असेल, तर आपल्याला १ सें.मी. लांबीचे १०० तुकडे किंवा १ मि.मी. लांबीचे १००० तुकडे करावे लागतील. समजा ℓ रेषाखंडाची लांबी असेल, आणि L या लांबीची रेषा बनवण्यासाठी असे N रेषाखंड लागणार असतील, तर $L = N \cdot \ell$ किंवा $N \propto 1/\ell$

आपल्या परिचयाच्या वक्र रेषांनाही निश्चित लांबी असते, आणि प्रत्येक वक्र रेषेचे छोटे छोटे रेषाखंड कल्पून आपण ती मापू शकतो. पण समजा, ℓ ही रेषाखंडाची लांबी असेल, आणि वक्र रेषेवर आपण N रेषाखंड बसवू शकलो, तरी $N \cdot \ell$ हा वक्र रेषेच्या लांबीचा केवळ एक अंदाज असतो. आपण रेषाखंडाची लांबी कमी करत गेलो, तर संख्या वाढत जाते, आणि $N \cdot \ell$ ही अंदाजे लांबी अधिकाधिक अचूक बनत जाते. गणिती भाषेत ℓ शून्याकडे जाऊ लागली की N अनंताकडे जाऊ लागते, आणि दोघांचा गुणाकार वक्र रेषेची खरी लांबी L कडे जाऊ लागतो. म्हणजेच वक्र रेषेसाठी सुद्धा ℓ पुरेशी लहान असेल तर $N \propto 1/\ell$ म्हणायला हरकत नाही.

पण किनारपट्टी म्हणजे अशी साधीसुधी वक्र रेषा नाही. आपण आपल्या मोजपट्टीचा आकार जितका लहान करत नेऊ तितके किनारपट्टीतले लहान लहान कंगोरे आणि

वळणं दृग्गोचर होत जातात. त्यामुळे ℓ जितकी कमी होईल, त्या मानाने N अधिक वाढते, आणि दोघांचा गुणाकार कोणत्याही एका L कडे न जाता वाढतच रहातो.

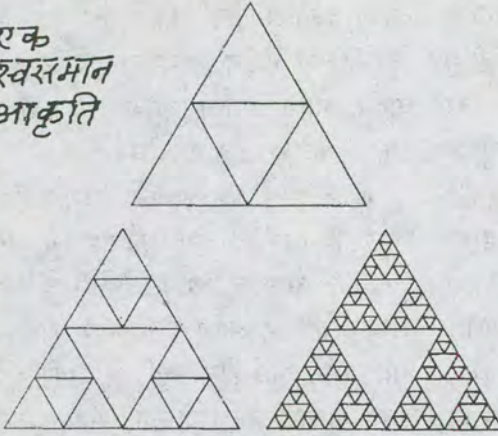
पण तरीही निराश व्हायचे कारण नाही. कारण किनारपट्टीचे कंगोरे स्वसमान (self similar) असतात. त्यामुळे हे जरी चुकीचे असले, तरी N आणि ℓ यांमध्ये काहीच नातं नसतं, असं होत नाही. N आणि ℓ यांचा अभ्यास केला असता, आपल्याला

तर $N \propto \frac{1}{\ell^D}$ हे सूत्र मिळतं. यातील D ही १ आणि २ मधील एक अपूर्णाक संख्या असते.

समजा, एका किनारपट्टीसाठी $D = 1.25$ याचा अर्थ ℓ जर हजार पट कमी केली तर N मध्ये होणारी वाढ $(1000)^{1.25} = 5,623$ पट असते.

प्रत्येक किनारपट्टीसाठी D ची किंमत वेगवेगळी असेल. पण महत्त्वाचा मुद्दा हा, की किनारपट्टी कितीही ओबड धोबड दिसली तरी ती व्यापण्यासाठी लागणाऱ्या रेषाखंडांची लांबी आणि संख्या यात एक गणितीय दृष्ट्या सोपं नातं असतं. $N \times \ell^D$ हा गुणाकार नेहमीच एका विशिष्ट संख्येकडे जाता. आता या संख्येला किनारपट्टीची 'लांबी' किंवा 'माप' म्हणायचं का, हा मुद्दा गैरलागू आहे.

एक
स्वसमन
आकृति



प्रत्येक किनारपट्टीसाठी $N \propto 1/\ell^D$ हे जास्त महत्त्वाचं आहे. D या आकड्याला किनारपट्टीची मिती म्हणतात.

सरळ रेषा किंवा साधी वक्र रेषा यांच्यासाठी $D = 1$ आहे. पण समजा आपण एका चौरसाकृती तुकड्याचे मापन करता असलो तर? एक १० से.मी. बाजू असलेला चौरस घ्या. हा चौरस मापण्यासाठी १ सें.मी. बाजू असलेले किती चौरस लागतील? अर्थातच १००. समजा २ मि.मी. बाजू असलेले चौरस वापरले तर? चौरसांची संख्या १०,००० होईल. म्हणजेच चौरसाची लांबी १० पट कमी केली, तर संख्या १०० पट वाढली. अर्थातच, चौरसाकृती तुकड्यासाठी $N \propto 1/\ell^2$ म्हणजेच चौरसाची मिती आहे २. याच प्रमाणे चौरसाकृती ठोकळा (घन) घेतला तर, त्याची मिती येईल ३.

हे सर्व आपल्याला आधीच माहित आहे. सरळ किंवा वक्र रेषा या एकमित आकृत्या आहेत. त्याचप्रमाणे चौरस किंवा तशाच इतर प्रतलीय आकृत्या द्विमित असतात, तर ठोकळ्यासारख्या आकृत्या त्रिमित असतात. आपली मितीची ही जाण अवकाशातील एका बिंदूसापेक्ष वस्तूवरील एखादा बिंदू शोधण्यासाठी किती आकडे सांगावे लागतात, यावर अवलंबून

असते. पण आता आपल्याला मिती ठरवण्यासाठी $N \propto 1/\ell^D$ हे आणखी एक गणिती सूत्र मिळाले आहे. त्याचबरोबर आपल्याला आणखी एक विलक्षण कल्पनाही मिळाली आहे. ही कल्पना म्हणजे D हा अपूर्णाकही असू शकतो. कंगोरे आणि वळणं असलेल्या वक्र रेषा आणि ओबडधोबड पृष्ठभागांसाठी D ची किंमत अपूर्णाकात येते म्हणजेच काही भौमितिक आकृत्यांची मिती अपूर्णाकातही (fractional) असू शकते. मँडेलब्रोटेने अशा आकृत्यांना एक फार सुंदर नाव दिले - फ्रॅक्टल्स.

प्रियदर्शिनी कर्वे, श्रीमती काशीबाई नवले कॉलेज ऑफ इंजिनियरिंग (फॉर गर्ल्स) मध्ये भौतिकशास्त्र शिकवतात. आरती संस्थेतील संशोधनात सहभाग.

न चलता सूर्याचे चालणे

लेखक : मनोहर राईलकर

विश्वाच्या केंद्रात कोण ?

सूर्य आपल्याभोवती फिरतो, किंवा सर्व विश्वच, आपल्या भोवती फिरतं की पृथ्वी स्वतःभोवती फिरते ? खरं तर हा प्रश्न लेखकांनी का उपस्थित केला अशी शंका वाचकांच्या मनात उद्भवली तर ते स्वाभाविकच म्हणायला हवं. कारण, ह्या प्रश्नाचं उत्तर सर्वांनाच माहित आहे. गतीच्या सापेक्षतेचा परिणाम म्हणून, पृथ्वीच्या स्वतःभोवती फिरण्यामुळं सारं जगच आपल्या भोवती फिरत असल्याचा आपल्याला भास होतो.

पण मी सहज म्हणून वाचकांना एक प्रश्न विचारतो, पृथ्वी स्वतःभोवती फिरते हे तुम्हाला खरोखरच कधी जाणवलं आहे का ? अगदी प्रामाणिकपणं सांगा हं. मी सांगतो, मला तर कधीही जाणवलं नाही. आजही जाणवत नाही, आणि भविष्यातही कधी जाणवेल असं वाटत नाही. तरीही आपण सारेजण ते गृहीतच धरून चालत

असतो. कुणीही त्याबद्दल शंकाही उपस्थित करण्याचं धाडस करीत नाही. आता सांगा, ही अंधश्रद्धाच नव्हे का ?

कोपर्निकस

अलीकडेच एक वृत्तपत्रात पुन्हा वाचायला मिळालं की, 'विश्व आपल्याभोवती फिरत नसून पृथ्वीच्या स्वतःच्या आसाभोवती फिरण्यामुळं आपल्याला तसा भास होतो. खरं तर पृथ्वीच सूर्याभोवती फिरत असते,' असा शोध कोपर्निकसनं लावला. हा शोध त्यानंच प्रथम लावला असंही आपल्याला विद्वान मंडळी सांगत असतात आणि आपण मुकाट्यानं मान डोलवतो. खरं की नाही ? म्हणजे पुन्हा अंधश्रद्धाच की नाही ?

पहिला कोश कुणी तरी सहाव्या शतकात तयार केला, असं म्हटलं तरीही आपण मान डोलवतो. हीही अंधश्रद्धाचं. पण, इ.स.पूर्व ८०० मध्ये 'निरुक्त' नावाचा पहिला संस्कृत कोश यास्क नावाच्या हिंदू पंडितानं लिहिला.

त्याचा जन्म अफगाणिस्तानातला! (संस्कृत व्याकरणकार पाणिनीसुद्धा अफगाणिस्तानात इ.स.पू. ५०० मध्ये जन्मला!)

कोण हा कोपर्निकस! निकोलॉस कोपर्निकस पोलंड देशात (१४७३-१५४३) जन्मला. इसवी सनाच्या पहिल्या शतकात टॉलेमी नावाच्या ग्रीक खगोलशास्त्रज्ञानं असं म्हटलं होतं की सर्व विश्वाच्या केंद्रस्थानी पृथ्वी असून ती स्थिर आहे. आणि सर्व विश्व पृथ्वीभोवती फिरत आहे. त्याचं प्रतिपादन आणि स्पष्टीकरण फारच गुंतागुंतीचं होतं. तेही स्वाभाविकच म्हणायला हवं. कारण मुळातच चुकीचा असलेला सिद्धांत 'सिद्ध' करताना गडबडगुंडा करावाच लागणार. असो.

टॉलेमीनं मांडलेली ही कल्पना सर्व युरोपात १४०० वर्षं दृढमूल झालेली होती. पण कोपर्निकसला ती पटली नव्हती. त्यानं आपल्या जीवनाच्या अखेरच्या काळात, १५४३ मध्ये लिहिलेल्या 'आकाशस्थ वस्तूंच्या गती' नावाच्या सुप्रसिद्ध ग्रंथात, पृथ्वीसह सर्व ग्रह सूर्याभोवती फिरतात आणि पृथ्वी स्वतःभोवतीही फिरते, असा सिद्धांत मांडला. आपला हा सिद्धांत त्याला सिद्ध करता आला नाही. पण त्याचं स्पष्टीकरण टॉलेमीपेक्षा पुष्कळच सोपं होतं. आणि तर्कशुद्ध होतं.

पृथ्वी स्वतःभोवती फिरते हे कुणालाच, कधी जाणवत नाही. अशा परिस्थितीत

आणि इतक्या जुन्या काळात कोपर्निकसला सुचलं. तेव्हा तो कौतुकाला पात्र आहेच. पण ?

गॅलिलिओ

कोपर्निकसच्या काळात युरोपात ह्या सिद्धांताला चर्चची मान्यता मिळाली नाही. पण त्याच्या म्हणण्यात तथ्य असावं असं सतराव्या शतकाच्या सुरुवातीला खगोलशास्त्रज्ञांना वाटू लागलं. गॅलिलिओ नावाचा ग्रीक तत्त्वज्ञानं इ.स. १६१० मध्ये खगोलीय वस्तूंचा अधिक बारकाईनं अभ्यास सुरू केला. (त्यावेळी त्याला सूर्यावरील आणि शुक्रावरील डागांचं दर्शन झालं.) त्याच वर्षी त्यानं कोपर्निकसच्या म्हणण्यात तथ्य असल्याचं प्रतिपादन केलं. त्यामुळं त्याला विद्वान मंडळीत भरपूर प्रसिद्धी मिळाली. परिणाम म्हणजे त्याला अनेक शत्रूही निर्माण झाले. प्रस्तुत सिद्धांत बायबलमधील प्रतिपादनाशी कसा सुसंगत आहे, हेही त्यानं मांडलं. तरीही त्याच्या हितशत्रूंनी त्याच्याविरुद्ध चर्चकडे तक्रार केली. आणि 'बायबलच्या विरुद्ध लिहिल्याबद्दल' चर्चनं त्याला दोषी ठरवून शिक्षा ठोठावली.

१६३२ मध्ये त्यानं टॉलेमी-ऑरिस्टॉटल यांच्या आणि कोपर्निकस ह्यांच्या सिद्धांतांची तुलना सुरू केली. आणि कोपर्निकसचं म्हणणं अधिक तर्काधिष्ठित



असल्याचं दाखवलं. म्हणून चर्चनं त्याला पुन्हा एकदा आपलं म्हणणं मागं तर घ्यायला लावलंच. पण शिवाय त्याला जन्मठेपेची शिक्षा सुनावून तुरुंगातही डांबलं. पुढं काही काळानंतर त्याचं वृद्धत्व आणि खालावलेली प्रकृती लक्षात घेऊन चर्चनं त्याला थोडीशी दया (?) दाखवायचं ठरवून केवळ नजरबंदीत ठेवलं! पुढं सुमारे ३५० वर्षांनी म्हणजे अगदी अलीकडे १९७९ मध्ये पोप जॉन पॉल यांनी, चर्चनं त्याला दिलेली शिक्षा चुकीची होती, असं जाहीरपणं मान्य केलं.

कुणाचा शोध ?

हा सारा इतिहास मी का सांगतो आहे, असंही तुमच्या मनात आलं असेल तर तेही स्वाभाविक आहे. माझं म्हणणं असं की पृथ्वी स्वतःभोवती फिरत असल्यानं सारं जग आपल्याभोवती फिरत असल्याचा भास होतो. पण प्रत्यक्षात जग आपल्याभोवती

फिरत नाही, हे प्रथम प्रतिपादन करण्याचा मान कोपर्निकसचा, असं म्हणणं कितपत बरोबर आहे? (विचारणाराही मी पहिलाच नव्हे बरं का!) हे कुणा भारतीय खगोलशास्त्रानं कोपर्निकसच्या आधी म्हटलं होतं का? पण कोणातरी भारतीय खगोलशास्त्रानं तसं नक्कीच म्हटलं असणार, याचा परिस्थितिजन्य किंवा अप्रत्यक्ष पुरावा ज्ञानेश्वरीत मिळतो. नवल वाटतं ना ?

आजही जगात जे शोध लागत आहेत तेही कुणा भारतीय व्यक्तीनं पूर्वीच लावले होते, असा खोटा अभिमान दाखवण्याचा माझा उद्देश नाही. उलट पक्षी, हा शोध कुणी लावला याची नेमकी काही माहितीही मला आजपर्यंत मिळाली नाही, हेही खरं आहे.

ज्ञानेश्वरी

आता आपण ज्ञानेश्वरीकडे वळू. एखादी नवीन कल्पना, वस्तूची समजूत देण्याकरता

आपण श्रोत्यांना परिचित असलेल्या कल्पनेचं, किंवा वस्तूचं उदाहरण देतो. क ही कल्पना ख सारखी आहे. असं म्हणताना ख ही कल्पना श्रोत्यांना परिचित असणारच. नाही तर 'ख सारखी आहे,' हे म्हणणं निरर्थक ठरेल. निदान त्यावेळी समोर असलेल्या श्रोत्यापुरतं तरी.

ज्ञानेश्वर आपल्या श्रोत्यांना कर्मयोग्याची कल्पना स्पष्ट करताना काही उदाहरणं देतात. कर्मयोगी कसा असतो? तो आपल्याला सर्वसामान्य माणसासारखा हिंडताफिरताना दिसतो. पण तो अंतर्यामी स्थिरच असतो. कोणत्याही कल्पनेसाठी पोत्यानं उदाहरणं देणं हे ज्ञानेश्वराचं वैशिष्ट्य. त्या दृष्टीनं फार थोर शिक्षक. कदाचित त्याचं मुख्य कारण, त्यांचा श्रोता अगदी सामान्य, शेतकरी कामकरी वर्गातला आणि अशिक्षित, हेही असू शकेल, पण, ही वस्तुस्थिती आहे.

दिवसभराचं काम आटोपल्यावर काही काळ भजन करावं, एखाद्या संतमहात्म्याचं प्रवचन ऐकावं, जमेल तेवढा परमार्थ साधावा ह्या हेतूनं जमलेला. भगवद्गीतेत, म्हणजे संस्कृतात बंदिस्त झालेलं व्यासमहर्षीचं तत्त्वज्ञान, हा वयानं लहान पण पराकोटीचा विद्वान, संत आपल्याला समजावून सांगणार आहे. तेव्हा ते श्रद्धेनं ऐकण्यासाठी आलेला संस्कृत जाणणारा विद्वान थोडाच होता?

आता ही कल्पना अशा भोळ्याभावड्या स्त्रीपुरुषांना ते कशी समजावून सांगतात?

चौथ्या अध्यायात प्रथम ते नाना प्रकारे त्यांना समजावून सांगतात. ते म्हणतात, सर्व कर्माचं आचरण करीत असतानाही तो निष्कर्मी साधू जाणतो की हे कर्म खरोखरीच आपण करीत नाही आणि कर्मापाठोपाठ येणाऱ्या फलाची आशाही तो धरीत नाही.

सकळ कर्मी वर्तता । देखे आपुली नैष्कर्म्यता । कर्मसंगे निराशता । फलाचिया ॥१३॥

(निराश म्हणजे आशाविरहित.)

आपली ही कल्पना श्रोत्यांना पुरेशी स्पष्ट झाली असेल की नसेल, ह्या शंकेनं शेवटी ते म्हणतात : जनहो, सूर्य उगवतो आणि मावळतो, हे प्रत्यक्ष प्रमाण आपण पाहता की नाही? पण, त्यामुळं तो चालत नसला, अगदी स्थिर असला तरी आपल्याला तो चालतो आहे असं वाटतं की नाही? (ज्ञानेश्वरांनी सापेक्षता हा शब्द वापरला नाही. पण, आणखी एक ओवी पुढं दिली आहे. त्यात सापेक्षत्वाचं उदाहरण आहे.) तसा हा कर्मयोगी असतो. तो तुम्हाआम्हा सर्वसामान्य माणसांसारखाच हिंडतो फिरतो, आपल्यासारखीच कामं करतो. त्यामुळं ती अगदीच तुमच्याआमच्यासारखाच आहे असं वर वर पाहता वाटतं. पण तसं नसतं. तो अंतर्यामी अगदी स्थिर असतो. आपल्यासारखंच तोही खातोपितो, निजतो,



उठतो बसतो. पण त्यात तो मनानं गुंतलेला नसतो. आपण ते सारं करतो असं तो मानीत नाही. शिवाय, त्या कर्मांमुळं प्राप्त होणाऱ्या फळाचीही त्याला मुळीच आशा नसते. ही ओवी पहा.

आणि उदोअस्ताचैनी प्रमाणे । जैसे न चलता सूर्याचे चालणे । तैसे नैष्कर्म्यत्व जाणे । कर्मींची असता ॥९॥

सूर्य चालतो आहे असं वाटण्याकरता प्रमाण कोणतं? तर त्याचा उदय होतो आणि अस्त होतो. तरीही, तो प्रत्यक्षात चालतो का? नाही, तसा आपल्याला भास होतो.

आता आपल्या मनात कदाचित अशी शंका येईल की हाच अर्थ कशावरून? त्याकरता ज्ञानेश्वरांनी आधीच एक उदाहरण दिलं आहे. त्यात, ते सापेक्ष गती सांगतात, नावेतून नदीमार्गे जाताना तुम्हाला काठावरचे वृक्ष मागं मागं जाताना दिसतात की नाही? पण, जर तुम्ही विचारपूर्वक निरखून पाहिलं तर तुमच्या काय लक्षात येतं? की ते वृक्ष

प्रत्यक्षात स्थिरच असतात. ते मागं मागं जातात हाही आपल्याला होणारा एक भास असतो. ही ओवी पहा.

अथवा नावे हन जो रिगे ।
तो थडियेचे रुख जाता देखे वेगे ।
तेची साचोकारे जो पाहो लागे ।
तो रुख म्हणे अचळ ॥९७॥

(हन हे एखाद्या चरणातील जागा भरण्यासाठी वापरण्यात येणारं निरर्थक अव्यय, रिंगणे म्हणजे प्रवेशणे, जाणे, रुख म्हणजे, वृक्ष, साचोकारे म्हणजे विचारपूर्वक.)

त्याप्रमाणे सर्व कर्मांचं आचरण करीत असताना आपण स्वतः कर्मरहित आहोत, हे तुम्ही आम्ही जाणत नसलो तरी तो (निष्कर्मी) जाणतो. ही ओवी पहा.

तैसे सर्व कर्मी असणे । ते फुडे मानूनी वायाणे । मग आपणपे तो जाणे । नैष्कर्म्यु ऐसा ॥ ९८ ॥ (वायाणे म्हणजे

धरतीची फिरती

पृथ्वी स्थिर आहे का नाही या मुद्यावर बऱ्याच आधीपासून चर्चा होत असे दिसते. शैक्षणिक संदर्भच्या पहिल्या अंकांमध्ये धरतीची फिरती हा लेख याच विषयावर होता. त्यातील काही भाग इथे देत आहोत.

● पाचव्या शतकात आर्यभटांनी आपल्या आर्यभटीय या ग्रंथात लिहिले आहे की, नक्षत्रे स्थिर असून पृथ्वी फिरते आहे. ४३,२०,००० वर्षांत पृथ्वी १,५८,२२,३७,५०० वेळा पृथ्वी फिरते.

अनुलोम गतिर्नोस्थ : पश्चत्यचलं विलोमत्रं यद्वत् !

अचलानि भाति तद्वत्

समपश्चिमगानि लंकायाम् !!

(आर्यभटीय, अध्याय ४, श्लोक ९)

ज्याप्रमाणे नावेत बसणाऱ्या व्यक्तीला किनाऱ्यावरच्या स्थिर वस्तू झाडे वगैरे उलट दिशेने जाताना दिसतात त्याप्रमाणे पृथ्वीवरून पाहताना तारे पश्चिम दिशेला जाताना दिसतात. अनेक पंडितांनी आर्यभटाच्या या विधानाला विरोध केला व अनेकांनी याचा अर्थही निराळाच लावला.

● वराहमिहिरांनी सहाव्या शतकात 'पंचसिद्धांतिका' या आपल्या ग्रंथात पृथ्वी स्थिर आहे असेच म्हटले आहे. त्यांचेच विधान पाहूयात. 'काही जणांच्या मते पृथ्वी गोल फिरते जणू काही ती कुंभाराच्या चाकावरच स्थित झाली आहे. नक्षत्रे स्थिर आहेत, असेही त्यांचे म्हणणे आहे, असेच जर असेल तर सायंकाळी पक्षी आपल्याच घराच्या परततात कसे ? शिवाय पृथ्वी हळूच भ्रमण करत असेल तर एका दिवसात एक फेरी पूर्ण कशी काय करू शकते ?'

● ब्रह्मगुप्तांसारखा सखोल अभ्यासकही आर्यभटाशी असहमत होता. आपल्या 'ब्रह्मस्फुटसिद्धांत' या ग्रंथांत ते म्हणतात, 'पृथ्वी फिरू शकत नाही! जर पृथ्वी फिरत असेल तर आपण आपल्या घरी परतणार कसे ? जर पृथ्वीचा वेग खूपच आहे तर साऱ्या गोष्टी जागच्या जागी कश्या ? उन्मळून का नाही पडत?'

● नवव्या शतकातल्या पृथुदका याने मात्र म्हटले आहे की, 'लोकभयामुळे भास्कराचार्य व इतरांनी आर्यभटाचे म्हणणे वेगळ्या रीतीने मांडले. नक्षत्रे स्थिर आहेत व पृथ्वी फिरत असल्यानेच रोज ग्रह आणि नक्षत्रे यांचे उदयास्त दिसतात.'

व्यर्थ, किंवा आभासात्मक.)

निष्कर्ष

आता लेखाच्या मुख्य प्रतिपाद्याकडे वळू. कर्मयोगी कसा असतो हे ज्ञानेश्वरांना आपल्या (अशिक्षित) श्रोत्यांना समजावून सांगायचं होतं. ही नवी कल्पना, त्यासाठी जे उदाहरण ज्ञानेश्वरांना द्यायचं होतं ते जनतेला परिचितच असणं जरूरीचं होतं. कोणतं उदाहरण घेतलं त्यांनी? तर, सूर्य चालत नाही. तो स्थिर आहे. आपल्याला भास होतो. हे उदाहरण. म्हणजेच ही कल्पना सर्वसामान्य जनतेला माहीतच होती. तिच्या आधारे, ती उपमा देऊन, ज्ञानेश्वर श्रोत्यांना कर्मयोग्याची कल्पना उलगडून दाखवतात.

वास्तविक, आपण आपल्या कल्पनाशक्तीला कितीही ताण दिला तरी आजही, पृथ्वी स्वतःभोवती फिरते, हे आपल्याला जाणवत नाही. कधी जाणवणारही नाही. त्याची प्रमाणं वेगळीच आहेत. इतर ग्रहताऱ्यांच्या गतींवरून गणिताच्या मदतीनं ती कल्पना बांधावी लागते. तरीही ते तात्त्विक चर्चेपुरतेच मर्यादित राहतं. प्रत्यक्ष प्रमाण नव्हे.

आता आणखी एक मुद्दा. अशी अवघड कल्पना, ती मांडल्यापासून सर्वसामान्य व्यक्तींमध्ये रुजायला किती काळ गेला असेल. युरोपात चारशे वर्षे लागली. आपल्याकडे ही पुष्कळ काळ गेला असणारच. आणि ज्ञानेश्वरांच्या काळी तर

ही कल्पना लोकांत रुजलेलीच होती. म्हणजे त्यापूर्वी कित्येक शतकं ही कल्पना कुणी तरी मांडलेली असणार.

ज्ञानेश्वरांचा काळ कोणता? जन्म १२७५, ज्ञानेश्वरी सांगून संपली १२९० मध्ये आणि आता ह्या जगातलं आपलं कार्य संपलं म्हणून संजीवन समाधी घेतली ती १२९६ मध्ये (इनमिन वीस वर्षांचं आयुष्य!) कोपर्निकच्या आधी अडीचशे वर्षे. उलट त्या काळातही ही कल्पना युरोपात सुखासुखी स्वीकारली गेलीच नाही. इतकंच नव्हे, तर त्यानंतर सुमारे शंभर वर्षांनीही कोपर्निकसला पाठिंबा देणाऱ्या गॅलिलिओला चर्चनं आजन्म कारावासाची शिक्षा भोगायला लावली!

या सर्वांचा अर्थ कोपर्निकसच्या कित्येक शतकं आधी भारतात कुणी विद्वानांनी (ऋषींनी म्हणू) ही कल्पना मांडलेली होती असा नव्हे का? कुणी? व्यासांनी? कदाचित. कारण.

व्यासोच्छिष्टं जगत्सर्वम् ।

पण, आपल्याला 'त्या' ऋषींची काहीच माहीत नाही, हे आपलं दुदैव! नाही तर आपण जगाला ओरडून सांगू शकलो नसतो का?

(संदर्भ : सोनोपंत दांडेकर - संपादित ज्ञानेश्वरी)



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

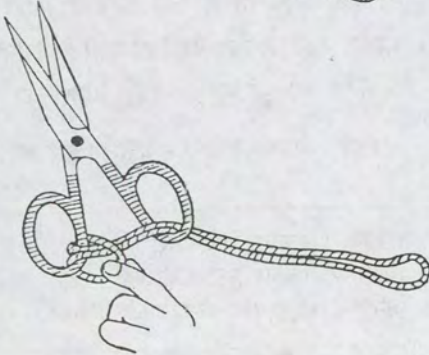
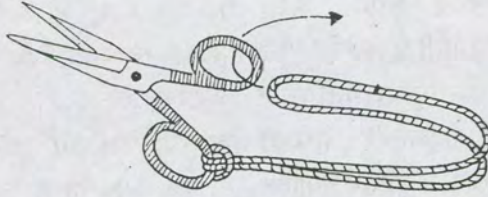
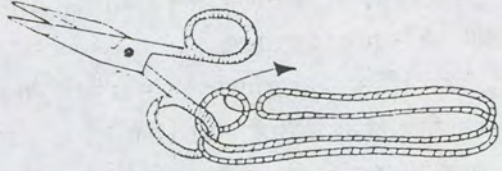
फासातून सुटका

(श्री. अरविंदे गुप्ता यांच्या **String Games, NBT Publicaton** मधून साभार)

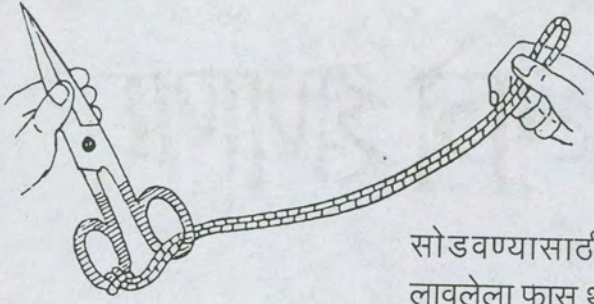
साधा पुडीचा दोरा. टोकांची लहानशी गाठ मारून केलेलं वेटोळं. ही काय खेळायची गोष्ट होऊ शकते ? हो ! नक्कीच होऊ शकते.

आपल्या आपल्या घरच्या मोठ्या माणसांनी, काका-मावश्यांनी असल्या दोरीच्या वेटोळ्याचं काहीबाही करून दाखवलेलं तुम्हाला आठवतं का ? त्यामधे दोन बोटांच्या चिमटीने दोरा पकडून हात वळवून काही टप्पे समोरच्या माणसालाही करायला मिळत. मधे मधे शंकरपाळा, पलंग आणि शेवटी मोराचे पाय असलंच काय काय असायचं. त्यापेक्षा वेगळंच एक कोडं इथे दिलंय.

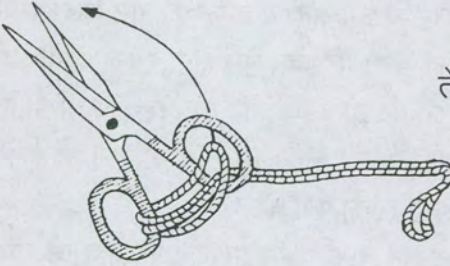
वेटोळं कात्रीच्या हँडलच्या दोनही भोकांमधे अडकवलं आहे.



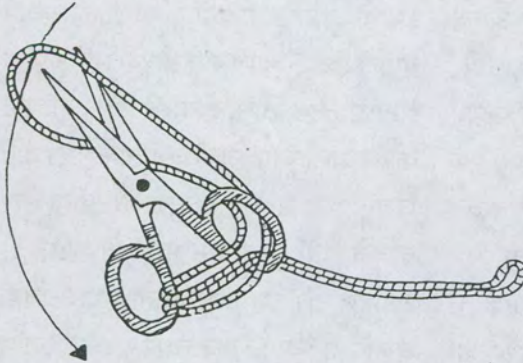
ही गाठ सोडवून न घेता आणि दोराही न तोडता (म्हणजे हवं तर आणखी गाठी मारून) हे वेटोळं कात्रीमधून सोडवायचं आहे.



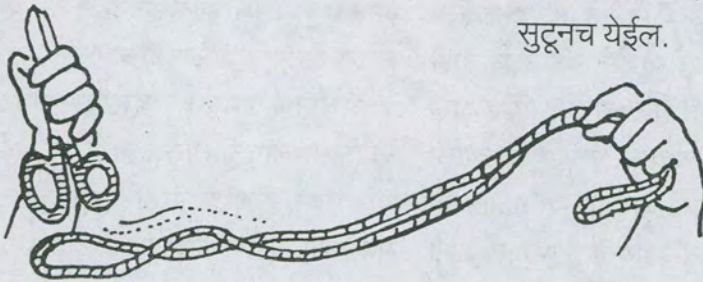
सोडवण्यासाठी कात्रीच्या हँडलला लावलेला फास थोडा सैल करा.



ते टोक दुसऱ्या भोकातून ओढून घ्या.



आता ह्या छोट्या वेटोळ्यातून संपूर्ण कात्री पलिकडे घ्या.



आता वेटोळं ओढलंत की ते सुटूनच येईल.

तासवाजे झणाणा

अशीच ही एक जुनी गोष्ट आहे. एका गावात एक घंटाघर होते. घंटाघरात एक घड्याळ होते. घड्याळात तास काटा आणि मिनिट काटा. तास काटा जाडसर आणि आखूड होता तर मिनिट काटा बारीक पण लांबीने थोडा अधिक होता. मिनिट काटा पळे भरभर भरभर आणि तास काटा मात्र अगदी सावकाश जणू हत्तीची चाल, धीमे धीमे, हळूहळू... आणि हो, घंटाघरात एक घंटाही होती. टोल वाजायचे तिचे. एक वाजता एक टोल, दोन वाजता दोन टोल असे वाजत रहायचे. गावाला याची सवय झालेली.

पण घड्याळ मात्र वैशिष्ट्यपूर्ण होते. त्याचे काटे उलटेदेखील फिरत. आहे नं मजा! ज्यांनी हे घड्याळ बनवले ते या घड्याळाला सांगायला विसरलेच होते की उलटे नाही जायचे म्हणून! खूपदा हे घड्याळ नेहमीप्रमाणे नीटच चाले. पण मधूनच त्याला लहर यायची उलटं जायची. मग गावातल्या लोकांची भंबेरीच उडायची. खूपदा लोकांनी

घड्याळाला बजावलं की असं करू नकोस, जरा शहाण्यासारखं वाग. पण लोकांची अशी खिल्ली उडविण्यात त्या घड्याळाला मोठाच आनंद होत असे. मग कशाला तो त्यांची इतकी पर्वा करेल?

एक दिवस पहाटेचे पाच वाजले. पाच टोलही वाजले. कोंबडा जागा झाला. त्याने बांगही दिली. आणि जरा झोपूया म्हणून पुन्हा झोपला. एक तासाने चारचे टोल वाजले! कोंबड्याला जाग आली अन् त्याने पुन्हा बांग दिली. पुन्हा झोपला तो. खरं तर आता सहा वाजले होते. पुन्हा तासाभराने पाच टोल... टण् टण् टण् टण् टण्. आता मात्र कोंबडा चक्रावला. बांग दिली त्याने पटकन आणि आज रोजच्यापेक्षा इतकं फटफटलं कसं याचं त्याला आश्चर्यही वाटायला लागलं

अचानक शाळेची बस रस्त्यावरून धावायला लागली. परीक्षांचे दिवस आणि थांब्यावर कुणीच नाही? ड्रायव्हरला समजेचना. गावात काही कुठं हालचाल नाही



कशी? जणू सगळा गाव अचेतन, निर्जीव झाल्यासारखा! त्यानं स्वतःच्या घड्याळात पाहिलं. सात वाजले होते. घंटाघरातील घड्याळ मात्र पाच वाजल्याचे सांगत होते. त्यानं डोळे चोळले आणि पुन्हा खात्री करून घेतली. सातच वाजले होते. घंटाघरातील घड्याळाची 'मजा' त्याच्या लक्षात आली.

भोंगा वाजवत वाजवत त्यानं गावातनं चक्कर मारली. सात वाजलेत, सात वाजलेत असं आरडत ओरडत त्यानं सांगितलं गावाला. मुलांची तयारी होईपर्यंत त्याला थोडं थांबावं लागलं. तरीही काही मुलांची

बस चुकलीच त्यादिवशी. ड्रायव्हरला कसेतरीच वाटले. गावातले लोक खूपच नाराज झाले. हे घड्याळ चालत तर होते, पण लोकांची छेड काढायची, त्यांची चेष्टा करण्याची त्याला सवय लागली होती. त्यांनी ठरविले घड्याळाला धडा शिकवायचा म्हणून. एकदा, रात्रीच्या वेळी, घड्याळाला जरा झोप आल्यावर त्यांनी तास अन् मिनिट काटा परस्पराना टाकले बांधून. मिनिट काटा पुढे सरकण्याची शिकस्त करित होता. त्याला काही पुढे जाता येईना. त्याने झोपेतच थोडा पुन्हा प्रयत्न केला खरा पण नाही जाऊ शकला

पुढे. त्याला वाटले तास काटा त्याची मजा करीत असेल. तो म्हटलाही तास काट्याला, 'ए सोड, सोड मला, मला जायचंय पुढच्या मिनिटाकडे.'"

थोडीशी खरखर झाली असं वाटलं. त्याला वाटलं, झाली, संपली मजा. पण छे! पुढे जाताच येईना त्याला. शेवट, त्याने डोळे उघडले आणि सगळीकडे पाहिले. गडद अंधार आणि सुनसान वातावरण. घंटाघराच्या खाली मात्र काही तरी खुसपुस जाणवली त्याला. त्यानं जरा निरखून पाहिलं तर धक्काच बसला त्याला. सगळं गाव जमलं होतं तिथे. सगळे बघत होते घड्याळाकडे. त्यानं जरा सावरलं स्वतःला आणि त्याच्या लक्षात आलं की तो का नाही पुढे जाऊ शकत. त्याला बांधलं होतं ना! तास काट्याला त्यानं अंग घासत घासतच उठवलं,

"मला उठवण्याचं काही कारण आहे का आता?" तास काटा म्हणाला.

"खाली बघ, मूर्खा", मिनिट काट्याने नाराजीने सांगितले.

"लेका झोप. उगीच बरळू नकोस. काहीच नाहीये खाली. तुला स्वप्न पडलं की काय? झोप."

"अरे तास काट्या, तुला दिसणार कसं? तुझे डोळे मिटलेत".

मग मात्र तास काट्याने डोळे तसेच चोळत खाली पाहिलं. सगळं गाव दिसलं. त्याला वाटलं जणू आभाळच कोसळलं आता.

"तुझी चाल अगदी संध अन् त्यामुळं तुला समजतंही हळूहळू. अरे आपल्याला पहाताहेत ते सारे आणि आपण बांधले गेले आहोत एका दोरीने. जाणवतंय का तुला? मी रेसभरही पुढे जाऊ शकत नाही".

तास काट्याने स्वतःकडे कटाक्ष टाकला अन् दोरीवर हात फिरवून पाहिलं तेव्हा त्याच्या लक्षात आले की घंटाघराला तो बांधला गेला आहे.

"काय आचरटपणा आहे हा? का बांधलं आहे आम्हाला, तुम्ही? कसे हलणार मग आम्ही? वेळ कशी कळणार तुम्हाला मग? कोंबडा बांग तरी कशी देईल? तुमचाच गोंधळ होईल की!" अजूनही तोऱ्यातच तो बोलत होता.

मिनिट काटा त्याला थांबवण्याचा प्रयत्न करीत होता. पण व्यर्थ. तास काटा आरडाओरडा करीत कांगावा करीतच होता. हळूहळू लोक निघून गेले. कुणीच घड्याळाला काही बोलले नाही. त्यांचं असं शांत असणं घड्याळाला 'भयान' वाटत होतं. काट्यांना रात्रभर साथ देणारा चंद्रही एका ढगामागं गेला. खूपच शांत आणि दीर्घ

रात्र वाटली ती दोघांना.

दुसऱ्या दिवशी सूर्य उगवला. कोंबड्याची झोप झाली, त्यानं बांग दिली. हळूहळू लोक जागे झाले. गोठ्यातल्या जनावरांना चारापाणी देऊ लागले. मुलंही शाळेत जाण्याच्या तयारीला लागली. सात वाजता शाळेची गाडी आली आणि मुले शाळेत देखील गेली. लोकही आपल्या दैनंदिन कामात जुंपले गेले. कुणी घंटाघराकडे पाहिलं सुद्धा नाही. रस्त्यावरच्या बेवारस कुत्र्यांही आपला नेहमीचा घंटाघराच्या शेजारचा ठिय्या बदलला. तिथे कधी घड्याळ नव्हते, असं समजून लोक वागू लागले. असेच काही दिवस गेले. लोक त्या घड्याळाशिवायच जगू लागले. घड्याळाला जाणवू लागले की लोकांनी किती सहजपणे आपल्याला टाळलं आहे. आपल्या आचरटपणाचा त्यांना पश्चाताप वाटू लागला. त्यांनी घंटेला सांगितले की “तू वाज”. तिलाही दया आली, त्यांच्या पश्चात्तापाचा प्रामाणिकपणा तिला जाणवला.

रात्री अधेमधेच घंटा वाजू लागली. लोक घराबाहेर आले. सगळे जसे जमले तशी घंटा बंद झाली.

“मिनिट काट्याने व मी उलट चालून तुम्हा सगळ्यांची मजा केली त्याबद्दल मला खेद आहे. खरंच मी असं करायला नको होतं.

आम्हाला आणखी एक संधी द्या. तुम्हाला ‘वेळ सांगण्याचे’ काम आम्हाला करायचे आहे. मिनिट काट्यालाही हेच म्हणायचे आहे”.

मिनिट काट्यानेही शक्य तितकी हालचाल करून पुस्ती जोडली.

लोक आपसात बोलू लागले. मुलांनी लगेचच घड्याळाला माफ केले. तास काट्याने व मिनिट काट्याने पूर्ववत काम करावे अशी त्यांनी सूचना केली. मग सगळ्या गावाने दुजोरा दिला. त्यांना बंधनातून मोकळे केले गेले.

नवी हवा वाहू लागली, नवा जोम काट्यांत संचारला. मोठ्या आनंदाने त्यांनी कामाला सुरुवात केली. त्यांच्या फिरण्याचा नाद घुमू लागला. टिक् टिक् टिक् टिक्.....!

त्याच्या तालावर गावाचे कामही सुरु झाले.

चकमक जानेवारी २००३ मधून साभार.



अनुवाद : नागेश मोने, वाई येथे
द्रविड हायस्कूलमध्ये विज्ञान शिकवतात.
विज्ञान वाचनालय चालवतात.

सभासदत्वाचा नमुना फॉर्म

वार्षिक सहा अंक	किंमत	हवे असतील त्यापुढे ✓ खूण करा.
मागील उपलब्ध सर्व अंक (१५)	रु. २२५/-★	
वार्षिक वर्गणी	रु. १२५/-	
एकूण		बँक ड्राफ्ट / चेक ५/मनी ऑर्डर

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

शैक्षणिक संदर्भच्या वर्गणीसाठी रु.

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

५ (पुण्याबाहेरच्या चेकसाठी वरील रकमेवर रु. १५/- अधिक पाठवावेत.)

नाव _____

पत्ता _____

सही _____

तारीख _____

संदर्भ, वंदना अपार्टमेंट्स, आयडियल कॉलनी, कोथरूड, पुणे ३८.

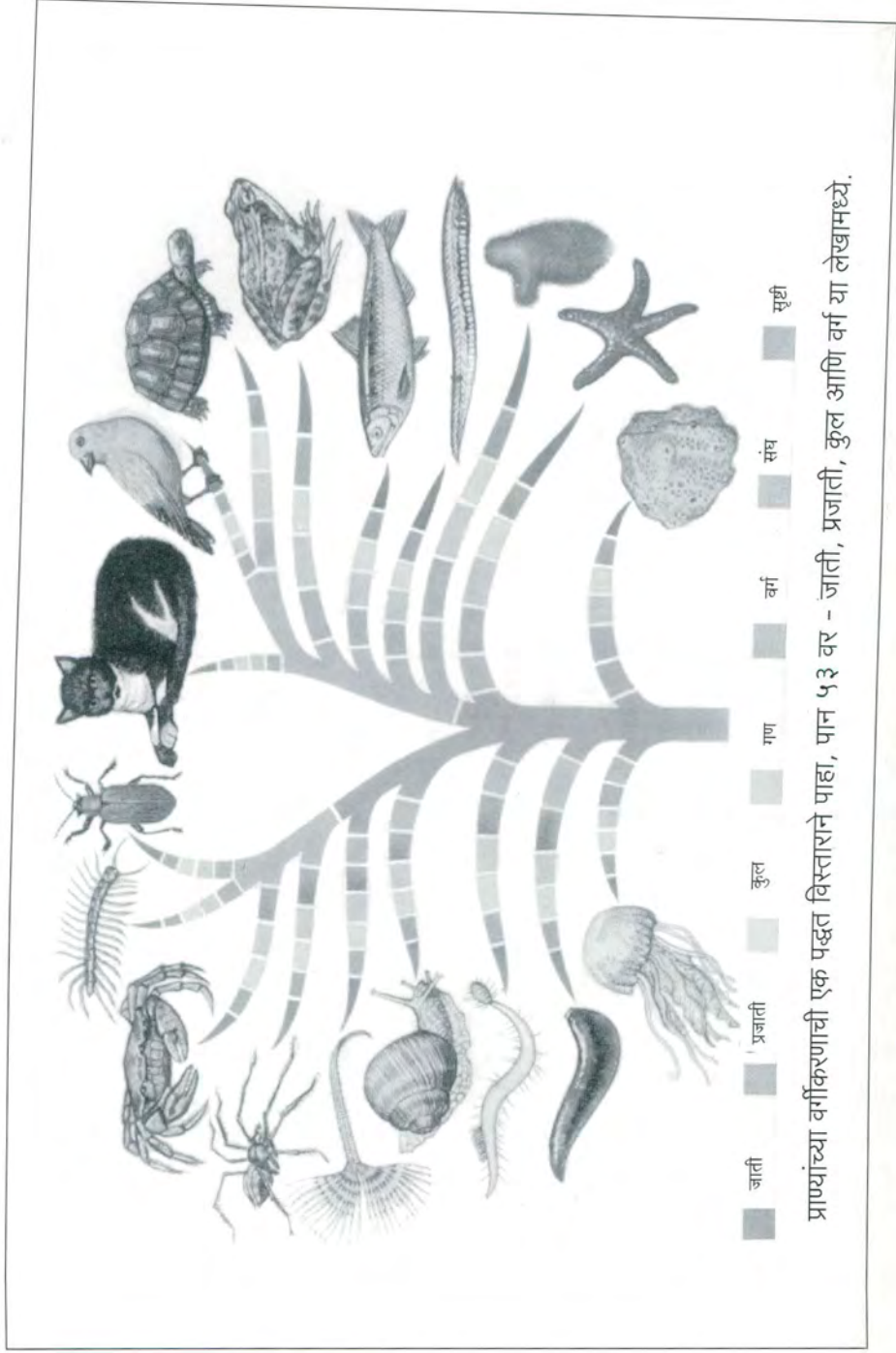
फोन : ०२०-५४६१२६५. वेळ : १२.३० ते ४.

आमचे प्रतिनिधी १) श्री. नंदलाल जोशी, चंद्रमा - १७ ब, अंकुर, महाबँक सोसायटी

सावेडी रोड, अहमदनगर ४१४ ००१.

२) श्री. नागेश मोने ११२३, ब्राह्मणशाही, भाग्योदय निवास,

वाई, जि. सातारा.



प्राण्यांच्या वर्गीकरणाची एक पद्धत विस्ताराने पाहा, पान ५३ वर - जाती, प्रजाती, कुल आणि वर्ग या लेखामध्ये.

शैक्षणिक चंद्रर्भ - डिसेंबर २००३ - जानेवारी २००४ RNI Regn. No. : MAHMAR/1999/3913

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



जाती प्रजाती कुल श्रेणी