एप्रिल - मे ०८

अंक ५१

शैक्षणिक संदर्भ

शिक्षण आणि विज्ञान
यात रुची असणाऱ्यांसाठी

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

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

साहाय्य :
ज्योती देशपांडे, यशश्री पुणेकर,
स्वाती केळकर, राजेंद्र गाडगीळ.

अक्षरजुळणी :
न्यू वे टाईपसेटर्स अँड प्रोसेसर्स

मुखपृष्ठ मांडणी, छपाई :
रमाकांत धनोकर, ग्रीन ग्राफीक्स.

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

शैक्षणिक

संदर्भ

अंक ५१
एप्रिल - मे ०८

पालकनीती परिवारसाठी
निर्मिती आणि वितरण : संदर्भ

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

● युरोपिय आधुनिक कला या लेखातील सर्व चित्रे राम अनंत थत्ते यांच्याकडून साभार.

पोस्टेजसहित
वार्षिक वर्गणी रु. १२५/-
अंकाची किंमत : रुपये २०/-

मुखपृष्ठावरील पारदर्शक पंखाचे हे फुलपाखरू (Greta Oto) कोस्टारिका मधे सापडते. उष्णकटिबंधात आणि सदाहरित जंगलातही ही फुलपाखरे राहतात.
(फोटो : मायकेल, पॅट्रिशिया फॉग्डेन)

ऑस्ट्रेलियाच्या दक्षिण-पश्चिम बाजूच्या समुद्रात राहणारा हा समुद्री घोडा (Leafy Sea Dragon) त्याच्या शेपटीला असलेल्या 'पानां'मुळे तो शेवाळासारखा दिसतो आणि पाण्यात निर्धास्त वावरतो. समुद्री घोड्यासारखाच तो पिल्ले बाहेर पडेपर्यंत शेपटावर अंडी सांभाळतो.
(फोटो : जेम्स डी. वॅट.)

प्राण्यांमधील अनुकूलनाबद्दल वाचू या पान ३५ वरील लेखात. फोटो 'गुड प्लॅनेट' च्या 'अलाईव्ह' या प्रदर्शनातून. अधिक माहिती पान ७८वरील लेखात.

अनुक्रमणिका

शैक्षणिक संदर्भ अंक - ५१

- पन्नासाव्या अंकाच्या निमित्ताने ३
- कमळ प्रभाव ७
- अदृश्य नद्या १३
- ताऱ्यांचे जीवनमरण २१
- वेडे संशोधक ३०
- अनुकूलन ३५
- युरोपीय आधुनिक कला ४५
- फुलपाखरे पाळू या ५२
- हवामान बदल व शाश्वत ऊर्जा-५ .... ५५
- रांगणाऱ्या चांदण्या ५८
- आयुष्मान भव ६०
- गुरू ६२
- कॅन्सर, कोकेन आणि कौशल्य ६६
- जिगसॉ पझल ७५
- शाश्वत विकासाकडे जाऊ या ७८

हे लेख शालेय पाठ्यक्रमाला पूरक आहेत.

विज्ञानातील नवा विचार येऊन त्याचा वापर दैनंदिन व्यवहारात व्हायला लागण्यामधला कालावधीही अतिशय कमी झाला आहे. कोणत्याही समाजाची खऱ्या अर्थाने प्रगती होण्यासाठी वैज्ञानिक प्रवृत्ती आणि तार्किकतेच्या पातळीवर प्रत्येक गोष्ट तावून सुलाखून घेण्याची स्वाभाविक प्रेरणा हा प्रत्येक समाजघटकाचा स्थायी भाव व्हायला हवा. त्याअर्थाने 'विज्ञान शिक्षण' (म्हणजेच वैज्ञानिक चिकित्सेचे व शोधकतेचे शिक्षण) ही प्रत्येक व्यक्तीची गरज बनली आहे. त्यामुळे मराठी भाषेतून विज्ञान 'शिकण्याची' आणि वैज्ञानिक विचार आपापल्या पातळीवर पुढे नेऊ इच्छिणाऱ्यांची गरज 'पॉप्युलर सायन्स' स्वरूपाच्या लिखाणातून पूर्णपणे भागत नाही.

शैक्षणिक संदर्भ विज्ञान विषयक सामान्य ज्ञान वाढवण्याच्या पलीकडे जाऊन विज्ञान शिकण्या-शिकवण्याची इच्छा असलेल्यांसाठी आहे. त्यामुळे रूढार्थाने मराठी भाषेतून विज्ञान शिकवणारे शिक्षक आणि विज्ञान शिकणारे (साधारण माध्यमिक पातळीवरचे) विद्यार्थी, तसंच सजग पालकवर्ग हा शैक्षणिक संदर्भचा मुख्य वाचक आहे. पण अधिक डोळसपणे आयुष्य जगू इच्छिणारा प्रत्येकजण हा या द्वैमासिकाचा वाचक बनू शकतो.

संदर्भचा वाचक वर्ग महाराष्ट्रभर पसरला आहे. पुण्यामुंबईकडील भागात संदर्भ बऱ्याच लोकांना माहिती आहे. यवतमाळ, चंद्रपूर जिल्ह्यातील सर्व शाळांमध्ये संदर्भ जात होता. जळगाव जिल्ह्यांतही अनेक वर्गणीदार आहेत. सातारा, सांगली, कोल्हापूर या भागात शैक्षणिक संदर्भची आणि संदर्भच्या इतर उपक्रमांची ओळख व्हावी या हेतूने संदर्भच्या पन्नासाव्या अंकाचे प्रकाशन सांगलीमध्ये हुतात्मास्मारक येथे करण्यात आले. संदर्भच्या संपादक मंडळातील श्री. नागेश मोने यांनी कार्यक्रमाचं आयोजन केलं होतं. सांगलीच्या रोटरी क्लबचा या संयोजनात महत्त्वाचा सहभाग होता.

कार्यक्रमाच्या पूर्वार्धात

संदर्भचे लेखक किरण बर्वे यांची विद्यार्थ्यांसाठी गणितविषयक कार्यशाळा झाली. गणिताचा अभ्यास कशासाठी करायचा आणि त्या अभ्यासात कोणत्या गमतीजमती आहेत ते त्यांनी प्रात्यक्षिकांसह मुलांना सांगितल्या. गणित ऑलिंपियाडबद्दल माहितीही सांगितली. मुलांचा त्यांना उत्स्फूर्त प्रतिसाद मिळाला.

कार्यक्रमाच्या उत्तरार्धात दोन पुस्तकांचा प्रकाशन सोहळा डॉ. आनंद कर्वे यांच्या हस्ते झाला. संदर्भच्या पन्नासाव्या अंकासोबतच श्री. मोनेसरांनी अनुवादित केलेल्या '१०० चौरसांचे अनेक उपयोग' या पुस्तकाचेही प्रकाशन झाले.

या वेळी डॉ. आनंद कर्वे यांचं 'दैनंदिन जीवनातील वैज्ञानिक दृष्टिकोण' या विषयावर अध्यक्षीय भाषण झाले.

'विज्ञान आणि वैज्ञानिक हे आपल्या जीवनाचाच एक भाग आहेत. आपल्याला येणाऱ्या अनुभवांमागचे कार्यकारण शोधण्याचा प्रयत्न प्रत्येकाने करायला हवा. वैज्ञानिक दृष्टिकोण म्हणजे काय ? तर, आपल्या भोवती घडणाऱ्या घटनांकडे लक्षपूर्वक पाहणे आवश्यक आहे. या घटनांच्या सूक्ष्म निरीक्षणातून त्यामागची कारण शोधणं शक्य होतं. मात्र यासाठी चौकस वृत्ती बाळगणं महत्त्वाचं आहे. कोणतीही गोष्ट आंधळेपणानं स्वीकारण्यापेक्षा का व कसे हे प्रश्न विचारून त्यांची उत्तरे शोधण्याची वृत्ती असायला हवी.' यासाठी त्यांनी संशोधनातील स्वत:चे अनुभव सांगितले.

'शाळा कॉलेजमध्ये शिकवल्या जाणाऱ्या विज्ञानातील संकल्पना, सूत्रे नुसती पाठ करण्यापेक्षा त्यांचा आपल्या जीवनातील घटनांशी पडताळा घ्यावा. म्हणजेच त्या घटनेमागचा शास्त्रीय कार्यकारण भाव जाणता येतो. आपले अनुभव शास्त्रीय निकषांवर पडताळून पाहणे अतिशय महत्त्वाचे आहे. आपल्या अनुभवांची इतरांच्या अनुभवांशी तुलना करून खात्री करणं,

अनुभव सिद्ध करण्याच्या दृष्टीनं माहिती जमा करणं आणि माहितीची पुनर्बांधणी करणं या संशोधनातल्या पुढल्या पायऱ्या आहेत.

'निसर्गात, आपल्या अवतीभवती एकाच वेळी अनेक घटना घडतात. अनेक घटक कार्यरत असतात. या घटकांचा परस्परसंबंध, एकत्रित परिणाम पाहणं गरजेचं असतं. विज्ञान युगातील अनेक अत्याधुनिक तंत्रांचा वापर आपण करतो. त्यामुळे प्रत्येक गोष्टीमागे वैज्ञानिक चिकित्सेने पाहण्याची सवय स्वत:ला लावून घ्यावी.' आजच्या काळात प्रत्येकाने वैज्ञानिक दृष्टिकोण बाळगणे अत्यंत गरजेचं आहे, हे डॉ. कर्वे यांनी आपल्या शैलीदार भाषणातून, स्वत:चे अनुभव सांगत श्रोत्यांना पटवून दिलं.

या कार्यक्रमाला संदर्भचे अनेक लेखक, प्रतिनिधी, हितचिंतक उपस्थित होते. सांगलीतील अनेक मान्यवर, विद्यार्थी, पालक आणि शिक्षक यांनी कार्यक्रमाला उत्तम प्रतिसाद दिला.

प्रतिसाद

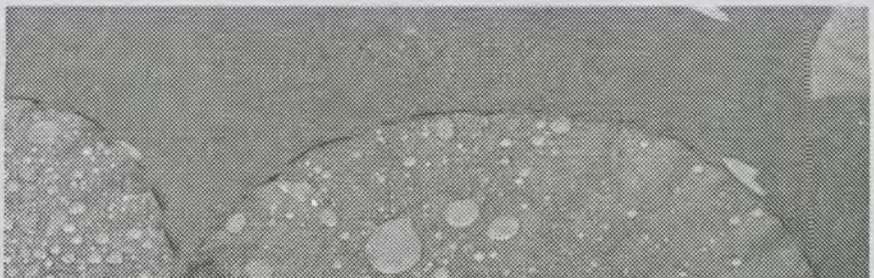
मा. कार्यकारी संपादक

सस्नेह नमस्कार !

संदर्भ या मासिकाच्या ५०व्या अंकाच्या प्रकाशनाच्या निमित्ताने आयोजित केलेल्या कार्यक्रमाला उपस्थित राहण्याचा योग आला, प्रकाशनाचा कार्यक्रम नीटस आणि आटोपशीर झाला. प्रा. मोने यांचे भाषण प्रसंगोचित आणि ज्या उद्देशाने हा कार्यक्रम आयोजित करण्यात आला त्याबद्दलचे त्यांचे निवेदन आवाहन वाखाणण्याजोगे झाले. डॉ. आनंद कर्वे यांचे सहज-सोपे मराठी भाषण केवळ शेती व्यावसायिकांनाच नव्हे तर तेथे उपस्थित असणाऱ्या सामान्य लोकांना आणि जिज्ञासूंना मार्गदर्शी होते. संशोधनाचा पाया निरीक्षण, निरीक्षणातून मिळालेल्या माहितीतून, मिळालेल्या कार्य-कारणभावाच्या चिंतनावर कसा अवलंबून असतो ते त्यांनी स्वत:च्या प्रयोगशील अनुभवांतून दाखवून दिले. प्रकल्प करणाऱ्या विद्यार्थ्यांना आपल्या प्रकल्पाची आखणी कशी करावयाची याचा बोध त्यातून घेता येईल. लोकोपयोगी संशोधन कसे करावे याचा तो वस्तुपाठ होता.

असे कार्यक्रम सहज होत नाहीत. त्या पाठीमागे, तपशिलवार नियोजन, कार्यालयीन आणि इतर कार्यकर्त्यांचा उत्स्फूर्त सहभाग, पडेल ते काम करण्याची वृत्ती या गोष्टी अतिशय आवश्यक असतात. त्या आपल्या कार्यकर्त्यांमध्ये सहज रुजल्या आहेत. संदर्भच्या पुढच्या वाटचालीसाठी शुभेच्छा !

- पुरुषोत्तम जोशी



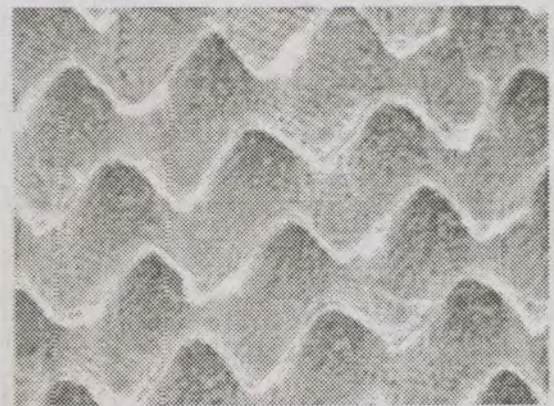
कमळप्रभाव

लेखक : टी.व्ही. वेंकटेश्वरन ● अनुवाद : यशश्री पुणेकर

कमळ चिखलात उगवतं पण तरीही ते कधी चिखलानं माखलेलं दिसत नाही. त्याची पानं चिखलात असूनही स्वच्छ असतात. त्यांच्यावर धूळसुद्धा नसते. कदाचित याच कारणास्तव भारतीय संस्कृतीत कमळाला पवित्र, निर्मल मानलं असावं. देवदेवतांच्या पायांना, डोळ्यांना, हृदयाला कमळाची उपमा देण्यामागेही त्याची निर्मलता असावी.

आपल्या आजूबाजूच्या झाडांची पानं पाहिली तर त्यांच्यावर धूळ, कीटकांची अंडी, एखादा डाग, प्रदूषणामुळे काजळी काहीतरी दिसतंच पण कमळाचं पान मात्र स्वच्छ दिसतं असं का? कमळाच्या पानांनाही धूळ आणि प्रदूषणाचा सामना करावा लागतोच, पण या सर्वांपासून कमलपत्रं कसा बचाव करतात?

आधुनिक संशोधनात असं आढळलंय की कमळाच्या पानांच्या पृष्ठभागावर अनेक सूक्ष्म खड्डे असतात. हे खड्डे कमळपत्राच्या स्वच्छतेत महत्त्वपूर्ण काम करतात. त्यांच्याबद्दल जरा नंतर बोलू या पण आता इतकंच लक्षात ठेवा की कमळाच्या या स्वत:ला स्वच्छ ठेवण्याच्या गुणधर्माला कमळप्रभाव (lotus effect) म्हणतात. या



कमळपानाच्या पृष्ठभागाचा सूक्ष्मदर्शकातून घेतलेला फोटो. यामध्ये त्यावरील सूक्ष्म खड्डे आणि उंचवटे दिसत आहेत.

अशी काळजी झाडांना घ्यावी लागते. पानं याचसाठी जलविकर्षक म्हणजेच जलाकर्षकच्या विरुद्ध गुण असणारी.

कमलपत्राची न भिजण्याची अद्‌भूत क्षमता आपल्याला अनेक वर्षांपासून माहिती आहे. ही क्षमता पानाच्या पृष्ठभागाच्या संरचनेमुळे निर्माण होते.

कमळप्रभावाच्या शोधामुळे निसर्गातील चमत्काराची एक झलक दिसते.

कमळपत्र इतकं स्वच्छ कसं ?

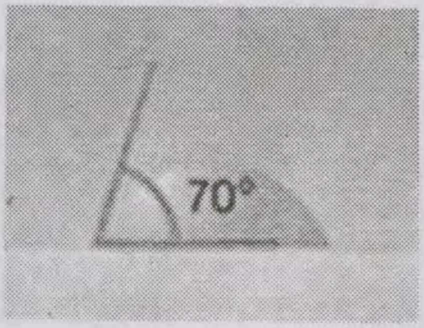
झाडांची एक मूलभूत समस्या म्हणजे त्यांना सतत प्रदूषणाला तोंड द्यावं लागतं. वेगवेगळ्या प्रकारची धूळ, काजळी शिवाय काही जैविक प्रदूषकं. उदा. बुरशीचे बीजाणू (spores), पानांवर स्रवणाऱ्या पदार्थांना लागणारी बुरशी, शेवाळं इ.

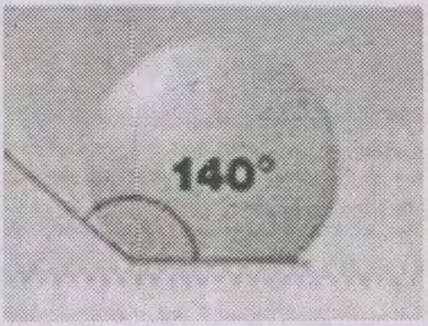
निसर्गातून होणाऱ्या अशा आक्रमणांपासून संरक्षण करणं झाडांसाठी अत्यावश्यक ठरतं. म्हणूनच उत्क्रांतीच्या काळात पानांनी धूळ आणि प्रदूषकांपासून बचाव करण्याची व्यवस्था विकसित केली आहे. कमलपत्रांच्या पृष्ठभागाची ओलं होण्याची क्षमता कमी असते. पावसाळ्यात जिवंत राहण्यासाठी पानांनी पाणी शोषू नये

पृष्ठभागावर असलेल्या सूक्ष्म खड्ड्यांमुळे आणि त्यावर असलेल्या मेणासारख्या स्फटिकांमुळे कमळाची पानं जलविकर्षक बनतात. इथे सूक्ष्म रचना, रासायनिक गुणधर्म, ओलेपणा आणि प्रदूषणापासून बचाव यांचा परस्परसंबंध दिसून येतो. कदाचित तुम्ही गोंधळात पडला असाल. पानांचा पाणी न शोषण्याचा गुणधर्म आणि प्रदूषणापासून बचाव यांचा काय संबंध - असं वाटतंय ना तुम्हाला ?

पदार्थ ओला कशामुळे होतो ?

पदार्थ ओला होणे किंवा न होण्यामागच्या कारक घटकांचा अभ्यास गेली अनेक वर्ष संशोधक करत आहेत. पण अजूनही त्याबद्दल फारशी माहिती मिळालेली नाही. पण तरीही आत्तापर्यंत मिळालेल्या माहितीवरून काही नियम आपल्याला समजू शकतात.





पदार्थ ओला न होण्यासाठी इतर घटकांबरोबरच पाण्याच्या थेंबाचा पृष्ठभागाशी झालेला कोनही महत्त्वाचा ठरतो. पहिल्या चित्रात पाण्याचा थेंब पृष्ठभागावर जास्त पसरलेला आहे. त्यामुळे संपर्क कोन कमी आहे. त्यामुळे पदार्थ लवकर आणि जास्त भिजतो याउलट दुसऱ्या चित्रात संपर्क कोन जास्त असल्यामुळे पाण्याचा थेंब जवळजवळ गोल आहे. कमळाची पाने याचमुळे ओली होत नाहीत.

कोणत्याही पदार्थाची आजूबाजूच्या हवा आणि पाण्याने ओलं होण्याची क्षमता पाणी किंवा हवा आणि पदार्थ यांच्या आंतरपृष्ठीय ताणावर अवलंबून असते. पदार्थाच्या पृष्ठभागावर पाण्याच्या थेंबाचा कोन किती असेल यावर त्या पदार्थाच्या भिजण्याची क्षमता ठरते. पाण्याच्या थेंबाचा ०° चा कोन म्हणजे पूर्णपणे ओलं होण्याची क्षमता. पाण्याचा थेंब एखाद्या थरासारखा पसरत जातो. पाण्याच्या थेंबाचा १८०° चा कोन याचा अर्थ आहे अजिबात न भिजणे. थेंब फक्त पृष्ठभागाशी एका बिंदूने जोडलेला असतो.

आंतरपृष्ठीय तणाव अधिक असलेले पदार्थ जास्त ओले होतात. उदा. टिपकागद याचा आंतरपृष्ठीय ताण जास्त असल्याने पाण्याच्या थेंबाचा कागदाशी ०° चा कोन होतो आणि कागद पूर्ण भिजतो. याउलट टेफ्लॉनसारखे कमी आंतरपृष्ठीय ताण असलेले पदार्थ आणि पाण्याचा थेंब यांच्यात जवळ जवळ १८०° चा कोन होतो आणि असे पदार्थ भिजत नाहीत.

याचबरोबर पृष्ठभागाची रचनाही ओलेपणाच्या क्षमतेवर परिणाम करते. कोणत्याही पृष्ठभागावर पाण्याचा परिणाम त्याच्या खडबडीतपणावर अवलंबून असतो. एखाद्या गुळगुळीत आणि सहज ओल्या होणाऱ्या पृष्ठभागाला खडबडीत केल्यास त्याची भिजण्याची क्षमता अजूनच वाढते. उदा. एखादा पॉलिश केलेला लाकडाचा तुकडा खडबडीत केला तर जास्त ओला होतो.

पण एखादा जलविकर्षक पृष्ठभाग खडबडीत केला तर तो जास्त जलविकर्षक

होतो. म्हणजेच त्याची भिजण्याची क्षमता नगण्य होते. जेव्हा पृष्ठभाग खडबडीत केला जातो. तेव्हा त्यावर सूक्ष्म खड्डे पडतात. हा खड्डा आणि पाण्याचा थेंब यांच्यामध्ये हवा अडकून राहते आणि पृष्ठभाग ओला होत नाही. पृष्ठभागावर सूक्ष्म खड्डे असलेल्या आणि मेणासारखे स्फटिक असलेल्या कमळाच्या पानावर म्हणूनच पाणी टिकत नाही. वैशिष्ट्यपूर्ण पृष्ठरचनेमुळे पान आणि पाण्याचा थेंब यांचा अतिशय कमी संपर्क येतो आणि पाणी झुळकन खाली ओघळतं.

न भिजण्याची क्षमता आणि स्वच्छता.

जेव्हा एखाद्या पदार्थावर पाणी ओतलं जातं तेव्हा त्यावरची धूळ, माती, प्रदूषकं इत्यादी पाण्याबरोबर वाहून जाणं अपेक्षित असतं. असं झालं तरच तो पदार्थ स्वच्छ झाला असं आपण म्हणतो.

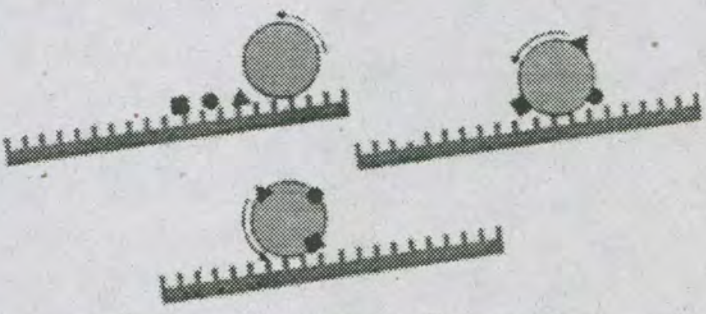
कमळाच्या पानाच्या रचनेमुळे त्यावर पाणी टिकत नाही, ते ओलं होत नाही पण मेणासारख्या चिकट स्फटिकांमुळे त्यांच्यावर धूळ, माती इत्यादी घाण चिकटू शकते. जेव्हा पृष्ठभाग जलविकर्षक असेल आणि खडबडीतही असेल तेव्हा तो पाण्याबराबेरच धूळ मातीच्या कणांनाही अटकाव करतो. कारण अशा पृष्ठभागावरून जेव्हा पाणी घरंगळून जातं तेव्हा धूलीकण पाण्याच्या थेंबात मिसळतात आणि पाण्याबरोबर वाहून जातात. याच कारणामुळे कमळपत्र स्वच्छ दिसतात.

धूळ मातीसारखे प्रदूषक स्वत: जलाकर्षक असल्याने पाण्याबरोबर निघून जातात पण जेव्हा प्रदूषक स्वत:चं जलविकर्षक असेल तेव्हा काय होतं ? उदाहरणार्थ व्हायरस, बीजाणू इत्यादी.

हे पदार्थ जलविकर्षक असले तरी त्यांना पाणीच पानावरून हटवतं. हे पदार्थ पाण्याच्या थेंबाच्या पृष्ठभागावर पसरतात आणि पाण्याबरोबर खाली पडतात. जरा बारकाईनं पाहिलं तर ही प्रक्रिया नीट लक्षात येईल. धूळ आणि प्रदूषकं पानाच्या मेणासारख्या स्फटिकांच्या टोकावर पडतात. त्यामुळे पृष्ठभागाशी संपर्क कमी होतो. पाण्याचा थेंब आणि प्रदूषकामध्ये जास्त आकर्षणबल कार्य करतं आणि प्रदूषक पाण्याच्या थेंबाला चिकटून वाहून जातात.

कमळ आणि कमळप्रभाव

कमळाच्या पानावर असलेले असंख्य खड्डे त्याच्या स्वच्छतेची काळजी घेतात. कमळप्रभाव हे तंत्र प्रदूषणापासून बचाव करण्यासाठी कमळाने विकसित केले आहे. उत्क्रांतीमध्ये पर्यावरणातील बदलाला तोंड देण्यासाठी अनुकूलन होत गेलं आणि झाडांच्या पानांच्या पृष्ठभागाला तापमानावर नियंत्रण, उत्सर्जन, श्वासोच्छवास इत्यादी अनेक कामं दिली गेली. म्हणजेच कोट्यवधी वर्षांपासून पानांचा पृष्ठभाग ही एक



पाण्याचा थेंब पानावरून घरंगळून जाताना धूळ किंवा परागकणांना आपल्याबरोबर घेऊन जातो. घरंगळणारा थेंब पानाचा खडबडीत पृष्ठभाग ओला करू शकत नाही; पण धूळ आणि परागकण मात्र ओले होतात आणि पाण्याच्या थेंबाला चिकटतात. थेंबाबरोबर घरंगळून जातात. या कमळप्रभावामुळे कमळाची पानं स्वच्छ दिसतात.

बहुउद्देशीय व्यवस्था झाडांनी निर्माण केली .

धुळीसारखे अकार्बनिक प्रदूषक झाडांच्या ऊतींवर परिणाम करतात. धूळ भरली पानं उन्हात जास्त गरम होतात आणि आम्लधर्मी चिखल आणि धूलीकण पर्णरंध्रांना बुजवून टाकतात. बुरशी, बीजाणूंसारखे जैविक प्रदूषकही पानाच्या कामात अडथळा आणतात.

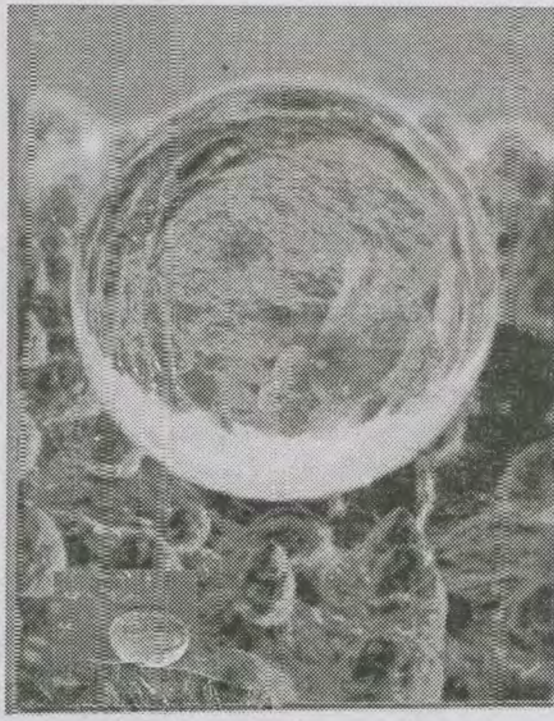
सामान्यत: पानांवर मेणासारख्या पदार्थाचा थर असतो. ती जलविकर्षक असतात त्यामुळे पावसाने त्यावरची घाण, धूळ धुतली जाते.

पानांद्वारे स्वत:ला स्वच्छ ठेवण्याच्या या तंत्रात कमळ प्रभाव हे तंत्र सर्वात परिणामकारक आहे. कमळाची पानं जलविकर्षक तर आहेतच पण खड्ड्यांमुळे प्रदूषकांचा पानाशी कमीत कमी संपर्क येतो. त्यामुळे कमळाच्या पानावर धूळ प्रदूषकं जमाच होऊ शकत नाहीत.

कमळाची पानं इतकी जलविकर्षक असतात की मध किंवा पाण्यात घातलेला गोंदही त्यावर टिकत नाही. तो खालीच घरंगळतो. खरंतर अशी पद्धत अळू कोबी, नवलकोल, ट्युलिप, ग्लॅडिओला, भारतीय रुदंती (रानहरभरा) यांच्या पानांवरही आढळते. फुलपाखरं, चतूर यांच्या पंखांवरही अशाच सूक्ष्म रचना असतात. त्यामुळेच ते स्वच्छ राहतात.

प्रायोगिक वापर

माणसाला निसर्गातून अनेक गोष्टी शिकता येतात. कमळाच्या पानाकडून स्वच्छता शिकायची असेल तर मानव निर्मित गोष्टींवर कमळप्रभावाचं तंत्र वापरायला काय हरकत आहे ? म्हणजे फक्त पाण्याने धुवूनही



कमळपत्रावरील पाण्याचा थेंब - सूक्ष्मदर्शकाखाली

त्यामध्ये जैविक गुणधर्म नाहीत त्यामुळे कृत्रिमरित्या स्वतःला साफ ठेवणारे पृष्ठभाग असा प्रभाव निर्माण करून बनवता येतील. अशा पृष्ठभागांचा वापर कुठेकुठे करता येईल? इमारतीच्या बाहेरच्या भिंतींवरचा रंग, छताच्या टाईल्स, कपडे आणि कोटिंगचं विशाल क्षेत्र यासाठी खुलं आहे. वास्तविक पृष्ठभागांवर अशा तऱ्हेच्या रचना करण्यासाठी आवश्यक पदार्थ आज उपलब्धही आहेत. बऱ्याच प्रयोग-शाळांमध्ये धूळविकर्षक पृष्ठभाग बनवण्याचे प्रयोग चालू आहेत. काही पदार्थांपासून जलविकर्षक आणि तेलविकर्षक गुणधर्मांचे पृष्ठभाग बनवता येतात. मात्र यावर अजूनही संशोधन करावे लागेल.

वस्तू चकाचक होईल. अशा पद्धतीने बनवलेल्या वस्तू फक्त पावसात उघड्यावर ठेवल्या तरी स्वच्छ होतील. विचार करा, कापडावर जर कमळप्रभाव तंत्र वापरलं तर धुण्याची कटकटच संपेल. कपडे पाण्यात खळबळायचे आणि वाळत टाकायचे की स्वच्छ. साबण, डिटर्जन्ट कशाचीच गरज नाही. पण हे अजूनही कल्पनेतच शक्य आहे. प्रत्यक्षात यावर संशोधन सुरू आहे.

कमळप्रभाव पूर्णपणे भौतिक आणि रासायनिक गुणधर्मांवर आधारित आहे.

शै. संदर्भ नोव्हें-डिसें ०७ मधून साभार.

लेखक : **टी. व्ही. वेंकटेश्वरन्**, विज्ञानलेखनात रस. विज्ञान प्रसार या नियकालिकात मुख्य वैज्ञानिक. तामिळनाडू सायन्स फोरमचेही काम करतात.

हिंदी अनुवाद : **के.बी. सिंह**, अनुवाद, लेखन आणि संपादन क्षेत्रात कार्यरत.

मराठी अनुवाद : **यशश्री पुणेकर**

अदृश्य नद्या

लेखक : सीड पर्कीन्स ● अनुवाद : गो. ल. लोंढे

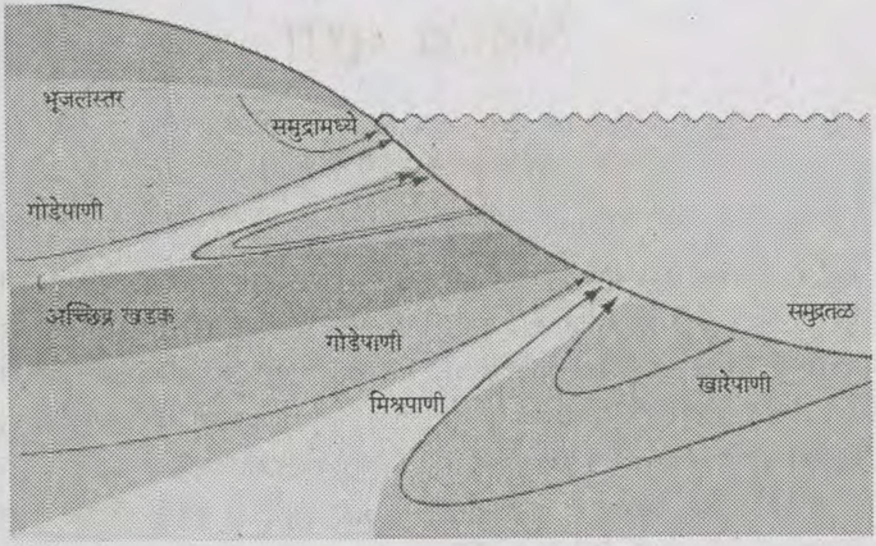
स्ट्रॅबो नावाच्या रोमन भूगोलतज्ज्ञाने असे लिहून ठेवले आहे की सुमारे दोन हजार वर्षांपूर्वी सिरीया देशाच्या लाटाकीया शहरातील खलाशी खाऱ्या पाण्याच्या भूमध्य समुद्रात चार किलोमीटरपर्यंत आपल्या बोटी घेऊन जात असत. तेथून काही मीटर खोल शिरून तेथील गोडे पाणी, मोटांमधून आणित असत आणि शहरातील लोकांची पिण्याच्या पाण्याची गरज भागवीत असत. पण हा काही चमत्कार नव्हे. आजही जॅकसोन व्हिलाच्या पूर्वेस सुमारे दहा किलोमीटर अंतरावर असलेल्या समुद्रातील एका विशिष्ट ठिकाणापासून याच पद्धतीने गोडेपाणी मिळवण्याचे काम खलाशी करतात. खरे कोणत्याही समुद्रकिनाऱ्यापासून आत, कित्येक ठिकाणी समुद्रातच गोड्या पाण्याचे झरे निर्माण होत असतात. तेथील समुद्रतळाखाली असलेले पाणी जोराने उसळून झऱ्याच्या रूपाने येते व समुद्रात शिरते.

जमिनीखालचे पाणी

पाणी दोन प्रकारांनी वाहत असते. एक म्हणजे नद्या उगम पावतात, जमिनीवरून वाहतात आणि शेवटी समुद्राला जाऊन मिळतात. आणि दुसरे जमिनीच्या खाली जे पाणी असते, ते भूजलही जमिनीखालून वाहते व शेवटी समुद्राला मिळते.

अशा प्रकारच्या भूजलाच्या नद्या फक्त विशिष्ट भौगोलिक परिस्थितीतच उत्पन्न होऊ शकतात. आपण त्यांना 'अदृश्य नद्या' असे म्हणू. काही ठिकाणी पाणी जमिनीवरून वाहत असताना वाटेतील सच्छिद्र खडकात शोषले जाते आणि नंतर भूपृष्ठाखालून त्याचा पाझर समुद्रात येतो. तर कधी असे होते की ओहोटीच्या वेळी वाळूतून किंवा सच्छिद्र खडकांमधून पाणी पार समुद्राच्या तळाशी जाते. निरनिराळ्या प्रकारे भूजल समुद्रात शिरत असते त्या सर्व प्रकारांना मिळून आपण 'पाझर' हे एकच नाव देऊ.

निरनिराळ्या प्रकारे भूजल समुद्रात शिरत असते. या मुद्यावर शास्त्रज्ञ दिवसेंदिवस जास्त लक्ष देऊ लागले व शास्त्रीय जगतात तो एक महत्त्वाचा संशोधनविषय ठरला. समुद्राच्या तळाशी काही पाझरक्षेत्रे असतात. त्या



पाण्याच्या पृष्ठभागाखाली वाहणारे प्रवाह

पाझरक्षेत्रांमधून भूजल समुद्रात शिरत असते. त्याचे प्रमाण काही ठिकाणी अगदीच कमी आढळते, म्हणजे दर दिवशी, दर चौरसमीटर पाझरक्षेत्रावरून फक्त काही लिटर भूजल समुद्रात येते. तरीपण 'थेंबे थेंबे तळे साचे' या न्यायाने हिशोब केला तर मोठ्या पाझरक्षेत्रावरून लक्षणीय प्रमाणात भूजल समुद्राला मिळत असते. त्यामुळे त्या भागातील समुद्राच्या पाण्याचा खारटपणा कमी होतो. जैविक निर्मिती व वाढ होण्यासाठी ही परिस्थिती कधी आशादायक ठरते तर कधी नाही.

गावातून वाहत येऊन समुद्रास मिळणाऱ्या पाण्यात काही पोषक घटक जास्त प्रमाणात असतात किंवा प्रदूषण करणारे व वाढवणारे घटक जास्त प्रमाणात असतात. त्याचे दूरगामी परिणाम होतात. पोषक द्रव्यांमुळे गाळातील सूक्ष्म जीवाणू व समुद्री शैवालाची वाढ होते. व घातक द्रव्यांमुळे प्रवाळ खडकांची हानी होते.

अदृश्य नद्यांबाबत संशोधन

अशा तऱ्हेच्या समुद्रात येणाऱ्या भूजलाबद्दल अनेक वर्षांपासून माहिती आहे पण त्याचा उपयोग फक्त स्थानिक लोकांनीच केला आहे. शास्त्रीय संशोधनाच्या दृष्टीने हा प्रांत जरा उपेक्षितच राहिला आहे.

समुद्रात मिळणाऱ्या भूजलाचा (गोड्या पाण्याचा) काही थोडे लोक फायदा घेतात.

पाझर क्षेत्रावर भोक पाडून भूजल मिळवणे आजकाल फार सोपे झाले आहे. काही ठिकाणी भूजलाचा भरपूर साठा उपलब्ध होत असल्यामुळे संबंधित शास्त्रज्ञ आता बारकाईने विचार करू लागले. समुद्रात पाझरक्षेत्रे कोठे कोठे असतील? आकाराने ती पाझरक्षेत्रे किती मोठी असतील? त्यातून किती गोडेपाणी मिळेल? या किंवा यासारख्या प्रश्नांची उत्तरे शोधण्यासाठी आराखडे तयार करणे, गणित करणे, सर्वसामान्य माणसांना या संशोधनाची कल्पना यावी म्हणून प्रारूपे (मॉडेल्स) तयार करणे ही कामे सुरू झाली. तसेच भूजलात विरघळलेले वायू आणि भूजलात असलेले पोषक पदार्थ यांचे अचूक मोजमाप करण्यासाठी लागणारी उपकरणे विकसित होऊ लागली.

गोड्या पाण्याच्या भूपृष्ठावरील आणि भूपृष्ठाखालील प्रवासाचा अभ्यास करणाऱ्या बहुतेक शास्त्रज्ञांचा असा समज होता की गोड्या पाण्याच्या प्रवासाचा शेवटचा टप्पा म्हणजे समुद्रकिनारा होय. त्या काळात पुष्कळ सागरतज्ज्ञांना माहीत होते की, जमिनीवरील गोडेपाणी समुद्रात झिरपते. परंतु त्यांना वाटत असे की त्या गोड्या पाण्याचा झिरपा अगदी कमी होत असेल; एकंदरीत विचार करता त्याचा फारसा परिणाम होत नसेल. त्यामुळे या विषयावर पूर्वी फारसे संशोधन झाले नाही.

किती गोडे पाणी?

भूपृष्ठावरून नद्या, नाले, ओहळ या स्वरूपात समुद्राला जाऊन मिळणाऱ्या पाण्याचा हिशोब करणे हे एकवेळ सोपे आहे. पण जमिनीखालून कमी वेगाने झिरपणारे नक्की किती पाणी समुद्रात शिरते हे ठरविणे अवघड आहे आणि त्याबद्दल अभ्यास करणेही अवघडच आहे. विविध सच्छिद्र खडकांमधील सच्छिद्रतेचे प्रमाण सारखे नसते. त्यामुळे ठिकठिकाणी पाझरणाऱ्या पाण्याचा वेग सारखा नसतो. म्हणून शास्त्रज्ञांना समुद्राच्या आत अत्यंत विस्तीर्ण भागात असणाऱ्या विविध पाझरक्षेत्रांमधून समुद्रात शिरणाऱ्या पाझरपाण्याचे मोजमाप करण्याची आवश्यकता वाटली. त्या निरनिराळ्या उत्तरांची सरासरी काढून त्यावरून त्यांना समुद्रात पाझरणाऱ्या पाण्याच्या प्रमाणाचा थोडा अंदाज काढता आला. सर्वेक्षण केल्यावर असे आढळले की जगातील काही समुद्राच्या किनारपट्ट्यांवर पाण्याच्या झिरप्याचे प्रमाण खूप कमी आहे तर काही ठिकाणी ते जास्त आहे. फ्लॉरिडाच्या बिसकॅने उपसागरातील पाझरक्षेत्रांवर काही संशोधकांनी स्वतःच्या हिमतीवर (आर्थिक मदत न घेता) याविषयी संशोधन प्रकल्प राबवले त्यावरून असे दिसले की पाझर कितीही कमी असला तरी त्याकडे दुर्लक्ष करून चालणार नाही.

बिस्कॅने उपसागराच्या तळाशी खणलेल्या खास संशोधननलिकाकूपामधून पाण्याचे नमुने ऑगस्ट २००२ ते मार्च २००४ या काळात घेण्यात आले. समुद्राचे पाणी जास्त खारट होते व नलिकाकूपामधील पाणी कमी खारट होते असे आढळले. यावरून तज्ज्ञांना असे सुचले की सागरात झिरपणारे पाणी एकाच ठिकाणी साचून राहत नसावे, तर त्याचे प्रवाह बनत असतील.

मार्च २००४ मध्ये स्वारझन्स्की आणि त्याच्या तज्ज्ञ चमूने (U.S. Geological Survey) पाझरपाण्याचे प्रत्यक्ष मोजमाप करून अंदाज केला की दररोज दर चौरसमीटर पाझरक्षेत्रावरील २३० लिटर पाणी समुद्रात मिसळत असावे. म्हणजे नद्यानाल्यांवाटे समुद्रात शिरणाऱ्या पाण्याच्या आकारमानाच्या सहा टक्के आकारमानाचे पाणी पाझरक्षेत्रातून समुद्राला मिळत होते.

ठिकठिकाणी गेल्या दहा वर्षात जो थोडासा अभ्यास झालेला आहे. त्याच्या आधारे बर्नेट या तज्ज्ञाने असे म्हटले आहे की समुद्राच्या पाण्यामध्ये येणारे पाच ते सहा टक्के गोडे पाणी हे जमिनीखालच्या भूजलाच्या प्रवाहातून वाहत येते.

ज्यावेळी भूपृष्ठाखालून समुद्रात पाझरपाणी येत असते तेव्हा असे आढळते की त्या पाण्यात विविध रासायनिक पदार्थ विरघळलेले असतात. त्यापैकी काही रासायनिक पदार्थांचे स्थानिक जैवसाखळीवर गंभीर परिणाम होऊ शकतात. उदाहरणार्थ, जमिनीकडून येणाऱ्या पाण्यात जास्त नायट्रेट क्षार विरघळलेले असतात. समुद्रातील पाण्याच्या कमीतकमी दहापट. कारण जमिनीकडून येणारे पाणी हे सांडपाणी असू शकते, खताच्या कारखान्यातून बाहेर काढून दिलेले पाणी असू शकते, दलदलीच्या जागेतून वाहून येणारे पाणी असू शकते. कारखान्यातील विविध रासायनिक क्रियांमुळे दूषित झालेले पाणी असू शकते. समुद्रातील शेवाळं आणि इतर फायटोप्लँक्टॉन वर्गातील जीवांना नायट्रेट्स् पोषक असतात. त्यामुळे त्यांची अन्नसाखळी टिकून राहते.

नायट्रेट्स्मुळे जोमदार झालेले समुद्रशैवाल म्हणजे दुधारी तलवारच आहे. थोडक्यात सांगायचे म्हणजे हे शैवाल समुद्रातील माशांची अन्नाची गरज भागवते हे जरी खरे असले तरी समुद्राच्या पाण्यातील प्राणवायूचे प्रमाण त्यांच्यामुळे (विघटनामुळे) कमी होते व समुद्रातील प्रवाळाना धोका उत्पन्न होतो.

ऋतूबदलाचा परिणाम - ज्याप्रमाणे एखाद्या प्रदेशातील जमिनीत मुरणाऱ्या पाण्याचे प्रमाण ऋतुमानाप्रमाणे बदलते, ते दरवर्षीही बदलतच असते, त्याप्रमाणेच तेथील पाझरपाण्याचे प्रमाणही नेहमी बदलत असते. उदाहरणार्थ - समुद्राची भरती-

ओहोटी समुद्राच्या तळातून येणाऱ्या पाझरपाण्याच्या वेगावर परिणाम घडवते. समुद्राला जेव्हा भरती येते, तेव्हा खाऱ्या पाण्याचा स्तंभ खूप उंच असतो व पाझरपाण्यावर स्तंभाचा जास्त दाब पडतो, म्हणून त्यावेळी पाझरपाण्याचा वेग कमी असतो. याउलट ओहोटीच्या वेळी पाण्याच्या स्तंभाची उंची कमी असते त्यामुळे पाझरपाण्यावर त्या स्तंभाचा कमी दाब पडतो, म्हणून त्यावेळी पाझरपाण्याचा वेग जास्त असतो.

पाझरपाण्याच्या वेगावर परिणाम करणाऱ्या दुसऱ्या घटकाला भूजल स्तर म्हणतात. जेव्हा भूजल स्तर वाढलेला असतो किंवा जास्त उंचीचा असतो तेव्हा सच्छिद्र खडकावरील दाब वाढतो. सच्छिद्र खडकातील पाणी बाहेर येण्यास त्यामुळे मदत होते व त्यातून पाणी वेगाने बाहेर पडते. याउलट भूजल स्तर घटतो तेव्हा सच्छिद्र खडकावरील दाब कमी असतो. त्यामुळे त्यातून पाणी कमी वेगाने बाहेर पडत असते. जरी पाण्याच्या पातळीत अगदी दररोज व सतत वर्षभर वैशिष्ट्यपूर्ण बदल होत नसले तरी पाण्याची पातळी काही मीटरने कमी जास्त होऊ शकते असे सागर अभ्यासकांचे मत आहे.

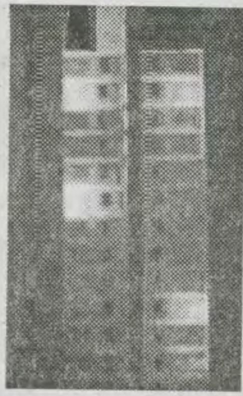
हे हंगामी बदलाचे परिणाम हार्वे आणि त्यांच्या सहकाऱ्यांनी नोंदले आहेत. १९९९ ते २००३ मधील उन्हाळ्यात जेव्हा भूजल स्तर जास्त होता तेव्हा समुद्रात येणाऱ्या पाझरपाण्याचे आकारमान दर चौरस मीटर पाझरक्षेत्रातून दर तासाला २०० लिटर होते. फेब्रुवारी २००४ मध्ये भूजल स्तर कमी असताना असे आढळले की समुद्राचे खारे पाणीच जमिनीत शिरत होते.

भूजल मिसळण्याच्या या दोलायमान प्रमाणाला अनेक घटक कारणीभूत आहेत असे शास्त्रज्ञांच्या लक्षात आले. सच्छिद्र खडक नव्याने पाणी शोषतात, त्यानंतर स्थितीत असतात. जमिनीच्या खालच्या थरापर्यंत पाणी मुरण्यास काही महिने लागतात. त्यामुळे समुद्रामध्ये जास्तीत जास्त भूजल शिरण्यास उन्हाळा उजाडतो.

उन्हाळ्याचा शेवट आणि हिवाळ्याची सुरुवात या काळात भूजल स्तर कमी झालेला असतो कारण त्या काळात फोफावणाऱ्या वनस्पती जमिनीत जितके पाणी मुरते त्यापेक्षा जास्त पाणी जमिनीतून खेचत असतात म्हणून काही काळानंतर समुद्राचे पाणी सच्छिद्र खडकात शिरते.

समुद्रातील गोड्या पाण्याचे शोधन

सागर किनाऱ्यावरील उथळ पाणी असलेल्या जागांपैकी कोठेकोठे गोडे पाणी आहे हे शोधण्याच्या मोहिमा दिवसेंदिवस वाढत आहेत शास्त्रज्ञ त्यासाठी उच्चतंत्रज्ञानावर आधारित उपकरणांचा उपयोग करीत आहेत.



इन्फ्रा रेड इमेजिंग इक्विपमेंट

या माहितीमुळे किनारपट्टीच्या कोणत्या ठिकाणी पाझरपाण्याचा उगम आहे. त्याचे आरेखन करता येत होते. (भू-रासायनिक विज्ञान पद्धत)

या उपकरणांपैकीच 'रेडॉन डिटेक्टर' हे एक अत्याधुनिक उपकरण आहे. रेडियम ह्या किरणोत्सारी मूलद्रव्याचा सतत ऱ्हास होत असतो व त्यातून रेडॉन वायू तयार होतो. रेडीयम बहुतेक सर्व जमिनीत पाझरपाण्यात आढळतो. भूजलात विरघळलेल्या रेडॉन वायूचे प्रमाण समुद्रातील पाण्यापेक्षा जास्त असते.

जॉन ब्रॅटनचे असे म्हणणे आहे की रेडॉन वायू हा स्वतःच किरणोत्सारी असल्यामुळे समुद्रातील पाझरक्षेत्राचे निश्चित ठिकाण तो अचूक दाखवू शकतो.

समुद्राचे पाणी काही मिनिटात एका स्वतंत्र कोठीत पंपाने उपसून घेणे, त्या पाण्यात विरघळलेला रेडॉन वायू वेगळा काढणे, पाण्याचे तपमान व क्षारांचे प्रमाण मोजणे या सर्व कामांसाठी ब्रॅटन व त्याच्या सहकाऱ्यांनी एक पद्धत विकसित केली. हे निरीक्षण व त्या त्या विशिष्ट जागेचे नकाशावरील स्थान

नवीन पद्धत – रडार प्रमाणे कार्य करणारे तंत्रज्ञान वापरून एक उपकरण आता विकसित केले आहे. त्याचा उपयोग समुद्रातील पाझरक्षेत्र शोधून काढण्यासाठी होतो. उपकरण बोटीच्या मागे जोडलेले असते. त्या उपकरणातून वारंवार विद्युतस्पंदने सोडली जातात. तळापासून ती पुन्हा त्या उपकरणाच्या दिशेने येतात. व अशी परावर्तित स्पंदने ते उपकरण नोंदू शकते. या क्रियेत मूळ स्पंदनावर झालेल्या परिणामाचे (विद्युत विरोध) मापन केले असता समुद्राचा तळ किती खोल आहे व तेथील पाण्यामध्ये किती क्षार आहेत ते समजते. (विद्युत पद्धति)

बर्नेट व त्याच्या सहकाऱ्यांनी वापरलेली विद्युत पद्धती ताबडतोब निष्कर्ष देणारी आहे. जुन्या पद्धतीत पाझरपाण्याची रासायनिक चिकित्सा करण्यात व त्यावरून निष्कर्ष काढण्यात काही आठवड्यांचा काळ खर्च होतो.

बर्नेट व त्याच्या सहकारी तंत्रज्ञांनी पाण्याचे तपमान मोजले तेव्हा त्यांना असे आढळले की उन्हाळ्यात पाझरक्षेत्राजवळील गोड्या पाण्याचे तपमान समुद्रातील पाण्याच्या तपमानापेक्षा कमी असते. अशा प्रकारचा तपमानातील फरकाचा उपयोग पाझरक्षेत्राची निश्चित जागा अगदी सहजपणे समजण्यासाठी होतो.

शिरनुई (जपान) च्या उथळ किनाऱ्यावर रात्रीच्या वेळी या शास्त्रज्ञांनी 'थर्मल इन्फ्रा रेड इमेजिंग इक्विपमेंट' चा उपयोग केला व माहीत असलेल्या पाझरक्षेत्राचेच बारकाईने निरीक्षण केले. ऑगस्टमध्ये समुद्राच्या पाण्याचे तापमान पाझरक्षेत्रातील गोड्या पाण्याच्या तापमानापेक्षा १४ अंशाने जास्त आढळले. पाझरपाणी समुद्राखाली १.१ मी. होते तेव्हा त्याच्या पृष्ठभागावरचे पाणी शेजारच्या पाण्यापेक्षा ०.४°C ने थंड होते.

एकदा पाझरक्षेत्र सापडले की तेथील पाझरपाण्याच्या प्रवाहाचा वेग शोधण्यासाठी वेगवेगळ्या साधनांचा उपयोग केला जातो. समुद्रात आलेले पाझरपाणी आकारमानाने मोजण्यासाठी ड्रमचा मोकळा भाग समुद्रतळाकडे (पाझरक्षेत्राकडे) सोडतात. ड्रमच्या वरच्या बाजूला असलेल्या तोटीसारख्या नळीतून ते पाणी प्लॅस्टिकच्या विशिष्ठ थैल्यामधे गोळा करून, त्याचे वजन करून त्यावरून पाझरपाण्याच्या बाहेर पडण्याचा वेग ठरविता येतो. पण ही पद्धत अगदी साधीसुधी आहे. त्यामुळे आता अधिकाधिक उच्च तंत्रज्ञान वापरून साधने तयार केली जातात.

पाझरपाण्यात विरघळलेले पदार्थ ओळखण्यासाठी शास्त्रज्ञ आणखी काही उपकरणे विकसित करीत आहेत. मिथेन, कार्बन डाय ऑक्साईड, हैड्रोजन सल्फाईड यासारखे वायू हे उपकरण शोधून काढते. बॅटरीवर चालणारे हे उपकरण पाण्यात एक किलोमीटर खोलीपर्यंत व सहा महिनेपर्यंत कार्यरत राहते. भविष्यकाळात हे उपकरण आणखी विकसित होईल व त्याच्या सहाय्याने पाझरपाण्यात विरघळलेले नायट्रेटस्चे अंश, किंवा इतर पदार्थांचे मापन सुद्धा होऊ शकेल.

पाझरपाण्याच्या शास्त्राबद्दल चक्रावून टाकणारी परिस्थिती बर्नेटला मात्र उल्हसित करणारी वाटते. तो व त्याचे उत्साही सहकारी इतर संशोधकांना अगदी खात्रीपूर्वक आणि स्पष्टपणे सांगत आहेत की समुद्रात शिरणारे पाझरपाण्याचे महत्त्व वादातीत आहे. आता त्याबद्दल संशोधन करण्याची योग्य वेळ आलेली आहे.

■

सायन्स न्यूज ऑक्टोबर २००५ मधून साभार.

लेखक : **सीड पर्कीन्स**

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

आद्य संपादक संस्थापक
कै. वा. गो. आपटे

आनंद
१०१

आहो! शंभर वर्षे पूर्ण झाली ह!

शताब्दी पूर्ण करणारे बालांचे एकमेव मराठी मासिक

गुणगुणायला गाणी, साहित्याच्या खाणी
मुलं ही शहाणी, तुटून पडतील पहाता क्षणी ॥

हो असाच आहे आनंद २००४ दिपावली विशेषांक नव्हे 'आनंद'चा प्रत्येक अंक अनेक पुरस्कारांनी मानांकित 'आनंद'चा अंक तुम्हाला नक्कीच आवडेल. मनोरंजन, ज्ञानसंवर्धन, सकस साहित्य, कथा, कविता, कोडी, चुटके यांची रेलचेल. मुलांनो तुमचे व मित्रमैत्रिणींचे विचार जरूर कळवा. दर महिन्याच्या एक तारखेला तुमच्या घरात घरपोच मिळेल. शंभर वर्षांची यशस्वी परंपरा असलेले बालांचे एकमेव मराठी मासिक आजी-आजोबा, आई-बाबा, काका, मामा हे सगळे ज्यामुळे 'घडले' असा पिढ्यापिढ्यांचा मार्गदर्शक 'आंनद'

आजच वर्गणी भरा व भरपूर सवलत मिळवा
वार्षिक वर्गणी रु. १५०/- त्रैवार्षिक रु. ४००/-
१५० रुपयात १८० रुपयांचे अंक मिळवा(दिवाळी अंकासह)
४०० रुपयात ५४० रुपयांचे अंक मिळवा(दिवाळी अंकासह)
दिवाळी अंक फक्त ५० रुपयांत

संपादिका
सौ. पद्मा गोखले

संपर्क पत्ता :- 'आनंद' मासिक, वेदान्त,
१०१५ सदाशिव पेठ, नागनाथपाराजवळ, पुणे ४११ ०३०.
फोन नं. २४४७ ३९४९ / २४४६ ३१८८.

हं ऽ याचबरोबर तुम्ही तुमची चित्रे, लेखन कविता पाठवू शकता 'आनंद'कडे. निवडक साहित्याला निश्चित प्रसिद्धी !

ताऱ्यांचे जीवनमरण

लेखक : कृ. दा. अभ्यंकर

ताऱ्यांना जीवनमरण आहे का? तत्त्वज्ञानदृष्ट्या या प्रश्नाचे उत्तर सोपे आहे. देव या संस्कृत शब्दाचा अर्थ चमकणारा असा होतो. तेव्हा देवांची कल्पना स्वयंप्रकाशी ताऱ्यांवरून उत्पन्न झाली असावी. तसेच मानवी इतिहासाच्या कालमानाने तारांगण त्रिकालाबाधित वाटते. म्हणून देवांना अमरत्व बहाल केले गेले असावे. त्यानंतर ध्रुव, मृगव्याध, अगस्ति यासारख्या अमर समजल्या जाणाऱ्या व्यक्तींना ताऱ्यांच्या रूपात ओळखले जाऊ लागले. आता वर्तुळ पूर्ण करून ताऱ्यांना देव मानल्यास ते अमर ठरतील. परंतु तारे अमर देव नसून जडरूप आहेत हे विज्ञानाने सिद्ध झाले आहे. गॅलिलियोने दुर्बिणीच्या सहाय्याने सूर्यावरील डाग, गुरूचे उपग्रह, शुक्राच्या कला इत्यादि सृष्टिचमत्कारांचा शोध लावल्यापासून आकाशातील ज्योतींचा अभ्यास करण्यासाठी डोळ्यांची कार्यक्षमता सहस्रावधी पटीने वाढविणाऱ्या त्या यंत्राचा उपयोग होऊ लागला. दुर्बीण व इतर सहाय्यक उपकरणांनी ताऱ्यांपासून येणाऱ्या प्रकाशाचे रंग, वर्णपट, तीव्रता इत्यादि गुण मोजून तारे पदार्थरूप आहेत हे खगोलवैज्ञानिकांनी कसे स्पष्ट केले ते आपण गेल्या तीन लेखांमध्ये पाहिले. तेव्हा पृथ्वीवरील सर्व जडचेतन वस्तूंप्रमाणे तारेही उत्पत्ति-स्थिति-लय या अवस्थातून जात असले पाहिजेत हे क्रमप्राप्त होय. तत्त्वज्ञ लोकांचे येवढ्या उत्तराने समाधान होईल. परंतु वैज्ञानिकदृष्ट्या हे उत्तर अपुरे आहे. कारण मग त्यापासून उत्पन्न होणाऱ्या इतर उपप्रश्नांची उत्तरे मिळविणे आवश्यक ठरते. उदाहरणार्थ, ताऱ्याचा जन्म कसा झाला? त्याचे दीर्घकाळ चमकत राहण्याचे रहस्य काय? ताऱ्यांचा नाश का व कसा होतो? इत्यादी प्रश्न आपल्यापुढे येतात. हे प्रश्न समाधानकारकपणे सोडविण्यासाठी खगोलवैज्ञानिकांना आढळलेले ताऱ्यांच्या गुणधर्मातील ठोकळ संबंध आपल्या उपयोगी पडतात. मुख्यतः ताऱ्यांच्या आंतररचनेचा सैद्धान्तिक अभ्यास करून वरील प्रश्नांची उत्तरे

मि-वण्याने खगोलवैज्ञानिकांना कसे यश मिळाले ते या लेखात स्पष्ट करणार आहे.

ताऱ्यांची उत्क्रांती समजून घेण्यात एक अडचण वाटते. आपल्यापेक्षा कमी किंवा बरोबरीची आयुर्मर्यादा असलेल्या कुत्रा, हत्ती इत्यादी प्राण्यांची जन्मृत्युसहित संपूर्ण जीवनकहाणी प्रत्यक्ष अवलोकनाने समजू शकते. परंतु माणसापेक्षा हजारो-लाखो पट जीवनमर्यादा असलेल्या ताऱ्यांची जीवनकथा आपल्याला कशी कळणार? उदाहरणार्थ एक दोन दिवस जगणारा कीटक शंभर वर्षपर्यंत जगणाऱ्या मनुष्यप्राण्याचा जीवनपट तयार करू शकेल काय? अर्थात् सर्वप्रथम कीटकास तर्कबुद्धि व सूक्ष्म अवलोकनशक्ती प्राप्त होणे आवश्यक आहे. तसे झाल्यास एक तासभराच्या अवधीत त्याला नुकत्याच जन्म झालेल्या बालकांपासून अतिवृद्धावस्थेत पोचलेल्या व

लघुत्तम तारे

मरणाला टेकलेल्या म्हाताऱ्या माणसांपर्यंत सर्व प्रकारची माणसे दिसतील. त्यांचा संख्याशास्त्रीय पद्धतीने अभ्यास केल्यास माणसाच्या आयुष्यातील निरनिराळ्या अवस्था ओळखून प्रत्येक अवस्थेची कालमर्यादा ठरविली जाईल. तसेच कोणती अवस्था अगोदर येते व कोणती नंतर येते याचा शोध घेता येईल व शेवटी या अवस्थांतराची कार्यकारणपरंपराही माहीत करून घेता येईल. ताऱ्यांच्या बाबतीत आपल्याला अशीच पद्धत वापरणे भाग पडते. कोणत्याही एका ताऱ्याचा संपूर्ण जीवनपट आपल्याला प्रत्यक्ष दिसत नसला तरी निरनिराळ्या अवस्थांतील लाखो ताऱ्यांचा सांख्यिकीच्या आधाराने व भौतिकीच्या नियमांनुसार तर्कशुद्ध अभ्यास करून आपल्याला सर्वच ताऱ्यांच्या जीवनमरणाचा प्रश्न सांगोपांग रीतीने सोडवता येतो.

मागच्या लेखामधील आलेखामधे ताऱ्यांच्या गुणधर्मांचे समीक्षण केले आहे. त्यातील लघुत्तम तारे, प्रमुखश्रेणीतील लघुतारे, महातारे, महत्तम तारे (white dwarf, dwarf, giants, su[er giants) या एकाच ताऱ्याच्या जीवनातील निरनिराळ्या अवस्था आहेत असे मानल्यास संख्याशास्त्रदृष्ट्या शेकडा ७५ टक्के तारे प्रमुख श्रेणीवर सापडतात. त्याअर्थी ताऱ्यांचा बहुतांश काल प्रमुखश्रेणीवर व्यतीत होतो असा निष्कर्ष

निघतो. तेव्हा सूर्यासारख्या मध्यमप्रतीच्या लघुताऱ्याचा इतिहास समजून घेण्याचा प्रथम प्रयत्न करू.

सूर्याच्या दीप्तीचे रहस्य

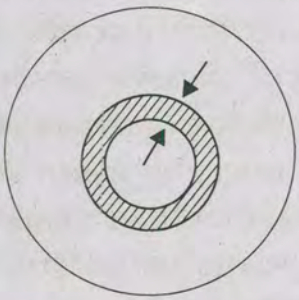
सूर्याचे वस्तुमान २ x $१०^{३३}$ ग्राम व त्याचे दीप्तिमान ४ x $१०^{३३}$ अर्ग/सेकंद आहे हे आपल्याला अगोदरच माहीत झाले आहे. त्याअर्थी सूर्यातील १ ग्राम पदार्थ दर सेकंदात २ अर्ग ऊर्जा उत्पन्न करतो. आता सूर्याची वर्तमान अवस्था केव्हा सुरू झाली ते पाहिले तर निरनिराळ्या प्रमाणांवरून साडेचार अब्ज वर्षे हे उत्तर मिळाले. पृथ्वीवरील खडकात २०६, २०७ व २०८ अणुभार असलेले शिशाचे तीन समभारक सापडतात. त्यापैकी शिसे-२०६ युरॅनियमच्या स्फुटनाने उत्पन्न होते. म्हणून त्याच्या प्रमाणावरून खडकाचे वय काढता येते. अशा प्रकारे सर्वात जुन्या खडकांचे वयोमान चार-साडेचार अब्ज वर्षे निघते. चंद्रप्रवाशांनी आणलेल्या चंद्रावरील खडकांचे तसेच सूर्याभोवती फिरणाऱ्या व पृथ्वीच्या आकर्षणामुळे पृथ्वीवर पडणाऱ्या उल्काखंडांचे वयोमानही ४-५ अब्ज वर्षे असते. तेव्हा सूर्यकुलाचे व पर्यायाने सूर्याचे वयोमान येवढेच असले पाहिजे. याशिवाय पृथ्वीवर ३ अब्ज वर्षापूर्वीपर्यंतचे जीव सापडतात यावरुन त्या संपूर्ण अवधीत सूर्याचे दीप्तिमान व पृष्ठतपमान फारसे बदललेले नाही हेही स्पष्ट होते. म्हणजे सूर्य प्रमुखश्रेणीवर येऊन साडेचार अब्ज वर्षे झाली. मग येवढा वेळ ४० लाख परार्ध किलोवॉट दीप्तिमानाने सूर्य तळपत आहे याचे रहस्य काय?

२ अर्ग/ग्राम/सेकंद या ऊर्जा उत्पन्न होण्याच्या दरास सूर्याच्या वयोमानाने म्हणजे ४.५ x $१०^{९}$ वर्षे = १४ x $१०^{१६}$ सेकंदाने गुणल्यास सूर्याच्या प्रत्येक ग्रामपासून आतापर्यंत ३ x $१०^{१७}$ अर्ग ऊर्जा उत्पन्न झाल्याचे दिसून येते. आणि सूर्याचे जेवढे आयुष्य गेले तेवढेच अजून शिल्लक आहे. हा खगोलवैज्ञानिकांचा अंदाज लक्षात घेतल्यास प्रत्येक ग्राम एकंदरीत ६ x $१०^{१७}$ अर्ग ऊर्जा उत्पन्न करू शकतो हे स्पष्ट होते. आता सूर्यात रासायनिक प्रक्रिया होत आहेत असे मानल्यास प्रत्येक ग्राम पदार्थापासून ३ ते ४ x $१०^{१०}$ अर्ग ऊर्जाच प्राप्त होऊ शकेल व सूर्य १०० वर्षात जळून भस्म होईल. शिवाय सूर्याच्या पृष्ठभागावरील व अंतर्भागातील उच्च तपमानात सर्वच रासायनिक संयुगे विघटित होतात येवढेच नव्हे तर बहुतेक सर्व अणू विदलित होतात तेव्हा रासायनिक प्रक्रियेस तेथे मुळीच स्थान नाही.

वरील अडचण लक्षात आल्यावर शंभर वर्षापूर्वी हेल्मोल्ट्झ व केल्व्हिन या शास्त्रज्ञांनी एक दुसरा पर्याय सुचविला. सूर्यातील पदार्थ स्वगुरुत्वाकर्षणामुळे आकुंचन पावत असावा व त्यामुळे त्याच्या गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जेचे (potential energy) प्रकाशात रूपांतर होत

असावे असा त्यांनी तर्क केला. अशा आकुंचनात अर्धी स्थितिज ऊर्जा उष्णतेत रूपांतरित होऊन ताऱ्याचे तपमान वाढवते व बाकीची अर्धी प्रारणाच्या रूपात बाहेर फेकली जाते. त्यावरून सूर्याचे दीप्तिमान मिळविण्यास त्याचे किती जलद आकुंचन होत असावे याचा अंदाज करता येतो. अशा रीतीने सूर्यास केवळ २ ते ४ कोटी वर्षांचे कालमान प्राप्त होते. हेही कालमान त्याच्या वास्तविक कालमानापेक्षा हजार पटीने कमी पडते. तेव्हा सूर्याच्या ऊर्जोत्पत्तीचे कारण निराळेच असले पाहिजे.

१९०५ मध्ये आइन्स्टाइनने आपला विशिष्ट सापेक्षतेचा सिद्धान्त मांडला व पुढील २० वर्षांत त्याची सत्यता प्रयोगाने सिद्ध झाली. त्यातील $E = mc^2$ या समीकरणाने एक ग्रामवस्तुमान नष्ट झाल्यास $१०^{२१}$ अर्ग ऊर्जा मिळू शकते. तेव्हा सूर्य व तारे यांच्या



ताऱ्यांची अंतर्रचना : कवचावर बाहेरून वजन आणि आतून वायुदाब अशा प्रेरणांचा समतोल साधला जातो.

दीप्तीचा स्रोत हाच असावा असे वाटू लागले. परंतु वस्तुमानाचे ऊर्जेत रूपांतर कसे होते हे समजण्यास बरीच वर्षे लागली. कारण एक तर अणुगर्भीय प्रक्रिया कशा होतात ते समजण्यासाठी अणुगर्भभौतिकीचा विकास झाला नव्हता. व दुसरे हे की ताऱ्यांची अंतर्रचना कशी असते ते माहीत नव्हते. तेव्हा एम्डन, एडिंग्टन, चंद्रशेखर, श्वार्झशील्ड इत्यादी खगोलवैज्ञानिकांनी ताऱ्यांच्या अंतर्रचनेचे गणित कसे केले ते प्रथम पाहू.

ताऱ्यांची अंतर्रचना

अ) सूर्य व बहुतेक इतर सर्व तारे आकुंचन किंवा प्रसरण पावत नाहीत म्हणजेच ते संतुलित अवस्थेत आहेत. शिवाय त्यांचे तपमान उच्च असल्यामुळे ते वायुरूप अवस्थेत असतात. म्हणून द्रवीय स्थितिसंतुलन (Hydrostatic Equilibrium) समीकरण वापरून त्यांची अंतर्रचना ठरविता येते. त्यांत आकृतिमधील रेघांनी दाखविलेल्या कवचावर प्रभाव करणाऱ्या दोन प्रेरणांचा समतोल साधतात. त्यातील एक प्रेरणा वरच्या भागाचे वजन होय व दुसरी प्रेरणा वायुदाब. पहिल्या प्रेरणेने कवच आत ढकलले जाते तर दुसरीने ते बाहेर सरकवण्याचा प्रयत्न होतो.

आ) आता वायुदाब (p) घनतेवर अवलंबून असतो. या दोन राशींचा संबंध ठरविण्यासाठी ऊर्जा संतुलन (Adiabatic

Equilibrium) मानतात त्याप्रमाणे

$$n \; P \propto \rho^{१+\frac{१}{n}}.$$

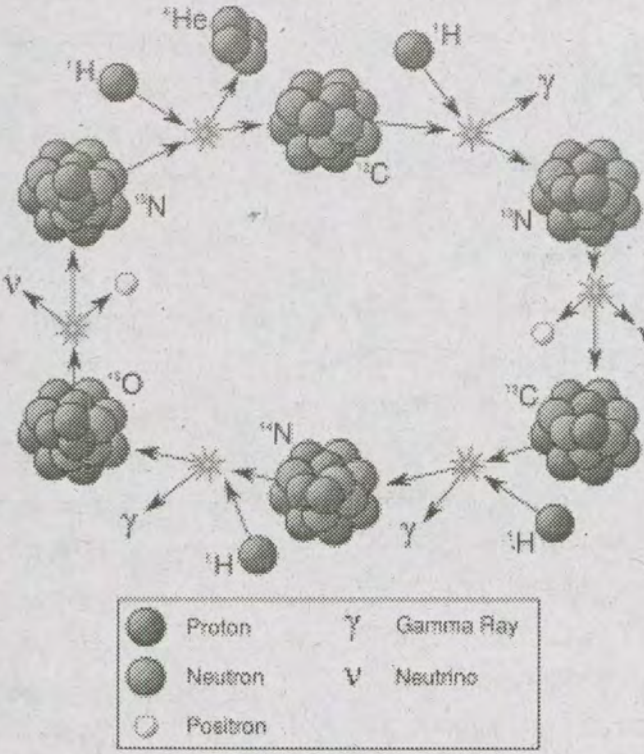
n या अंकास पॉलिट्रॉपिक इन्डेक्स म्हणतात व ताऱ्यांच्या बाबतीत त्याचे मूल्य ३ व ४ यांच्यामध्ये असते.

द्रवीय स्थितिसंतुलन व ऊर्जासंतुलन गृहीत धरून ताऱ्यांच्या अंतर्भागातील परिस्थितीचा अंदाज करता येतो. अशा प्रकारे केलेल्या गणिताने मिळालेला केंद्रीय दाब व केंद्रीय घनता कोष्टकामध्ये दिले आहेत. आपल्या नेहमीच्या अनुभवातील पृथ्वीच्या वातावरणीय दाबाच्या अब्जो पट वायुदाबाचे प्रमाण व सर्वात वजनदार प्लॅटिनम धातूच्या घनतेपेक्षा अधिक पदार्थघनता ताऱ्यांच्या केंद्रभागात आढळते. परंतु तपमानही उच्च असल्यामुळे तेथील पदार्थ वायुरूपच असतो.

इ) आता केंद्रीय तपमान कसे काढायचे तर त्यासाठी आदर्श वायूचे $P = \rho \, RT/\mu$ हे समीकरण वापरायचे. यात R हा वायुस्थिरांक व μ हा रेणुभार होय. सर्वच ताऱ्यात वस्तुमान दृष्टचा ७० टक्के हायड्रोजन, २८ टक्के हीलियम व २ टक्के इतर भारी अणू असतात व सर्वांचे विदलन झालेले असते. हे लक्षात घेतले तर μ चे मूल्य ०.६ येवढे येते. त्याचा आदर्शवायू समीकरणात वापर केल्यास आपल्याला कोष्टकातील शेवटच्या खान्यात दिलेली केंद्रतपमाने मिळतात. त्यावरून एक गोष्ट ठळकपणे लक्षात येते की सर्व प्रकारच्या ताऱ्यांचा केंद्रभाग साधारण १ ते ३ कोटी केल्विन तपमानाचा असतो. तेव्हा हे तपमान अणुगर्भीय प्रक्रियांसाठी आवश्यक असले पाहिजे असा निष्कर्ष निघतो.

प्रमुख श्रेणीतील ताऱ्यांच्या केंद्रभागातील परिस्थिति

वर्णपट विभाग	केंद्रीय दाब (Dynes/cm²)	केंद्रीय घनता (gm/cm³)	केंद्रीय तपमान (Degrees k)
B (चित्रा)	३×१०^{१५} = अब्ज पृथ्वीच्या वातावरणीय दाबाच्या दसपट	१६	३०×१०^{६}
A (व्याध)	७×१०^{१६} = ७० अब्ज	४०	२२×१०^{६}
G (सूर्य)	१×१०^{१७} = १०० अब्ज	१००	१६×१०^{६}
M (६१ सिग्नी)	२×१०^{१७} = २०० अब्ज	३००	८×१०^{६}



ताऱ्यांच्या केंद्रभागात होणाऱ्या अणुगर्भीय प्रक्रिया

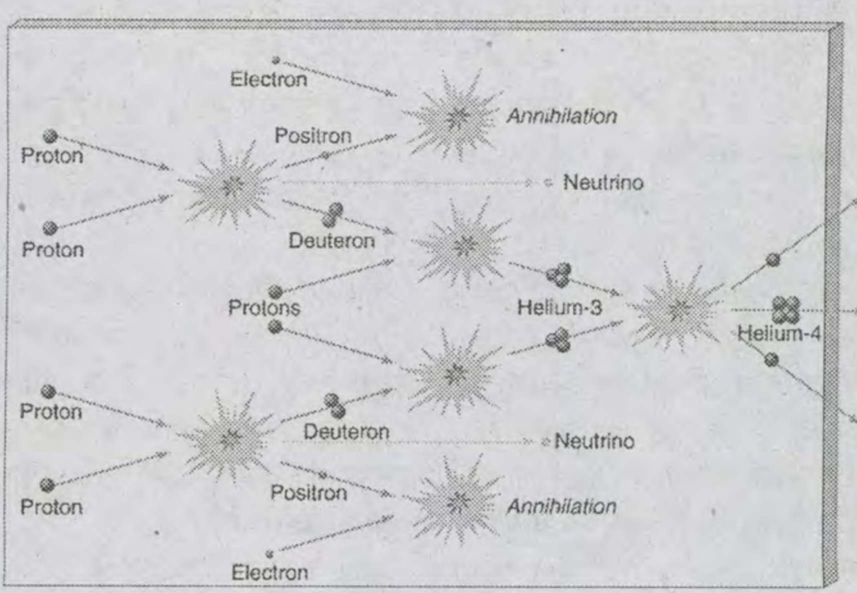
पुरेशा प्रमाणात ऊर्जा उत्पन्न करण्यासाठी प्रस्फुटन व उन्मीलन अशा दोन प्रकारच्या अणुगर्भीय प्रक्रियांचा उपयोग होतो. प्रस्फुटनात युरेनियम, प्लुटोनियम यासारख्या अतिभारी अणूंवर न्यूट्रॉनचा मारा करतात. त्यामुळे ते भारी अणू फुटून त्यांचे दोन मुख्य व इतर लहान तुकडे होतात. त्यात काही वस्तुमानाचा नाश होऊन त्याचे ऊर्जेत रूपांतर होते. त्याचबरोबर प्रस्फुटनात बाहेर पडणाऱ्या न्यूट्रॉनांचा इतर अणू फोडण्यात उपयोग होतो. अशा श्रृंखला प्रक्रियेवर अणुबाँबचा स्फोट व अणुगर्भीय विद्युतजनित्रांचे कार्य अवलंबून असते. प्रस्फुटन जवळजवळ आपोआप होत असल्यामुळे ते घडविणे सोपे असते.

प्रस्फुटनाच्या उलट उन्मीलनात हायड्रोजन, ड्यूट्रियम यासारखे हलके अणू एकत्र आणून त्यांच मीलन करावे लागते. त्यासाठी धनभारयुक्त अणुगर्भांच्या प्रत्याकर्षणावर (Repulsion) मात करण्यासाठी अणूंना तीव्र गति देणे आवश्यक

असते. इष्ट तेवढी उच्च गति देण्यासाठी एक कोटीच्या वर तपमान लागते. हायड्रोजन बाँबमध्ये येवढे तपमान मिळविण्यासाठी त्याच्या पोटात अणुबाँबचा स्फोट करतात. ताऱ्यांच्या अंतरंगात नैसर्गिकरित्या उच्च तपमान असते असे एडिंग्टनने १९२०-२५ च्या सुमारास दाखवून दिले होते.

ताऱ्यांच्या पृष्ठभागातून निघणारा प्रकाश काय तो आपल्याला दिसत असला तरी भौतिकीचे नियम लावून व गणित तंत्राचा उपयोग करून ताऱ्यांच्या अंतर्भागातील परिस्थितीचा कसा अंदाज लावता येतो हे एडिंग्टनच्या सैध्दान्तिक संशोधनावरुन स्पष्ट होते.

एडिंग्टन व आइन्स्टाइन यांचे शोध एकत्र आणण्याचे काम १९३९ मध्ये बेथेने केले. त्याने सुचविलेल्या कार्बन-नायट्रोजन चक्र या नावाने ओळखल्या जाणाऱ्या अणुगर्भीय प्रक्रियेच्या शोधाबद्दल त्याला पुढे नोबेल पारितोषिक मिळाले. ही प्रक्रिया ताऱ्यांच्या केंद्रभागी होऊ शकते हे त्याने सिद्ध केले. पुढे १९४० मध्ये अल्फर व गॅमो व नंतर सॉल्पीटर यांनी प्रोटॉन प्रोटॉन साखळी नामाभिधान पावलेली आणखी एक प्रक्रिया ताऱ्यांच्या केंद्रभागी चालू शकते हे दाखवून दिले. सूर्याहून भारी ताऱ्यात CN-चक्र व त्याहून कमी वस्तुमानाच्या ताऱ्यात pp-साखळी कार्यक्षम असते असे आता समजले आहे. दोन्ही प्रक्रियांचे फलित मात्र एकच असते, ते हे की चार हायड्रोजनचे अणू एकत्र



$$\text{ताऱ्याची आयुर्मर्यादा} = \text{सूर्याची आयुर्मर्यादा} \times \frac{(\text{ताऱ्याचे वस्तुमान / सूर्य वस्तुमान})}{(\text{ताऱ्याचे दीप्तिमान / सूर्य दीप्तिमान})}$$

$$= \mathfrak{I}_{\odot} \times \frac{(M/M_{\odot})}{(L/L_{\odot})}$$

येऊन एक हीलियम अणू बनणे. प्रत्येकी १.००८ अणुभार असलेल्या चार हायड्रोजन अणूंचे वस्तुमान ४.०३२ व एका हीलियम अणूचे वस्तुमान ४.००३ असते. हे पाहिले तर ४.०३२ पैकी ०.०२९ म्हणजे ०.७ टक्के वस्तुमान नष्ट होते व त्याचे ऊर्जेत रूपांतर होते. हाच सूर्य व तारे यांचा ऊर्जास्त्रोत होय.

ताऱ्यांची आयुर्मर्यादा

आपला सूर्य हायड्रोजन-उन्मीलनावर किती काळ जगू शकतो याचे गणित सोपे आहे. सूर्याचे वस्तुमान २×१०^{३३} ग्राम आहे.

त्यात ७० टक्के हायड्रोजन असल्याने हायड्रोजनचे वस्तुमान १४×१०^{३२} ग्राम झाले. अणुगर्भीय प्रक्रियांमुळे त्याचा ०.००७ वा भाग म्हणजे ९८×१०^{२९} ग्राम न ! होऊन त्याचे ऊर्जेत रुपांतर होते. आणि प्रत्येक ग्रामपासून $C^2 = ९ \times १०^{२०}$ अर्ग ऊर्जा मिळते तेव्हा संपूर्ण आयुष्यात सूर्य ८.८×१०^{५२} अर्ग ऊर्जा उत्पन्न करू शकतो. आता सूर्य दर सेकंदात ४×१०^{३३} अर्ग ऊर्जा बाहेर फेकतो. त्याअर्थी त्याची एकंदर आयुर्मर्यादा $(८.८ \times १०^{५२}/४ \times १०^{३३})$ सेकंद म्हणजे ७० अब्ज वर्षे असू शकते. परंतु आपणास पुढे दिसून येईल की सूर्य आपला सर्व हायड्रोजन इंधन म्हणून वापरू शकत नाही, केवळ १० टक्केच जाळू शकतो. म्हणून सूर्याची वास्तविक आयुर्मर्यादा साधारण १० अब्ज वर्षे आहे असे दिसते. त्यापैकी अर्धे आयुष्य अगोदरच संपले असून अजून ५ अब्ज वर्षे आयुष्य शिल्लक आहे. तेव्हा पुढील ५ अब्ज वर्षात सूर्याचे दीप्तिमान व पृष्ठतपमान यात फारसा फरक होणार नाही. कालमान इतके मोठे आहे की 'यावच्चंद्रदिवाकरौ' किंवा 'जब तक चमके चांद सितारे' हे वाक्प्रघात म्हणजे व्यावहारिकदृष्ट्या अनंतकाल समजण्यास हरकत नाही.

इतर ताऱ्यांची आयुर्मर्यादा याचप्रकारे काढता येते. ती इंधनाच्या म्हणजे वस्तुमानाच्या समप्रमाणात व इंधन जाळण्याच्या दराच्या म्हणजे दीप्तिमानाच्या व्यस्तप्रमाणात असली पाहिजे. तेव्हा वरील समीकरण वापरता येईल.

आता मागील लेखात सूचित केलेला

प्रमुख श्रेणीवरील ताऱ्यांचे वयोमान

वर्णपट विभाग	वस्तुमान $(M/M_\odot)$	दीप्तिमान $(L/L_\odot)$	आयुर्मर्यादा वर्षे	आकुंचनकाल वर्षे
B	१२	६०००	२ x १०^{७}	८ x १०^{४}
A	३	१५	५ x १०^{८}	
G	१	१	१ x १०^{१०}	२ x १०^{७}
M	१/३	१/१५	२ x १०^{११}	१ x १०^{९}

$(L/L_\odot) = (M/M_\odot)^{3.5}$ (हा वस्तुमान - दीप्तिमान संबंध लक्षात घेतला तर आपल्याला $\tau = \tau_\odot / (M/M_\odot)^{2.5}$

हे समीकरण मिळते. याचा अर्थ हा की ताऱ्याचे वस्तुमान जितके अधिक तितकी त्याची आयुर्मर्यादा कमी असते. कारण मोठ्या ताऱ्याजवळ इंधनसंपत्ति अधिक असली तरी तो जास्त उधळपट्ट्या असतो व आपले इंधन लवकर संपवतो. वरील समीकरणावरून मिळालेली प्रमुखश्रेणीवरील ताऱ्यांची आयुर्मर्यादा कोष्टकात दिली आहे.

वरील कोष्टकाच्या आधाराने तारकासमूहांची वयोमाने पण काढता येतात. एखाद्या तारकासमूहातील सर्व तारे एकाच वेळी उत्पन्न झाले असे मानल्यास त्यातील किती वस्तुमानापर्यंतचे तारे आपले इंधन संपवून अदृश्य झाले आहेत हे त्या तारकासमूहाच्या HR-आलेखावरून समजते व त्यावरून त्याचे वयोमान आजमावता येते. उदाहरणार्थ h व X या तारकासमूहांत ऊष्ण, निळे व सर्वाधिक वस्तुमानाचे 0 तारे सापडतात, त्यावरुन या तारकासमूहांचे वयोमान १०^{७} वर्षाहून अधिक नसावे असा निष्कर्ष निघतो. त्याचप्रमाणे कृत्तिकापुंजात तितके दीप्तिमान तारे सापडत नाहीत व सर्वात भारी तारे BA वर्गातले आहेत यावरून त्याचे वयोमान ६ x १०^{७} वर्षे येते. अशा रीतीने निरनिराळ्या तारकासमूहांची वयोमाने ६ कोटी ते १०-१२ अब्ज वर्षे असल्याचे दिसून येते. त्यापैकी गोलाकार तारकासमूह सर्वात जुने आहेत. व ते विश्वाचे किमान वयोमान दर्शवितात.

■

लेखक : **कृ.दा. अभ्यंकर,** हैद्राबाद येथील खगोल भौतिक शास्त्रज्ञ आणि विज्ञानप्रचारक.

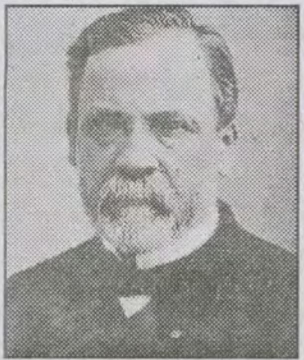
वेडे संशोधक

लेखक : पु. के. चितळे

संशोधन करणे सोपे नसते. ते करण्यासाठी अनेकदा संशोधकांना वेडे व्हावे लागते आणि त्यांचे प्रयोग बघून काही वेळा तर ते खरोखरीच वेडे झाले आहेत की काय असे वाटू लागते. त्यांचे काही प्रयोग गमतीचे असतात. पण काही प्रयोगांसाठी संशोधकांना आपल्या प्राणावरही उदार होण्याची पाळी येते आणि ते स्वेच्छेने तो धोकाही पत्करतात.

एका संशोधकाने आपला सिद्धांत खरा असल्याची साक्ष पटविण्यासाठी एक विचित्र प्रयोग केला होता. त्याला हे सिद्ध करायचे होते की गवत खाणाऱ्या गुरांच्या पोटात त्याचे पचन होत असताना मीथेनसारखा ज्वलनशील वायू तयार होतो आणि तो त्यांच्या गुदद्वार व तोंडामार्गे बाहेर पडतो. त्या संशोधकाने एका नळीचे एक टोक गाईच्या गुदद्वारात टाकले. नळीच्या मुक्त टोकातून निघणाऱ्या वायूजवळ जळती काडी नेताच तो वायू पेटला व त्यातून ज्वाला निघू लागल्या. हा प्रयोग एका लहानशा गोठ्यात केला होता. नळीतून निघणाऱ्या ज्वालांमुळे तो गोठा पेटला व बघता बघता त्या गोठ्यासकट आसपासचे अनेक गोठे आगीत भस्मसात झाले. या प्रयोगातून संशोधकाचा अंदाज खरा ठरला पण प्रयोग त्याच्या अंगलटी आला व त्याला या सर्वाची भरपाई आपल्या खिशातून करावी लागली.

हे झाले एक रंजक उदाहरण. पण अशीही उदाहरणं आहेत जेव्हा एखाद्या संशोधकाने व्यापक जनहिताला महत्त्व देऊन आपल्या संशोधनासाठी स्वतःच्या जीवाचीही पर्वा न करता असे प्रयोग केले आहेत ज्यांच्यापासून त्यांच्या प्राणालाही धोका होण्याची शक्यता होती. फ्रान्सच्या जगप्रसिद्ध संशोधक लुई पाश्चरने केलेल्या संशोधनामुळे आज माणूस अनेक प्राणघातक रोगांपासून मुक्त आहे. त्याने केलेल्या एका धाडसी प्रयोगाचा उल्लेख अप्रस्तुत होणार नाही. पिसाळलेला कुत्रा चावल्यानंतर होणारा 'हाइड्रोफोबिया' हा रोग प्राणघातक असल्याची माहिती सर्वांना असेलच. या रोगाचे जंतू शरीरात पसरल्यावर त्याचा इलाज करणे फारच कठीण असते. पाश्चरने हाइड्रोफोबियावर प्रतिबंधात्मक लस शोधून काढल्याने आज जगभर असंख्य लोकांना या रोगापासून वाचविणे शक्य झाले आहे. पण ही लस तयार करण्यासाठी



लुई पाश्चर

पिसाळलेल्या कुत्र्याची लाळ मिळविणे आवश्यक होते. या संशोधनसाठी पाश्चरने स्वतःच्या तोंडावाटे एका नळीमार्गे अशी लाळ पिसाळलेल्या कुत्र्याच्या तोंडातून काढली होती. तसे करण्यात पाश्चरने फार मोठा धोका पत्करला होता. कारण तेव्हा त्याच्या तोंडात असलेल्या एखाद्या जखमेतून हाइड्रोफोबियाचे जंतू त्याच्या रक्तात पोचण्याची शक्यता होती. तरीही मुळीच घाबरता त्याने हा धोका स्वखुशीने पत्करला होता. विज्ञानाच्या सर्व क्षेत्रात असे धाडसी प्रयोग करणाऱ्यांची किती तरी उदाहरणं देता येतील. संशोधकांची तसे करण्याची तयारी असल्यानेच त्यांना आपल्या संशोधनात हमखास यश मिळविता येते.

१९२९ साली जर्मनीतील व्हेरनर फोर्समन या डॉक्टराने स्वतःवर केलेले प्रयोग अशाच प्रकारे रंजक तसेच धाडसी आहेत. या प्रयोगांसाठी त्याला तेव्हा वेड्यातच काढले गेले होते. पण त्याचे ते प्रयोग किती महत्त्वाचे होते याची प्रचीती वैद्यकशास्त्राला आज येते.

आपल्या हृदयाला चार कप्पे असतात. वरचे दोन लहान कप्पे - त्यांना कर्णिका (Auricles) म्हणतात आणि खालचे दोन मोठे कप्पे - त्यांना जवनिका (Ventricles) म्हणतात. कर्णिकांना जोडलेल्या नीलांमार्फत (Veins) रक्त हृदयात येते आणि जवनिकांना जोडलेल्या धमनींमार्फत (Arteries) रक्त हृदयाच्या बाहेर जाते. डाव्या कर्णिकेत फुफ्फुसातून शुद्ध रक्त येते तसेच उजव्या कर्णिकेत शरीराच्या इतर भागातून अशुद्ध रक्त येते. प्रत्येक कर्णिकांमधील रक्त आपल्या बाजूच्या जवनिकेत येते. डाव्या जवनिकेत आलेले शुध्द रक्त मुख्य धमनीतून (फुफ्फुस वगळता) शरीराच्या सर्व अवयवांना पुरविले जाते तसेच उजव्या जवनिकेत असलेले अशुद्ध रक्त शुद्धीकरणासाठी फुफ्फुसात जाते.

एक दिवस डॉ. व्हेरनर फोर्समन यांनी आपल्या दंडाच्या मुख्य नीलेला एक बारीक छिद्र पाडले व त्यातून त्यांनी एका विशेष प्रकारच्या रेशमी धाग्यापासून तयार केलेली एक फार बारीक आणि लवचिक नळी अत्यंत काळजीपूर्वक दंडाच्या नीलेत घातली. त्याने ही नळी दंडाच्या नीलेतून हळूहळू दंडाच्या वरच्या बाजूला म्हणजे खांद्याकडे सरकावली. दंडाच्या नीलेतून पुढे पुढे सरकत ही नळी त्याच्या खांदा आणि

मानेच्या मधील भागात पोचली. अजूनही डॉ. फोर्समन काळजीपूर्वक ही नळी वर वर सरकवतच होता शेवटी नळी मुख्य नीलेतून पार होऊन त्याच्या हृदयाच्या उजव्या कर्णिकेत पोचली.

डॉ. फोर्समनला या गोष्टीचा फार आनंद झाला आणि तो त्याच अवस्थेत, म्हणजे त्याच्या नीलेमध्ये नळी असलेल्या स्थितीत दोन जिने चढून दुसऱ्या मजल्यावर गेला आणि आपल्या शरीरात नळी घातलेल्या भागाचा एक्सरे काढला. एक्स-रेमध्ये नळी दंडाच्या नीलेतून जात त्याच्या हृदयाच्या वरच्या बाजूने उजव्या कर्णिकेत गेल्याचे स्पष्ट दिसत होते. एक्स-रे बघून डॉ. फोर्समन आनंदित झाला. एखादा विजय प्राप्त झाल्याप्रमाणे त्याने आपल्या प्रयोगाची बातमी आपल्या डॉक्टर मित्रांना कळविली आणि तो एक्स-रेही मित्रांना दाखविला. त्याने आपल्या या प्रयोगाचे संपूर्ण वृत्त एक्स-रेसकट प्रकाशित केले. पण याचे कोणालाही आश्चर्य किंवा कौतूक वाटले नाही. कारण त्यात नवीन असे काहीच नव्हते. ही गोष्ट सर्वांनाच माहीत होती की शरीरातील सर्व नीला शेवटी हृदयाच्या उजव्या कर्णिकेतच पोचतात. म्हणून डॉ. फोर्समन याच्या या अभूतपूर्व प्रयोगाची कोणी प्रशंसा तर केली नाहीच उलट यासाठी त्याची टर उडवून त्यालाच वेडा ठरविण्यात आले.

डॉ. फोर्समन याच्या या संशोधनाला त्याच्या जर्मन डॉक्टर मित्रांनी एक वेडे संशोधन ठरविले असेल तरी अमेरिकेतील कोलंबिया इथल्या डॉ. डिकिनन रिचर्ड्स (ज्युनियर) आणि डॉ. आंद्रे कोरनॅन्ड या दोन तरुण डॉक्टरांना डॉ. फोर्समन याच्या वेड्या संशोधनातही कमालीचे शहाणपण असल्याचे दिसून आले. दंडाच्या नीलेतून हृदयापर्यंत नळी घुसविल्याने फोर्समनला काहीच इजा झाली नाही हा त्यांच्यासाठी एक महत्त्वाचा मुद्दा होता. या वरुन हे निःसंशयितपणे सिद्ध झाले की माणसाला कुठल्याही प्रकारचा अपाय न होता नीलेमधून त्याच्या स्पंदन करणाऱ्या जिवंत हृदयाच्या आतपर्यंत पोचणारी नळी घालता येऊ शकते. तरीही या गोष्टीचा उपयोग काय? हा प्रश्न अनुत्तरितच होता.

अमेरिकेतील त्या तरुण डॉक्टर जोडीने डॉ. फोर्समनच्या या प्रयोगांचा फार बारकाईने अभ्यास केला. त्यांनी या संबंधात स्वतःही अनेक प्रयोग केले आणि सुमारे १० वर्षाच्या कठीण प्रयत्नानंतर त्यांना या प्रश्नाचे उत्तर मिळाले. त्यांनी डॉ. फॉर्समनने वापरलेल्या रेशमी धाग्याच्या नळीत अनेक सुधारणा करून एक नवीन प्रकारची नळी तयार केली. आज या नळीला 'हार्ट कॅथेटर' असे म्हणतात. डॉ. फोर्समन याच्या संशोधनाची थट्टा करणाऱ्या लोकांना या गोष्टीची जराही कल्पना नव्हती की हे संशोधन भविष्यात एक क्रांतिकारक संशोधन ठरणार आहे.

काही वेळा निसर्गाकडूनही चुका होतात. काही माणसांच्या हृदयात जन्मापासूनच काही बिघाड असू शकतात. उदा. हृदयाच्या उजव्या आणि डाव्या बाजूंच्या पोकळीचा नैसर्गिकरित्या काहीच संबंध नसायला हवा. पण काही माणसांच्या हृदयात उजव्या आणि डाव्या भागांच्यामधील भिंतीला एखादे भोक असल्याने हृदयाच्या एका बाजूचे रक्त दुसऱ्या बाजूला जाऊन अपाय होऊ शकतो. तसेच हृदयाच्या विभिन्न कप्प्यांमधील झडपात काही दोष असू शकतात. याशिवाय हृदयाशी संबंधित धमनी किंवा शिरांच्या जोडणीमध्येही दोष असू शकतात. असे दोष मोठी शस्त्रक्रिया न करता फक्त हार्ट कॅथेटरच्या मदतीने शोधून त्यांच्यावर उपचार करता येतो. हृदयावर उपचार करण्यासाठी हार्ट कॅथेटर एक अनिवार्य साधन झाले आहे.

डॉ. फोर्समनच्या वेड्या संशोधनाचे महत्त्व आता संबंधित लोकांना लक्षात आले होते. पण असे होण्यास तब्बल १७ वर्षांचा काळ लागला. पण उशीरा का होईना डॉ. फोर्समन, डॉ. रिचर्ड्स आणि डॉ. कोरनॅन्ड या डॉक्टर त्रयीला याचे मधुर फळ मिळाले. डॉ. फोर्समन याने १९२९ साली केलेल्या एका धाडसी तसेच धोकादायक प्रयोगामुळे या तिन्ही डॉक्टरांना १९४६ साली नोबेल पारितोषिक देऊन त्यांचा यथोचित सत्कार करण्यात आला. मानाचे हे पारितोषिक मिळाल्याचा त्या डॉक्टरांना आनंद होणे स्वाभाविक होते, पण त्यांना याहीपेक्षा जास्त आनंद या गोष्टीचा झाला की त्यांच्या संशोधनामुळे हजारो लोकांच्या हृदयातील दोष शस्त्रक्रियेविना करण्याचा एक सोपा मार्ग सापडला होता.

आज हार्ट कॅथेटरचे तंत्रज्ञान फार प्रगत झाले आहे. त्याचे विविध कामगिरींसाठी अनेक नवे अवतारही झाले आहेत. त्याची कार्यक्षमता, त्याच्या सिद्धांताच्या कामाचे

डॉ. व्हेरनर फोर्समन

डॉ. डिकिनन रिचर्ड्स

डॉ. आंद्रे कोरनॅन्ड

क्षेत्र आणि कार्यक्षमताही अनेक पटीने वाढली आहे. त्यात वापरण्यात येणारी नळी आता रेशमी धाग्याची नसून टेफलॉनपासून बनलेली असते. या उपकरणाच्या शरीराच्या आत जाणाऱ्या टोकाला एखाद्या मिक्सरप्रमाणे, विभिन्न कामे करणारी (लहान तुकडे करणे, दळणे, रस काढणे वगैरे) लहान उपकरणे बसविता येऊ शकतात. उदा. या नळीच्या आतील टोकाला एखादा प्रकाशस्रोत बसविला की हृदयाचा आतील भाग प्रकाशमय करून तिथली नीटपणे पाहाणी करता येते. जर तिथे विशेष प्रकारचा सूक्ष्म कॅमेरा बसविला तर हृदयाच्या आतील भागाचे चित्रीकरण करता येते. त्याचप्रमाणे तिथे फ्लुओरोस्कोप हे उपकरण बसवून हृदयाच्या आतील भागाचे दृश्य पडद्यावर घेता येते. या नळीच्या मदतीने एखाद्या रक्तवाहिनीत विशेष प्रकारचा फुगा बसवून रक्तवाहिन्यामधील अवरुद्ध झालेला मार्ग पहिल्यासारखा मोकळा करता येतो. याला 'बलून अँजिओप्लास्टी' म्हणतात. हार्ट कॅथेटरच्या मदतीने रक्तवाहिन्यांमध्ये स्प्रिंग कॉइल बसवून त्यांच्या भिंतींना आधार व बळकटी देता येते. हृदयाच्या रॅडिएशन चिकित्सेसाठी आवश्यक ते पदार्थ हार्ट कॅथेटरच्या मदतीने आत सोडून ती चिकित्साही आता करता येते.

याच मार्गाने आता आवश्यकती औषधेही हृदयात पोचविता येतात. वैद्यकीय परीक्षणासाठी रक्तवाहिन्या किंवा हृदयातून रक्त किंवा उतीचा भाग बाहेर काढता येतो. हार्ट कॅथेटरच्या टोकावर खवणीसारखे उपकरण बसवून नारळवाटी प्रमाणे हृदय किंवा रक्तवाहिन्यांच्या आतील भिंतीवर साचलेले कोलेस्टेरॉल, मेद आदी पदार्थ खरवडून काढता येतात. तात्पर्य हे की आता हृदयाशी संबंधित अनेक कामे हृदयावर शस्त्रक्रिया न करताही हार्ट कॅथेटरच्या मदतीने सहज करता येतात. यात सर्वात महत्त्वाची गोष्ट ही आहे की कॅथेटरवर सूक्ष्म शस्त्रे बसवून रक्तवाहिन्या किंवा हृदयाच्या आतली शस्त्रक्रिया करता येते.

अगदी अलीकडच्या काळात 'एंडोस्कोप या नावाने एक नवीन तंत्र विकसित झाले आहे. हे नवीन तंत्रपण डॉ. फोर्समन यांच्या प्रयोगाच्या सिद्धांतावरच आधारित आहे. या तंत्राच्या मदतीने आता शरीराच्या आतील अनेक भागात शस्त्रक्रिया केल्याशिवाय पोचता येते व तिथे आवश्यक ते उपचार किंवा शस्त्रक्रिया करता येतात.

या सर्व गोष्टींवरून हे सहज स्पष्ट होते की डॉ. फोर्समन यांच्या संशोधनाला 'वेडे संशोधन' असे म्हणणेच मुळी किती वेडेपणाचे होते.

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

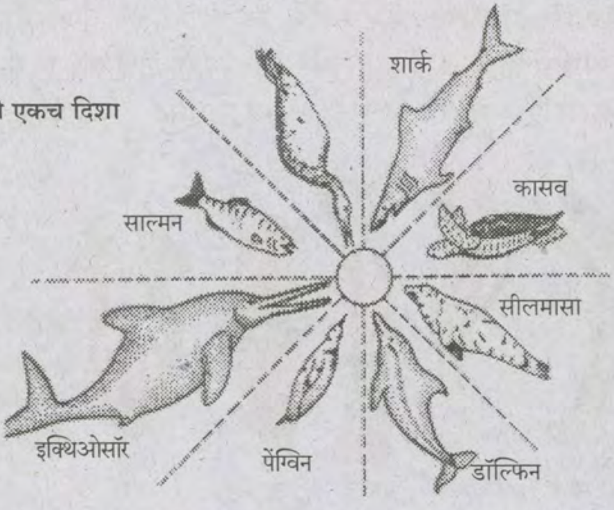
अनुकूलन

भाग २

लेखक : अ.चिं. इनामदार

गेल्या लेखात आपण अनुकूलनाची वनस्पतीतील उदाहरणे पाहिली. प्राणि-सृष्टीतील याची उदाहरणे अधिक चमत्कृतिजन्य ठरू शकतील. प्रजातीचे अस्तित्व टिकविण्याला मदत करण्याबरोबरच बदल (variations) व उत्परिवर्तन (Mutations) यांच्यासह अनुकूलनामुळे होणारे फायदे उत्क्रांतीला मदत करतात. कमी काळासाठी होणारे अनुकूलन - उदा. माणसाच्या त्वचेचा रंग - गोरा, काळा, पिवळा इ. उत्क्रांतीला साहाय्यभूत ठरत नाही कारण आनुवंशिकता ठरविणाऱ्या घटकांवर - जनुकांवर - त्याचा परिणाम होत नाही, पण परिस्थितीत होणाऱ्या कायमच्या फरकांना अनुसरून जे अनुकूलन होते, (उदा. पक्ष्यांच्या खाद्यानुसार असणाऱ्या चोचींचे आकार व प्रकार, अधिवासाप्रमाणे त्यांच्या पायांची बोटे व नख्या इ.) ते उत्क्रांतीस साहाय्यभूत होते.

उत्क्रांतीची एकच दिशा

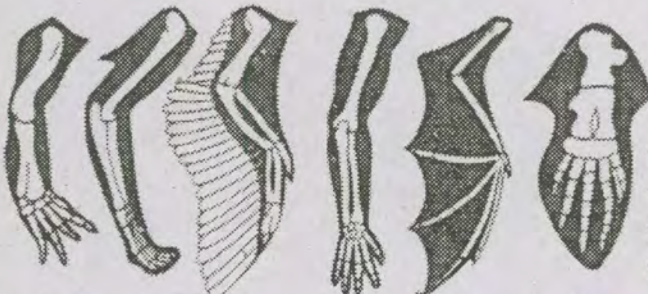


अनुकूलनाचे प्रकार

विभिन्न प्रकारच्या प्राण्यांना जेव्हा समान अधिवासात राहावे लागते तेव्हा त्यांच्यात समान लक्षणे दिसतात. पक्षी, वटवाघूळ (सस्तन प्राणी), प्टेरोसॉर, शेकरू - उडणारी खार (सरिसृपवर्ग), पतंग व फुलपाखरांसारखे कीटक या सर्वांना पंख वा तत्सम अवयव असतात, पण शास्त्रीय वर्गीकरणाच्या दृष्टीने ते जवळचे नाहीत. अशा अनुकूलनाला आपण एक-केंद्रिक (convergent) अनुकूलन म्हणू या.

अनुकूलनात्मक प्रसरणाचा (Adaptive radiation) नियम हेन्री ओसबॉर्न यांनी १८९८ मध्ये मांडला. त्याप्रमाणे, सस्तन प्राण्यांचा, मुळात सारखा असलेला प्रतिनिधी, धावणे, खणणे, पाण्यातला अधिवास, झाडांवर चढणे, हवेत उडणे, गुहेत राहणे, व वाळवंटी - निर्जल प्रदेशांत अशा विविध अधिवासात गेला व त्या त्या अधिवासाला योग्य अशी त्याची शरीर-रचना व जीवनक्रिया झाल्या. हरण, घूस, व्हेल, माकड, पक्षी, वटवाघूळ व उंट अशा या अधिवासातल्या प्रातिनिधिक प्राण्यांची आपण कल्पना करू शकतो. एक केंद्रिक व अनुकूलनात्मक प्रसरण या विरोधी वाटणाऱ्या दोन्ही पद्धतींनी प्राण्यांचे अनुकूलन (व म्हणून उत्क्रांति) होते.

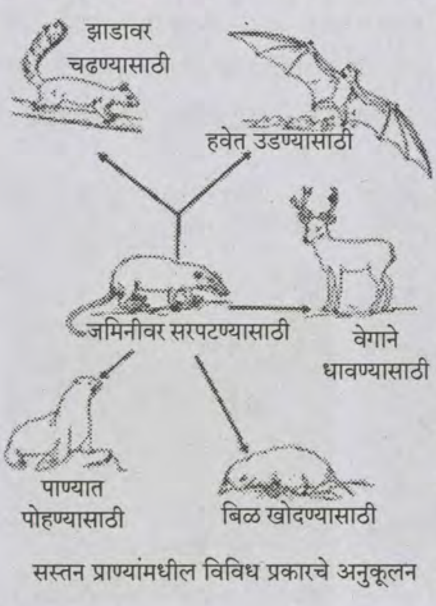
या ठिकाणी प्रथम आपण थोडेसे विषयांतर करून परिस्थितीकीय कोपरे (Ecological niches) या कल्पनेबद्दल पाहू. सजीवांची प्रत्येक प्रजाती एका विशिष्ट अधिवासात राहते. व पर्यावरणाच्या संदर्भात त्या प्रजातीचे विशिष्ट कार्य असते. म्हणजे तिचे वास्तव्य कोठे व कार्य काय हे निसर्गाने ठरविलेले असते. म्हणजे जसे भौगोलिकदृष्ट्या एखादे स्थान निश्चित करताना अक्षांश-रेखांशांचा उपयोग होतो, तसेच निसर्गात त्या प्रजातीचे महत्त्व कळण्यासाठी तिचा अधिवास व कार्य यांचे महत्त्व असते. गरुड, गांडूळ, गिधाड ही नावे



विविध प्रकारच्या अन्नाचा वापर करण्यासाठी पृष्ठवंशीय प्राण्यांमध्ये झालेले अनुकूलन

घेताच आपल्याला त्यांच्या स्थान व कार्याविषयी कल्पना येते.

प्रख्यात जीवशास्त्रज्ञ ज्यूलियन हक्सले यांच्या मते, अनुकूलनात्मक प्रसरणामध्ये अनुकूलनाला फार महत्त्व आहे. अन्नाची व सुरक्षिततेची गरज प्राण्यांना विविध स्वरूपाचे अनुकूलन करण्यास भाग पाडतात. अन्न व राहण्याच्या जागेच्या टंचाईमुळे व त्यासाठी होणाऱ्या स्पर्धेमुळे सजीवांचे समूह निरनिराळ्या अधिवासांत शिरकाव करून घेण्याचा प्रयत्न करतात व त्या अधिवासांना योग्य ठरण्यासाठी अनेक गोष्टीत अनुकूलन करतात. विविध प्रकारच्या अन्नाचा वापर करण्याच्या क्षमता तयार झाल्याने, तसेच संरक्षणाचे नवनवीन मार्ग शोधून काढल्याने



सस्तन प्राण्यांमधील विविध प्रकारचे अनुकूलन

त्यांच्यात अनुकूलनाचे प्रमाण वाढते व उत्क्रांतीला याचा उपयोग होतो.

ऑस्ट्रेलियासारख्या मोठ्या, सलग भूभागावर - बेटावर जेव्हा जमीन-डोंगर-दऱ्या, हवामान व वनस्पतिसृष्टी यांत वैविध्य असते, तेव्हा प्राणिसृष्टीतही वैविध्य दिसते व अनुकूलन मुख्यत: अन्न मिळविणे व संरक्षण यासाठी होत असल्याने हातपाय व दात अनेक रूपांतरणे दाखवितात. ऑस्ट्रेलियातल्या मार्सूपियल प्राण्यांचीच उदाहरणे घ्यायची तर टॅस्मॉनिया वूल्फ हे मांसभक्षक, 'मोल' प्रमाणे बिळे करणारे, कोआला अस्वलाप्रमाणे झाडावर चढणारे, मैदानावरील कांगारू व बँडीकूट ससे आहेत.

भक्ष्य मिळवून/पकडून खाण्याच्या पद्धतीनुसार अनुकूलनाचे अनेक प्रकार भूचर व जलचर - विशेषत: माशांत दिसतात. परजीवी व समुद्राच्या तळाशी असणाऱ्या प्राण्यांत याची चकित करणारी उदाहरणे दिसतात.

वेगाने चालणे / धावणे ही जीवनशैली असणारे प्राणी, वेगाने हालचाली करणारे प्राणी हवेत, जमिनीवर व पाण्यात आढळतात. उदाहरणादाखल आपण फक्त जमिनीवरच्या सस्तन प्राणी व पक्षांचे उदाहरण घेऊ.

शरीराचा निमुळता आकार, डोके व मान, पुढे पळताना मागे पडणारे कान, लांब व कृश

इमू

किवी

पायं, पायांच्या बोटांची घटती संख्या व तोल सावरण्यासाठी उपयोगी पडणारे शेपूट. सरडे, वाघ, हरिण, घोडा, कुत्रा, इत्यादि प्राणी आपल्याला परिचित आहेतच, शिवाय उडू न शकणारे व म्हणून वेगाने पळण्याची आवश्यकता असलेले ऑस्ट्रिच, एमू, किवी इत्यादी पक्षीही अनुकूलनाचीही व इतर लक्षणे दाखवितात कांगारूचे शेपूट तोल सांभाळण्याबरोबरच संरक्षणालाही उपयोगी पडते. चतुष्पाद अवस्थेनंतर द्विपाद अवस्था आल्यावर हातांची लांबी कमी झाली व अंगठा इतर बोटांच्या पातळीत राहण्याऐवजी त्यांच्या समोर आला. माणूस, गोरिला ही उदाहरणे आपल्याला माहीत आहेत.

जमिनीत बिळे खोदून राहणाऱ्या प्राण्यांची गोष्ट वेगळीच. मुळात संरक्षणाची साधने कमी असल्याने त्यांना बिळांचा आश्रय घ्यावा लागतो. उंदीर, घूस, बीव्हर, मुंगूस व विविध

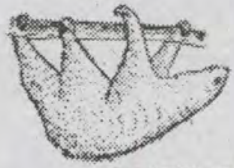
▲ बीव्हर

शहामृग ▶

रूपांतरणाची उदाहरणे आहेत.

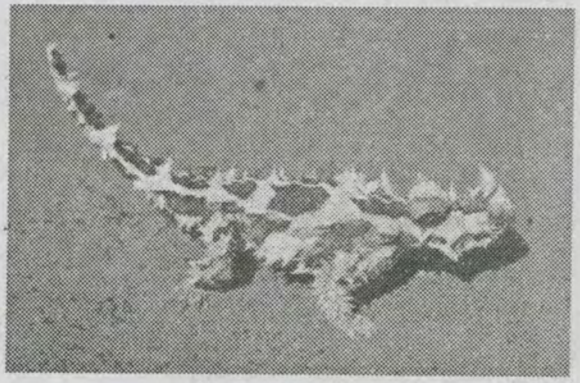
उडणारी खार शेकरू - हातापायांना जोडणाऱ्या पातळ पडद्या

झाडावर उलटे टांगून घेणारा स्लॉथ

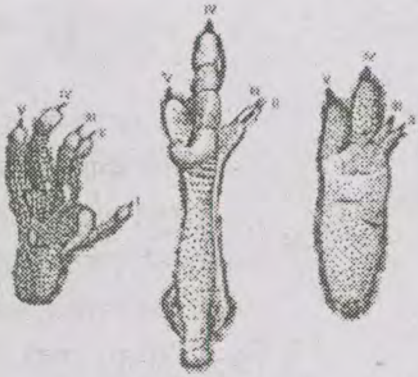


अन्न-पाण्याचा आत्यंतिक अभाव, दिवस - रात्रीच्या तापमानातील मोठा फरक, उष्णता व थंडी दोन्ही प्रचंड प्रमाणात, गरम वाळूच्या वादळामुळे होणारा उपद्रव व वातावरणातील कोरडेपणा ही वाळवंटी भागात जीवन असह्य करणारी काही कारणे. अशा अधिवासात राहणाऱ्या प्राण्यांचे अनुकूलन असेच खास असावे लागते. 'मोलॉक' हा वाळवंटी सरडा हवेतील बाष्प त्वचेने टीपकागदाप्रमाणे शोषून घेतो. उंट आतड्यातील खास पेशीत पाणी साठवतो, तसेच मदारीतील चरबीपासून आवश्यकतेनुसार पाणी निर्माण करतो. डोळे, नाक इ. नाजूक अवयवांना वाळूच्या

प्रकारचे साप यांचा खास, निमुळता दोरीसारखा किंवा दंडगोलाप्रमाणे आकार असतो. निमुळते डोके, मान जवळपास नाहीच, हातपाय लहान, बळकट नख्या असलेले किंवा हाता-पायांचा अभाव, हाडांचा सांगाडा व कवटीची विशिष्ट ठेवण, पाठीच्या कण्याचे मणके जुळलेले, त्वचेवर घट्ट, चिकट पदार्थ, केस, खवले किंवा काटे, डोळे व बाह्यकर्ण (उपयोग नसल्याने) नष्ट किंवा नष्टप्राय झालेले. शेपटीचा स्पर्शज्ञानासाठी वापर, हिवाळ्यात भक्ष्याच्या अभावी सक्तीची झालेली शीत-निद्रा व खणण्यासाठी केला जाणारा विशिष्ट (कठीण) अवयवांचा वापर ही या प्रकारच्या प्राण्यांची



मोलॉक वाळवंटी सरडा



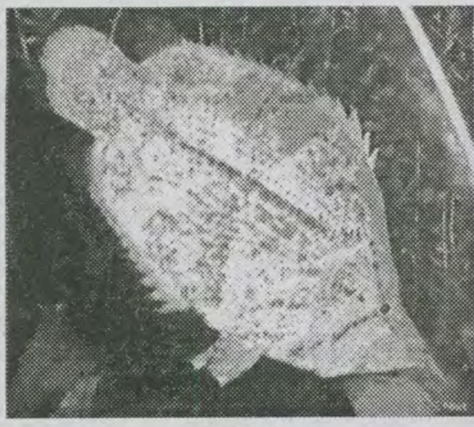
नख्यांचे प्रकार

कणांमुळे इजा होऊ नये म्हणूस खास संरक्षण असते. श्वसनामुळे, त्वचेमार्फत व उत्सर्जनामुळे शरीरातील पाण्याचा खर्च होत असतो. तो कमी करण्यासाठी जाड कातडी धर्मग्रंथींची संख्या कमी करणे किंवा त्यांचा पूर्ण अभाव व संहत (concentrated), युरिया व युरिक ॲसिड अधिक प्रमाणात असलेल्या लघवीचे उत्सर्जन असे मार्ग शोधले जातात. वाळवंटातील बहुतेक प्राणी निशाचर असतात व त्यांचे रंग सभोवतालच्या वाळूशी मिळतेजुळते असतात. वाळवंटात आढळणारे ससे, कासवे, उंदीर व हरणे (गॅझेल) यात हे अनुकूलन आढळते.

समुद्राच्या पृष्ठभागावर, पाण्यात व तळाशी विविध प्रकारची प्राणिसृष्टी असते. त्यांचे आकार गोल/दंडगोल/सिगार प्रमाणे असतात. स्पर्शेंद्रिये, स्पृषा, कल्ले, गिल्स, हवा भरलेल्या पिशव्या, डोळ्यावर पडदे, संवेदना ग्रहण करणारी विशिष्ट केंद्रे, व काही बाबतीत उजेड टाळणारे व विजेचा धक्का देणारे अवयव इत्यादि अनुकूलनाचे मार्ग त्यांच्यात दिसतात. घर्षण टाळण्यासाठी खवले/केस याचा अभाव व मोठी हाडे पोकळ असून त्यात तेल असल्याने (व्हेल) वजन कमी होते.

झाडांवर, विशेषत: झाडांच्या फांद्यांवर बहुतेक आयुष्य घालवणारे माकड, शेकरू, वटवाघूळ, इत्यादी प्राणी व भिंती, उभे दगड इत्यादींवर चढण्यासाठी अनुकूलन असणारे पाल, सरडे इत्यादी प्राण्यांत अनुकूलनाचे इतर काही मार्ग दिसतात. बळकट व वळलेल्या नख्यांनी वटवाघूळ स्वत:ला उलटे टांगून घेते. पालीला हातापायांच्या बोटांना निर्वात पोकळ्या व गादीसारखे मऊ भाग असतात. माकडांना 'शाखामृग' असे अर्थवाही नाव आहे. लांब व सडपातळ हातपाय, हातांची नखे फांद्यांना पकडायला योग्य असतात, तर लांब शेपूट तोल सांभाळण्याला उपयोगी पडते. झाडांच्या फांद्यांवरून लांब लांब झेप घेणाऱ्या शेकरूला (उडती खार) हातापायांना जोडणारे पातळ कातडी पडद्या (पॅटॅजियम) व झुपकेदार, केसाळ शेपूट असते.

स्वेच्छेने हवेत उडणाऱ्या प्राण्यांचा आकार निमुळता किंवा बोटीप्रमाणे असतो, पंख, पायाची बोटे वळलेली, नख्या पिसे इत्यादी बाबी आपल्याला माहीतच असतात.



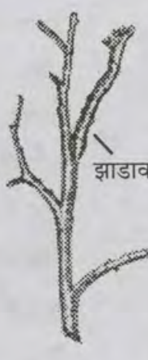
पानमासा

- बीजांडकोष असतो. मूत्राशय नसते, व त्यांचे डोळे मोठे व नजर चटकन केंद्रित होणारी असते.

उडण्यासाठी लागणारे जोमदार स्नायू 'कील' हाडाला जोडलेले असतात. पक्ष्यांना दात नसतात तर विविध प्रकारच्या (किडे/फळे/अळ्या/मांस खाण्यासाठी) चोची असतात. शेपूट तोल सांभाळण्याचे व दिशा दाखवण्याचे काम करते. पक्ष्यांची हाडे पोकळ असून फुफ्फुसांजवळ हवा भरलेल्या पिशव्या असतात. पक्ष्यांना एकच - डावा

परोपजीवी प्राण्यांचे आयुष्य एक किंवा दोन पोशिंद्या प्राण्यांच्या शरीरात जाते. जंत, टेपवर्म, लिव्हरफ्लूक अशा प्राण्यांना पोशिंद्या प्राण्यांना चिकटून राहाण्यासाठी आणि हूक किंवा चूषके असतात. लांबुडके, निमुळते, साधे शरीर असते. पोशिंद्याच्या पाचकरसांपासून संरक्षण मिळण्यासाठी शरीरावर खास जाड आवरण असते. चलनवलन व संवेदना मिळणाऱ्या भागांचा अभाव असतो. श्वसनाचे अवयव नसतात. श्वसन प्राणवायूतले किंवा तो नसेल तर अनॉक्सिकारक असते. चेतासंस्थेची वाढ कमी किंवा मर्यादित असते. उत्सर्जनाची साधने असतात. पुनरुत्पादन प्रचंड संख्येने

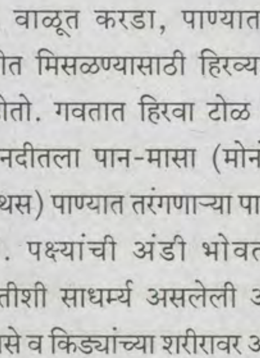
पंखावर डोळे असणारा पंतग



पानाच्या आकाराचे कॅलिमा फुलपाखरू

होते. ९-१२ महिन्यांच्या आयुष्यकाळात एक जंत २७ कोटी अंडी 'घालते' तर एक लिव्हरफ्लूक ५ लाख. असे प्राणी उभयालिंगी असतात.

काही प्राण्यांनी अनुकूलनासाठी रंगांचा वापर आपल्या संरक्षणासाठी करून घेतला आहे. सभोवतालच्या परिस्थितीत मिसळून जाऊन भक्षकांच्या नजरेपासून चुकल्याने त्यांना संरक्षण मिळते. बर्फाच्या पार्श्वभूमीवर पांढरा, वाळूत करडा, पाण्यात निळा, वनस्पतीत मिसळण्यासाठी हिरव्या रंगांचा वापर होतो. गवतात हिरवा टोळ मिसळून जातो. नदीतला पान-मासा (मोनोसिऱ्हस पॉलिकॅंथस) पाण्यात तरंगणाऱ्या पानाप्रमाणे भासतो. पक्ष्यांची अंडी भोवतालच्या परिस्थितीशी साधर्म्य असलेली असतात. साप, मासे व किड्यांच्या शरीरावर आलटून-पालटून गडद व फिके पट्टे असतात.



भक्षकाचा सुगावा लागल्यावर पक्षी, ससे व कोल्हे स्तब्ध राहून स्वत:ला वाचवतात. बेडकाने हालचाल केली तरच तो दिसतो.

काही प्रकारचे पतंग व फुलपाखरे पंखांवरच्या रंगाचा व नक्षीचा वापर शत्रूला घाबरविण्यासाठी करतात. मोठ्या प्राण्यांच्या डोळ्यांशी साम्य असलेले ठिपके पतंग / फुलपाखरांच्या पंखावर असतात. पंख मिटलेले असताना ते दिसत नाहीत पण भक्षक पक्षी जवळ आल्याबरोबर असे पतंग पंख उघडतात व शरीराची विशिष्ट हालचाल करतात - त्यामुळे छोटे पक्षीच घाबरून दूर जातात. एका विशिष्ट कॅटरपिलरमध्ये (ब्राझिलमधील स्प्रिंगिड कॅटरपिलर) शरीराचा पुढचा भाग फुगवला जातो, डोळ्यांसारखे दोन मोठे ठिपके दिसू लागतात व त्यामुळे एकूण आकार नागाच्या फणीसारखा दिसू लागतो.

आपल्या संरक्षणासाठी इतर सजीवांची किंवा निर्जीव वस्तूंचीही नक्कल केली जाते. ज्या सजीवांची नक्कल केली असेल ते अधिक ताकदवान व उपद्रवक्षम असतात. विषारी व अपायकारक प्राण्यांचीही नक्कल होते. रंग/आकार/कृति किंवा वर्तणूक याद्वारे नक्कल होते. कधीकधी निर्जीव वस्तूंची (उदा. वाळकी काडी, दगड) नक्कल केली जाते. लक्ष टाळणे किंवा नसलेला धोका असल्याचा आभास निर्माण करणे हा

त्यातला हेतू. विषारी / खाण्यास अयोग्य असलेल्या प्राण्यांना शत्रू नसतात, म्हणून अशांची नक्कल केली जाते. पक्षी व सस्तन प्राणी इतरांच्या गाण्याची किंवा आवाजाची नक्कल करतात. गवळण किंवा खंडोबाचा घोडा (प्रेइंग मॅंटिस) वाळलेल्या काडीप्रमाणे दिसतो 'फायलम' हा किडा हुबेहुब पानाप्रमाणे दिसतो. 'कॅलिमा' नावाचे फुलपाखरू मृत, वाळलेल्या पानाप्रमाणे दिसते. रंग, शिराविन्यास, इतकेच काय पण पानावर नैसर्गिकरीत्या पडलेल्या छिद्रांशीही ते साम्य दाखवते. क्रिप्टोलिथोडिस नावाचा पांढरा खेकडा समुद्राकाठच्या गोट्यात मिसळून जातो. 'स्वॅलोटेल' या फुलपाखराचे कोश जून झाडाच्या खोडावर / दगडावर असले तर भुरे / करडे व हिरव्या वृक्षाच्या सालीवर असले तर हिरवे असतात.

काही वेळा भक्षकाला फसविण्यासाठी दुसऱ्या युक्त्या योजल्या जातात. थायलंड/त्रिनिदाद येथे आढळणारे लॅंटर्नफ्लाय नावाचे फुलपाखरू शरीराच्या मागच्या भागात डोळे व डोके असल्याचा आभास निर्माण करते. हल्ला डोक्याच्या दिशेने होत असल्याने अशा वेळी खऱ्या डोक्याच्या दिशेने झेप घेऊन ते सुरक्षित राहाते. मोनोसिन्हस नावाचा मासा वाळलेल्या पाना-प्रमाणे दिसतो. 'लॅबोटिस युनिनिएन्सिस नावाचा मासा खारफुटी जंगलातील केंदळ वनस्पतीत असतो. त्याचा आकार, रंग तर पानाप्रमाणे दिसतोच, शिवाय हल्ला झाला तर पान बुडताना होते तशी हालचाल तो करतो. विषारी किंवा इतर प्रकारे धोकादायक असलेल्या मोनार्क बटरफ्लायचे अनुकरण करून व्हाईसरॉय बटरफ्लाय आपले संरक्षण करते.

'युरोपियन यलो टेल्ड मॉथ' (यूप्रॉक्टिस) क्रायसोन्हिआ) मधील नर मादीची नक्कल करतात कारण मादीच्या पोटाच्या शेवटी खायला अयोग्य पदार्थ असतात. कोकिळा व कावळ्यांच्या अंड्यात साम्य असते त्यामुळे कोकिळा कावळ्यांच्या घरट्यात अंडी घालून त्यांच्याकडून ती उबवून घेते, अशी जन्माच्या आधीपासूनच नक्कल सुरू होते.

प्राणीच काय, वनस्पतीही प्राण्यांना फसवतात. 'ऑफ्रिस' कुळातल्या अमरीना (ऑर्किड) पर-परागीभवनासाठी विशिष्ट कीटकांची मदत लागते. त्यातल्या नर-कीटकांना फसविण्यासाठी ऑफ्रिसची फुले मादी-कीटकाप्रमाणे असतात. अशा फुलांकडे नर-कीटक आकर्षित होऊन विशिष्ट हालचाली करतात. त्यांच्याबरोबर दुसऱ्या फुलातले पराग येऊन किंवा दुसऱ्या फुलाकडे नेले जाऊन परागीभवन होते.

लेखक : अ. चिं. इनामदार, फर्ग्युसन कॉलेजमधील वनस्पती शास्त्र विभाग प्रमुख (निवृत्त).

सुरक्षा कवच
ज्यावर ठेऊ शकता विश्वास
महासुरक्षा
ठेव योजना
बचत/चालू/मुदत ठेव
खातेदारांसाठी
जीवन विमा कवच
• हमी रक्कम – रु. 1 लाख
• कमी प्रिमियम
महा
गृह सुरक्षा योजना
गृह कर्जा सोबत
जीवन विमा कवच
• अल्प किंमतीची एकल हप्ता विमा योजना
• गृह कर्जाच्या बाकी रकमेसाठी विमा कवच
आम्ही जाणतो आपलं मन
बँक ऑफ महाराष्ट्र
एक कुटुंब एक बँक
www.bankofmaharashtra.in
अखिल भारतीय निःशुल्क दूरध्वनी क्र :
1800 - 222340 / 1800 - 220888

युरोपीय आधुनिक कला

(इ. स. १८००-१९५०)

लेखक : राम अनंत थत्ते

फ्रेंच राज्यक्रांती व औद्योगिक क्रांतीमुळे सामान्य कलाकार तसेच सामाजिक व वाङ्मयीन क्षेत्रावरही दूरगामी परिणाम झाले. व्यक्तिस्वातंत्र्याची जाणीव नव्याने झाली. ह्याच्याच जोडीला अठराव्या शतकाच्या उत्तरार्धात ते १९ व्या शतकाच्या सुरुवातीला लागलेल्या शोधांमुळे समाजाचा आमूलाग्र कायापालट झाला. बिनतारी तारायंत्र, आगगाडी, विमान, कॅमेरा, रेडिओ, टेलिव्हिजन इत्यादी शास्त्रीय शोधांमुळे सर्व जग जवळ येऊ लागले. ह्या बदललेल्या परिस्थितीचे पडसाद सामान्य कलाकारांवर पण उमटू लागले.

पूर्वीच्या कलावंतांचे समाजात मानाचे

स्थान होते. त्यावेळी त्यांना सुरक्षिततेची हमी होती. टीशियन सारख्या कलाकाराला राहण्यासाठी प्रासाद, नोकरचाकर पण होते. बोरोक काळात चित्रकला ही चैनीची वस्तू बनली. आश्रयदात्याने चित्र जसे काढावयास सांगितले, तसेच काढणे सुरू झाले. त्यांच्या इच्छा व अपेक्षेप्रमाणे कलाकार काम करावयास लागले.

अमीर उमरावांची सत्ता संपुष्टात आल्यानंतर चित्रकारांना सामान्य जनतेवरच अवलंबून राहावे लागले. स्वतः काढलेली चित्रे खपविण्यासाठी बरीच खटपट करावी लागली. जनतेमध्ये चित्रकला ह्या विषयाची तितकीशी जाण नसल्यामुळे, काढलेली चित्रे आपल्यापाशी ठेवून आपल्या मित्रांसमवेतच चर्चा विचारणा करून अनेकदा मनःशांती मिळवावी लागे. प्रपंचासाठी प्राप्तीचे साधनच नसल्यामुळे चित्रकारांची गणना वेड्यापीरांमध्ये होऊ लागली.

औद्योगिक क्रांतीमुळे कारागिरांवर व त्यांच्या कलेवर परिणाम झाला. हळूहळू काही कामे यंत्रांच्या मदतीने व्हावयास लागली. त्याचवेळी लागलेल्या कॅमेऱ्याच्या शोधाने तर फारच मोठी क्रांती घडवली. कॅमेऱ्यामुळे निसर्गचित्र, व्यक्तिचित्र, वस्तूंचे वा वास्तूंचे छायाचित्र हुबेहुब काढता येऊ लागले. आता चित्रकारांनी काढलेल्या वास्तववादी व्यक्तिचित्र वा निसर्गचित्रांची जरुरीच उरली नाही. त्याचवेळी कॅमेऱ्याने काढलेल्या अचूक चित्रांच्या प्रतिकृती पण मुद्रणतंत्रामुळे जनतेपर्यंत सहज पोहोचू शकल्या!

फ्रेंच राज्यक्रांतीमुळे शास्त्रीय ज्ञान व तांत्रिक ज्ञानात खूपच क्रांती होऊन त्या

कोरोचे निसर्गचित्र

प्रगतीस आधुनिक रुप प्राप्त झाले. कला यंत्रयुगाशी निगडीत झाली. त्यासाठी १८९० मधील विल्यम मॉरीस ड्युरींग ह्याचे प्रयत्न कारणीभूत झाले. नवीन होतकरू चित्रकारांचे निरनिराळे संच जनतेसाठी काम करणारे असे झाले. धंदेवाईक कलाकारांचे कौशल्य धंद्यामध्ये उपयोगी ठरले. नवीन पद्धतीची कलाविद्यालये निघाली. कलेचे टीकाकार व समीक्षकपण निर्माण झाले. कलेचा इतिहास लिहिणारे लेखक निर्माण झाले. कलेची संग्रहालये निर्माण झाली. छपाई यंत्राद्वारे कलाकृतीच्या प्रतिकृति छापल्या जाऊ लागल्या.

१९ व्या शतकातील वास्तुकला परंपरेला चिकटून राहिली. तरीही वास्तुकलेमध्ये रेल्वे स्टेशनस्, कारखाने, मोठमोठी धंदेवाईक संकुले, सरकारी कार्यालये, सिनेमागृहे, राहण्याच्या इमारती, विमानतळ वगैरे नव्या वास्तूंची भर पडली. त्याचबरोबर स्टील, क्रॉंक्रीट, कांच, अल्युमिनियम ह्या माध्यमांमुळे वास्तुकलेचे स्वरूपच आमूलाग्र बदलले गेले. जुन्या वास्तुकलेला उजाळा मिळून त्यांचा उपयोग सौंदर्याचा दृष्टीकोन समोर ठेवून केला गेला.

हरक्युलेनीयम व पॉंपीच्या शोधांमुळे व विंकलमनच्या 'आर्ट ऑफ अँटीक्विटी' ह्या पुस्तकामुळे सोळाव्या लुईच्या काळात वास्तुकलेला नवीन उजाळा मिळाला.

डेव्हिड व इंग्रेस ह्या दोन चित्रकारांमुळे 'निओ क्लासिसिझम' हा नवा प्रवाह कलेच्या प्रातांत पदार्पण करता झाला. शिल्पकलेमधील ठोसपणा, भरीवपणा हे सर्व चित्रामध्येही जोरकसपणा येण्यासाठी दिला गेला पाहिजे हे त्यांचे मत. चित्राच्या FORM ला महत्व आहे. Form हा शाश्वत आहे. शौर्य, पराक्रम वा क्षात्रतेज ह्या सर्व गोष्टींचा साज चित्रावर चढवला गेलाच पाहिजे व चित्रांचे विषय पण तसेच असावेत असे मानले गेले. परंपरागत जुन्या वळणाच्या विषयांना बाद करून नवीन विषय चित्रित

मेडुसावरील तराफा

जेरीको (१७९१-१८२४) या फ्रेंच स्वच्छंदवादी चित्रकाराने प्रत्यक्ष घडलेल्या एका घटनेचे चित्रण केले आहे. भावप्रकटीकरण, तेजस्वी रंगयोजना, शौर्य, धैर्य, साहस दाखवणारे चित्रविषय; गूढ नाट्यपूर्णता व गतिमानता, हे स्वच्छंदवादी कलेचे विशेष होत. त्याचे हे उत्तम उदाहरण. मेडुसा जहाज फुटल्यावर बचावलेल्या लोकांची स्वतःला वाचविण्याची धडपड ह्या चित्रात समर्थपणे दाखवली आहे. वादळ खवळलेला सागर, काही माणसे मेलेली, काही मरणोन्मुख व समुद्रात कोसळत असलेली - असे करूण व भयानक चित्रण ह्यात आहे.

करणारा, युद्धाची दृश्ये चित्रित करणारा फ्रान्सिको गोया हा स्पॅनिश चित्रकार विशेष करून महत्त्वाचा आहे. डेव्हीडचा तो समकालीन. डेव्हीडचे 'दी सॅबिन वुमन' (Sabin woman) हे प्रसिद्ध चित्र नवअभिजात कलेचा प्रत्यय आणून देते.

हळूहळू चित्रकार आपल्या परीने स्वातंत्र्य घेत होते व अभिव्यक्तीसाठी नवीन विषय शोधले जाते होते. कलेकडे 'साधन' म्हणून पाहण्याचा दृष्टिकोन हळूहळू कमी होऊन कलाकार स्वतःच्या व्यक्तिमत्वाचा आविष्कार करणे हाच कलेचा खरा हेतू आहे असे मानू लागला. ह्याच काळात 'स्वच्छंद'वादा'ची (रोमँटिझम) नवीन चळवळ सुरू झाली. तेओदॉर जेरीको (Theodore Gericant) आनोर दोमिये (Honour Daumier) युझेन दलाक्रोआ (Eugene Delacroix) हे ह्या चळवळीचे मुख्य प्रतिनिधी. रंगांची पखरण, कल्पना रम्यता व भावनापूर्ण आविष्कार ह्या गोष्टींना चित्रात फार महत्त्व आहे. व चित्रकाराने त्याकडे विशेष लक्ष देऊन काम केले पाहिजे हा विचार त्यांनी मांडला.

त्यानंतर बार्बिझाँ (Barbizon) नावाच्या फ्रान्समधील एका खेड्यामध्ये काही कलावंत एकत्र आले. तेऑदॉर रुसो (Theodore Roussean) फ्रॉस्वा मिल्टे (Francois Millet) कोरो (Corot) हे ते कलावंत. निसर्गाकडे नव्या नजरेने बघून ते निसर्गचित्रे रंगवू लागले. त्यांच्या चित्रकारीला 'बार्बिझा घराण्यांची कला' असे नाव देण्यांत आले. निसर्गाची नुसतीच रम्य व संथ चित्रे ह्यापेक्षा निसर्गातील जिवंतपणाची सळसळ असणारी दृश्ये त्यांनी विशेष पसंत केली. शेतकरी जीवनाचे 'वास्तव चित्रण' मिल्टेने केले. त्याने प्रत्यक्ष शेतात जाऊन शेतीच्या कामात गुंतलेले

शेतकरी स्त्रीपुरुष रंगवले. त्यात 'सत्या'चे दर्शन घडवल्यामुळे लावण्य, गोडवा, असा सपकपणा त्याच्या चित्रात नव्हता.

ह्याच सुमारांस साहित्यक्षेत्रात पण नवनवीन प्रवाह निर्माण झाले. बाल्झॅक, फ्लाबर (Flaubert) दोदे (Daudet) ह्या लेखकांनी वाङ्मयांत वास्तववादी चित्रण झाले पाहिजे, ह्या नव्या तत्त्वाचा पुरस्कार केला. ह्याचाच परिणाम कलाक्षेत्रात झाला व चित्रकलेवरही त्याचा प्रभाव पडलेला दिसतो. एका पाठोपाठ निर्माण होणाऱ्या नव्या चळवळीपैकी अेदुआर्द माने (Edouard Manet) व त्याच्या मित्रांनी सुरू केलेली चळवळ कलेवर दूरवर परिणाम करणारी ठरली. कॅमेऱ्याच्या शोधामुळे व कॅमेऱ्यांचे भिंग व आपला डोळा ह्यात असलेले साम्य व कॅमेऱ्याच्या भिंगाने ब्रोमाईडच्या फिल्मवर फक्त घुसलेल्या प्रकाशाने किम्या करून काढले गेलेले फोटो बघून 'प्रकाश' ही संकल्पना कलाकारांच्या मनावर रुजली. स्टुडिओमधील कृत्रिम प्रकाशात काढले गेलेले किंवा दिसणारे चित्र आणि निसर्गात असलेल्या प्रकाशामुळे वस्तूंवर पडलेला छाया प्रकाश ह्यातील फरक कलावंतांना ताबडतोब लक्षात आला. निसर्गातील दृश्यात त्या वस्तूची छाया देखील निरनिराळी भासते. ती फक्त काळीकरडी असते असे अजिबात नाही. लाल सफरचंदांची पडलेली छाया हिरवटसर पण दिसू शकते हे सेझाँला लक्षात आले होते. क्लॉद मोने (Claude

Monet) ह्या चित्रकाराने निसर्गचित्रांचे चित्रण प्रत्यक्ष निसर्गात जाऊनच करण्याचा आग्रह धरला. त्याप्रमाणे मोने व माने ह्यांनी एक प्रदर्शन पण भरवले त्यामधील एका चित्राचे शीर्षक होते, 'इंप्रेशन सनराइज'. (कव्हर ३ वर पहा.) हे चित्र बघितलेल्या कलासमीक्षकांनी हेटाळणी करण्याच्या उद्देशाने 'इंप्रेशनिस्ट' असे नाव त्यांना दिले. आपण प्रत्यक्ष घेतलेल्या दृक्‌अनुभवाचा प्रत्यय प्रेक्षकांना आणून द्यावयाचा हा ह्या दृक्‌प्रत्ययवाद्यांचा (Impressionist) प्रमुख हेतू होता. ऑगस्त रेनॉ (Auguste Renoir) एदगर देगा Edgar Degas) हे श्रेष्ठ असे दृक्‌प्रत्ययवादी चित्रकार. कुठल्याही वस्तूचा नैसर्गिक आकार चित्रबद्ध करून तो रसिक प्रेक्षकांसमोर ठेवावयाचा हे रेनॉचे ध्येय होते. तर नृत्य करीत असताना मानवी देहाला जी 'गती' प्राप्त होते किंवा घोड्यांच्या शर्यतीत जो एक 'वेग' असतो तो रंगरेषांमध्ये पकडून रसिकासमोर ठेवायचा ह्या त्यांच्या प्रयत्नांना अपूर्व असे यश मिळाले हे नक्की.

मॉडर्न कलेबद्दल परिचय करून देणारा हा लेख. प्राचीन कलेतील दिग्गजांबद्दल आपण गेल्या काही वर्षात पाहिले. यानंतरच्या लेखांमध्ये मॉडर्न कलेतील दिग्गजांविषयी अधिक जाणून घेऊ या.

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

फुलपाखरं पाळू या !

लेखक : अनुराधा जपे

"आई, ए आई, ऐक ना! मी फुलपाखरू पाळू? कित्ती मजा येईल ना, रंगीबेरंगी फुलपाखरं पाळायला! त्यांना खाऊ द्यायला!

कशी वाटते कल्पना? फुलपाखरं पाळणं, त्यांना वाढवणं ही फक्त स्वप्नातली कल्पना नाही बरं. मधमाशापालन, रेशीमकिडापालन हे व्यवसाय आपणाला ठाऊक आहेत, अगदी तस्संच काही प्रमाणात व्यवसाय म्हणून तर काही ठिकाणी संशोधन, अभ्यासासाठी फुलपाखरं पाळली जातात. कीटकनाशकांचा वाढता वापर, वाढतं प्रदूषण यामुळं नामशेष होत जाणाऱ्या फुलपाखरांचं पालन आणि संवर्धन करणं हाही एक उद्देश आहे. जेणेकरून फुलपाखरांतील जैववैविध्य संरक्षित करता येईल.

'बटरफ्लाय गार्डन', 'बटरफ्लाय हाऊस' ही संकल्पना विदेशात पर्यटकांचं एक आकर्षण ठरली आहे. ऑस्ट्रेलिया, सिंगापूर, मलेशिया, कॅनडा, अमेरिका, इंग्लंड मध्ये डझनावारी संख्येनं उभारलेली मोठमोठी बटरफ्लाय गार्डन्स आहेत. आठवड्याच्या सुटीला देखील हजारो पर्यटक बटलफ्लाय गार्डन बघायला येतात आणि प्रवेशशुल्करूपात लक्षावधी रुपयांचा निधी गोळा होतो.

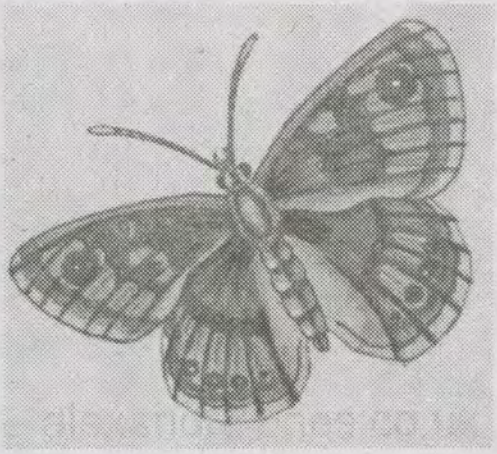
जगभरात फुलपाखरांच्या सुमारे १८,००० प्रजाती सापडतात आणि भारत तर जैववैविध्याचा भलामोठा खजिना असल्याचं मानलं जातं. म्हणूनच याप्रकारची फुलपाखरांची बाग उभारून उत्पन्न मिळवणं हा कार्यक्रम ग्रामसुधार प्रकल्पात अंतर्भूत करता येईल असं सुचवलं गेलंय. नोव्हेंबर २००६ ला बंगलोर येथील बनारगट्टा बायॉलॉजिकल पार्कमध्ये 'बटरफ्लायपार्क' विकसित करण्यात आलंय. ३.०४ हेक्टर परिसरात बटरफ्लाय गार्डन, म्युझियम,

संवर्धनक्षेत्र इत्यादीचा समावेश या बटरफ्लाय पार्क मध्ये आहे. प्रायोगिक तत्त्वावर केरळ राज्यात ०.५ हेक्टर परिसरात फुलपाखरू संशोधन केंद्र उभारण्यात आलंय.

आपण आपल्या परसदारी, गॅलरीतल्या बागेत, अगदी खिडकीतील छोट्या मोकळ्या जागेतसुद्धा फुलपाखरांना आमंत्रण देऊ शकतो. आवश्यकता आहे ती स्वच्छसूर्यप्रकाश, मंद हवा आणि फुलपाखरांच्या आवडीचा मकरंद असणारे फुलांचे ताटवे या गोष्टींची, कॉसमॉस, अॅस्टर, जास्वंद, गोल्डनरॉड, लव्हेंडर लिली, झेंडू, बटरफ्लायवीड ही झाडं फुलपाखरांना आवडतात, ही नावं तुम्हाला ओळखीची वाटतात ना? ही झाडं लावणं, वाढवणंही सोपं आहे. हे मात्र खरं की, विविध प्रकारच्या फुलपाखरांना वेगवेगळ्या चवीचा मकरंद आवडतो, तसंच, फुलपाखरांची अळी, अन फुलपाखरू यां अन्न देणाऱ्या वनस्पती वेगळ्या असू शकतात. तेव्हा, आपल्या घराच्या आसपास (क्वचित) आढळणाऱ्या फुलपाखरांचा शोध घ्यायचा, ती कुठल्या फुलावर बसतात ते टिपायचं, महिना कोणता याची नोंद करायची. त्याप्रमाणं झाडांची किंवा फुलझाडांची लागवड करायची आणि मग पाहुण्या फुलपाखरांची वाट बघायची.

बटलफ्लाय मिनीगार्डनमधे फुलपाखरांना आकर्षित करण्यासाठी 'मधुर जलपानाची' व्यवस्था देखील केली जाते. त्याकरता एक भाग साखर किंवा मध अधिक नऊ भाग पाणी असं मिश्रण तयार करून छोट्याशा भांड्यात (भातुकलीसाठी ताटली, परात इ.) ठेवायचं. जास्त पिकलेल्या फळाचे छोटे तुकडे छोट्याशा खापराच्या तुकड्यात किंवा करवंटीत ठेवून फ्रूटडीश ठेवायची. फुलपाखरांसाठी १ १ आकाराचं छोटसं मेज बनवता येईल. या टेबलावर खोलगट वाटी तयार करायची, त्यात जलपानाचा मधुर रस ठेवायचा, तो गुलाबाच्या

किंवा इतर पाकळ्यांनी झाकायचा. म्हणजे फुलपाखराला (द्रव पदार्थ शोधून घेण्यासाठी बारीक नळीसारखा अवयव कीटकात आढळतो) जलपान करणं सोयीचं होईल. कधीमधी फुलपाखरं ओल्या मातीवर बसलेली दिसतात. त्यांचा मुख्यमार्ग अर्थात proboscis ओल्या मातीत खुपसून त्यातून पाणी अन त्यात विरघळलेले क्षार ती शोषून घेतात. त्या क्रियेला इंग्रजीत पड्लींग (puddling) असं म्हणतात. तसंच फुलपाखरांना झाडाच्या पानावर, छोट्याशा खडकावर निवांत बसून ऊन खायला फार आवडतं. शरीराचं तापमान नियंत्रित करण्यासाठी कोवळ्या उन्हात बसून फुलपाखरं पंख गरम करतात. फुलपाखरांच्या या सवयी लक्षात घेता, त्यांना कोवळी उन्हं घेता येतील, मातीतून रस घेता येईल अशी रचना आपल्या बटरफ्लाय गार्डनमधे तयार करायच्या, वेगवेगळ्या कल्पना लढवून! त्यासाठी थोडा वेळ द्यावा लागेल, थोडा विचारही करावा लागेल. सुटीत मामाच्या गावाला गेलात तर परसदारच्या बागेतून, शेतमळ्यातील फुलांच्या ताटव्यावर भिरभिरणारी फुलपाखरं शोधक नजरेनं अभ्यासावी लागतील. पकडून, पंख तोडून नाही बरं. पिशवी किंवा डब्यात ती बंदही



करायची नाहीत. सर्वसाधारणतः २५-२७° तापमान, ५०-१०० मि.मि. पाऊस किंवा ८०% आर्द्रता, स्वच्छ प्रकाश फुलपाखरांना आवडतो. जून ते ऑक्टोबर दरम्यान बरीच फुलपाखरं आपल्याला दिसतात. पण प्रत्येक फुलपाखराचा एक विशिष्ट मोसमही असतो. या प्रकारची माहिती जमवून फुलपाखरांची ऋतूवार नोंद तुम्हाला ठेवता येईल.

तुम्ही फुलपाखरांचा अभ्यास करताय हे जर आईच्या लक्षात आलं तर ती नक्कीच तुम्हाला फुलपाखरं पाळायला परवानगी देईल. पण यासाठी भरपूर उत्साह, चिकाटी आणि निरीक्षणशक्ती हवी. मग कधी सुरू करताय तुमचं बटरफ्लाय गार्डन?

लेखक : **अनुराधा जपे,** भारती विद्यापीठाचे य.मो. महाविद्यालय, सूक्ष्मजीवशास्त्र विभाग.

हवामान बदल व शाश्वत ऊर्जा

भाग ५

लेखक : सर जॉन हॉटन ● अनुवाद : प्रियदर्शिनी कर्वे

मागच्या लेखात सर जॉन हॉटन यांनी क्योटो कराराची करून दिलेली ओळख आपण वाचलीत. या कराराने जागतिक पातळीवर कार्बन डायॉक्साइडचे प्रमाण नेमके किती कमी करावे, व त्यासाठी किती कालावधी लागावा, याचे एक मार्गदर्शक तत्त्व घालून दिले आहे. पण २०१२ साली या कराराची मुदत संपेल. मग पुढे काय ? सर जॉन यांनी त्यांच्या व्याख्यानात याचाही उहापोह केलेला आहे. विकासासाठी ऊर्जेचा वाढता वापर आणि प्रदूषणात होणारी वाढ अपरिहार्य आहे. या वास्तवाच्या पार्श्वभूमीवर, प्रदूषण कमी केले पाहिजे, अशी मोघम विधाने न करता, वास्तविक किती प्रदूषण कमी केले जाऊ शकते, जागतिक तापमानवाढीच्या संदर्भात हे पुरेसे आहे का, अशा अनेक प्रश्नांचा डोळसपणे विचार करायला चालना देणारी ही चर्चा आपणही समजून घेऊ या.

आता क्योटो कराराची मुदत संपत आलेली असल्यामुळे त्यापुढे उत्सर्जन कमी करण्यासाठी काय उपाययोजना करायच्या याबाबत सध्या गंभीर चर्चा केली जात आहे. नव्या करारामध्ये पुढारलेल्या देशांबरोबरच विकसनशील देशांतीलही मोठ्या प्रमाणावर प्रदूषण करणाऱ्या सर्व घटकांचा समावेश असावा, असा प्रमुख मतप्रवाह आहे. त्याचबरोबर पुढील करारात कार्बन डायॉक्साइडची किमान पातळी काय ठेवावी, यावरही विचारविनिमय होत आहे. हवामानावर होणारे अनिष्ट परिणाम थोपवायचे असतील, तर ही पातळी कमीत कमी ठेवली गेली पाहिजे. त्याचबरोबर एफ्सीसीसीच्या धोरणांप्रमाणे शाश्वत विकासासाठीही त्यात जागा असायला हवी. या दृष्टीने मांडल्या गेलेल्या दोन प्रस्तावांचे उदाहरण देतो. १९९६ मध्ये युरोपीय महासंघाने एक प्रस्ताव मांडला आहे. औद्योगीकरणापूर्वी पृथ्वीचे तापमान सुमारे २ अंश से. होते, त्यात किती वाढ स्वीकारार्ह ठरू शकते याचा विचार करून कार्बन डायॉक्साइडची पातळी ४३० पीपीएमला स्थिर करावी आणि इतर हरितगृह वायूंचे प्रमाण १९९०च्या पातळीवर स्थिर करावे, असा हा प्रस्ताव आहे. दुसरे उदाहरण आहे, लॉर्ड जॉन ब्राउंन यांनी मांडलेल्या प्रस्तावाचे. लॉर्ड जॉन ब्राउन हे जगातील सर्वात मोठ्या पेट्रोलियम कंपन्यांपैकी एक

असलेल्या ब्रिटिश पेट्रोलियम या कंपनीचे मुख्य कार्यकारी अधिकारी आहेत. त्यांनी सध्याचा आर्थिक विकासाचा दर कमी होऊ न देता प्रदूषण किती कमी करता येईल, असा विचार करून कार्बन डायॉक्साइडची पातळी ५०० ते ५५० पीपीएम इतकी स्थिर करता येईल, असा प्रस्ताव मांडला आहे.

५०० पीपीएम या पातळीला कार्बन डायॉक्साइडची पातळी स्थिर करण्याबाबत थोडा अधिक विचार करू या. या जोडीला इतर हरितगृह वायूंचे प्रमाण १९९० च्या प्रमाणाला स्थिर ठेवले जाईल असे गृहीत धरले तर याचा एकत्रित परिणाम म्हणजे कार्बन डायॉक्साइडची पातळी औद्योगीकरणापूर्वीच्या पातळीपेक्षा दुप्पट असेल, आणि जागतिक पातळीवरील तापमान औद्योगीकरणापूर्वीच्या तापमानापेक्षा २.५ अंशाने वाढलेले असेल. यातून हवामानावरील विपरीत परिणाम पूर्णपणे थांबवण्यासाठी काहीशे वर्षे जावी लागतील, पण शेवटी हे साध्य होईल. पण तरीही दरम्यानच्या काळात होणारे परिणाम बरेच मोठे असणारच आहेत. समुद्राच्या पातळीत होणारी वाढ काही शतके चालू राहील. २००३ साली युरोपात आलेल्या उष्णलहरीसारखे प्रसंग नेहमीचेच होऊन जातील, बऱ्याच ठिकाणी तीव्र दुष्काळ व पूर नित्याचेच होतील, आणि ग्रीनलंड वितळायला सुरुवात होईल. त्यामुळे ५०० पीपीएम पेक्षाही खालच्या पातळीला कार्बन डायॉक्साइडची पातळी स्थिर करायला हवी. पण हे शक्य आहे का? २००४ साली आंतरराष्ट्रीय ऊर्जा संस्थेने (इंटरनॅशनल एनर्जी एजन्सी - आय ई ए) जागतिक पातळीवर ऊर्जेची यंत्रणा आजपासून २०३० पर्यंत कशाप्रकारे विकसित होईल याबाबतचा एक जागतिक ऊर्जा अंदाज प्रसिद्ध केला आहे. जगभरातील शासनांच्या आजच्या ऊर्जा धोरणांनुसार २०३० साली जगाची ऊर्जेची गरज आजच्या गरजेपेक्षा ६० टक्क्यांनी जास्त असेल. सर्वसाधारणत: ऊर्जेची वाढीव गरज खनिज इंधनांच्या अधिक वापरातून भागवली जाईल, त्यामुळे एकंदर ऊर्जावापरात खनिज इंधनांचे महत्त्व वाढलेले असेल. यातून कार्बन डायॉक्साइडच्या उत्सर्जनात होणारी वाढ ही ऊर्जावापरात होणाऱ्या वाढीपेक्षा अधिक म्हणजे आजच्या पातळीपेक्षा ६० टक्क्यांपेक्षा जास्त असेल. यातील दोन तृतियांश वाढ ही विकसनशील देशांद्वारे होणार आहे.

जगभरात पर्यावरणाच्या संदर्भात तसेच ऊर्जा सुरक्षिततेच्या संदर्भात वेगवेगळे देश ज्या धोरणात्मक बदलांवर विचार करत आहेत, त्यांचा हवामान बदलावर काय परिणाम होईल, याचाही ऊहापोह या अंदाजात करण्यात आला आहे. त्याचबरोबर ऊर्जेच्या वापराबाबत अधिक कार्यक्षम तंत्रज्ञानाच्या झपाट्याने प्रसार झाला

तरी काय परिणाम होईल, याचाही विचार करण्यात आला आहे. पण अशा परिस्थितीतही २०३० सालचे प्रदूषण आजच्या पातळीपेक्षा कितीतरी जास्त असेल असे दिसते. या दोन्हीपैकी कोणत्याच परिस्थितीत जागतिक पातळीवर चालू असलेले संकट परतवण्याइतका परिणाम होणार नाही.

या संदर्भात युकेच्या सरकारने पुढाकार घेतला आहे, आणि २०५० पर्यंत हरितगृह वायूंचे प्रमाण ६० टक्क्यांनी कमी करण्याचे उद्दिष्ट स्वीकारले आहे. यामागे दोन विचार आहेत. एक म्हणजे, कार्बन डायॉक्साइडची पातळी औद्योगीकरणापूर्वीच्या पातळीपेक्षा दुप्पट पातळीवर स्थिर करण्याचा विचार मान्य करण्यात आला आहे. दुसरे म्हणजे, विकसनशील देशांना थोडी अधिक सवलत मिळावी यासाठी विकसित देशांनी आपल्या प्रदूषणांमध्ये आवश्यक सरासरीपेक्षा जास्त कपात करावी, या अपेक्षेचा मान राखण्यात आला आहे. यासाठी युकेच्या अर्थव्यवस्थेला किती किंमत चुकवावी लागेल, याचाही अंदाज बांधण्यात आला आहे. दरवर्षी देशाची अर्थव्यवस्था २.२५ टक्क्यांनी वृद्धिंगत होते असे धरले, तर पुढच्या पन्नास वर्षांसाठी सहा महिन्यांच्या उत्पन्नवाढी इतका खर्च प्रदूषणाची पातळी कमी करण्यासाठी वापरावा लागेल. कार्बन डायॉक्साइडची पातळी स्थिर करण्यासाठी येणाऱ्या खर्चाचा आयपीसीसीने केलेला अंदाजही याच्याशी मिळताजुळता आहे.

जर सर्व विकसित देशांनी इतके प्रदूषण कमी करण्याचा प्रस्ताव मान्य केला, आणि त्याबरोबरच विकसनशील देशांनी आपल्या प्रदूषणात दरवर्षी १ टक्क्यापेक्षा अधिक वाढ होऊ न देण्याचे मान्य केले, तर २१ व्या शतकाच्या अखेरीपर्यंत कार्बन डायॉक्साइडची पातळी ५०० पीपीएम इतकी स्थिर करण्याचे उद्दिष्ट गाठता येईल. पण विकसनशील देशांना प्रदूषणातील वाढ नियंत्रित करण्यासाठी विकासाचा दरही नियंत्रित करावा लागणार असल्यामुळे त्यांची या प्रस्तावाला मान्यता मिळवणे हे सर्वात मोठे आव्हान आहे. त्याही पुढे जाऊन ४५० पीपीएम इतकी कार्बन डायॉक्साइडची पातळी स्थिर करायची असेल तर विकसित आणि विकसनशील देशांना अधिक कठोर परिश्रम करावे लागतील.

अशा परिस्थितीत प्रदूषणाच्या पातळीत मी सुचवत असलेली मोठी कपात कशी साध्य करता येईल. या विषयीच्या उपाययोजनांचाही विचार पुढच्या लेखात करू या.

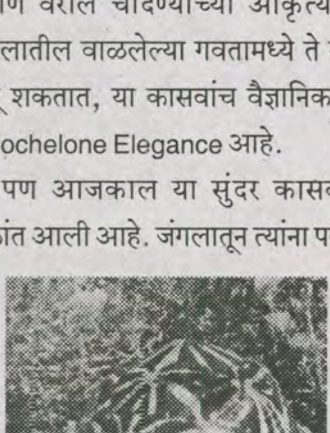
लेखक : **सर जॉन हॉटन**

अनुवाद : **प्रियदर्शिनी कर्वे**, समुचित एनव्हायरोटेक प्रा.लि. या संस्थेच्या संचालक.

रांगणाऱ्या चांदण्या

आपण कधी रांगणारी चांदणी पाहिली आहे? नाही, तर मग भारतातील कासवं पहा. त्यांच्या पाठीवर चांदण्यासारखी चित्र असतात. राखाडी पाठीवर सुंदर सोनेरी चांदण्या खूपच सुंदर दिसतात. म्हणूनच या कासवांना रांगणाऱ्या चांदण्या म्हटलं जातं. त्यांच्या राखाडी, भुऱ्या रंगाच्या पाठीमुळे आणि वरील चांदण्यांच्या आकृत्यामुळे जंगलातील वाळलेल्या गवतामध्ये ते सहज लपू शकतात, या कासवांच वैज्ञानिक नाव Geochelone Elegance आहे.

पण आजकाल या सुंदर कासवांवर संक्रांत आली आहे. जंगलातून त्यांना पकडून बाजारात खाण्यासाठी किंवा प्राणी विक्रेत्यांकडे विकले जाते. भारतातून जिवंत कासवांची जगभर बोटीमार्फत पाठवणी (निर्यात) केली जाते. ही कासवं खाण्यासाठी मोठ्या प्रमाणात वापरली जातात किंवा पाळण्यासाठी विकली जातात. विकत घेणाऱ्याकडून त्यांची शास्त्रोक्त काळजी न घेतली गेल्यामुळे ती मरून जातात.



जर त्याचं व्यवस्थित खाणंपिणं आणि सांभाळ केला तर ती जगतात. कासवं शाकाहारी आणि मांसाहारी असतात. (omnivore) कीटक व गवत असा दोन्ही प्रकारचा आहार घेतात. मुख्यत्वेकरून गवताची मुळं गवत, कधीकधी काही फळं खातात. तरी त्यांना मांसाहारी प्राणी म्हणूनच ओळखलं जातं. ही कासवं कोणत्याही तीव्र हवामानात जगू शकतात. कडाक्याच्या थंडीतसुद्धा आणि रणरणत्या उन्हात सुद्धा. प्रखर उन्हात तग धरण्यासाठी ते काहीही हालचाल न करता पडून रहातात. अन्नाशिवाय सुद्धा बराच काळ ती जगू शकतात.

स्टार कासवांचा प्रजनन काळ मान्सून

आहे. नर कासवं बलवान आणि जमिनीवर राहणारी असतात. मादी कासव एका वेळी ५ ते ८ अंडी घालते. ती अंडी जमिनीत छोटा खड्डा खणून पुरून ठेवते. मादी कासव काही काळात अशाप्रकारे ८ ते १० वेळा अंडी घालते. अंड्यातले छोटे जीव पाऊस पडण्याची वाट पहात असतात. पाऊस पडल्यावर वरील माती भुसभुशीत मऊ झाल्यावर ती पिल्लं अंड्यातून, खड्ड्यातून बाहेर येतात. जंगलातील बेसुमार वृक्षतोडीमुळे ही कासवांची जात धोक्यात आली आहे. कासवांच्या सुरक्षिततेसाठी भारत सरकारने कायदा केला आहे. तरीही कासवांची शिकार चालूच आहे. मोठमोठ्या शहरातून जगभर ही कासव ठिकठिकाणी विक्रीसाठी ठेवलेली दिसतात.

कासवाच्या पालनपोषणाबद्दल जनजागृती करणे हेच या जातीच्या कासवांना नामशेष होण्यापासून वाचवू शकते.

■

जंतरमंतर सप्टेंबर ०७ मधून साभार

अनुवाद : **ज्योती देशपांडे**, संदर्भ गटात सहभागी.

निर्मळ

रानवारा

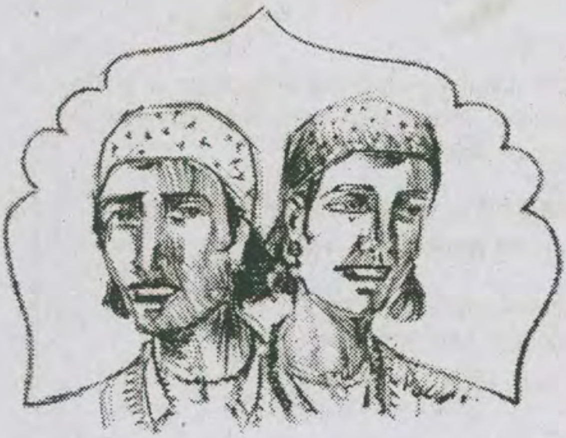
रानवारा महिन्यातून एकदा मुलांना भेटायला येतो. मुलं फक्त उद्याची नागरिक नाहीत, आजचं मूल म्हणून आनंदानं जगण्याचा त्यांना हक्क आहे. मुलांचं मनोरंजन करावं, त्यांना खूप खूप माहिती द्यावी, भरपूर आनंद द्यावा - यासाठी रानवारा आहे.

अंकाची किंमत रु. १५/- वार्षिक वर्गणी रु. १५०/- सहामाही वर्गणी रु. ७५/-
द्विवार्षिक वर्गणी रु. ३००/- आजीव सभासद फी रु. २०००/-

वंचित विकास संचलित - रानवारा
४०५/९ नारायण पेठ, मोदी गणपतीमागे, पुणे ४११ ०३०.
फोन - २४४५४६५८, २४४८३०५०

आयुष्यमान भव !

फार पूर्वीची ही गोष्ट आहे. सत्यजित आणि विश्वजित हे दोघे अतिशय हुशार भाऊ होते. आजच्यासारखे त्या काळीही तरुण चांगल्या संधीच्या शोधात परदेशात जात असत. हे दोघे भाऊ मोठ्या आशेने देशविदेशची सफर करायला निघाले. अनेक राज्यं, गावं फिरत फिरत ते राजा सूरसेनाच्या नगरीत आले. सूरसेन हा न्यायप्रिय आणि कलागुणांची कदर करणारा राजा होता. त्याच्या पदरी अनेक विद्वान, कलावंत होते. सत्यजीत आणि विश्वजीत यांना वाटले 'चला, फार मोठी संधी आहे. राजा सूरसेनाला आपली विद्वता दाखवू आणि काही लाभ होतो का बघू' त्याप्रमाणे ते दरबारात दाखल झाले. राजाने त्यांचे म्हणणे ऐकून वेगवेगळ्या विषयांवर त्यांची परीक्षा घेण्याचे ठरवले. त्याने वादविवाद स्पर्धा ठेवल्या. सत्यजीत त्यात सहज जिंकला. मुष्टीयुद्धाच्या स्पर्धेत विश्वजीत अजिंक्य ठरला. कलागुणांमध्येही दोघे निपुण होते. ते कौशल्यही त्यांनी राजाला दाखवले. आता राजाला प्रश्न पडला, 'या दोन गुणी मुलांना योग्य बक्षीस तर द्यायलाच हवे पण त्यांची शेवटची परीक्षा कोणती घ्यावी ? प्रधानाने राजाला सल्ला दिला ''महाराज, या दोघांच्या तर्कशक्तीची परीक्षा घ्यावी. बुद्धीमान ते आहेतच पण युक्ती कशी वापरतात ते पाहू.'' राजाला ते पटले. त्याने दुसऱ्या दिवशी त्या दोघांसाठी एक परीक्षा ठरवली. सत्यजीतला राजवाड्याच्या दुसऱ्या मजल्यावर जायला सांगितले. तिथे महाराजांनी त्याला दोन खोल्या दाखवल्या. त्यांच्या बंद दारांवर चिठ्ठ्या अडकवल्या होत्या. एका खोलीच्या



दारावर 'ह्या खोलीत धन आहे आणि दुसऱ्या खोलीत वाघ आहे' असं लिहिलं होतं. तर दुसऱ्या खोलीच्या दारावरील चिठ्ठीत 'ह्यातील एका खोलीत धन आहे आणि एका खोलीत वाघ आहे असं लिहिलं होतं. सत्यजीतने विचारलं, "ही दोन्ही वाक्य खरी आहेत का ?"

राजा उत्तरला "नाही. ह्यातील कोणते तरी एकच वाक्य खरे आहे." आता सत्यजीतनेच ठरवायचे होते की कोणती खोली उघडायची. धन मिळवायचे की वाघाच्या तोंडी जायचे ? काय केले मग सत्यजीतने ? तुम्हाला काय वाटतं ? सत्यजितने उत्तर कसे शोधून काढायचे ?

इकडे महालाच्या चौथ्या मजल्यावर विश्वजीतसाठीही तीच परीक्षा त्याच वेळी ठेवण्यात आली. तिथे पहिल्या खोलीच्या दारावर 'ह्यापैकी एकातरी खोलीत धन आहे' असे लिहिले होते तर दुसऱ्या खोलीच्या दारावर 'वाघ शेजारच्या खोलीत आहे' असे लिहिले होते. "एकतर दोन्ही वाक्य बरोबर असतील किंवा दोन्ही वाक्यं चूक असतील" असं जाता जाता राजा पुटपुटला. आता विश्वजीतने कोणती खोली निवडली ? तुम्ही यावर विचार करा. गोष्टीचा शेवट तुम्हीच ठरवायचा आहे.

लेखक : **किरण बर्वे**, गणित शिकवण्याची आवड.
शब्दांकन : **यशश्री पुणेकर**

चालवा डोके

कोडे १ : नितीनने बाजारातून एक वही आणली. तीत ९६ पाने होती. त्याने त्या पानांवर पहिल्या पानावर १. त्याच्या पाठीमागच्या बाजूवर २ अशा पद्धतीने ओळीने १ ते १९२ आकडे घातले. समीरने नितीनच्या वहीतील ५ पाने फाडली. आणि त्या पानांवरील १० आकड्यांची बेरीज केली. त्या आकड्यांची बेरीज ६४० येऊ शकेल का ? जर २५ पाने फाडली आणि त्यावरील ५० आकड्यांची बेरीज केली. ती १९९० येऊ शकेल का ?

कोडे २ : एका टेबलावर एक गोगलगाय सारख्याच वेगाने चालत आहे. ही गोगलगाय दर १५ मिनिटांनी बरोबर काटकोनात वळते आणि चालणे चालू ठेवते. सिद्ध करा की गोगलगायीला परत सुरुवात केली त्याच जागी येण्यासाठी पूर्ण अंकातील तास लागतील. (२ तास, ४ तास, ७ तास वगैरे पण २१/२ तास, ३१/४ तास नाही)

(गोष्टीचा शेवट आणि कोड्यांची उत्तरे अन्यत्र)

सूर्यमालिकेतील सर्वात मोठा ग्रह

गुरू

१. सूर्यमालिकेतील (गुरू सोडून) सर्व ग्रह आणि त्यांचे उपग्रह यांच्या वस्तुमानाच्या दुपटीपेक्षाही गुरूचे वस्तुमान जास्त आहे.

२. इ.स. १६१० च्या जानेवारी महिन्यात गॅलिलिओ गॅलिलोने गुरूचे चार उपग्रह दुर्बिणीतून प्रथम पाहिले. सायमन मॉरिअस यानेही याच सुमारास हे उपग्रह पाहिले आणि त्यांचे नामकरण केले. गुरूपासून वाढत्या अंतरात त्यांची नावे आयो, युरोपा, गॅनीमीड आणि कॅलिस्टो अशी आहेत.

३. कॅथॉलिक चर्चच्या संबंधितांनी गॅलिलिओच्या या अपूर्व शोधाचा अस्वीकार केला. कारण त्यांच्या पृथ्वीकेंद्री संकल्पनेला धक्का पोहोचला असता.

४. डेन्मार्कच्या रोमरने गुरू ग्रहांच्या उपग्रहांना लागणाऱ्या ग्रहणांचे निरीक्षण केले. प्रत्यक्ष ग्रहण वेळा आणि गणिती वेळा यांच्या अभ्यासावरून त्याने प्रकाशाचा अचूक वेग शोधला.

५. पृथ्वी आणि मंगळ या ग्रहांवरील ऋतुचक्र गुरू ग्रहावर कार्यरत नाही त्याचे मुख्य कारण गुरू ग्रहाच्या कक्षेशी त्याचा आस फारसा कलता नाही. त्याचा अक्ष फक्त ३ अंशाने कलता आहे.

गुरू ग्रहाला विषुववृत्तीय प्रतलात खूप फुगवटा आलेला आहे. कारण गुरूचे परिवलन फार वेगाने होते. गुरूचा स्वत:च्या अक्षाभोवती फिरण्याचा काळ ९ तास ५५ मिनिटे आहे. गुरूला सूर्याभोवती एक प्रदक्षिणा करण्यास सुमारे ११.८६ वर्षे आपली लागतात.

त्यामुळे गुरूच्या एका वर्षात १०५०० दिवस होतात.

७. गुरू आणि इतर बहिर्ग्रह सूर्यापासून फार दूरच्या अंतरांत पसरले आहेत. सूर्य पृथ्वी अंतराच्या साधारण ५ पट अंतरावर गुरू आहे तर नेपच्यून सुमारे ३० पट अंतरावर आहे. पण बुधापासून मंगळापर्यंतचे ग्रह सूर्य पृथ्वी अंतराच्या दहापट अंतरापर्यंतच पसरले आहेत.

८. गुरू ग्रहाच्या गाभ्याचे वस्तुमान पृथ्वीच्या १० ते १५ पट आहे परंतु त्याचा व्यास साधारण पृथ्वीच्या व्यासाएवढा आहे. गाभ्याचे ३० हजार अंश से. तापमान अणुऊर्जा निर्माण करण्यास पुरेसे नाही म्हणूनच गुरू ग्रह तारा होऊ शकला नाही.

९. द्रवरूपातील मेटॅलिक हायड्रोजन, मॉलेक्यूलर हैड्रोजन अशा निरनिराळ्या स्वरूपात गुरूवर हैड्रोजन आढळतो. गुरूचे वातावरण १००० किमी. जाडीचे आहे. सर्वात वरती वातावरणाचे तापमान - १५० से. आहे.

१०. पाण्याची घनता १ आहे तर गुरूची १.३३ आणि पृथ्वीची ५.५. आहे.

११. गुरूवरील गुरुत्वीय त्वरणाची किंमत पृथ्वीवरील गुरूत्वीय त्वरणाच्या किंमतीच्या २.६४ पट आहे म्हणूनच गुरूवरून फेकलेल्या वस्तूला गुरूच्या आकर्षणांबाहेर जाण्यास प्रति सेकंद ६०.११ किमी वेग धारण करावा लागेल.

गुरूच्या वातावरणांत ८६ टक्के हायड्रोजन तर १३.८ टक्के हेलियम आहे. मिथेन, अमोनिआ आणि पाण्याची वाफ हे अल्प प्रमाणात आहेत.

१३. गुरूवर वायू आणि द्रवरूपातील पदार्थांमुळे गुरूचा परिवलन काल सर्वत्र सारखा नाही. विषुववृत्तावर तो कमी आहे.

१४. गुरूच्या दक्षिण गोलार्धात एक लाल

डाग आहे. रॉबर्ट हूक आणि केसिनी या दोघांनी तो १६६४ च्या सुमारास पाहिला.

१५. सूर्यमालिका तयार झाली त्यावेळी द्रव्य ज्या स्थितीत होते, जे वायू होते ते आजही त्याच स्थितीत गुरूच्या वातावरणात असण्याची शक्यता आहे, कारण अति कमी तापमानामुळे (-१५००सें.) अणू-रेणूचा वेग अत्यंत कमी आहे.

१६. गुरूच्या खालच्या थरांतील वायू (द्रव्य) खेचून लाल डाग तयार झाला आहे. जणू वादळच. हा भाग जोराने गिरकी घेत असतो. सर्वांत वरच्या थराच्या काही भागाचा फुगवटा असे त्याचे स्वरूप आहे. १९७९ मध्ये व्हॉएजर याने गुरूजवळून गेली. त्यांच्या निरीक्षणातून लाल डागाचे स्वरूप थोडेसे स्पष्ट झाले.

१७. लाल डागाचा विस्तार ३० हजार × १३ हजार किमी असून त्याचा आकार अंडाकृती आहे. त्याच्या लांबीत कमी-जास्तपणा आढळतो.

१८. गुरूचा डाग विषुववृत्ताला साधारण समांतर असला तरी त्याच्या गेल्या ३० वर्षात गुरूभोवती तीन प्रदक्षिणा झाल्या आहेत.

१९. गुरूकडून रेडिओलहरीही प्रक्षेपित केल्या जातात. ८ ते ८७० मीटर पर्यंतच्या रेडिओ लहरी अनियमितपणे येत असतात. ५ सेंटीमीटर ते ३ मीटर पर्यंतच्या रेडिओ लहरीचे प्रक्षेपण सतत येत असते. वेगवान असे विद्युतभारीत कण आणि चुंबकीय क्षेत्र यांच्या आंतरक्रियेमुळे हे प्रक्षेपण होत असावे असा अंदाज आहे.

२०. सूर्याचा व्यास कापडाच्या दुकानातील मीटर पट्टीच्या दीडपट आहे असे मानले

कोडे क्र. १ चे उत्तर (पान ६१ वरून)

हे शक्य नाही. कारण कोणत्याही पानावर एका बाजूला सम संख्या तर दुसऱ्या बाजूला विषम संख्या असेल. त्यामुळे एका पानावरील आकड्यांची बेरीज विषम असेल. ५ पाने असतील तर ५ विषम संख्यांची बेरीज विषमच असणार. त्यामुळे ६४० असू शकणार नाही. २५ पाने असतील तरीही २५ विषम संख्यांची बेरीज विषमच असणार. त्यामुळे १९९० असू शकणार नाही.

तर गुरूचा व्यास जेमतेम कंपासमधील सेंटीमीटर पट्टीएवढा भरेल आणि तरीही गुरू सर्वात नोठा ग्रह आहे. या तुलनेतं पृथ्वीचा व्यास जेमतेम १.५ सेंटीमीटर होईल.

२१. दीर्घलांबीच्या रेडिओलहरी गुरूकडून सतत येत नाहीत. त्या काही मिनिटे किंवा काही तास येतात. त्यानंतर बराच काळ पर्यंत रेडिओ लहरी येत नाहीत. या लहरींच्या निर्मितीचा किंवा प्रक्षेपित होण्याच्या कालावधीचा संबंध आयो या उपग्रहाच्या गुरुसापेक्ष स्थानाशी निगडीत आहे असे शास्त्रज्ञांना वाटते.

२२. गुरूचे चुंबकीय क्षेत्र खूप मोठे आहे. पृथ्वीच्या चुंबकीय क्षेत्राएवढी स्थिरता त्याला नाही. चुंबकीय क्षेत्राचा विस्तार खूप बदलत असतो. विशेषत: सूर्याच्या रेषेत त्याचा विस्तार कमी जास्त होतो. गुरूच्या व्यासाच्या ५० पट अंतरापर्यंत त्याचा विस्तार होऊ शकतो.

२३. युरोपा हा उपग्रह सोडून गुरूचे उरलेले तीनही उपग्रह आपल्या चंद्रापेक्षा मोठे आहेत. कॅलिस्टो हा उपग्रह जवळजवळ बुधा एवढा (बुधाचा व्यास ४८०० किमी) तर गॅनमीड हा उपग्रह बुधापेक्षा मोठा आहे.

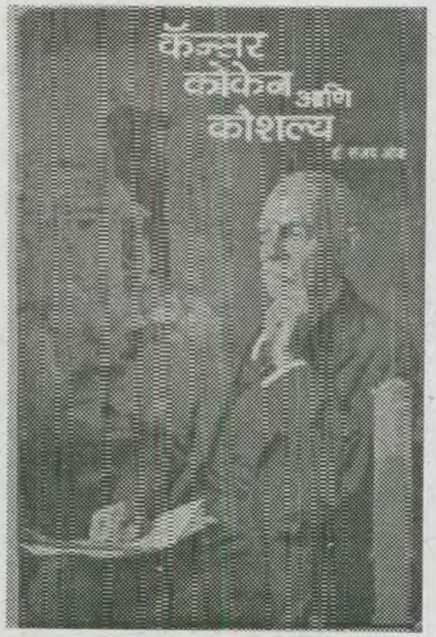
२४. Adrastea हा गुरूचा सर्वात जवळचा उपग्रह आहे तो गुरू पासून १२७६०० किमी अंतरावर राहून फिरतो. सूर्यमालिकेतील हा सर्वात वेगवान उपग्रह आहे. आपल्या कक्षेत सेकंदाला ३१ किलोमीटर पेक्षा जास्त वेगाने तो फिरतो.

२५. अमालथिआ उपग्रह, त्याच्या आतल्या कक्षेतील तीन उपग्रह आणि गॅलिलिओचे उपग्रह अशा एकंदर आठ उपग्रहांनी गुरूच्या उपग्रहांचा एक गट बनला आहे. हे उपग्रह प्रतिघटिवत् दिशेने फिरतात. गॅलिलिओच्या उपग्रहांची एकच बाजू नेहमी गुरूकडे असते.

२६. अमालथिआ हा गुरूचा उपग्रह एडवर्ड इर्मसन बर्नार्डने १८९२ साठी शोधून काढला. त्याला गुरूभोवती प्रदक्षिणा करण्यास १२ तास लागतात. या उपग्रहाचा मोठा अक्ष नेहमी गुरूकडे असतो.

२७. गुरूच्या उपग्रहांची तीन गटात विभागणी होते. त्यातील दूरचे दोन गट म्हणजे गुरूने खेचून घेतलेले लघुग्रह असावेत असा अंदाज आहे.

नभांगण पत्रिका जाने.-फेब्रु. २००४ मधून साभार



कॅन्सर, कोकेन आणि कौशल्य

पुस्तक परिचय : विनीता वाघ

'कॅन्सर, कोकेन आणि कौशल्य' हे पुस्तकाचे नावच उत्सुकता निर्माण करणारे आहे. निर्जंतुकीकरण - स्टरलायझेन आणि बधिरीकरण - ॲनास्थेशिया या गोष्टी कोणत्याही छोट्या मोठ्या ऑपरेशनच्या वेळी गृहीतच धरल्या जातात. यांचे तंत्रही आता खूपच प्रगत झाले आहे. पण याची सुरुवात कधी, कुठे झाली या प्रश्नाचे उत्तर हे पुस्तक देते.

न्यूयॉर्कमधील हॅलस्टेड घराणे वैभव संपन्न उद्योगपतींचे. त्यांच्या विल्यम या मुलाने वयाच्या अवघ्या अकराव्या वर्षी बेडकाचे शरीर आतून कसे बनलेले असते या उत्सुकतेपोटी बेडकाचा छेद घेतला होता आणि 'पाळण्यातले पाय' दाखविले होते. विल्यमच्या लाडक्या डॉ. थॅडकाकाची आवडच त्याच्यातही उतरली होती.

विल्यमचे मॅसॅच्युसेटस् येथील बोर्डिंग स्कूल, ॲण्ड ओव्हरची त्याची शाळा, तेथील त्याचे दिवस यासंबंधी मुळातूनच वाचायला हवे. 'तू शामळू पुस्तकी किडा बनू नकोस' ही प्रिन्सीपॉल टेलर यांची शिकवण विल्यमने सार्थ केली. वडिलांच्या इच्छेविरुद्ध विल्यमने मेडिकलला प्रवेश घेतला पण बाबांना त्याने सांगितले की, बाबा, मी असा कोणीतरी होईन की ज्याचा तुम्हाला अभिमान वाटेल. रॉजर बेकन या वैद्यकीय महाविद्यालयात शिकणाऱ्या तरुणामुळे विल्यमच्या आयुष्याची दिशा कशी बदलली हे प्रत्यक्षच वाचायला हवे.

येल विद्यापीठातून पदवी मिळविल्यानंतर न्यूयॉर्कमध्ये विंल्यमने मेडिकलला अॅडमिशन घेतली तेथे सॅम व्हँडर पोएल हा चांगला मित्र विल्यमला मिळाला - ज्याचे पुढे नात्यातही रूपांतर झाले. याच्या प्रोत्साहनामुळे 'जंतूसंसर्ग' हाच विषय पुढे विल्यमने घेतला. त्यावेळच्या युद्धजन्य परिस्थितीत वेदना. अॅम्प्युटेशन आणि त्यानंतर मृत्यू अशीच परिस्थिस्ति होती. जंतूसंसर्गाची थिअरी सगळीकडे मान्यता पावलेली नव्हती. बाळंतपणानंतर होणाऱ्या जंतुसंसर्ग आणि मृत्यूचे प्रमाणही जवळपास पन्नास टक्क्यांच्या आसपास होते. (यासंबंधातील 'तो एक वेडा खुळा' - अनुवादित - डॉ. प्रभा गोसावी, व डॉ. डी.के. गोसावी. यांचे पुस्तक मिळाल्यास जिज्ञासूंनी अवश्य वाचावे.) इंग्लंड अमेरिकेत या कल्पनेची टर उडविली जायची. त्यातल्या त्यात जर्मनीने ती स्वीकारली होती. अलेक्झांडर फ्लेमिंगने जंतूंच्या अस्तित्वाचा सिद्धांत मांडला होता. या सर्व पार्श्वभूमीवर विल्यमने हे 'जंतुसंसर्गाचे' आव्हान स्वीकारण्याचे ठरविले. विल्यमने बेलेव्ह्यू हॉस्पिटलमध्ये उमेदवारी सुरू केली. त्या काळात नावाजलेले वैद्यकीय शिक्षक परीक्षेच्या अभ्यासक्रमावर आधारित अभ्यास कोडी आयोजित करीत असत. अतिशय नावाजलेले असे हे हॉस्पिटल होते. तेथील रुग्णांच्या सर्व प्रकारच्या नोंदी ठेवण्याचा पायंडा विल्यमने पाडला आणि आजही ही पद्धत अंमलात आहे. यंत्रयुग कितीही प्रगत झाले तरी हस्तलिखित नोंदींना पर्याय नाही आणि नसावा. रुग्णाचा केसपेपर हा त्यांच्या प्रगतीचा आरसा असावा हे त्रिकालाबाधित सत्य आजही प्रत्येक होतकरू डॉक्टरने लक्षात ठेवायला हवे असे आवर्जून या पुस्तकात सांगितले आहे.

एके दिवशी डॉ. जेम्स या प्रमुख सर्जनला मदतनीस म्हणून विल्यमला ड्यूटी मिळाली. बंदुकीची गोळी लागलेला तो रुग्ण होता. त्यावेळचे ऑपरेशनचे वर्णन वाचताना अक्षरश: थरकाप होतो. स्वच्छतेच्या साध्या गोष्टीही पाळलेल्या नव्हत्या. शल्यकौशल्य वादातीत होते पण अस्वच्छतेमुळे जंतुसंसर्ग होतो हे एका ज्युनिअर विद्यार्थ्याचे मत कोण ऐकणार होते ? 'ऑपरेशनसाठी कधीही शरीर उघडले की इन्फेक्शन होणारच. तो प्रत्येक ऑपरेशनचा सहपरिणाम असतो. तरीही अनेक जीव वाचतातच ना ?' असे डॉक्टरचे म्हणणे होते पण आपण आणखी जीव वाचवू शकू यावर विल्यम ठाम होता. ऑपरेशनच्या स्वतंत्र संधी मिळाल्यावरही जंतुसंसर्गाचा पूर्ण प्रतिबंध होत नसल्याचे विल्यमच्या लक्षात आले. मग मात्र त्याने युरोपमध्ये जायचे ठरविले कारण युरोप वैद्यक क्षेत्रात अमेरिकेच्या पुढे होता. फ्रान्स, जर्मन, ऑस्ट्रीया म्हणजे जणू सर्जरीच्या मक्का, मदीनाच होत्या. या सफरीतच व्हॅन व्होकमन या अग्रणीची झालेली भेट हा विलक्षण

योगायोगच होता. युरोपमध्ये रुग्णालयात वातावरण मोकळे होते. ज्ञानोपासनेचे होते. दोन वर्षे तेथे राहून विल्यम अनेक गोष्टी शिकला. अनेक स्नेहसंबंध त्याने निर्माण केले व जपले.

युरोपमधून आल्यावर विल्यम रुझवेल्ट रुग्णालयाच्या नोकरीत सहायक सर्जनच्या पदावर काम करू लागला. पण तेथील प्रख्यात सर्जनशी - डॉ. बोरोडिन यांच्याशी त्याचे मतभेद झालेच. तरीही अखेर त्याने बोरोडिनचे मतपरिवर्तन केले हा विल्यमसाठी फार मोठा विजय होता.

१८८१ च्या उन्हाळ्यात विल्यमची चेम्बर्स स्ट्रीट हॉस्पिटलमध्ये मानद डॉक्टर म्हणून नेमणूक झाली. तेथे विल्यमने एक नवा इतिहास घडविला. एका खलाशाचे अशुद्ध रक्त शुद्ध करून परत त्याच्या शरीरात घालून त्याचे प्राण वाचविले. आज ओपन हार्ट सर्जरीत रक्त शरीराच्या बाहेर संक्रमित करून, शुद्ध करून पुन्हा शरीरात भरणे नित्यनेमाचे झाले आहे पण हा धाडसी प्रयोग सर्वप्रथम विल्यमने केला. त्यापाठोपाठ एका साध्या सिरिंजच्या सहाय्याने मानवी इतिहासातील पहिले थेट रक्तसंक्रमण - Direct Blood Transfusion त्याने पूर्ण केले. तेही स्वत:च्या बहिणीच्या बाबतीत. हा इतिहास आपण प्रथम घडविला याचीही त्यावेळी त्याला कल्पना नव्हती. चोवीस तासांच्या अल्पावधीत विल्यमने दोन वैद्यकीय चमत्कार केले. यावर विल्यम मात्र खरोखरच नम्र होता. तो उद्गारला. ''चमत्कार फक्त बायबलमध्येच घडतात. मी जे काही केले ती माझी त्या क्षणांची गरज होती'' आणि गरज हीच खरी शोधांची जननी आहे.

फ्रँकफूर्ट येथील वार्षिक सभेत एक अतिशय अद्भूत प्रयोग विल्यमसह अनेकांनी पाहिला. कोक वनस्पतीच्या द्रावणाने शस्त्रक्रियेच्या जागेपुरतीच भूल देण्याची शक्यता प्रत्यक्षात आणून दाखविली होती. डॉ. कोलरने हा प्रयोग केला होता. जोसेफ लिस्टर, रॉबर्ट कॉक यांच्या तत्त्वांचा ध्यास घेऊन विल्यमने शस्त्रकर्म जंतुरहित बनवले होते आता कोलरच्या प्रयोगाचा मागोवा घेऊन त्याने ते वेदनारहित करण्याचा निश्चय केला. पेरू प्रांतातले रेड इंडियन्स कोकेनला 'ममा कोका' म्हणत. डोंगर दऱ्यांमधील अवघड जीवन सुसह्य करण्यासाठी ते लोक कोकेनची पाने चघळत. या सर्वांचा मागोवा घेऊन अधिक उत्साही राहण्यासाठी विल्यमनेही याचा उपयोग करण्यास सुरुवात केली. ममा कोका जणू जादूच करायची. कष्टाळू विल्यमला अधिक काम करण्यासाठी जणू वरदानच मिळायचे. सारे कसे सुरळीत चालू असताना एक आक्रित घडले. एके दिवशी ऑपरेशनचे वेळी त्याचे हात कापू लागले आणि ममा कोका या औषधाचे ते

सहपरिणाम असून विल्यमला त्याचे व्यसन लागले असल्याचे सिद्ध झाले. विल्यमच्या व्यसनाची सनसनाटी बातमी लपून थोडीच राहणार? त्याच्यावर टीकेची झोड उठली. साथ आणि सहानुभूती होती ती फक्त डॉ. वेल्शची. डॉ. वेल्शने डॉ. विल्यमची व्यसनाधीनता पूर्ण नाहीशी करण्यासाठी जे केले ते सर्व मुळातूनच वाचण्यासारखे आहे. वेल्शसारखा सखा-सोबती मिळाला नसता तर विल्यमचे तारू वादळवाऱ्यात भरकटून फुटले असते. कोकेनच्या व्यसनानंतर विल्यमच्या व्यक्तिमत्त्वामध्ये आमूलाग्र झालेला बदल सर्जरीच्या पथ्यावर पडला. हॉलस्टेडने स्वत: कधी सर्जरीवर पुस्तक लिहिले नाही पण त्याकाळी किंवा त्यानंतर प्रसिद्ध होणारे सर्जरीचे असे एकही पुस्तक नाही की ज्याच्यात हॉलस्टेडच्या नावाचा उल्लेख नाही. 'बरे झाले याला व्यसन लागले त्यामुळे हा बदलला आणि मानवजातीला तारणहार ठरला.' या शब्दात दुसऱ्या एका श्रेष्ठ सर्जनने विल्यमला गौरवले. या लौकिकामुळे व्यसनमुक्तीसाठी ज्या बटलर रुग्णालयात विल्यम दाखल होता तेथील त्याच्या उपचाराच्या नोंदी गायब करण्यात आल्याचेही लेखकाने परखडपणे नमूद केले आहे. कोकेनवरील केलेल्या प्रयोगात सहभागी झालेल्या इतरांची अवस्थाही बिकटच होती.

७ मे १८८९ या ऐतिहासिक दिवशी जॉन हॉपकिन्स रुग्णालयाचे उद्घाटन झाले. विल्यम त्याचा स्टाफ मेंबर होता. पुढे त्याच रुग्णालयातील स्टाफ नर्स कुमारी कॅरोलिन हॅम्प्टन ही सौ. हॉलस्टेड बनली. विल्यमची ती ऑपरेशनच्या वेळची मुख्य मदतनीस होती. त्यावेळी निर्जंतुकीकरणासाठी वापरल्या जाणाऱ्या कार्बोलिक ॲसिड मुळे तिच्या हातावर पुरळ येई. त्यावर उपाय म्हणून हातात तलम असे रबरी हातमोजे वापरायच्या पद्धतीचा श्रीगणेशाही विल्यमने केला. आज एडस् आणि एच.आय.व्ही. च्या जमान्यात कोणताही सर्जन ग्लोव्हजशिवाय जखमेला स्पर्श करायचा विचारही करू शकत नाही पण या गौरवशाली परंपरेचा उगम मात्र असा झाला. कुमारी हॅम्प्टनसाठी तयार केलेले हे ग्लोव्हज खरे आपलेसे केले ते विल्यमचा विद्यार्थी डॉ. जोसेफ ब्लडगुडने या यशाचे श्रेय मात्र नंतर अनेकांनी आपल्याकडे घेतले. 'यशाला अनेक बाप असतात, अपयश मात्र पोरके असते.' हे खरेच आहे.

विल्यम एक ख्यातनाम सर्जन होता. उर्वरित आयुष्यात थिएटरमध्ये अधिक काम करण्यापेक्षा विद्यार्थी तयार करण्याकडे त्याने अधिक लक्ष दिले. हिवाळ्यात बाल्टिमोरमध्ये राहून काम करणे आणि उन्हाळ्यात दक्षिण कॅरोलिना येथील हॅम्प्टन इस्टेटीधील फार्म हाऊसवर राहणे असा

त्याचा नंतरचा जीवनक्रम होता. सर्जरीमधील अनेक नवनवीन शोध विल्यमच्या नावावर आहेत. दक्षिण कॅरोलिनामधील अलेक्झांडरवर उपचार करताना रक्तवाहिन्यांवरच्या ऑपरेशनच्या नव्या शाखेची मुहूर्तमेढ रोवली गेली. स्तनांच्या कर्करोगाचा सखोल अभ्यास करून त्यामुळे होणारे मृत्यूचे प्रमाण १३.५०% खाली आणण्याचे काम त्याने केले. हर्नियाचे ऑपरेशनही अधिक सुरक्षित आणि अधिक सक्षम करण्याची त्याची पद्धत 'हॉपकिन्स पद्धत' या नावाने प्रसिद्ध झाली.

विल्यमच्या कर्तृत्त्वाची दखल ठिकठिकाणांहून मिळत होती. देशोदेशींच्या विद्यापीठांकडून, विद्वत सभांकडून सन्मानाचा वर्षाव होत होता. हे सर्व सन्मान अतिशय नम्रतेने आणि गुरु-विद्यार्थी-सहकारी यांची आठवण ठेवून स्वीकारणाऱ्या डॉ. विल्यम हॉलस्टेडसाठी हे पुस्तक प्रत्येकाने आवर्जून वाचावे आणि इतके चांगले पुस्तक मराठी वाचकांसाठी दिल्याबद्दल डॉ. संजय ओक यांचे मन:पूर्वक अभिनंदन आणि आभारही.

या पुस्तकातील काही अंशपुढे देत आहोत.

१

विल्यमचे व्हॅन व्होकमनशी बोलणे चालू होते –

''जोसेफ लीस्टरने जंतूच्या संदर्भात अगदी मूलभूत काम केले आहे. त्याने प्रतिपादलेल्या प्रत्येक गोष्टीला काहीतरी अर्थ आहे. ऑपरेशन करताना सर्जनने कोणती पथ्ये पाळायला हवीत याबद्दलची त्याची मते खरे तर बाबावाक्यम् प्रमाणम म्हणून स्वीकारायला हवीत पण पिकते तिथे विकत नाही हेच खरे. इंग्लंडमध्येही त्याला कोणी पाठिंबा देत नाही. अमेरिकेत तर सर्वच शहाणे; त्यांना लीस्टर पटतच नाही. जुन्या अस्वच्छ; ओंगळ प्रथा आजही चालू आहेत. निर्जंतुकीकरणाचा कोणता दूरगामी चांगला परिणाम होतो याचा साधा विचार करण्याचीही त्याची तयारी नाही पण तरीही मला असे राहून राहून वाटतेय की लीस्टरनेही आपल्या सिद्धांतांना शेवटापर्यंत नेलेले नाही. जंतुसंसर्गाचे पूर्ण सत्य त्यालाही उलगडलेले नाही. कदाचित त्याला इतरांकडून लंडनमध्ये मिळणाऱ्या वर्तणुकीमुळे तो निराश झाला असेल पण विरोध हा होणारच. हतोत्साह होऊन कसे चालेल? तुमची आणि त्याची कधी प्रत्यक्ष

कॅन्सर, कोकेन आणि कौशल्य	किंमत : ११० रू.
लेखक : डॉ. संजय ओक	**प्रकाशक** : मनोविकास प्रकाशन

भेट झाली आहे का?''

विल्यमच्या या प्रश्नामुळे व्होकमन भूतकाळात हरवला. त्याचे आणि लीस्टरचे संभाषण त्याला स्मरू लागले... 'मला आजही ती भेट चांगली आठवतेय. मी एखाद्या दैवताला भेटायला गेल्यासारखा त्याच्या दारी गेलो. देव मात्र स्वत:च हरविलेला होता. काहीसा उदास, मितभाषी, आतले विचार बाहेर प्रकट होणार नाहीत यांचा आटापिटा करणारा. उलट त्यानेच मला प्रश्न विचारले. तो अजूनही प्रयोग करीत होता; तेव्हा कोणतेही विधान सत्यासत्येच्या जाळ्यात गुरफटणार नाही याची तो तेव्हा प्रकर्षाने काळजी घेत होता. ग्लासगो विद्यापीठात तो तेव्हा सर्जरीचा प्राध्यापक होता. त्याने माझ्याशी फारशी चर्चा केली नाही पण तो मला त्याच्याबरोबर त्याच्या वॉर्डमध्ये राउंडसाठी घेऊन गेला. वॉर्डमध्ये चार रूग्ण होते. मोठ्या अपघातात सापडलेले. कोणाचे मांडीचे हाड मोडले होते तर कोणाला चेहऱ्यावर जखमा होत्या. एकाच्या जखमेतून अर्धवट तुटलेल्या हाडाचे टोकही दिसत होते. पण सर्व रुग्ण चांगल्या तऱ्हेने सुधारत होते. कोणालाही ताप नव्हता. त्यांची नाडी स्थिर होती. जखमांमधून वाढणारा उग्र दर्पाचा स्राव नव्हता. वॉर्ड प्रसन्न होता. स्वच्छ होता. बेडवरच्या चादरी, ड्रेसिंगचे सामान कोठेही अस्वच्छता नव्हती, ओंगळ, घाणेरडापणा नव्हता. फिनॉलचा मंद वास पुसलेल्या फरशीत आणि सर्वच वातावरणात भरून राहिलेला होता. हे चित्र खूप आश्वासक होते. एखादे अद्भुत नवलविशेष दिसावे अशी माझी अवस्था होती; कारण इतरत्र अशा रुग्णांना मृत्युपंथाला लागायला काही वेळ लागत नाही. जंतुसंसर्ग, पू, पिकलेली जखम, मुरलेला ताप, जलद चालणारी नाडी, शुष्कता, विषसंसर्ग आणि शेवटी मृत्यू हा नेहमीचा ठरलेला प्रवास. पण लीस्टरच्या कार्यशैलीने या साऱ्या गोष्टींना छेद दिला होता. हा चमत्कार नव्हता; हा अपघात नव्हता, हे अकल्पित नव्हते तर हे खूप कष्ट करून, विचारपूर्वक आखलेल्या योजनांना आलेले फळ होते.''

व्होकमनचे बोलणे विल्यम कानात पंचप्राण ओतून ऐकत होता. त्याने जणू एक आख्यायिका ऐकली होती. पण प्रत्येक सत्यकथेचा शेवट कोठे मनासारखा होतो? सत्यकथा आणि परीकथा यात चार अंगुळे अंतर राहतेच ना तसेच प्रश्नचिन्ह विल्यमच्या चेहऱ्यावर कायम होते.

लीस्टरच्या पद्धतीमुळे हवेतून येणारे जंतू नष्ट करता येतात. तरीही जंतुसंसर्ग पूर्णपणे नाहीसा होत नाही. तर मग हे ''जंतू कोठून येतात?'' विल्यमचा प्रश्न.

...यावर मंद स्मित करीत व्होकमन म्हणाला, ''फार छान प्रश्न पडला आहे तुला. न उलगडलेले कोडेच जणू. तीस

वर्षांपूर्वी असाच प्रश्न इग्रॅझ सेमेल्वीसला पडला होता. तो प्रख्यात स्त्री रोगतज्ञ होता. बाळंतपणानंतर जंतुसंसर्ग हा इतका बिकट प्रश्न होता की ५०% स्त्रिया प्रसूतीनंतर मरायच्या. त्या जंतुसंसर्गाचे स्रोत आणि प्रतिबंधन यावर इग्रॅझने डोंगराएवढे काम केले. स्वत:ची आग्रही मते मांडली. कोणीही त्याचे ऐकले नाही. त्याची छी-थू केली. तो शेवटी भ्रमिष्ट झाला आणि त्यातच त्याची अखेर झाली. आज त्याचे सिद्धांत तंतोतंत खरे असल्याचे सिद्ध झाले आहेत. मला तुला घाबरवून सोडायचे नाही. फक्त तुला ज्या विरोधाचा सामना करावयाचा आहे त्याची मी तुला तोंडओळख करून देत आहे. रॉबर्ट कॉकचे नाव तू ऐकले असशील. माझा त्याच्याशी परिचय आहे. मेंढ्यांना होणाऱ्या ॲन्थ्रॅक्सच्या आजाराचा जंतू त्याने असाच शोधून काढला. ज्या आजाराने दरवर्षी लाखो मेंढ्या मृत्युमुखी पडायच्या, आज त्या आजारावर नियंत्रण मिळविणे शक्य झाले आहे. तोही सध्या जंतूंच्या कारणांवर; उत्पत्तींवर संशोधन करतो आहे. मी त्याची आणि तुझी भेट घडवून आणेन. मला तुला सांगायचे आहे ते इतकेच की ज्या कल्पनांना सत्यात आणण्यासाठी तू धडपडतो आहेस; त्यांच्यावर विश्वास ठेवून, कधीही न डगमगता तू त्यांच्या पूर्ततेसाठी प्रयत्न कर.''

२

रॉबर्ट कॉक यांच्या भेटीला डॉ. हॉलस्टेड गेले असताना -

''... मी अमेरिकेत सर्जन आहे आणि प्रखर विरोध होत असतानाही लीस्टरच्या तत्त्वांचा पाईक आहे. तरीही जंतूंचा समूळ नि:पात करणे मला जमत नाही. इतकी काळजी घेऊनही कोठून येतात हे जंतू? हे मला समजावून घ्यायचे आहे आणि तेवढ्याचसाठी मी तुमच्याकडे इतका लांबवर आलो आहे.'' विल्यम.

अत्यंत सहानुभूतीपूर्व सुस्कारा सोडून कॉकने माने डोलावली. ''विल्यम, माझ्या प्रयोगांचे निष्कर्ष तुझ्या सेवेसाठी हजर आहेत. पण एक लक्षात ठेव की कोणतेही स्वप्न सहजसाध्य होत नाही. त्यासाठी विलक्षण विश्वासाची साथ लागते आणि तरीही कधी कधी पदरी निराशा येते. मी जेव्हा तरुण होतो तेव्हा संपूर्ण जग पाहणे हे माझे स्वप्न होते. अर्थात त्याला खूप पैसे लागणार होते, जे माझ्याकडे नव्हते. तेव्हा माझ्याकडे असलेल्या पैशातून मी एक सूक्ष्मदर्शक यंत्र (microscope) खरेदी केलं आणि त्या यंत्राखाली मला एका नव्या जगाचा शोध लागला. ह्या नव्या जगात मी इतका हरवून गेलो की मला मी पाहिलेल्या जगाचा कायमचा विसर पडला. आज मी तुला माझे हे सूक्ष्म जग दाखवतो. रॉबर्ट कॉकने आपल्या त्या खोलीतील एका

ब्लँकेटचा पडदा दूर केला. खोलीच्या उर्वरित आतल्या भागात रॉबर्टने आपली प्रयोगशाळा थाटली होती.

प्रयोगशाळेला लागणारी प्रत्येक गोष्ट तेथे होती पण सर्वत्र पसारा आणि अव्यवस्थितपणा शिगोशिग भरलेला होता. तीन टेबलांवर काचेच्या बाटल्या, चंबू, वक्रनलिका, रॉकेलची टेंबे, काचनळ्या, बर्नर यांचा खच पडला होता. काही चंबू फुटले होते. काही रिकामे होते तर काहींमध्ये रंगीत द्रव होते. छतापासून जाळीचे पिंजरे लटकत होते. त्यात पांढरे उंदीर आणि गिनीपिग लडबडत होते. या सर्व पसाऱ्याचा केंद्रबिंदू होता एक फिरते स्टूल आणि एक मायक्रोस्कोप. रसायनांचा उग्र दर्प होता. उंदरांच्या लेंड्यांचा वासही त्यात मिसळला होते. या पार्श्वभूमीवर रॉबर्ट कॉकने आपले संभाषण चालू केले.

''काही वर्षांपूर्वीची ही गोष्ट आहे. मेंढ्यांध्ये एक विशिष्ट प्रकारचा साथीचा ताप यायचा. प्लीहेचा (spleen) आकार अचानक वाढून; रक्तस्राव होऊन त्या मृत्यूमुखी पडायच्या आणि हजारोंच्या संख्येने मेलेल्या मेंढ्यांमुळे प्रचंड आर्थिक नुकसान होत असे. या मेंढ्यांच्या आजारावर मी माझे लक्ष केंद्रित केले आणि थोड्याच काळात त्या मेंढ्यांच्या रक्तामध्ये मला काडीच्या आकाराचे (Rod shaped) जंतू आढळून आले. हे जंतु टोचलेले गिनीपिग दुसऱ्या दिवशी मृत्यूमुखी पडले आणि त्यांच्या प्लीहेतही रक्तस्राव झाल्याचे दिसले म्हणजे मला सापडलेले जंतूच अँथ्रॅक्सला कारणीभूत होते याचा मला उलगडा झाला. पण खरी गंमत पुढेच आहे. काही दिवस एक स्लाइड कोपऱ्यात पडून होती. काही दिवसांपूर्वी मी त्या स्लाइडवर जंतूचे रोपण केले होते. पुढे सहजच मी स्लाइड मी मायक्रोस्कोपखाली पाहिली तर मला आश्चर्याचाधक्का बदला. तेथील जंतू नाहीसे झाले होते आणि त्यांची जागा गोलाकार घुमटांनी घेतली होती. जंतूंनी स्वत:भोवती संरक्षक गोल कवच विणले होते. (spores). जंतू मेले नव्हते फक्त योग्य त्या परिस्थितीशी वाट पाहत निद्रिस्त थांबले होते. त्यांना हवी तशी परिस्थिती पुन्हा प्राप्त झाल्यावर ते या घुमटांमधून बाहेर पडले आणि पुन्हा आपला प्रताप दाखवू लागले. या घटनेवरून तुझ्या लक्षात येईल की केवळ फिनॉलचा वापर आणि स्वच्छतेचे साधे नियम त्यांनी थोडेच जंतू मरतील पण काही जंतू घुमटावस्थेत (spres) रुग्णाच्या शरीरात प्रवेश करतील आणि योग्य ते तापमान लाभल्यावर पुन्हा सजीव अवस्थेत येऊन आपल्या संसर्गाला सुरुवात झाली असेल. मला वाटते तुला तुझ्या प्रश्नाची उकल झाली असेल. आपल्यांला लढाई लढायची आहे, ती या घुमटावस्थेविरुद्ध.'' ◼

सत्यजीत आणि विश्वजीत यांचा मार्ग (पान ६० वरून)

उत्तर : इकडे सत्यजीतने विचार केला, -

'जर का पहिल्या दारावरची पाटी बरोबर असेल तर दुसऱ्या दारावरचीही पाटी बरोबरच असणार. कारण पहिल्या खोलीत धन आणि दुसऱ्या खोलीत वाघ असेल तर दोन्हीपैकी एकीत धन आणि एकीत वाघ असणारच. मात्र दुसरी पाटी बरोबर आणि पहिली पाटी चूक असे होऊ शकते. जर पहिल्या खोलीत वाघ आणि दुसऱ्या खोलीत धन असे असेल तर हे शक्य आहे. म्हणून पहिल्या खोलीत वाघ आणि दुसऱ्या खोलीत धन असणार. दुसरी खोली निवडावी. त्याप्रमाणे त्याने दुसरी खोली निवडली.

विश्वजीतही तर्क लावून पाहू लागला. जर दुसरी पाटी चूक असेल तर याचा अर्थ वाघ शेजारच्या खोलीत नाही. म्हणजेच पहिल्या खोलीत धन आहे. आणि पहिली पाटी ही बरोबर ठरते. ह्याचाच अर्थ दोन्ही पाट्या चूक असू शकत नाहीत. म्हणजेच दोन्ही पाट्या बरोबर असायला हव्यात. व पहिल्या खोलीत वाघ आणि दुसऱ्या खोलीत धन असणार. दुसरी खोली निवडावी. त्याने दुसऱ्या खोलीचा दरवाजा उघडला.

दिलेल्या अर्ध्या तासाच्या वेळेच्या आधीच या मुलांनी योग्य निर्णय घेतला होता. राजा, प्रधान आणि मंत्रीमंडळ खूपच खूष झाले. त्या त्या खोल्यांमधील धन तर त्यांना मिळालेच पण राजाच्या दरबारी मानाची पदेही मिळाली. अशा विद्वान मंत्र्यांमुळे राजा सूरसेनांच्या राज्याचा गौरव अधिकच वाढला हे सांगायला नकोच.

हिंदी - संदर्भ

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

हिंदी संदर्भची वार्षिक वर्गणी रुपये १०० आहे.

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

वितरण : एकलव्य, इ-७, एचआयजी, ४५३,

अरेरा कॉलनी, भोपाळ-४६२०१६

जिगसॉ पझल

लेखक : प्रकाश बुरटे

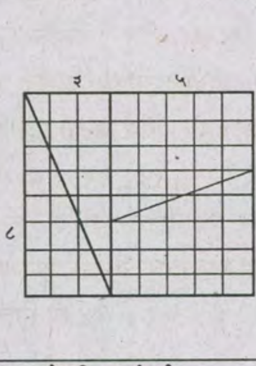
खाली दोन आकृत्या दिल्या आहेत. त्या काळजीपूर्वक पाहा. आकृती - १ हा ८ एकक लांबी आणि तेवढीच रुंदी असणारा चौरस आहे. याचे क्षेत्रफळ ६४ एकक^{२} आहे.

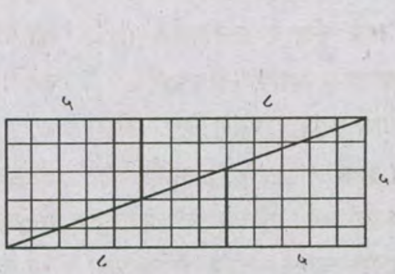
या चौरसाच्या डाव्या भागात ३ एकक × ८ एकक आकाराचा कर्णाने दुभागलेला आयत आहे.

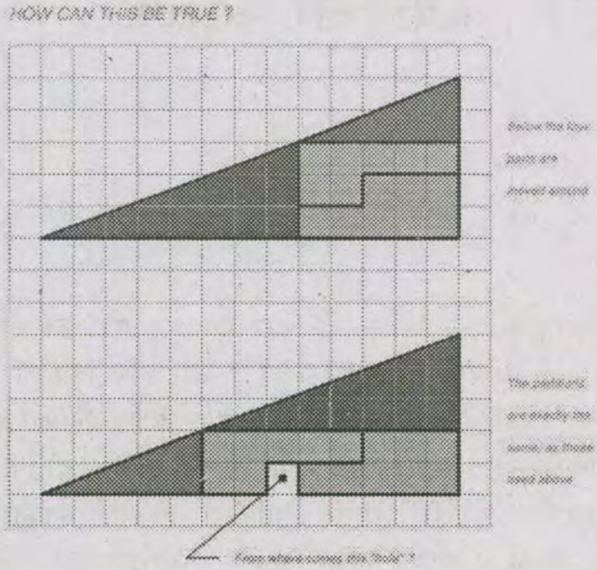
चौरसाचा उजवीकडील भाग ५ एकक × ८ एकक आकाराचा आयत आहे. म्हणजे या चौरसाचे चार भाग केले आहेत.

आकृती-२ आयत आहे. या आयताचे कर्णामुळे दोन समान काटकोन त्रिकोण होतात. त्रिकोणातील उभी रेषा त्याचे पुन्हा दोन भाग करते. एक भाग चौकोन तर दुसरा छोटा काटकोन त्रिकोण. म्हणजे या आकृतीमध्येदेखील चार भाग आहेत. या चार भागांच्या लांबी-रुंदी काळजीपूर्वक पाहिल्या, तर यांचे आकार आकृती-१ मधील ४ भागांप्रमाणेच आहेत, हे सहज लक्षात येईल.

त्यामुळे आकृती-१ मधील चार भागांची रचना बदलून आकृती-२ तयार झाली आहे, असे म्हणता येते. पटतेय का पाहा. तसे असेल तर आकृती-१ आणि आकृती-२ चे क्षेत्रफळ समान असले पाहिजे, हे उघड आहे. याचा अर्थ आकृती-२ मधील आयताचे क्षेत्रफळ







आकृती-१ एवढे म्हणजे ६४ एकक^{२} भरले पाहिजे. परंतु या आयताची लांबी आहे १३ एकक आणि रुंदी आहे ५ एकक. परिणामी, या आयताचे क्षेत्रफळ होते ६५ एकक^{२}. आता आली का पंचाईत, ६४ = ६५ म्हणायची पाळी आली की !

हातचलाखी वाटत असेल तर ६४ = ६५ असे सिद्ध करणाऱ्या आणखी दोन आकृत्या खाली देत आहे. त्या काळजीपूर्वक पाहा. डोके खाजवण्याला आता पर्याय नाही.

हिंट म्हणजे काय ? चला देतो. वरील कोड्यातील अंक आहेत, ५, ८ आणि १३. मधल्या अंकाचा वर्ग आहे ६४, तर कडेच्या दोन अंकांचा गुणाकार ६५ होतो. भूमितीच्या आकृत्यांच्या मदतीने आपण ६४ = ६५ असे सिद्ध केले. अगदी याच पद्धतीने आपण ३, ५ आणि ८ अथवा ८, १३ आणि २१ ही त्रिकुटके घेतली आणि अगदी वरील प्रमाणे भूमितीचा वापर केला तर २५=२४ अथवा १६९ = १६८ असे सिद्ध करू शकतो. करून पाहा. यावर कुणी म्हणेल की ही काय हिंट झाली का ? यामुळे तर जास्तच कोड्यात पडायला होतेय. असेल, कदाचित तसेही होत असेल. पण यातच एक हिंट आहे. १, २, ३, ५, ८, १३, २१... या संख्यांच्या माळेतील पुढची संख्या शेवटच्या दोन संख्यांच्या बेरजेएवढी असते. दुसऱ्या शब्दात २१ नंतर १३ + २१ = ३४ ही संख्या आहे.

तर त्या पुढील संख्या आहे ५५. हा गुणधर्म असणाऱ्या संख्येच्या माळेला म्हणतात 'फिबोनेस्सी सेरीज.' फिबोनेस्सी हा इटालियन गणिती होता. त्याच्या नावाने हे कोडे इतरांना घालून त्यांचेही डोके थोडे बिघडवता येईल. असेही शक्य आहे की तुम्ही या निमित्ताने फिबोनेस्सी सेरीजबाबत भरपूर माहिती जमा कराल. निसर्गातील किती तरी गोष्टींची रचना या सिरीजप्रमाणे असते, हे तुमच्या लक्षात येईल. उदाहरणार्थ, अननसावर डोळ्यांच्या रांगा असतात. या रांगांतील डोळ्यांची संख्या फिबोनेस्सी सिरीजसारखीच असते. झेंडूच्या जातीच्या अनेक फुलांच्या पाकळ्यांच्या रांगा नीट पाहा. त्यातही हीच सिरीज दिसते. असला गणिती निसर्ग पाहून तुम्ही तोंडात बोटे घालाल. परंतु तोंडात तशीच बोटं ठेवून निसर्ग-सहलींसाठी बाहेर मात्र पडू नका बरं का !

लेखक : **प्रकाश बुरटे**, अनेक वर्षे भाभा अणुसंशोधन केंद्रात काम. विज्ञान शिक्षणात रस. त्यासंबंधी संशोधन आणि लेखन.

कोड्याचे उत्तर सापडले का ? सापडले की संदर्भला कळवा. पुढच्या अंकात तुमचं उत्तर छापले जाईल.

कोडे २ चे उत्तर : गोगलगाय दर पंधरा मिनिटांनी काटकोनात वळत असल्यामुळे, जर ती प्रथम उभ्या दिशेने गेली तर नंतर आडव्या दिशेने जाईल. त्यामुळे जितक्या वेळेला उभ्या दिशेने जाईल तितक्याच वेळेला आडव्या दिशेने जाईल. त्याच प्रमाणे ती परत मूळच्याच जागेवर येणार असल्यामुळे ती जितक्या वेळेला उभ्या दिशेने लांब जाईल तितक्याच वेळेला उभ्या दिशेने परत जाईल. तसेच जितक्या वेळेला उजवीकडे जाईल तितक्याच वेळेला डावीकडे जाईल. जर दर १५ मिनिटांनी केलेला प्रवास हे एक एकक धरले आणि 'न' वेळेला उभ्याने लांबच्या दिशेने गोगलगाय गेली तर

गोगलगायीचा एकंदर प्रवास = उभ्याने लांब 'न' + उभ्याने जवळ 'न' + उजवीकडे 'न' + डावीकडे 'न' = ४ न

एकूण वेळ ४ न × १५ मिनिटे = न तास

म्हणजेच पूर्णांक तासातच वेळ लागेल.

शाश्वत विकासाकडे जाऊ या.

- १९५० सालापासून आर्थिक विकासाचा वेग वाढला.
- जगात एकूणच गरजेच्या वस्तू आणि सोयीसुविधांचं उत्पादन सातपट वाढलं.
- याच काळात जागतिक लोकसंख्या दुप्पट झाली मात्र मासेमारी आणि मांस उत्पादन पाचपट झाले.
- हीच गोष्ट ऊर्जेबाबतही झाली. ऊर्जेची मागणी अफाट वाढली.
- तेलाची गरज सातपटीनं वाढली तर हवेत कार्बनडायॉक्साईड सोडण्याचं प्रमाण (ग्रीनहाऊस इफेक्ट) चौपट झालं.

पण अजूनही जगातील -

- २०% लोकांना पिण्यायोग्य पाणी मिळत नाही.
- ४०% जनता आरोग्याच्या सुविधांपासून वंचित आहे.
- २५% लोक विजेशिवाय रहातात.
- ८४२ कोटी माणसं कुपोषित आहेत.
- अर्धी अधिक जनता दारिद्र्यरेषेखाली जगत आहे.

याचाच अर्थ असा की जगाच्या एकूण लोकसंख्येपैकी १/५ लोक संपन्न, समृद्ध आयुष्य जगतात आणि सर्वात जास्त प्रदूषण करतात तर ४/५ लोक विकसनशील देशात गरिबीत आयुष्य घालवतात.

शाश्वत विकास म्हणजेच मानव आणि निसर्ग दोघांनाही उपयुक्त ठरणारा आर्थिक विकास.

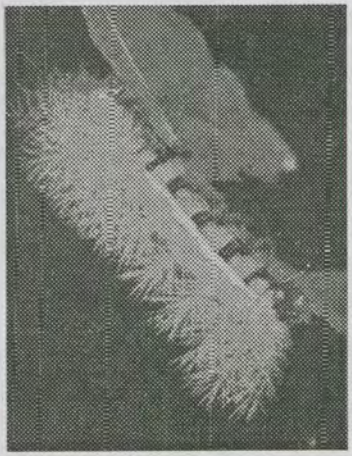
यासाठी आपण आपल्या गरजा, सवयी बदलण्याची आवश्यकता आहे. या पद्धतीची उपयुक्तता सर्वांना पटली तर हे सहज शक्य आहे आणि यासाठी गरज आहे जनजागृतीची.

याचाच एक भाग म्हणून 'जैवविविधता विरुद्ध मानव : जागेसाठी लढाई'

याविषयावर भित्तीपत्रकं आणि छायाचित्रं असलेलं 'अलाईव्ह' नावाचं एक मोठं प्रदर्शन गुडप्लॅनेट ही संस्था युरोपात भरवत असते. यान आर्थस बर्टन्ड यांनी तयार केलेल्या या प्रदर्शनात वाचणाऱ्याला विचार करायला भाग पाडतील अशी माहिती देणारी भित्तीपत्रकं आणि प्राण्यांची सुंदर छायाचित्रे आहेत.

प्राण्यांच्या जीवनशैलीचा अभ्यास करताना त्यांच्या जीवनावर होणारा माणसाचा किंवा मानवनिर्मित गोष्टींचा प्रभाव यान आर्थस यांनी जवळून पाहिला. जैवविविधतेतील महत्त्वाचे प्राणी नामशेष होण्याच्यां मार्गावर आहेत आणि हळूहळू आपणही विनाशाकडे सरकतो आहोत या भयानक सत्याने त्यांना शाश्वत विकास या संकल्पनेशी आणून सोडलं. याविषयाची जाणीव असणाऱ्या आणि काही करू पाहणाऱ्या अनेकांना ते भेटले. त्यातूनच गुडप्लॅनेट या संस्थेचा जन्म झाला. या संस्थेचे मुख्य उद्दीष्ट - शाश्वत विकास संकल्पनेचा प्रचार आणि जनजागृती करणं हेच आहे. त्यांच्या प्रदर्शनातील काही चित्रं आणि भित्तीपत्रकं इथे दिली आहेत. यातीलच दोन छायाचित्रे मुखपृष्ठावर दिली आहेत.

एकूण जागतिक वाढ लक्षात घेता २०३० सालापर्यंत ऊर्जेची मागणी ६०% वाढणार आहे. आपण वापरतो त्यापैकी ८७% ऊर्जा पुन्हा निर्माण होऊ शकत नाही.



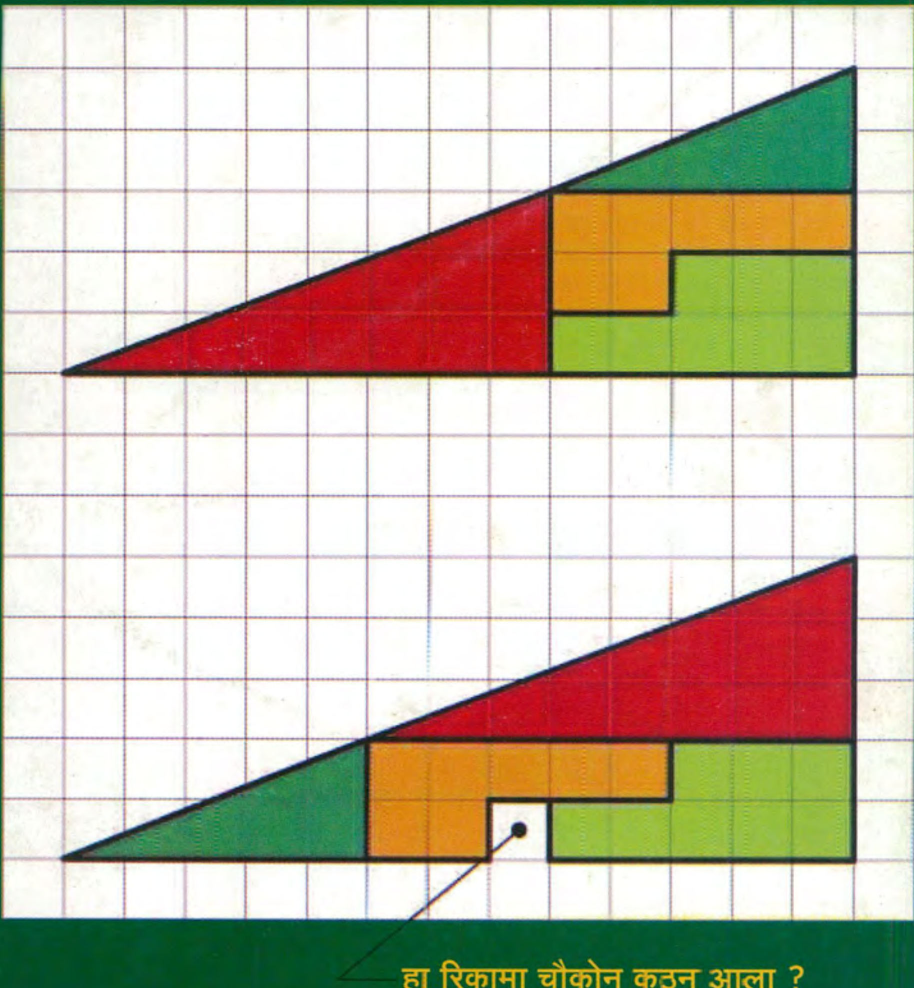
प्रतिवर्षी आपण शोधून काढतो त्याच्या २ किंवा ३ पट तेल आपण वापरतो.

जागतिक लोकसंख्येच्या २०% लोक जगातील एकूण ऊर्जेच्या ८०% ऊर्जा वापरतात.

क्लॉद मोने यांचे 'इंप्रेशन सनराईज' हे चित्र. अधिक माहिती पान ४५ वरील लेखात.

शैक्षणिक संदर्भ : एप्रिल – मे २००८ RNI Regn. No. : MAHMAR/1999/3913
मालक, मुद्रक, प्रकाशक पालकनीती परिवार करिता संपादक नीलिमा सहस्रबुद्धे यांनी
अमृता क्लिनिक, संभाजी पूल कोपरा, कर्वे पथ, पुणे ४ येथे प्रकाशित केले.

६४ = ६५ ? हे कसे शक्य आहे ?



हा रिकामा चौकोन कुठून आला ?